

**MITIGASI RISIKO KECELAKAAN KERJA MENGGUNAKAN
METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DAN
FAULT TREE ANALYSIS (FTA) PADA PROSES PRODUKSI PRODUK
KECAP DAN BUMBU INSTAN DI PT XYZ**

TUGAS AKHIR

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



Nama : Aqeela Riza Tamanni
No. Mahasiswa 22522361

**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, 27 – 07 - 2026



(Aqeela Riza Tamanni)
22522361

SURAT BUKTI PENELITIAN

SURAT KETERANGAN MAGANG

Yang bertanda tangan di bawah ini, menerangkan bahwa :

AQEELA RIZA TAMANNI

Telah melaksanakan kegiatan magang di PT.

30 Maret 2026 – 22 Mei 2026 di Departemen Manufacturing.

Demikian surat keterangan ini diberikan untuk digunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan kerjasamanya, kami ucapkan terima kasih.

Surat Keterangan Magang

Bekasi, 22 Mei 2026

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
MITIGASI RISIKO KECELAKAAN KERJA MENGGUNAKAN METODE *FAILURE*
***MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA)**
PADA PROSES PRODUKSI PRODUK KECAP DAN BUMBU INSTAN
DI PT XYZ



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Aqeela Riza Tamanni

No. Mahasiswa : 22522361

Yogyakarta, 27 Juli 2026

Dosen Pembimbing



(Elanjati Wordailmi S.T, M. Sc)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

MITIGASI RISIKO KECELAKAAN KERJA MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) PADA PROSES PRODUKSI PRODUK KECAP DAN BUMBU INSTAN DI PT XYZ

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Aqeela Riza Tamanni

No. Mahasiswa : 22522361

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

Yogyakarta, 27 - 07 - 2026

Tim Penguji

Elanjati Wordailmi S.T, M. Sc

Ketua

Dr. Ir. Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng.,
IPU.

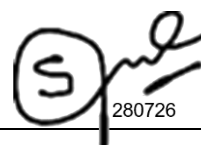
Anggota I

Wahyudhi Sutrisno, S.T., M.M., M.T

Anggota II




270726



280726

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



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

NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin

Segala puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan kemudahan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Muhammad Rifki Ria Tri Budiarto, S.Ak., M.Ak. dan Ibu Tetet Ichsanti Tunjungsari S.I.Kom, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, serta pengorbanan, baik secara moral maupun material, selama saya menempuh pendidikan. Terima kasih atas segala cinta, kepercayaan, dan apresiasi yang selalu Bapak dan Ibu berikan dalam setiap langkah yang saya jalani. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada adik tercinta Shakeena Riza Awandini, sahabat – sahabat terbaik serta teman teknik industri angkatan 2022 Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan motivasi dan dukungan selama saya mengerjakan Tugas Akhir ini. Terakhir, saya ucapkan terimakasih kepada Ibu Elanjati Wordailmi, S.T., M.Sc. atas ilmu dan bimbingan serta motivasi selama proses pengerjaan Tugas Akhir saya.

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan,”
(QS Al Insyirah: 5)

“Remember that just because you hit bottom doesn't mean you have to stay there”
(Robert Downey Jr.)

“Kecuali jika Allah menghendaki. Sesungguhnya Dia mengetahui yang terang dan yang tersembunyi.” (QS. Al-A’la: 7)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT atas berkah rahmat serta nikmat-Nya sehingga penyusunan laporan Tugas Akhir (TA) ini dapat diselesaikan dengan baik. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi mata kuliah Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Selama kegiatan Tugas Akhir dan pengerjaan Laporan Tugas Akhir, penulis sadar bahwa semua tidak akan berjalan lancar tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng, selaku rektor Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Prof. Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. Selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Elanjati Wordailmi S.T, M.T. selaku dosen pembimbing laporan Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan serta arahan dan ilmu sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
6. Kedua orang tercinta, M. Rifki Ria Tribudiarto & Tetet Ichsanti Tunjungsari serta saudara Shakeena Riza Awandini yang selalu memberikan kasih sayang, doa, motivasi, dan dukungan moril maupun materiil, serta semangat tanpa henti dalam setiap langkah perjalanan akademik ini.
7. Widya, Ayu, Hazel, Acha, Jogja Genk dan teman seperjuangan yang telah menjadi tempat berbagi suka dan duka, canda dan cerita dari awal perkuliahan hingga pada tahap penyusunan akhir.
8. Gading, Azita, dan Qonita yang telah hadir memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir. Penulis sangat menghargai segala bentuk bantuan yang telah diberikan sehingga penyusunan Tugas Akhir ini terasa lebih ringan
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terkait dan turut membantu dalam penyelesaian laporan ini. Semoga kebaikan yang diberikan oleh semua pihak kepada penulis menjadi amal shaleh yang senantiasa mendapat balasan dan kebaikan yang berlipat dari Allah Subhanhu Wa Ta'ala. Aamiin.

ABSTRAK

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan salah satu aspek penting dalam industri manufaktur untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja dan melindungi tenaga kerja dari berbagai potensi bahaya di lingkungan kerja. PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur pangan yang masih menghadapi kejadian kecelakaan kerja pada proses produksi kecap dan bumbu instan sehingga target *zero accident* belum tercapai. Data periode 2023 – 2025 mencatat insiden berulang seperti tangan terjepit mesin handok, tubuh terkilir, dan tersayat alat tajam. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi potensi bahaya, menentukan prioritas risiko, menganalisis akar penyebab kecelakaan kerja, serta menyusun usulan mitigasi risiko pada proses produksi kecap dan bumbu instan. Metode yang digunakan adalah *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), Diagram Pareto, dan *Fault Tree Analysis* (FTA). FMEA digunakan untuk menentukan tingkat prioritas risiko berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN), Diagram Pareto digunakan untuk memfokuskan risiko yang paling dominan, sedangkan FTA digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab risiko prioritas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa risiko dengan nilai RPN tertinggi adalah terjepit mesin handok pada proses *filling* produksi bumbu instan (120), tertabrak *forklift* pada proses kartoning (112), gangguan muskuloskeletal tidak ergonomis pada proses kartoning (108), serta terjepit mesin handok pada proses *filling* produksi kecap (98). Melalui diagram pareto diperoleh tiga risiko dominan, yaitu terjepit mesin handok, tertabrak *forklift*, dan gangguan muskuloskeletal. Pada FTA teridentifikasi tiga *basic event* pada terjepit mesin handok, tujuh *basic event* pada tertabrak *forklift*, dan empat *basic event* pada gangguan muskuloskeletal. Usulan mitigasi meliputi penguatan penerapan SOP, pelatihan K3 secara berkala, penggunaan APD, pemasangan rambu keselamatan, pemisahan jalur *forklift* dengan area kerja, serta perbaikan fasilitas sesuai prinsip ergonomi.

Kata Kunci: *Risiko Kecelakaan Kerja, Proses, FMEA, Diagram Pareto, FTA*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	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.....	12
2.2.1. Produksi.....	12
2.2.2. Risiko	13
2.2.3. Manajemen Risiko	13
2.2.4. Kecelakaan Kerja	15
2.2.5. Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	16
2.2.6. <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	19
2.2.7. Diagram Pareto.....	22
2.2.8. <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	23
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Objek Penelitian	25
3.2 Subjek Penelitian.....	25
3.3 Jenis Data	25
3.4 Metode Pengumpulan Data.....	25
3.5 Alur Penelitian	26
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	36
4.1 Pengumpulan Data	36
4.1.1. Profil Perusahaan.....	36
4.1.2. Proses Produksi	37
4.1.3. Data Kecelakaan Kerja.....	42
4.2 Pengolahan data	43
4.2.1. Identifikasi Potensi Bahaya Proses Produksi	43
4.2.2. <i>Failure Mode and Effect Analysis</i>	45
4.2.3. Diagram Pareto.....	48
4.2.4. <i>Fault Tree Analysis</i>	49

4.2.5. Usulan Mitigasi Risiko.....	51
BAB V PEMBAHASAN.....	52
5.1 Analisis Potensi Bahaya.....	52
5.2 Analisis Perhitungan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	52
5.3 Analisis Diagram Pareto	54
5.4 Analisis <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	55
5.5 Usulan Mitigasi Risiko	57
BAB VI PENUTUP.....	60
6.1 Kesimpulan	60
6.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kajian Literatur.....	12
Tabel 2.2	Penilaian <i>Severity</i>	19
Tabel 2.3	Penilaian <i>Occurance</i>	20
Tabel 2.4	Penilaian <i>Detection</i>	21
Tabel 2.5	Kategori <i>Risk</i>	22
Tabel 2.6	Simbol <i>Fault Tree Analysis</i>	23
Tabel 3.1	Pengumpulan Data.....	29
Tabel 3.2	Hasil Identifikasi Potensi Bahaya Produksi Kecap	30
Tabel 3.3	Hasil Identifikasi Potensi Bahaya Produksi Bumbu Instan.....	30
Tabel 3.4	Tahapan Penilaian Risiko FMEA.....	31
Tabel 3.5	Tahapan penilaian FTA	34
Tabel 4.1	Data Kecelakaan Kerja	43
Tabel 4.2	Identifikasi Potensi Bahaya Proses Produksi Kecap	44
Tabel 4.3	Identifikasi Potensi Bahaya Proses Produksi Bumbu Instan	44
Tabel 4.4	Penilaian FMEA Produk Kecap.....	45
Tabel 4.5	Penilaian FMEA Produk Bumbu Instan	47
Tabel 4.6	Rencana Mitigasi	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kasus Kecelakaan Kerja BPJS.....	2
Gambar 1.2	Perbandingan Kasus Kecelakaan Kerja Terhadap Target.....	3
Gambar 2.1	<i>Risk Matrix</i>	14
Gambar 2.2	Manajemen Risiko	15
Gambar 3.1	Alur Penelitian	27
Gambar 4.1	Perusahaan XYZ	36
Gambar 4.2	Alur Produksi Kecap.....	37
Gambar 4.3	Proses Produksi Bumbu Instan	41
Gambar 4.4	Diagram Pareto Kecap	48
Gambar 4.5	Diagram Pareto Bumbu Instan.....	49
Gambar 4.6	Risiko Terjepit Mesin Handok.....	49
Gambar 4.7	Risiko Tertabrak <i>Forklift</i>	50
Gambar 4.8	Risiko Postur Kerja Tidak Ergonomis	50

DAFTAR LAMPIRAN

A-Surat Penelitian Perusahaan	A-1
B-Wawancara dengan Supervisor K3	B-1
C-Tabel Hasil Penilaian FMEA Produksi Kecap (Pimpinan Produksi Kecap)	C-1
D-Tabel Hasil Penilaian FMEA Produksi Kecap (<i>Supervisor K3</i>).....	D-1
E-Tabel Hasil Penilaian FMEA Produksi Bumbu (Pimpinan Bumbu Instan)	E-1
F-Tabel Hasil Penilaian FMEA Produksi Bumbu Instan (<i>Supervisor K3</i>)	F-1

BAB I

PENDAHULUAN

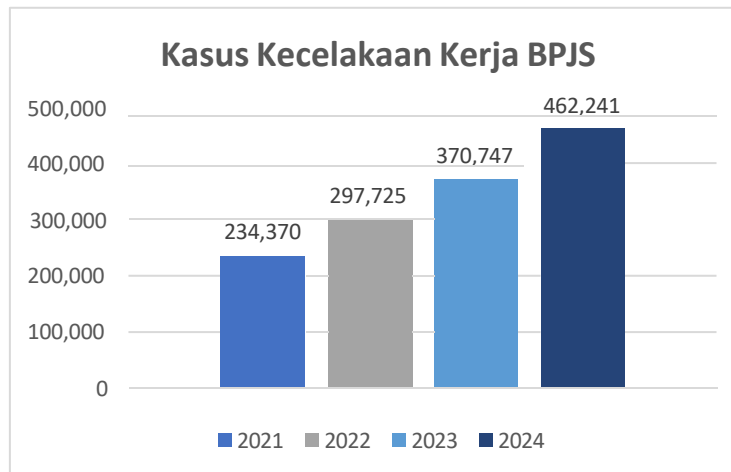
1.1 Latar Belakang

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan upaya untuk mencegah tenaga kerja agar terhindar dari berbagai potensi bahaya yang ada di lingkungan kerja. Tujuan diadakannya program K3 adalah mengurangi risiko kecelakaan kerja dan menjaga kesehatan tenaga kerja selama melakukan pekerjaan. Penerapan standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) berperan dalam seluruh aktivitas yang terlibat di dalam perusahaan karena setiap aktivitas kerja melibatkan interaksi antara mesin, manusia, dan lingkungan kerja. Jika perusahaan kurang memperhatikan pentingnya penerapan keselamatan dan kesehatan pekerja, maka kemungkinan terjadinya risiko kecelakaan akan tinggi dan kerugian perusahaan akan meningkat (Fridayanti & Kusumasmoro, 2016).

Setiap lingkungan kerja memiliki berbagai potensi bahaya dan risiko yang dapat memicu terjadinya kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang tidak diduga atau tidak diinginkan yang mengakibatkan terjadinya kerugian, korban manusia dan harta benda (Rahman & Afridah, 2023). Peristiwa tersebut dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung sehingga menghentikan proses pekerjaan. Kecelakaan industri secara umum disebabkan oleh 2 (dua) hal pokok yaitu tindakan tidak aman (*unsafe action*) dan kondisi tidak aman (*unsafe condition*) (Priyohadi & Achmadiansyah, 2021). Kedua faktor ini saling berkaitan dan berkontribusi dalam meningkatkan terjadinya kecelakaan kerja.

Menurut Data *International Labour Organization* (ILO) tahun 2018, lebih dari 2,78 juta pekerja di seluruh dunia meninggal setiap tahun akibat kecelakaan dan penyakit akibat kerja di tempat kerja. Selain itu, terdapat sekitar 374 juta kasus cedera dan penyakit akibat kecelakaan kerja non-fatal setiap tahun yang sebagian besar menyebabkan ketidakhadiran kerja (Ananda et al., 2025). Di Indonesia, angka kecelakaan kerja dalam tiga tahun terakhir juga menunjukkan kecenderungan meningkat.

Berdasarkan data BPJS Ketenagakerjaan tahun 2024, jumlah kecelakaan kerja di Indonesia masih menunjukkan tren yang signifikan. Pada tahun 2021, jumlah kecelakaan kerja terjadi sebanyak 234.370 kasus yang meningkat sebesar 27% menjadi 297.725 kasus di tahun 2022. Pada tahun 2023 tercatat sebanyak 370.747, sedangkan pada tahun 2024 mengalami lonjakan yang cukup tinggi sebesar 28,1% dimana mencapai 462,241 kasus kecelakaan kerja. Gambar 1.1 menunjukkan data kecelakaan kerja menurut BPJS tahun 2021-2024.



Gambar 1.1 Kasus Kecelakaan Kerja BPJS
(Sumber: Kementerian Ketenagakerjaan RI (2024))

Industri manufaktur memiliki aktivitas produksi yang kompleks dengan berbagai tahapan kerja. Aktivitas produksi yang berlangsung secara berkelanjutan meningkatkan paparan terhadap potensi bahaya di lingkungan kerja. Kondisi tersebut menjadikan pencapaian target *zero accident* sebagai salah satu indikator penting dalam penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3). *Zero accident* merupakan upaya dari perusahaan untuk mencegah, atau mengurangi, bahkan menihilkan risiko kecelakaan kerja (*zero accident*) (Cintya et al., 2021). Adanya potensi bahaya yang berasal dari faktor manusia, mesin, metode kerja, maupun lingkungan kerja menyebabkan pencapaian target *zero accident* menjadi tantangan bagi perusahaan.

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang berlokasi di Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Perusahaan ini bergerak di bidang pengolahan bahan pangan dengan penggunaan bahan baku yang berkualitas. Produk yang dihasilkan meliputi berbagai jenis makanan olahan meliputi kecap, sambal, sosis, dan bumbu instan yang diproduksi melalui proses yang terstruktur. Dalam mendukung penerapan K3 dan pencapaian target *zero accident*, perusahaan perlu memastikan setiap aktivitas produksi berjalan dengan aman melalui pengendalian terhadap potensi bahaya yang ada. Namun, proses produksi yang melibatkan penggunaan mesin dan peralatan masih memiliki potensi risiko terhadap keselamatan pekerja. Beragam faktor bisa menjadi sumber potensi bahaya, termasuk lingkungan, teknis, serta manusia (Nurhayati et al., 2021).

Pada proses produksi kecap dan bumbu instan, PT XYZ menghadapi permasalahan dalam pencapaian target *zero accident* yang ditunjukkan dengan masih adanya kasus kecelakaan kerja pada proses produksi kecap dan bumbu instan. Data kasus kecelakaan kerja pada kedua produk tersebut disajikan pada Gambar 1.2:



Gambar 1.2 Perbandingan Kasus Kecelakaan terhadap Target
(Sumber: Data Historis Perusahaan)

Berdasarkan Gambar 1.2, masih terdapat kasus kecelakaan kerja pada proses produksi kecap dan bumbu instan pada periode 2023–2025. Hal tersebut menunjukkan adanya kesenjangan (*gap*) antara kondisi aktual perusahaan dengan target *zero accident*, yaitu tidak tercapainya target tanpa kecelakaan kerja yang telah ditetapkan. Keberadaan kasus kecelakaan kerja hingga tahun 2025 mengindikasikan bahwa masih terdapat potensi bahaya pada aktivitas produksi yang perlu diidentifikasi dan dikendalikan. Oleh karena itu, diperlukan analisis risiko yang lebih mendalam untuk mengetahui risiko prioritas dan faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan analisis risiko yang mampu mengidentifikasi risiko prioritas serta menguraikan faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja sebagai dasar dalam penyusunan upaya pengendalian yang lebih efektif. Pendekatan yang relevan dalam melakukan analisis tersebut adalah metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Berbagai penelitian terdahulu telah mengimplementasikan kombinasi metode FMEA dan FTA untuk menganalisis risiko kecelakaan kerja melalui identifikasi risiko prioritas dan penguraian faktor penyebab terjadinya kecelakaan di industri manufaktur.

Penelitian terdahulu oleh (Priyambada et al., 2024) telah menerapkan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan pada peralatan produksi. Studi tersebut menunjukkan bahwa kombinasi metode FMEA dan FTA mampu menentukan prioritas kegagalan serta menguraikan faktor penyebab terjadinya kegagalan. Ruang lingkup penelitian tersebut masih terbatas pada aspek keandalan

mesin, sehingga belum mencakup analisis risiko kecelakaan kerja yang dialami pekerja akibat aktivitas produksi.

Selanjutnya, penelitian terdahulu oleh (Bastuti, 2019) yang dilakukan pada PT Berkah Mirza Insani telah menerapkan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk menganalisis risiko kecelakaan kerja. Studi tersebut menggunakan FMEA untuk menentukan risiko dengan tingkat prioritas tertinggi berdasarkan nilai RPN dan FTA untuk mengetahui penyebab terjadinya risiko tersebut. Namun, penelitian tersebut masih terbatas pada identifikasi risiko dan faktor penyebab kecelakaan kerja tanpa mengembangkan usulan pengendalian berdasarkan hasil analisis akar penyebab.

Selain metode FMEA dan FTA, pendekatan lain yang umum digunakan dalam analisis risiko K3 antara lain, *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC), *Hazard and Operability Study* (HAZOP), dan *Job Safety Analysis* (JSA). HIRARC merupakan metode untuk mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, dan menentukan pengendalian guna mencegah kecelakaan kerja. Sementara itu, HAZOP adalah metode sistematis dan terstruktur yang dapat menganalisis bahaya dalam sistem operasi atau proses yang dapat menimbulkan risiko bahaya (Anwar et al., 2019). Adapun JSA berfokus pada analisis setiap tahapan pekerjaan secara rinci untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada tiap langkah kerja. Namun, pendekatan ini memiliki beberapa kekurangan, termasuk memerlukan waktu yang lama, tidak memiliki metode penilaian risiko yang universal serta mengabaikan bahaya yang berasal dari aktivitas sekitarnya (Ghasemi et al., 2023).

Sebagai upaya pencegahan kecelakaan kerja, penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode FMEA memiliki kelebihan, yaitu mampu menjabarkan risiko yang ada secara lebih luas dan mendalam, perbaikan kerja di masa yang akan datang, dan dapat mengidentifikasi risiko kecelakaan berdasarkan tiga kriteria penilaian yaitu tingkat keparahan (*severity*), tingkat kejadian (*occurrence*), dan deteksi (*detection*) (Kurnianto & Azizah, 2022). Hasil pengolahan menggunakan metode FMEA berupa nilai Risk Priority Number (RPN) kemudian dianalisis menggunakan diagram Pareto untuk menentukan risiko yang memiliki kontribusi terbesar berdasarkan prinsip 80:20. Sementara itu, metode *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang terhadap terjadinya suatu kegagalan atau kecelakaan melalui pendekatan logika (Arman et al., 2022). Kombinasi metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) dipilih karena dapat mengurangi kelemahan masing-

masing metode apabila digunakan secara terpisah, sehingga menghasilkan analisis risiko yang lebih efektif (Wessiani & Yoshio, 2018).

Penerapan kedua metode ini diharapkan dapat menjadi landasan dalam perumusan upaya pengendalian risiko yang lebih efektif. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan bagi perusahaan dalam mengoptimalkan penerapan K3 dan mengurangi risiko kecelakaan kerja guna mewujudkan lingkungan kerja yang aman dan sehat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka disusunlah rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa saja risiko kecelakaan kerja dominan pada proses produksi kecap dan bumbu instan berdasarkan prinsip Pareto (80/20) di PT XYZ?
2. Bagaimana mengidentifikasi sumber penyebab risiko proses produksi kecap dan bumbu instan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA)?
3. Apa tindakan mitigasi untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja pada departemen proses produksi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka disusunlah tujuan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui risiko kecelakaan kerja dominan pada proses produksi kecap dan bumbu instan berdasarkan prinsip Pareto (80/20) di PT XYZ.
2. Mengidentifikasi penyebab terjadinya risiko kecelakaan kerja menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA).
3. Menentukan tindakan mitigasi risiko kecelakaan kerja pada departemen proses produksi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti
Penelitian ini dapat mengembangkan kemampuan dalam mengidentifikasi dan menganalisis risiko kecelakaan kerja. Selain itu, penelitian ini juga menjadi sarana dalam menerapkan ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan ke dalam kondisi nyata di lapangan.
2. Bagi pembaca

Penelitian ini memberikan tambahan wawasan dan pemahaman mengenai analisis kecelakaan kerja dimana dapat dijadikan acuan serta bahan perbandingan dalam memahami dan mengkaji analisis risiko kecelakaan kerja.

3. Bagi Perusahaan

Penelitian ini dapat membantu memberikan mengidentifikasi mengenai potensi bahaya kecelakaan kerja pada proses produksi. Selain itu, hasil dapat dijadikan sebagai rekomendasi dalam menyusun langkah mitigasi risiko di perusahaan.

1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki batasan masalah agar lebih terstruktur dan tidak menyimpang. Berikut merupakan batasan penelitiannya:

1. Penelitian ini dilaksanakan pada periode Maret 2026 – Mei 2026.
2. Data pendukung yang digunakan merupakan data historis kecelakaan kerja produk kecap dan bumbu instan yang diberikan oleh PT XYZ.
3. Penelitian ini hanya membahas risiko kecelakaan kerja, tanpa membahas risiko kerugian finansial perusahaan.
4. Beberapa data perusahaan tidak dapat dipublikasikan secara rinci karena merupakan informasi internal yang bersifat rahasia.
5. Hasil penelitian berupa usulan rekomendasi dan tidak mencakup tahap implementasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Dibawah ini merupakan kajian literatur dari penelitian terdahulu yang berkaitan dengan metode yang digunakan:

Penelitian yang dilakukan oleh Prisilia dan Purnomo (2022) menganalisis manajemen risiko K3 menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) pada proyek pembangunan Gedung Laboratorium DLH Banyuwangi. Penelitian ini dilakukan karena kegiatan konstruksi memiliki tingkat risiko yang tinggi, terutama terkait potensi kecelakaan akibat aktivitas kerja di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat Risiko dan bahaya yang teridentifikasi diantaranya terinjak benda tajam, kejatuhan barang dari atas, jatuh terpeleset/tersandung, terbentur benda keras, terkena runtuh bangunan, dan terjatuh dari ketinggian. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi terdapat pada mode kegagalan terinjak benda tajam dengan nilai 36 yang menunjukkan tingkat risiko kecelakaan kerja yang paling tinggi sehingga memerlukan prioritas penanganan.

Penelitian yang dilakukan oleh Wijayaningtyas et al. (2024) menganalisis risiko K3 menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) pada proyek pembangunan Rumah Sakit Angkatan Udara Abdurrahman Saleh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahaya yang terdapat terjadi dalam proyek pembangunan Rumah Sakit Angkatan Udara Abdurrahman Saleh meliputi bahaya fisik, kimia, dan psikologis. Terdapat 12 variabel kategori risiko rendah, 9 variabel risiko sedang, dan 2 variabel risiko tinggi. Bahaya tertinggi terjadi pada pekerjaan produksi besi tulangan dan fabrikasi serta pekerjaan plesteran. Terdapat 22 *basic event* yang ada pada pekerjaan produksi tulangan dan fabrikasi serta pekerjaan plesteran.

Penelitian yang dilakukan oleh Priyambada et al. (2024) menganalisis kerusakan belt conveyor menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* FMEA dan *Fault Tree Analysis* FTA untuk menentukan tingkat risiko dan mengidentifikasi penyebab kegagalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dilakukan analisis terhadap penyebab kerusakan *belt conveyor* menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menentukan tingkat risiko serta metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan. Jenis kerusakan yang ditemukan meliputi kerusakan pada sambungan, goresan atau cacat permukaan, kerusakan akibat benda asing, kerusakan berlubang atau tusukan, serta robek atau putus yang berdampak pada terganggunya proses produksi dan meningkatnya risiko

kecelakaan kerja. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi terdapat pada kerusakan sambungan sebesar 160 sehingga menjadi prioritas utama dalam perbaikan.

Penelitian yang dilakukan oleh Handoko et al. (2022) menganalisis risiko K3 menggunakan metode FMEA pada ruang produksi industri *bearing*. Metode ini digunakan untuk menilai tingkat risiko pada tiap bagian proses produksi. Hasil penelitian ini memperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) pada setiap area kerja berbeda-beda. Area penyimpanan bahan baku memperoleh total nilai RPN sebesar 687, sedangkan pada area pembakaran sebesar 30. Sementara itu, area perakitan memiliki nilai RPN tertinggi, yaitu sebesar 1481. Pada area pengemasan diperoleh nilai RPN sebesar 296, dan area pengiriman sebesar 432. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa area perakitan merupakan area dengan tingkat risiko kecelakaan kerja paling tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Salim et al. (2024) menganalisis akar penyebab risiko K3 pada pekerjaan *abutment* dan pemasangan *girder* pada proyek tol menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi hubungan sebab akibat dari suatu kejadian kecelakaan kerja secara sistematis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dilakukan identifikasi risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan *abutment* dan pemasangan *girder* dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengetahui akar penyebab terjadinya risiko. Risiko dominan pada pekerjaan *abutment* meliputi jalanan berdebu, tertusuk besi beton, dan terjatuh dari ketinggian, sedangkan pada pemasangan *girder* meliputi PCL *girder* terguling/terjatuh, iritasi mata, dan trailer terperosok. Akar penyebab risiko tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor manusia, manajemen, teknis, dan lingkungan. Upaya pengendalian risiko yang dilakukan antara lain penggunaan alat pelindung diri (APD), pelaksanaan *toolbox meeting*, *safety induction*, inspeksi alat, serta penerapan SOP yang sesuai.

Penelitian yang dilakukan oleh Hendro dan Apsari (2023) menganalisis risiko kecelakaan kerja pada seluruh unit kerja UKM mebel menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Hazard Identification Risk Assessment* (HIRA). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN), serta menentukan prioritas pengendalian yang tepat. Penelitian ini dilakukan karena aktivitas produksi mebel, seperti pemotongan, penyerutan, pembentukan, dan proses finishing kayu, memiliki potensi bahaya yang tinggi dan dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 23 jenis bahaya yang teridentifikasi dengan 7 risiko utama, di mana nilai RPN di atas 90 menjadi prioritas pengendalian. Risiko tersebut meliputi

iritasi mata, alergi kulit, infeksi saluran pernapasan akibat paparan serbuk kayu, luka pada tangan, gangguan pendengaran, serta risiko tersandung dan terjatuh.

Penelitian yang dilakukan oleh Saputra dan Widodo (2023) menganalisis pengendalian risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di PT. ABC menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, menilai tingkat risiko berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN), serta menentukan prioritas tindakan pengendalian yang tepat. Penelitian ini dilakukan karena aktivitas produksi, khususnya pada proses pengecoran logam, memiliki potensi bahaya yang tinggi dan berisiko menyebabkan kecelakaan kerja. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 7 risiko kecelakaan kerja dengan kategori sangat rendah, 48 risiko rendah, 17 risiko sedang, dan 10 risiko tinggi. Risiko-risiko tersebut kemudian dikendalikan melalui penerapan *engineering control* sebagai upaya untuk meminimalkan potensi terjadinya kecelakaan kerja.

Penelitian yang dilakukan oleh Ullah et al (2022) menganalisis potensi kegagalan dalam sistem *Rapid Response System* (RRS) di rumah sakit menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Penelitian ini dilakukan karena sistem RRS memiliki peran penting dalam menangani kondisi darurat pasien, sehingga setiap kegagalan dalam prosesnya dapat berdampak serius. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 35 mode kegagalan dan 101 efek kegagalan yang terbagi ke dalam 13 proses. Faktor penyebab kegagalan meliputi *human error*, keterbatasan jumlah staf, kelalaian akibat memori, serta keterbatasan penggunaan grafik tanda-tanda vital berbasis kertas. Selain itu, penerapan sistem elektronik yang diuji terbukti berpotensi mengurangi sekitar 71% kemungkinan terjadinya kegagalan tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh Bastuti (2019) mengidentifikasi dan menganalisis risiko kecelakaan kerja pada PT Berkah Mirza Insani menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Penelitian ini dilakukan karena aktivitas perusahaan memiliki potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja sehingga diperlukan analisis risiko untuk menentukan prioritas pengendalian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode FMEA berhasil mengidentifikasi potensi risiko kecelakaan kerja berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN), dengan nilai RPN tertinggi sebesar 60 yang menjadi prioritas untuk dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan metode FTA. Hasil analisis FTA menunjukkan bahwa faktor penyebab terjadinya risiko kecelakaan kerja berasal dari faktor manusia, mesin, metode kerja, dan lingkungan kerja.

Penelitian yang dilakukan oleh Anggita et al. (2025) mengidentifikasi serta menganalisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja pada laboratorium proses manufaktur Program Studi Teknik Industri Universitas PGRI Adi Buana Surabaya menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Penelitian ini dilakukan karena aktivitas praktikum di laboratorium melibatkan penggunaan peralatan dan mesin yang berpotensi menimbulkan bahaya apabila tidak dikelola secara sistematis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode FMEA mengidentifikasi 9 risiko kecelakaan kerja di laboratorium proses manufaktur. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sebesar 40,86 pada risiko terkena percikan gramature saat menggunakan gerinda, diikuti risiko gangguan pendengaran akibat kebisingan mesin dengan nilai RPN sebesar 37,58. Analisis FTA menunjukkan bahwa penyebab utama berasal dari faktor manusia dan lingkungan. Faktor manusia meliputi kurangnya konsentrasi dan tidak menggunakan APD secara lengkap, sedangkan faktor lingkungan berupa kondisi kerja yang kurang tertib.

Penelitian yang dilakukan oleh Luo et al. (2021) menganalisis kegagalan pada alat pembusa aspal menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Hasil analisis kegagalan alat pembusa aspal menunjukkan bahwa kegagalan terutama terjadi sebelum dan selama pembusaan aspal. Faktor kegagalan dengan tingkat keparahan tertinggi meliputi kerusakan pemanas, kerusakan motor, dan kegagalan alat kontrol PLC. Selain itu, hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa penyumbatan pipa aspal dan penyumbatan nosel air merupakan faktor kegagalan dengan nilai RPN terbesar. Sedangkan metode FTA digunakan untuk mengidentifikasi penyebab utama yang berkontribusi terhadap terjadinya kegagalan pada sistem.

Penelitian yang dilakukan oleh Arfiansyah et al. (2026) menganalisis potensi bahaya dan risiko pada proyek *Engineering, Procurement, and Construction* (EPC) pembangunan fasilitas *deconstraint* di PT. Raga Perkasa Ekaguna (RPE) Duri, Riau menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dan menentukan prioritas pengendalian berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Hasil perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) menunjukkan bahwa nilai tertinggi sebesar 100 terjadi pada proses pengangkatan dan pemasangan tali pengikat saat instalasi pompa, yang disebabkan oleh kegagalan alat angkat akibat kesalahan perhitungan. Sementara itu, nilai RPN terendah sebesar 6 terdapat pada kegiatan pembuatan gambar dan desain, dengan potensi kegagalan berupa kesalahan dalam penyusunan desain.

Penelitian yang dilakukan oleh Muliani et al. (2025) menganalisis kinerja pelayanan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) pada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (DPMPTSP) Kabupaten Kampar. Penelitian ini dilakukan karena adanya keterlambatan dalam proses perizinan lingkungan yang berpotensi menghambat efektivitas pelayanan apabila tidak dikelola secara sistematis. Hasil penelitian ini berfokus pada masalah keterlambatan dalam proses perizinan lingkungan di Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (DPMPTSP) Kabupaten Kampar disebabkan oleh tiga faktor utama, dengan pelaku usaha sebagai faktor yang paling krusial. Analisis menunjukkan bahwa masalah mendasar terletak pada ketidaksesuaian antara dokumen yang diajukan dan kondisi lapangan yang dipicu oleh kurangnya pengetahuan dan komunikasi yang tidak efektif dari pihak pelaku usaha.

Penelitian yang dilakukan oleh Zuhal dan Hudaya (2025) menganalisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja pada kegiatan pemeliharaan telekomunikasi di gardu induk tegangan tinggi menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil studi kasus pada pelaksanaan Kontrak Pengelolaan Aset (KPA) selama tiga tahun menemukan 10 kejadian kecelakaan kerja yang umumnya dipicu oleh tiga faktor utama, yaitu rendahnya kepatuhan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), kurangnya pelatihan serta penerapan prosedur operasi standar, dan lemahnya pengawasan dari petugas K3. Penilaian HIRARC menunjukkan sekitar 60% risiko pada kategori sedang, sedangkan FMEA menunjukkan tingkat risiko relatif rendah berdasarkan RPN sehingga perlu pengendalian melalui monitoring rutin.

Penelitian ini dilakukan oleh Yildirim et al. (2026) Penelitian yang dilakukan oleh Yildirim et al. (2026) menganalisis prioritas risiko kegagalan pada turbin angin lepas pantai terapung menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) berbasis pakar. Studi ini mengidentifikasi 129 mode kegagalan pada lima subsistem utama dan memprioritaskannya menggunakan RPN berdasarkan tingkat keparahan, kemungkinan, dan deteksi. Penelitian ini juga menghasilkan kerangka FMEA berbasis elisitasi pakar pertama dalam IEA *Wind Task 49* sebagai acuan prioritas risiko, penyusunan strategi pemeliharaan, dan perbaikan desain sistem.

Tabel 2.1 Kajian Literatur

No	Penulis	Objek Penelitian	Metode Penelitian			
			FMEA	Pareto	FTA	HIRARC
1.	(Prisilia & Purnomo, 2022)	Konstruksi	√		√	
2.	(Wijayaningtyas et al., 2024)	Konstruksi			√	
3.	(Priyambada et al., 2024)	Pertambangan	√		√	
4.	(Handoko et al., 2022)	Manufaktur komponen mesin	√			
5.	(Salim et al., 2024)	Konstruksi			√	
6.	(Hendro & Apsari, 2023)	Mebel	√			√
7.	(Saputra & Widodo, 2023)	Manufaktur Pengecoran logam	√			
8.	(Ullah et al., 2022)	Rumah Sakit	√			
9.	(Bastuti, 2019)	Industri Energi	√		√	
10.	(Anggita et al., 2025)	Laboratorium	√			
11.	(Luo & Cheng, 2021)	Konstruksi	√		√	
12.	(Arfiansyah et al., 2026)	Konstruksi	√			
13.	(Muliani et al., 2025)	Konstruksi			√	
14.	(Zuhal & Hudaya, 2025)	Industri Energi	√			√
15.	(Yildirim et al., 2026)	Industri Energi	√			
16.	Penelitian ini	Manufaktur pangan	√	√	√	

2.2 Landasan Teori

Berikut merupakan landasan teori dari penelitian ini yaitu:

2.2.1. Produksi

Produksi merupakan suatu proses untuk menghasilkan barang dan jasa berdasarkan pada ketersediaannya faktor-faktor produksi, untuk memenuhi kebutuhan barang dan jasa dengan memperhatikan nilai keadilan dan kebajikan (masalah) (Rafsanjani, 2016). Proses ini dapat didefinisikan sebagai sebuah hubungan fungsional antara keluaran (*output*) dengan berbagai masukan (*input*) produksi, yang mencakup bahan mentah, sumber daya manusia, dan modal (Jailani et al., 2025).

Produksi adalah kegiatan yang dilakukan manusia dalam menghasilkan suatu produk, baik barang maupun jasa yang kemudian dimanfaatkan oleh konsumen (Azizah, 2020). Kegiatan produksi pada dasarnya bertujuan untuk memenuhi permintaan konsumen terhadap barang dan jasa. Dalam pelaksanaannya, kegiatan produksi juga berperan dalam menciptakan nilai tambah melalui pengolahan sumber daya yang dimiliki.

2.2.2. *Risiko*

Dalam dunia berbisnis, risiko tidak dapat dihindari karena adanya ketidakpastian yang sulit diprediksi sebelumnya yang mana dapat berpotensi menimbulkan kerugian perusahaan. Risiko adalah sebuah keadaan yang mengandung unsur ketidakpastian dan sering kali dihubungkan dengan keadaan yang bisa menimbulkan ancaman dalam mencapai tujuan serta sasaran organisasi (Geofanny & Tanaamah, 2022).

Risiko adalah suatu keadaan yang tidak pasti dan terdapat unsur bahaya, akibat atau konsekuensi yang bisa terjadi akibat proses yang sedang berlangsung maupun kejadian yang akan datang (Billa & Husaini, 2023). Dengan kata lain, Risiko merupakan ketidakpastian yang berpotensi menimbulkan kerugian.

2.2.3. *Manajemen Risiko*

Manajemen risiko merupakan aspek penting dalam pengelolaan organisasi yang bertujuan mengidentifikasi dan mengelola berbagai kemungkinan risiko yang dapat mengganggu pencapaian tujuan (Zulfa et al., 2025). Menurut ISO 31000, manajemen risiko merupakan suatu proses yang sistematis dalam mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, dan mengendalikan risiko guna meminimalkan dampak yang ditimbulkan serta mendukung pencapaian tujuan organisasi.

Manajemen risiko dapat mengurangi pengeluaran dengan jalan mencegah atau mengurangi kerugian (Dwi et al., 2025). Dalam penerapannya, manajemen risiko dilakukan melalui serangkaian tahapan yang terstruktur agar proses pengelolaan risiko dapat berjalan secara efektif dan sistematis. Adapun Tahapan – tahapan manajemen risiko menurut (AS/NZS, 2004) yaitu sebagai berikut:

- 1) Menentukan konteks
Menentukan ruang lingkup, tujuan, serta lingkungan internal dan eksternal organisasi.
- 2) Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko atau bahaya adalah suatu teknik komprehensif untuk mengetahui potensi bahaya dari suatu bahan, alat atau sistem.

3) Analisis Risiko

Analisis risiko adalah proses untuk menilai dan memahami tingkat risiko dengan mempertimbangkan probabilitas dan besarnya dampak yang mungkin terjadi. Matriks risiko telah disusun dengan mengintegrasikan tingkat probabilitas dan konsekuensi. Salah satunya adalah Standar AS/NZS 4360 yang membuat peringkat risiko sesuai dengan gambar 2.2

E : Risiko Sangat Tinggi – *Extreme Risk*

H : Risiko Tinggi – *High Risk*

M : Risiko Sedang – *Moderate Risk*

L : Risiko Rendah – *Low Risk*

		1	2	3	4	5
		<i>Insigni- ficant</i>	<i>Min or</i>	<i>Mode- rate</i>	<i>Major</i>	<i>Catas- troph ic</i>
1	<i>Almost Certain</i>	M (5)	H (10)	E (15)	E (20)	E (25)
2	<i>Likely</i>	M (4)	H (8)	H (12)	E (16)	E (20)
3	<i>Possible</i>	L (3)	M (6)	H (9)	H (12)	E (15)
4	<i>Unlikely</i>	L (2)	M (4)	M (6)	H (8)	H (10)
5	<i>Rare</i>	L (1)	L (2)	L (3)	M (4)	M (5)

Gambar 2.1 Risk Matrix

4) Evaluasi Risiko

Evaluasi risiko yaitu menentukan prioritas risiko berdasarkan tingkat risiko untuk mengetahui mana yang perlu diprioritaskan terlebih dahulu.

5) Pengendalian risiko

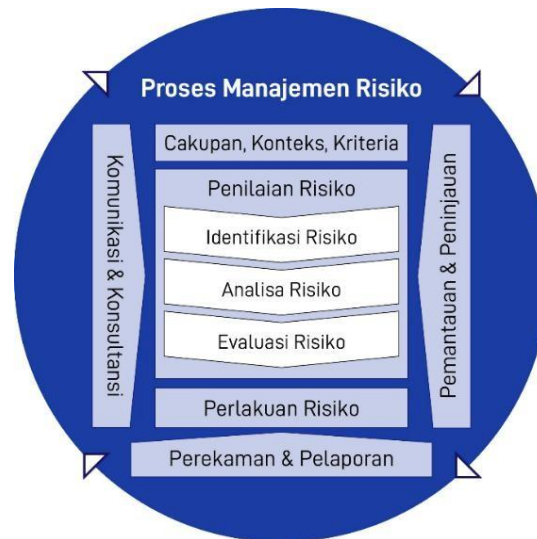
Pengendalian risiko adalah proses untuk mengenali dan mengambil tindakan untuk mengurangi, menghindari, atau mengendalikan risiko. Tujuan utama dari pengendalian risiko ialah agar potensi risiko yang dihadapi suatu organisasi dapat dikelola dengan baik sehingga tidak menghambat pencapaian tujuan yang telah dirumuskan (Fitriani & Setiawati, 2025)

6) Komunikasi dan Konsultasi

Melakukan komunikasi dengan pihak terkait mengenai risiko dan penanganannya.

7) Monitoring dan Review

Monitoring dan Review dilakukan agar dapat memastikan semua tahapan proses manajemen risiko sudah berjalan dengan baik (Oktavia & Mardi, 2024)



Gambar 2.2 Manajemen Risiko

2.2.4. Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja merupakan suatu kejadian di tempat kerja yang tidak dikehendakai dan tidak terduga yang dapat mengakibatkan kerugian fisik, harta benda bahkan kematian (Handari & Qolbi, 2021). Kecelakaan kerja terjadi karena keadaan berbahaya yang berkaitan dengan cara kerja, lingkungan kerja, mesin, sifat pekerjaan, serta proses produksi (Della et al., 2025). Selain itu, kecelakaan kerja juga dapat dipengaruhi oleh tindakan tidak aman dan kondisi tidak aman yang terjadi di lingkungan kerja.

Menurut UU No. 1 Tahun 1970 kecelakaan kerja adalah kejadian yang tidak diduga semula dan tidak dikehendaki yang mengacaukan proses yang telah diatur dari suatu aktivitas dan dapat menimbulkan kerugian baik korban manusia maupun harta benda. Kecelakaan yang terjadi memiliki beberapa faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja diantaranya sebagai berikut.

1. Faktor Manusia

Faktor manusia merupakan faktor penyebab kecelakaan kerja yang berasal dari perilaku, kemampuan, kondisi fisik serta psikologis dalam melaksanakan pekerjaannya. Faktor ini bisa terjadi karena kurangnya pengetahuan, kurangnya konsentrasi, kelelahan dan ketidakpatuhan terhadap prosedur kerja.

2. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan berkaitan dengan kondisi tempat kerja yang dapat mempengaruhi tingkat keselamatan dan kesehatan pekerja selama melakukan aktivitas kerja. Kondisi lingkungan kerja yang berbahaya seperti ruang kerja yang terbatas, kebisingan area sekitar dan pencahayaan yang kurang memadai dapat menjadi faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja. Selain itu, faktor lain seperti tingkat kebisingan yang tinggi, suhu yang tidak sesuai, ventilasi yang kurang baik, serta paparan bahan berbahaya juga turut berkontribusi dalam meningkatkan risiko kecelakaan kerja apabila tidak dikendalikan dengan baik.

3. Faktor Peralatan

Faktor peralatan berkaitan dengan kondisi dan kelayakan alat atau mesin yang digunakan dalam proses kerja. Peralatan yang tidak memenuhi standar keselamatan, mengalami kerusakan, atau tidak dilakukan perawatan secara berkala dapat meningkatkan risiko kecelakaan kerja.

2.2.5. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Dalam peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.9 Tahun 2008 dikatakan bahwa Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah pemberian perlindungan kepada setiap orang yang berada di tempat kerja, yang berhubungan dengan pemindahan bahan baku, penggunaan peralatan kerja konstruksi, proses produksi dan lingkungan sekitar tempat kerja. Menurut Samhati (2020) dalam (Widodo, 2023) Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan usaha yang dilakukan untuk membentuk lingkungan kerja yang aman, sehat dan terbebas dari segala bentuk pencemaran lingkungan.

Pelaksanaan K3 merupakan salah satu bentuk upaya untuk menciptakan tempat kerja yang aman, sehat, bebas dari pencemaran lingkungan, sehingga dapat mengurangi dan atau bebas dari kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja yang pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja (Monoarfa & Miolo, 2022). Dalam keselamatan dan kesehatan kerja (K3), terdapat beberapa metode yang digunakan untuk menilai risiko, meliputi:

1. *Hazard Identification and Risk Assesment (HIRA)*

Metode HIRA adalah metode yang digunakan untuk mengetahui suatu proses adanya bahaya (*hazard*) yang selanjutnya melalui metode ini dihitung jumlah besarnya suatu risiko kecelakaan dan menetapkan risiko tersebut agar dapat diterima atau tidaknya (Fadhlan et al., 2023). HIRA (*Hazard Identification and Risk Assessment*) juga

menjelaskan suatu siklus proses manajemen risiko dengan terlebih dahulu melakukan identifikasi *hazard*, melakukan penilaian *hazard* menggunakan teori AS/NZS dengan menentukan skoring peluang kecelakaan dan *severity* kecelakaan, melakukan analisis risiko yang sudah dilakukan penilaian dengan menganalisis apakah hasil perkalian tersebut berada pada tingkat risiko lemah, sedang dan tinggi, kemudian pada tahap terakhir yaitu tahapan *monitoring* dan evaluasi dari perencanaan penurunan risiko yang didapatkan dari hasil risiko analisis (Khairiah & Widajati, 2020). Penggunaan metode HIRA memiliki kelebihan yaitu dapat mengidentifikasi potensi bahaya pada area kerja dengan mendefinisikan karakteristik bahaya yang mungkin terjadi pada area tersebut dan mengevaluasi risiko yang terjadi melalui penilaian risiko (Rudy Darmawan et al., 2017). Adapun kekurangan pada metode ini yaitu bersifat subjektif dalam penilaian risiko, tidak menunjukkan hubungan sebab akibat secara rinci serta kurang efektif menganalisis penyebab kecelakaan secara mendalam.

2. *Job Safety Analysis (JSA)*

Job Safety Analysis (JSA) merupakan salah satu metode evaluasi risiko dan analisis identifikasi bahaya yang terjadi dalam suatu pekerjaan yang dilakukan oleh para pekerja (Ferdian 2023). Menurut *National Occupational Safety Association* tahun 1999, *Job Safety Analysis (JSA)* merupakan suatu metode yang mempelajari suatu pekerjaan dengan tujuan mengidentifikasi bahaya dan potensi insiden yang terkait dengan setiap langkah, dan digunakan untuk mengembangkan solusi yang dapat menghilangkan atau mengendalikan bahaya. Dalam melakukan analisa potensi bahaya pekerjaan dengan menggunakan JSA ada empat langkah dasar yaitu (Saleh et al., 2025):

- 1) Menentukan pekerjaan yang akan dianalisa.
- 2) Menguraikan pekerjaan menjadi langkah – langkah dasar.
- 3) Mengidentifikasi bahaya atau kecelakaan kerja pada masing – masing pekerjaan.
- 4) Mengendalikan bahaya dalam upaya pencegahan kecelakaan kerja.

Penggunaan metode JSA memiliki kelebihan yaitu dapat memberikan pemahaman yang sama kepada masyarakat tentang cara melakukan pekerjaan dengan baik serta unsur – unsur utama dalam *safety checklist* dan membantu dalam penulisan prosedur keselamatan (Nova rosa diana et.al 2017). Metode JSA juga mampu menguraikan setiap tahapan pekerjaan secara sistematis sehingga potensi bahaya lebih mudah dikenali dan

dikendalikan. Namun, metode ini juga memiliki keterbatasan diantaranya bersifat subjektif dan kurang efektif digunakan pada pekerjaan yang kompleks.

3. *Hazard and Operability Study (HAZOP)*

HAZOP adalah sebuah metode untuk menyelidiki bahaya yang tertata, terstruktur dan teliti untuk mengidentifikasi berbagai permasalahan yang menghalangi jalannya proses dan risiko yang terdapat pada sebuah peralatan yang dapat menimbulkan risiko merugikan bagi manusia/ fasilitas pada sistem (template). Tujuan penggunaan metode HAZOP adalah untuk menilai apakah penyimpangan dalam proses dapat mengarah pada kejadian yang tidak diinginkan. Menurut Rausand dan Haugen (2018) dalam (Kusumastuti et al., 2024) metode HAZOP memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan antara lain:

- a. Kelebihan HAZOP: Metode penilaian yang sistematis, multidisiplin, membahas keselamatan dan juga aspek operasional, kemungkinan ditemukannya solusi dari masalah yang diidentifikasi, membahas “*human errors*”, dan pencatatan yang dilakukan secara sistematis dan terekam berkala.
- b. Kekurangan HAZOP: proses sangat memakan waktu dan biaya yang tinggi karena analisis sangat detail, terlalu fokus pada solusi, sering menimbulkan diskusi yang terlalu detail tanpa batasan, dan kemungkinan adanya anggota tim HAZOP yang terlalu mendominasi.

4. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses, atau pelayanan (*service*) (Prasetya et al., 2021). FMEA bertujuan untuk mengidentifikasi potensi mode kegagalan (*failure mode*), menganalisis penyebab serta dampak yang ditimbulkan, dan menentukan tingkat risiko dari setiap kegagalan tersebut. Menurut Jafar & Sukirno (2019) dalam (Laali, 2021) Kelebihan dari penggunaan *failure mode and effect analysis (FMEA)* adalah sifat FMEA yang objektif karena menggunakan penilaian yang merupakan hasil brainstorming dari peneliti. Hasil analisis FMEA digunakan untuk menentukan prioritas penanganan setiap *failure mode* dengan mempertimbangkan tiga faktor utama yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*.

2.2.6. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah alat manajemen risiko yang mampu melakukan identifikasi kemungkinan potensi kegagalan yang terjadi serta menganalisis penyebab dan efek kegagalan, serta menghilangkan atau mengurangi yang paling relevan dengan mengusulkan tindakan pengendalian (Alfiyah et al., 2023). Hasil akhir dari metode FMEA adalah berupa nilai *Risk Priority Number* yang dihasilkan dari perkalian antara *severity*, *occurance* dan *detection* yang akhirnya hasilnya diurutkan berdasarkan nilai RPN tertinggi (Firdaus et al., 2023).

Failure mode and effect analysis (FMEA) adalah metode yang digunakan untuk mengenali dan menganalisis potensi kegagalan dalam suatu proses, serta menentukan prioritas penanganannya melalui penilaian *Risk Priority Number* (RPN). Pengukuran FMEA dinilai berdasarkan tingkat *severity*, *occurance* dan *detection*. Besarnya nilai *severity*, *occurance* dan *detection* adalah sebagai berikut (Alhamda et al., 2022):

1. Nilai Severity (S)

Severity adalah langkah pertama untuk menganalisa risiko, yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian mempengaruhi hasil akhir proses. Dampak kegagalan ini, diberi *rating* dari skala 1 sampai 10 dimana menunjukkan tingkat dampak paling tinggi atau paling parah. Pemberian nilai dilakukan dengan mengacu pada kriteria penilaian yang telah ditentukan. Menurut Carlson (2012) dalam (Hanif & Basuki, 2022), Ada 3 langkah yang dijelaskan untuk melakukan tahapan FMEA:

- a. *Identify Failures*: mengidentifikasi kesalahan dalam suatu proses.
- b. *Prioritize Failures*: Mencari risiko tertinggi dengan menggunakan nilai RPN (*Risk Priority Number*)
- c. *Reduce Risk*: Upaya berbagai cara untuk menurunkan nilai risiko.

Tabel 2.2 menyajikan kriteria penilaian severity yang digunakan untuk mengukur tingkat keparahan dampak dari setiap kegagalan dalam penelitian ini (Yunita et al., 2025):

Tabel 2.2 Penilaian Severity

<i>Rating</i>	<i>Effect of Severity</i>	<i>Customer Effect</i>
1	Tidak ada dampak	Tidak ada dampak terhadap sistem produksi atau layanan jasa maupun produk
2	Sangat Kecil	Dampak sangat kecil terhadap sistem produksi atau layanan jasa atau kinerja produk

Rating	Effect of Severity	Customer Effect
3	Kecil	Dampak kecil terhadap sistem produksi atau layanan jasa atau kinerja produk
4	Rendah	Kinerja produk atau hasil jasa menurun tetapi tidak memerlukan perbaikan
5	Sedang	Kinerja produk atau hasil jasa menurun tetapi masih bisa diperbaiki
6	Signifikan	Kinerja produk menurun karena beberapa fungsi tertentu mungkin tidak beroperasi
7	Mayor	- Sedikit mengganggu kelancaran proses produksi atau layanan jasa - Kinerja produk tidak sempurna tetapi masih bisa difungsikan
8	Ekstrem	- Mengganggu kelancaran sistem produksi - Produk tidak dapat digunakan
9	Serius	- Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah - Menghasilkan produk yang membahayakan konsumen
10	Bahaya	- Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah - Menghentikan pengoperasian sistem produksi atau layanan jasa

2. Nilai Occurance (O)

Setelah nilai *severity* ditentukan, langkah selanjutnya adalah menetapkan nilai *occurrence*. *Occurance* merupakan kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa produksi produk. Tabel 2.3 menyajikan kriteria penilaian *occurrence* yang digunakan untuk mengukur tingkat kemungkinan terjadinya suatu kegagalan:

Tabel 2.3 Penilaian *Occurance*

Rating	Likelihood Of Occurance	Possible Failure Rate
1	Hampir tidak mungkin terjadi kegagalan	1 dari 1.500.000 atau sangat jarang terjadi dalam sebulan
2	Sangat Rendah	1 dari 150.000 atau cukup jarang terjadi dalam sebulan
3	Rendah	1 dari 15.000 atau sedikit jarang terjadi dalam sebulan
4	Relatif Rendah	1 dari 2.000 atau jarang terjadi dalam sebulan
5	Sedang	1 dari 400 atau sedikit jarang terjadi dalam sebulan
6	Sedang cenderung tinggi	1 dari 80 atau cukup sering terjadi dalam sebulan

Rating	Likelihood Of Occurance	Possible Failure Rate
7	Relatif tinggi	1 dari 20 atau sering terjadi dalam sebulan
8	Tinggi kegagalan terus berulang	1 dari 8 atau Sering terjadi dalam sebulan
9	Sangat tinggi	1 dari 3 atau sangat sering terjadi dalam sebulan
10	Sangat tinggi dan ekstrem	≥ 2 atau hampir selalu terjadi dalam sebulan

3. Nilai *Detection* (D)

Setelah diperoleh nilai *Occurance*, selanjutnya adalah menentukan nilai *detection*. *Detection* berfungsi untuk upaya pencegahan terhadap proses produksi dan mengurangi tingkat kegagalan pada proses produksi. Pada tabel 2.2 dapat dilihat penentuan nilai *detection* yaitu:

Tabel 2.4 Penilaian *Detection*

Rating	Likelihood of Detection	Opportunity for Detection
1	Hampir Pasti	Pengecekan selalu bisa mendeteksi kegagalan
2	Sangat tinggi	Pengecekan hampir selalu bisa mendeteksi
3	Tinggi	Pengecekan bisa mendeteksi kegagalan
4	Agak tinggi	Pengecekan berpeluang sangat besar mendeteksi kegagalan
5	Sedang	Pengecekan berpeluang berpeluang besar mendeteksi kegagalan
6	Rendah	Pengecekan kemungkinan bisa mendeteksi kegagalan
7	Sangat rendah	Pengecekan berpeluang kecil bisa mendeteksi kegagalan
8	Kecil	Pengecekan berpeluang sangat kecil bisa mendeteksi kegagalan
9	Sangat kecil	Pengecekan gagal sehingga tidak mampu mendeteksi kegagalan
10	Hampir mustahil	Pengecekan tidak mungkin terdeteksi adanya kegagalan

4. *Risk Priority Number* (RPN)

Risk Priority Number merupakan merupakan nilai untuk menentukan prioritas risiko yang didapat dengan mengalikan *severity*, *occurance*, dan *detection*. Berikut merupakan rumus RPN:

$$\text{RPN} = \text{Severity (S)} \times \text{Occurance (O)} \times \text{Detection (D)} \quad (2.1)$$

Keterangan:

S = *Severity*

O = *Occurance*

D = *Detection*

Setelah hasil nilai RPN didapat, risiko dikategorikan berdasarkan beberapa kriteria yaitu *low*, *medium*, *high*, dan *very high*. Kategori *Risk Priority Number* (RPN) ditunjukkan pada tabel 2.4 (Rizal et al., 2022)

Tabel 2.5 Kategori *Risk*

Kategori RPN	Keterangan
1 – 26	Risiko yang masih dapat diterima (<i>low</i>)
27 – 60	Prioritas ketiga untuk dilakukan control proses (<i>medium</i>)
61 – 94	Prioritas kedua untuk dilakukan kontrol proses (<i>high</i>)
95 – 125	Prioritas pertama untuk dilakukan kontrol proses (<i>very high</i>)

Hasil dari perhitungan tersebut berupa nilai numerik yang digunakan untuk menentukan tingkat prioritas risiko. Semakin tinggi nilai RPN yang diperoleh, maka semakin tinggi pula tingkat risiko kegagalan, sehingga memerlukan penanganan atau tindakan perbaikan yang lebih diprioritaskan. Prioritas tersebut nantinya menjadi evaluasi bagi organisasi untuk ditinjau kembali mengapa kecelakaan tersebut masih terjadi.

2.2.7. Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah suatu diagram yang divisualisasikan dan dapat membantu mengidentifikasi dan memprioritaskan permasalahan dengan mengurutkannya berdasarkan tingkat kepentingannya (Dini et al., 2024). Diagram pareto adalah diagram yang terdiri atas grafik batang dan grafik garis. Grafik batang digunakan untuk menampilkan pengelompokan serta besaran data pada setiap kategori, sedangkan grafik garis menunjukkan akumulasi data secara kumulatif.

Diagram Pareto memiliki aturan 80:20 yang menyatakan bahwa 80% dampak yang telah dapat mengidentifikasikan beberapa faktor yang berkontribusi terhadap masalah hanya berasal dari 20% potensi penyebab (Wardhani et al., 2024). Diagram pareto dapat digunakan untuk melihat permasalahan yang mendominasi, sehingga dapat membantu dalam menentukan prioritas penyelesaian suatu permasalahan (Hajriyani et al., 2019).

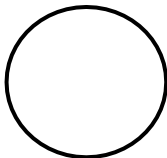
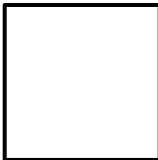
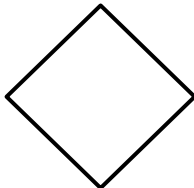
2.2.8. Fault Tree Analysis (FTA)

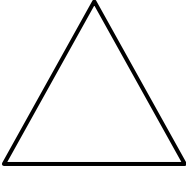
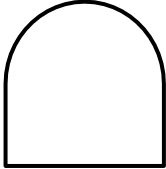
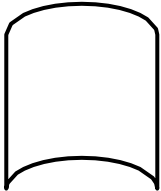
Menurut Tarwaka dalam (Myrtanti & Suardika, 2022) *Fault Tree Analysis* (FTA) adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi paduan antara kegagalan alat/mesin yang digunakan, kesalahan manusia dan kondisi lingkungan dengan memakai prosedur “*Top-Down*” yang diawali dari suatu kejadian kecelakaan. Metode ini digunakan untuk membantu proses investigasi kecelakaan kerja dengan cara menganalisis penyebab langsung hingga penyebab mendasar dari terjadinya kecelakaan tersebut. Adapun langkah membuat FTA yaitu:

- 1) Mengidentifikasi kejadian kecelakaan yang akan dianalisis.
- 2) Memahami sistem dengan mengkajji spesifikasi peralatan, kondisi lingkungan kerja, dan prosedur operasional yang berlaku
- 3) Mengembangkan pohon kesalahan (*Fault Tree*)

Setelah mengidentifikasi *top event*, *event-event* yang memberi kontribusi secara langsung terjadinya *top event* diidentifikasi dan dihubungkan ke *top event* dengan memakai hubungan logika (*logical link*) (Alhamda et al., 2022). Simbol tersebut digunakan untuk menggambarkan hubungan logis antar kejadian dalam suatu sistem. (Kartikasari & Romadhon, 2019) Berikut merupakan simbol simbol yang digunakan pada metode *Fault Tree Analysis* (FTA) yaitu:

Tabel 2.6 Simbol *Fault Tree Analysis*

Simbol	Arti	Keterangan
	<i>Basic Event</i>	Simbol sumber atau akar penyebab risiko sehingga tidak perlu analisis lanjutan
	<i>Intermediate Event</i>	Simbol yang peristiwanya tersebut memerlukan analisis lanjutan.
	<i>Undeveloped Event</i>	Simbol yang peristiwa tersebut tidak dapat dianalisis lebih lanjut

Simbol	Arti	Keterangan
	<i>Transfer Event</i>	Simbol yang menunjukkan bahwa peristiwa tersebut memerlukan analisis lanjutan, diluar dari peristiwa risiko utama pada analisis yang sedang dikerjakan
	<i>And Gate</i>	Kejadian risiko yang dapat terjadi apabila seluruh input bawahnya terjadi
	<i>Or Gate</i>	Kejadian risiko yang dapat terjadi apabila salah satu atau lebih inputnya bawahnya terjadi

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah potensi bahaya dan risiko kesehatan dan keselamatan kerja (K3) proses produksi di PT. XYZ yang merupakan pabrik manufaktur sektor makanan dimana terletak di kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Penelitian ini berfokus pada identifikasi dan mitigasi risiko pada produksi kecap dan bumbu instan untuk mengetahui pengendalian risiko menggunakan metode *Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA).

3.2 Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini melibatkan pihak yang memahami proses produksi dan aspek keselamatan kerja, yaitu Pimpinan Produksi dan *Supervisor* K3.

3.3 Jenis Data

Pada penelitian ini menggunakan 2 jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Berikut merupakan sumber data yang diperoleh dari penelitian ini:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari lapangan melalui kegiatan observasi, wawancara dengan *Supervisor* K3 serta penyebaran kuesioner dengan 2 Pimpinan produksi serta *Supervisor* K3 di PT XYZ. Adapun data yang dikumpulkan pada penelitian ini meliputi:

- a. Data kecelakaan kerja proses produksi
- b. Data penilaian *severity*, *occurance*, dan *detection*

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh secara tidak langsung. Data ini berasal dari literatur – literatur yang telah tersedia sebelumnya, seperti internet, jurnal, buku, dan penelitian terdahulu yang relevan.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah cara yang digunakan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam penelitian. Berikut merupakan metode pengumpulan data pada penelitian ini:

1. Observasi Lapangan

Observasi dilakukan secara langsung di tempat penelitian, yaitu area produksi kecap dan bumbu instan PT XYZ untuk mengidentifikasi kondisi kerja, potensi bahaya, dan proses produksi yang menimbulkan kecelakaan kerja.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan pihak *Supervisor K3* guna memperoleh informasi mengenai kecelakaan kerja, penyebab kemungkinan terjadinya bahaya serta sistem pengendalian yang telah ditetapkan.

3. Pengisian kuesioner

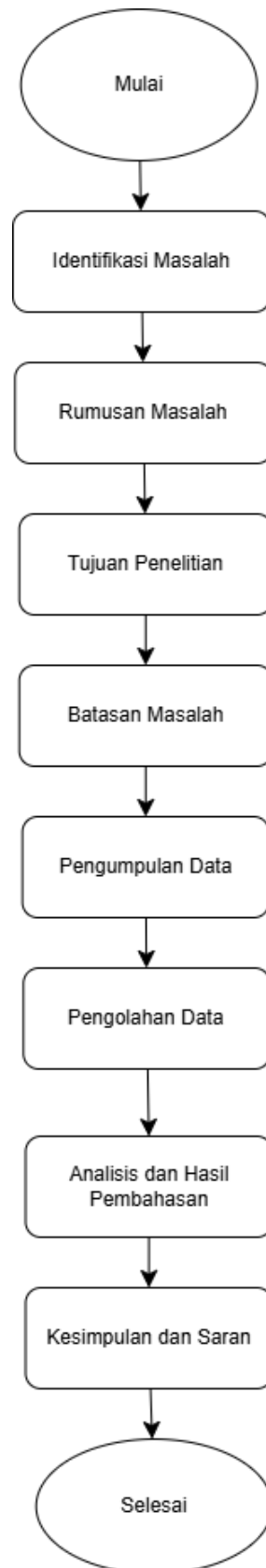
Pengisian kuesioner dilakukan kepada *expert judgement* 2 SPV produksi untuk memperoleh penilaian terhadap tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection* sebagai dasar perhitungan *Risk Priority Number* (RPN).

4. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengkaji berbagai sumber pustaka yang relevan, seperti buku, jurnal ilmiah, dan referensi lainnya yang mendukung analisis risiko kecelakaan kerja serta penerapan dalam metode FMEA dan FTA.

3.5 Alur Penelitian

Berikut merupakan alur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini:



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari alur penelitian diatas:

1. Mulai

2. Identifikasi masalah

Tahapan awal adalah melakukan identifikasi masalah guna menemukan isu yang terjadi di proses produksi PT XYZ. Identifikasi masalah dilakukan dengan observasi awal di tempat kerja dan wawancara kepada Staff & Supervisor K3. Temuan awal ini kemudian dijadikan dasar untuk menetapkan fokus penelitian dan merumuskan permasalahan yang akan dianalisis lebih lanjut.

3. Penentuan Rumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Penentuan rumusan masalah dan tujuan penelitian dilakukan untuk memberikan arah yang jelas dalam pelaksanaan penelitian. Permasalahan yang diangkat berfokus pada upaya pengendalian risiko yang tepat dan komprehensif guna mengurangi angka kecelakaan kerja di perusahaan.

4. Penentuan Batasan Masalah

Pada tahap ini dilakukan penentuan batasan penelitian untuk memperjelas lingkup dan ruang lingkup penelitian. Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan yaitu pada periode Maret 2026 hingga Mei 2026. Data yang digunakan merupakan data historis kecelakaan kerja pada produk kecap dan bumbu instan yang diperoleh dari PT XYZ. Penelitian ini hanya membahas risiko kecelakaan kerja, tanpa membahas risiko kerugian finansial perusahaan. Adapun hasil penelitian berupa usulan rekomendasi yang tidak mencakup tahap implementasi.

5. Kajian Pustaka

Pada tahap ini peneliti mencari sumber referensi sebagai data sekunder yang mana terdapat dua bagian, yaitu kajian literatur dan kajian teori. Kajian literatur meliputi jurnal – jurnal penelitian sebelumnya berkaitan dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Landasan teori meliputi teori yang berkaitan dengan topik penelitian seperti Produksi, Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Risiko, Manajemen Risiko, Kecelakaan Kerja, Diagram Pareto, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan *Fault Tree Analysis* (FTA).

6. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data proses kerja pada departemen produksi bumbu instan dan kecap, data potensi bahaya pada setiap tahapan proses

produksi, dan data kecelakaan kerja periode tahun 2023–2025. Data proses kerja dan potensi bahaya diperoleh melalui observasi langsung di area produksi serta wawancara dengan pihak yang terkait. Data kecelakaan kerja pada tahun 2023 – 2025 diperoleh dari data historis perusahaan. Data sumber bahaya, dampak , dan risiko diperoleh dari observasi dan wawancara dengan *supervisor* K3. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data penilaian *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) menggunakan kuesioner FMEA yang diisi oleh responden yang memahami proses kerja.

Tabel 3. 1 Pengumpulan Data

No	Data	Cara Pengambilan Data
1.	Proses Kerja	Observasi
3.	Sumber Bahaya	Observasi dan wawancara
4.	Dampak	Observasi dan wawancara
5.	Risiko	Observasi dan wawancara
6.	Sumber penyebab	Observasi dan wawancara
7.	<i>Severity</i> (S)	Penilaian responden menggunakan kuesioner
8.	<i>Occurance</i> (O)	Penilaian responden
9.	<i>Detection</i> (D)	Penilaian responden

7. Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh selanjutnya diolah dan dianalisis. Adapun tahapan – tahapannya sebagai berikut:

- Identifikasi potensi bahaya

Identifikasi potensi bahaya dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan sekunder melalui observasi, wawancara, serta dokumen internal perusahaan. Proses ini bertujuan untuk mengetahui sumber bahaya pada setiap aktivitas kerja yang berpotensi menimbulkan kecelakaan. Pada tabel 3.1 dan 3.2 ditampilkan hasil identifikasi potensi bahaya pada proses produksi kecap dan bumbu instan:

Tabel 3. 2 Hasil Identifikasi Potensi Bahaya Produksi Kecap

Hasil Wawancara Potensi Bahaya Produksi Kecap		
No	Area	Potensi Bahaya
1.	Gudang Bahan Baku	<i>Manual Handling</i> , tumpukan bahan baku tidak stabil
2.	<i>Washing & Soaking</i>	Lantai basah/licin, genangan air
3.	Ruang <i>steam</i>	Permukaan peralatan panas, uap panas, dan cairan panas
4.	Roasting & Grinding	Debu hasil penggilingan, kebisingan mesin
5.	<i>Happing Raw Material</i>	<i>Manual handling</i> , genangan air
6.	Ruang Koji	Paparan mikroorganisme, area lembap
7.	Ruang Moromi	Tangki fermentasi, permukaan lantai licin
8.	<i>Pressing</i>	Lantai licin/basah
9.	<i>Happing Kecap</i>	<i>Manual handling</i> , genangan air
10.	<i>Cooking</i>	Cairan panas, uap panas, permukaan panas
11.	<i>Filling & Labelling</i>	Komponen mesin bergerak dan <i>sealer</i> panas, penggunaan alat tajam
12.	Kartoning	Posisi kerja tidak ergonomis, penggunaan <i>cutter</i> , pergerakan <i>forklift</i>

Tabel 3. 3 Hasil Identifikasi Potensi Bahaya Produksi Bumbu Instan

Hasil Wawancara Potensi Bahaya Produksi Bumbu Instan		
No	Area	Potensi Bahaya
1.	Gudang Bahan Baku	Pemindahan bahan baku, <i>manual handling</i>
2.	<i>Washing</i>	Lantai basah/licin
3.	<i>Cutting & Grinding</i>	Bilah pisau pada mesin pemotong, salah posisi pengangkatan bahan

Hasil Wawancara Potensi Bahaya Produksi Bumbu Instan		
No	Area	Potensi Bahaya
4.	<i>Mixing & Frying</i>	Bagian agitator mixer berputar, uap panas
5.	<i>Filling</i>	Komponen mesin handok yang bergerak,
6.	Kartoning	Posisi kerja tidak ergonomis, penggunaan <i>cutter</i>

- Penilaian risiko FMEA berdasarkan nilai RPN

Pada tahap ini dilakukan penilaian risiko melalui penyebaran kuesioner kepada *expert* responden yaitu *supervisor* produksi kecap dan bumbu instan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Setiap potensi bahaya dinilai berdasarkan tingkat keparahan (*severity*), kemungkinan terjadinya (*occurrence*), dan kemampuan deteksi (*detection*) untuk memperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN). Pada tabel 3.3 ditampilkan tahapan penilaian risiko menggunakan metode FMEA:

Tabel 3. 4 Tahapan Penilaian Risiko FMEA

No	Tahapan Penilaian Risiko	Parameter Penilaian	Penjelasan
1.	Identifikasi Bahaya	Sumber Bahaya	Mengidentifikasi kondisi, peralatan, dan aktivitas yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja.
2.	Identifikasi Risiko	Risiko	Menentukan kemungkinan kejadian yang dapat timbul akibat adanya sumber bahaya.
3.	Identifikasi Dampak	Dampak	Menentukan konsekuensi atau akibat yang ditimbulkan apabila risiko terjadi.
4.	Analisis FMEA	<i>Severity</i> (S)	Menilai tingkat keparahan dampak akibat kegagalan.

No	Tahapan Penilaian Risiko	Parameter Penilaian	Penjelasan
		<i>Occurance</i> (S)	Menilai tingkat kemungkinan terjadinya kegagalan.
		<i>Detection</i> (D)	Menilai kemampuan deteksi terhadap kegagalan.
		<i>Risk Priority Number</i>	Menentukan prioritas risiko berdasarkan perkalian $S \times O \times D$.

Dalam menentukan *risk priority number* (RPN) digunakan rumus perhitungan berdasarkan tiga parameter penilaian yaitu sebagai berikut:

$$RPN = Severity (S) \times Occurance (O) \times Detection (D) \quad (3.1)$$

Keterangan:

S = *Severity*

O = *Occurance*

D = *Detection*

Nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang diperoleh kemudian dikelompokkan ke dalam kategori tingkat risiko berdasarkan rentang nilai RPN yang telah ditetapkan. Pengelompokan ini bertujuan untuk memberikan gambaran tingkat prioritas setiap risiko sebelum dilakukan pengurutan nilai RPN.

- Penentuan risiko prioritas dengan diagram pareto

Nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang telah diperoleh kemudian dianalisis menggunakan Diagram Pareto untuk menentukan risiko prioritas. Diagram Pareto digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang paling dominan berdasarkan prinsip 80/20, yaitu sekitar 80% permasalahan umumnya disebabkan oleh sekitar 20% penyebab utama. Proses penentuan risiko prioritas diawali dengan mengurutkan seluruh risiko berdasarkan nilai RPN dari yang terbesar hingga yang terkecil. Adapun rumus yang menunjukkan perhitungan persentase kumulatif masing – masing risiko terhadap total nilai RPN menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase Risiko (\%)} = \frac{\text{Nilai RPN}_i}{\sum_{i=1}^n \text{Nilai RPN}_i} \times 100\% \quad (3.2)$$

Keterangan:

Persentase risiko = persentase kontribusi masing – masing risiko (%)

Nilai RPN_i = nilai Risk Priority Number dari risiko ke-*i*

$\sum_{i=1}^n \text{Nilai RPN}$ = total nilai RPN dari seluruh risiko yang dianalisis

n = jumlah total risiko

Persentase risiko yang telah diperoleh kemudian dijumlahkan secara berurutan dari nilai RPN terbesar hingga terkecil untuk mendapatkan persentase kumulatif dengan rumus:

$$\text{Persentase Kumulatif(\%)} = \sum_{j=1}^i \text{Persentase Risiko}_j \quad (3.3)$$

Persentase kumulatif yang dihasilkan digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang memberikan kontribusi terhadap keseluruhan risiko. Berdasarkan hasil diagram pareto, risiko – risiko yang memiliki kontribusi terbesar ditetapkan sebagai risiko prioritas. Hasil tersebut divisualisasikan dalam bentuk grafik Pareto untuk mempermudah identifikasi risiko dominan yang akan dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA).

- Identifikasi penyebab risiko menggunakan FTA

Setelah diperoleh risiko prioritas, metode *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab kecelakaan kerja. Risiko prioritas tersebut ditetapkan sebagai *top event*, kemudian dilakukan penguraian hubungan sebab akibat secara sistematis menggunakan pendekatan *top-down* untuk mengidentifikasi faktor penyebab antara (*intermediate event*) hingga penyebab dasar (*basic event*).

Tabel 3. 5 Tahapan penilaian FTA

No	Tahapan Analisis FTA	Penjelasan
1.	Penentuan <i>top event</i>	Menentukan risiko prioritas hasil analisis FME dan pareto sebagai kejadian puncak.
2.	Identifikasi <i>intermediate event</i>	Mengidentifikasi kejadian atau faktor penyebab yang berhubungan langsung dengan <i>top event</i> .
3.	Identifikasi <i>basic event</i>	Menguraikan penyebab dasar yang memicu terjadinya <i>intermediate event</i> .
4.	Penyusunan <i>Fault Tree</i>	Menggambarkan hubungan sebab akibat antar kejadian menggunakan simbol logika FTA.

- Penentuan mitigasi risiko

Pada tahap ini, dilakukan penyusunan usulan mitigasi risiko berdasarkan akar penyebab (*basic event*) yang telah diidentifikasi menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Akar penyebab yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis untuk menentukan tindakan pengendalian yang sesuai dengan kondisi perusahaan. Penyusunan usulan mitigasi dilakukan melalui diskusi dengan *Supervisor* K3 untuk memperoleh masukan mengenai tindakan perbaikan yang dapat diterapkan. Usulan mitigasi risiko disusun sebagai upaya untuk mengurangi atau menghilangkan potensi terjadinya kecelakaan kerja serta meningkatkan efektivitas pengendalian risiko di lingkungan kerja.

8. Analisis & Pembahasan

Analisis dan pembahasan dilakukan dengan mengkaji data hasil penelitian melalui identifikasi potensi bahaya dan penilaian *Risk Priority Number* (RPN) menggunakan metode FMEA, kemudian dilanjutkan dengan analisis diagram pareto untuk menentukan risiko prioritas. Risiko prioritas tersebut diidentifikasi akar penyebabnya menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) melalui penguraian hubungan sebab akibat. Hasil analisis selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam merumuskan mitigasi risiko yang mengacu pada hierarki pengendalian.

9. Kesimpulan dan Saran

Terakhir, peneliti menyusun kesimpulan berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan serta memberikan saran sebagai acuan bagi penelitian selanjutnya.

10. Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1. *Profil Perusahaan*



Gambar 4.1 Perusahaan XYZ

PT XYZ merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak di dalam bidang pengolahan pangan. Perusahaan ini merupakan anak perusahaan dari PT terkemuka di Indonesia yang telah dikenal luas dalam memproduksi produk bahan pangan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat. Keberadaan PT XYZ ini menjadi bagian dari upaya perusahaan dalam memperkuat distribusi produk di pasar nasional.

Dalam pengelolaannya, PT XYZ berfokus pada produksi bumbu instan, kecap, sambal, dan sosis setiap harinya. Perusahaan ini mengoptimalkan penggunaan mesin dan sumber daya manusia pada setiap tahapan proses produksinya dengan baik. Setiap mesin yang digunakan setiap harinya mampu menghasilkan ratusan produk. Namun, dalam penelitian ini produk yang diteliti hanya mencakup produk bumbu instan dan kecap. Produk yang dihasilkan dipasarkan secara luas melalui jaringan distribusi perusahaan yang tersebar di seluruh Indonesia hingga ke kawasan Asia, Eropa, Timur Tengah, dan sebagainya.

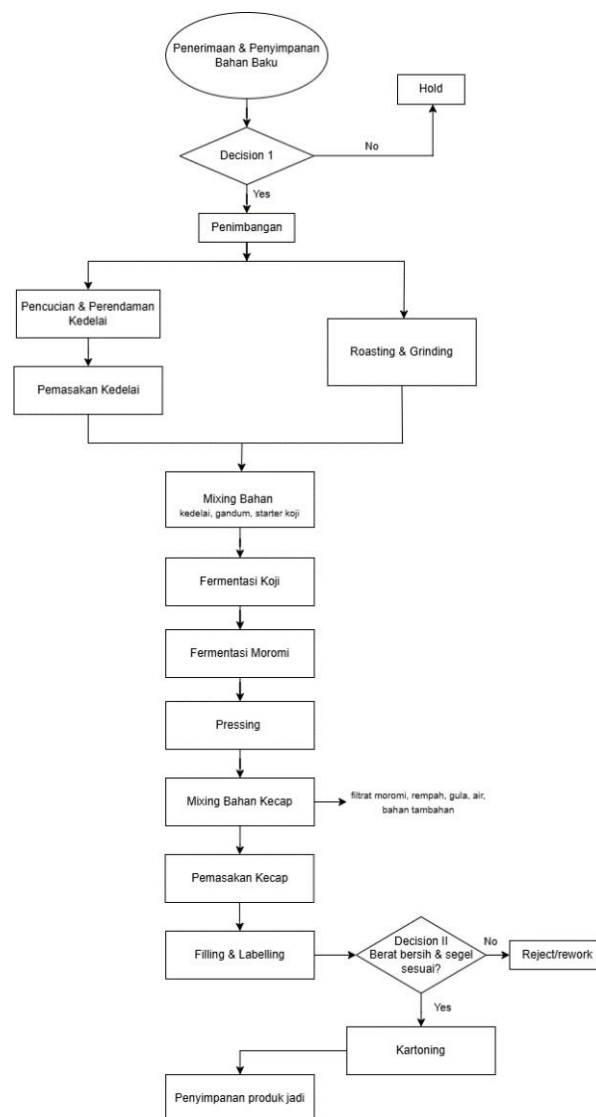
Perusahaan melakukan inovasi produk dengan menyesuaikan cita rasa sesuai dengan preferensi konsumen di berbagai daerah. Selain itu, perusahaan menjalin kerja sama dengan berbagai mitra lokal guna memperkuat kontribusinya dalam pengembangan industri pangan. Penerapan standar mutu dan prosedur operasional juga dilakukan secara ketat pada setiap tahapan proses produksi untuk menjamin kualitas dan keamanan produk. Adapun standar operasional yang diterapkan meliputi *Good Manufacturing Practices* (GMP), HACCP, ISO

9001, ISO 22000, serta Sistem Jaminan Halal (SJH). Dengan demikian, Produk yang dihasilkan memenuhi aspek keselamatan, dan kinerja, sehingga dapat menunjang pelaksanaan proses manufaktur yang efisien, aman, serta sesuai dengan kebutuhan konsumen.

4.1.2. Proses Produksi

1) Kecap

Proses produksi kecap di PT XYZ terdiri atas beberapa tahapan yang dilakukan secara berurutan. Diagram alir proses produksi kecap disajikan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Alur Produksi Kecap

1. Penerimaan & Penyimpanan Bahan Baku

Pada tahap ini dilakukan penerimaan bahan baku utama seperti kedelai dan gandum dari supplier. Bahan baku kemudian diperiksa kualitasnya seperti kebersihan, kadar

air, dan kondisi fisik) sebelum disimpan di gudang penyimpanan menggunakan *forklift* dan *hand pallet*.

2. Pencucian & Perendaman Kedelai

Kedelai dicuci menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran dan benda asing yang menempel pada bahan menggunakan *washing machine*. Setelah itu dilakukan perendaman di bak khusus untuk melunakkan tekstur kedelai sehingga mempermudah proses pemasakan.

3. Pemasakan Kedelai

Kedelai yang telah direndam kemudian dimasak melalui proses perebusan hingga mencapai tingkat kematangan yang sesuai. Kedelai dimasak menggunakan *Natural Kettle Cooker* untuk mempercepat pemasakan dan memastikan kedelai matang secara optimal.

4. *Roasting* dan *Grinding* Gandum

Pada tahap ini, dilakukan proses penyangraian (*roasting*) gandum dengan suhu tertentu menggunakan *rotary roaster*. Proses tersebut menghasilkan perubahan warna menjadi cokelat keemasan serta aroma yang khas. Gandum yang telah *diroasting* kemudian digiling menggunakan mesin *grinder* hingga berubah bentuk menjadi partikel kecil atau pecahan kasar (*grits*).

5. *Mixing* Bahan Fermentasi

Proses *Mixing* bahan dilakukan dengan mencampurkan kedelai yang telah dimasak dengan gandum menggunakan *mixing tank*. Pada tahap ini juga ditambahkan *seed mould* sebagai starter fermentasi. Proses *mixing* bahan bertujuan untuk memasak sekaligus mencampurkan seluruh bahan agar menghasilkan campuran yang siap digunakan pada tahap selanjutnya.

6. Fermentasi Koji

Fermentasi koji merupakan tahap fermentasi awal yang bertujuan untuk menghasilkan koji melalui pertumbuhan mikroorganisme pada campuran kedelai dan gandum. Proses fermentasi dilakukan di ruangan koji selama 40 jam dengan suhu ruang dan berperan dalam pembentukan enzim yang diperlukan pada fermentasi selanjutnya.

7. Fermentasi Moromi

Pada tahap ini dilakukan fermentasi tahap kedua yaitu fermentasi moromi. Fermentasi ini dilakukan dengan cara merendam hasil fermentasi kapang dengan larutan garam yang mana berlangsung di dalam tangki moromi selama 6 bulan. Proses ini bertujuan untuk melanjutkan penguraian senyawa hasil fermentasi serta membentuk karakteristik cita rasa, aroma, dan warna khas kecap.

8. *Pressing*

Proses *pressing* dilakukan dengan menggunakan mesin *press* untuk memisahkan cairan dari ampas hasil fermentasi moromi. Pada tahap ini, pemisahan dilakukan melalui pemberian tekanan pada ampas fermentasi sehingga diperoleh cairan kecap yang telah terpisah dari residu padat hasil fermentasi. Larutan kecap yang telah disaring akan masuk ke dalam tangki penyimpanan untuk didiamkan beberapa hari.

9. *Mixing Bahan Kecap*

Proses pengolahan bahan kecap diawali dengan proses pencampuran (*mixing*) menggunakan *mixing tank*. *Mixing tank* dilengkapi dengan agitator yang berfungsi mengaduk bahan secara merata sehingga menghasilkan campuran yang homogen. Hasil fermentasi berupa sari kedelai yang telah melalui proses *pressing* dicampurkan dengan bahan tambahan seperti gula, garam, bumbu, dan bahan pendukung lainnya sesuai formulasi yang telah ditetapkan. Proses ini bertujuan untuk memastikan seluruh bahan tercampur merata sebelum memasuki tahap pemasakan.

10. *Pemasakan Kecap*

Proses pemasakan kecap dilakukan dengan memanaskan campuran kecap menggunakan *cooking tank* menyesuaikan ketentuan yang telah ditetapkan perusahaan. Pemasakan bertujuan untuk melarutkan bahan secara sempurna, meningkatkan rasa dan aroma serta mengurangi jumlah mikroorganisme yang tidak diinginkan. Selanjutnya, kecap dialirkan melalui pipa filtrasi untuk kemudian ditampung sebelum memasuki proses *filling*.

11. *Filling & Labelling*

Pada tahap ini dilakukan proses pengisian (*filling*) menggunakan mesin handok. Produk dikemas dalam 2 jenis kemasan yaitu kemasan *pouch* dan botol. Kemasan botol yang telah terisi kemudian melewati proses *capping* dengan *automatic capping machine* untuk pemasangan tutup botol, sedangkan kemasan *pouch* melalui

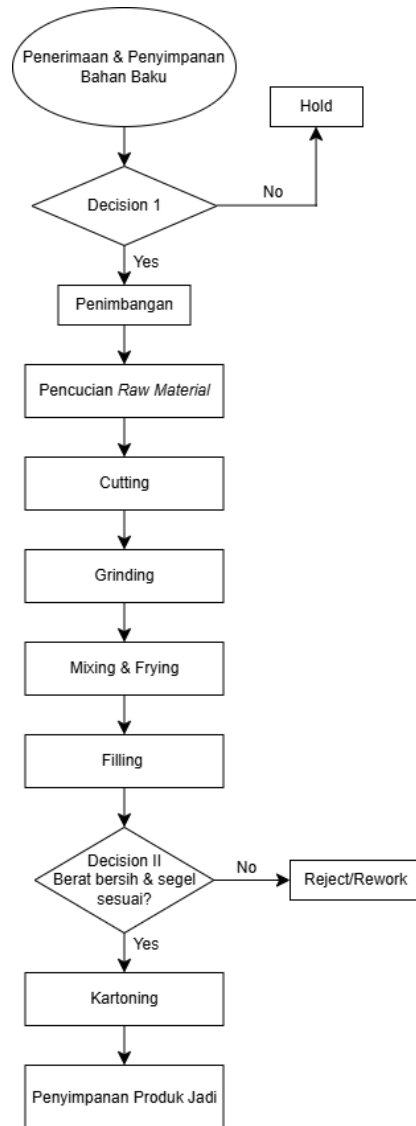
proses penyegelan menggunakan mesin *heat sealing* untuk memastikan kemasan tertutup dengan baik. Setelah itu, produk diberi label yang berisi informasi produk, tanggal produksi dan masa kadaluarsa menggunakan *laser coding machine*.

12. Kartoning

Tahap terakhir adalah kartoning, yaitu menyusun produk ke dalam karton atau kardus sesuai jumlah yang telah ditentukan. Karton kemudian ditutup dan direkatkan menggunakan lakban untuk melindungi produk selama penyimpanan dan distribusi. Dalam proses ini, operator menggunakan gunting atau *cutter* untuk memotong lakban dan kebutuhan lainnya. Kardus yang telah selesai dikemas selanjutnya dipindahkan ke area penyimpanan produk jadi.

2) Bumbu Instan

Proses produksi bumbu instan terdiri atas beberapa tahapan proses yang saling berurutan. Diagram alir (*flow chart*) proses produksi bumbu instan disajikan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Proses Produksi Bumbu Instan

1. Penerimaan Bahan Baku

Proses penerimaan dan penyimpanan bahan baku merupakan tahap pertama dalam proses produksi bumbu instan. Bahan baku utama yang diterima yaitu rempah – rempah, garam, gula, dan bahan tambahan lainnya dari supplier. Selanjutnya, dilakukan pengecekan kualitas bahan untuk memastikan kesesuaian dengan standar produksi sebelum disimpan di gudang menggunakan *forklift* dan *handpallet*.

2. Pencucian *Raw Material*

Bahan baku dicuci menggunakan *washer* dengan aliran air bersih. Selama proses berlangsung, air secara terus-menerus menyiram bahan untuk memastikan proses

pembersihan berjalan optimal. Setelah itu, bahan dialirkan ke tahap penirisan untuk mengurangi kadar air sebelum masuk ke proses selanjutnya.

3. *Cutting*

Proses *cutting* dilakukan dengan memotong bahan baku tertentu yang masih berukuran besar seperti bawang, cabai, jahe, dan bahan rempah lainnya yang dipotong menggunakan mesin *cutter*. Bahan dimasukkan ke dalam mesin *cutting*, kemudian dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil secara mekanis melalui pisau berputar.

4. *Grinding*

Bahan yang telah diproses melalui *cutting* kemudian digiling menggunakan mesin *grinder*. Hasil *grinding* berupa partikel atau pasta halus. Proses ini bertujuan untuk memperluas luas permukaan agar mudah tercampur dan matang saat proses berikutnya,

5. *Mixing & Frying*

Pada tahap ini, proses *mixing* dan *frying* dilakukan secara bersamaan dalam satu mesin. Bahan yang telah melalui proses *grinding* dimasukkan ke dalam mesin *frying*, kemudian dicampur dan dipanaskan pada suhu tertentu untuk menghasilkan campuran bumbu yang merata.

6. *Filling*

Produk yang telah matang kemudian dialirkan masuk ke dalam kemasan sachet 45 – 50 gram. Proses pengisian dilakukan menggunakan mesin *handok* untuk memastikan keseragaman berat produk. Setelah proses pengisian selesai, kemasan sachet ditutup menggunakan mesin *heat sealing* yang memanfaatkan panas untuk merekatkan bagian kemasan.

7. *Kartoning*

Tahap terakhir adalah *kartoning*, yaitu memasukkan produk yang telah dikemas ke dalam karton. Pada proses ini, karton ditutup dan direkatkan menggunakan lakban oleh operator untuk melindungi produk selama penyimpanan dan distribusi.

4.1.3. *Data Kecelakaan Kerja*

Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dengan dua *expert* yang ahli di bidangnya.

Hasil pengumpulan data kecelakaan kerja ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Kecelakaan Kerja

Kasus Kecelakaan Tahun 2023			
No	Jenis Kecelakaan	Jumlah Kejadian	Bagian
1.	Tangan terjepit mesin handok	3	Bumbu Instan
2.	Tersayat/tergores peralatan (pisau, <i>cutter</i> , dll)	2	Bumbu Instan
3.	Tubuh terkilir/tersungkur	1	Bumbu Instan
4.	Terjatuh dari ketinggian	1	Kecap
5.	Tertusuk/terkena benda tajam	1	Kecap
6.	Terpeleset	2	Kecap
Kasus Kecelakaan Tahun 2024			
1.	Tangan terjepit mesin handok	2	Bumbu Instan
2.	Terpeleset	1	Bumbu Instan
3.	Tubuh terkilir/tersungkur	1	Kecap
4.	Tangan terjepit mesin handok	2	Kecap
5.	Tersayat/tergores peralatan (pisau, <i>cutter</i> , dll)	1	Kecap
Kasus Kecelakaan Tahun 2025			
1.	Tersayat/tergores peralatan dan mesin	2	Bumbu instan
2.	Tubuh terkilir/tersungkur	1	Bumbu Instan
3.	Tertabrak <i>forklift</i>	1	Kecap
4.	Tangan terjepit mesin handok	1	Kecap
5.	Terpeleset	1	Kecap

4.2 Pengolahan data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dan FTA (*Fault Tree Analysis*) untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi risiko yang terjadi pada setiap tahapan kerja. Metode FMEA berperan dalam mengidentifikasi potensi kegagalan serta menetapkan tingkat prioritas risiko berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang diperoleh dari parameter *severity*, *occurence*, dan *detection*. Selanjutnya, diagram pareto digunakan untuk menentukan risiko dominan yang menjadi prioritas penanganan mengacu pada nilai RPN. Metode FTA digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari risiko prioritas yang memiliki nilai RPN tertinggi sehingga dapat ditentukan upaya pengendalian yang lebih efektif dalam mengurangi kemungkinan terjadinya risiko.

4.2.1. Identifikasi Potensi Bahaya Proses Produksi

Proses identifikasi potensi bahaya dilakukan dengan observasi lapangan dan wawancara dengan supervisor K3. Hasil dari identifikasi potensi bahaya pada kecap dan bumbu instan ditunjukkan pada tabel 4.2 dan tabel 4.3.

Tabel 4.2 Identifikasi Potensi Bahaya Proses Produksi Kecap

No	Proses Kerja	Area	Potensi Bahaya
1.	Penerimaan & Penyimpanan Bahan Baku	Gudang Bahan Baku	Posisi angkat tidak benar Material yang diangkat/dipindahkan
2.	Pencucian & Perendaman kedelai	<i>Washing & Soaking</i>	Lantai basah / licin
3.	Pemasakan Kedelai	Ruang <i>Steam</i>	Uap panas
4.	<i>Roasting & Grinding</i> Gandum	<i>Roasting & Grinding</i>	Debu hasil penggilingan Kebisingan mesin Material tumpah
5.	<i>Mixing</i> Bahan	<i>Happing</i>	Posisi tidak seimbang saat mengangkat
6.	Fermentasi Koji	Ruang Koji	Spora jamur hasil fermentasi
7.	Fermentasi Moromi	Ruang Moromi	Gas hasil fermentasi Bekerja pada ketinggian
8.	Pressing	Ruang Press	Lantai basah/licin
9.	<i>Mixing</i> bahan kecap	<i>Happing</i>	Posisi tidak seimbang saat mengangkat Material tumpah
10.	Pemasakan Kecap	<i>Cooking</i>	Suhu/uap panas Permukaan mesin bersuhu tinggi
11.	<i>Filling & Labelling</i>	<i>Filling</i>	Bagian mesin handok bergerak Kontak dengan <i>sealer</i> panas Penggunaan <i>cutter</i> /pisau
12.	Kartoning	Kartoning	Fasilitas kerja yang tidak ergonomis <u>Pergerakan <i>forklift</i></u>

Tabel 4.3 Identifikasi Potensi Bahaya Proses Produksi Bumbu Instan

No	Proses Kerja	Area	Potensi Bahaya
1	Penerimaan & Penyimpanan Bahan Baku	Gudang Bahan Baku	Material terjatuh saat dipindahkan Salah posisi pengangkatan bahan baku
2	Pencucian Bahan Baku	<i>Washing</i>	Lantai basah / licin
3	<i>Cutting</i>	C&G	Posisi pengangkatan bahan baku
4	<i>Grinding</i>		Bilah pisau atau bagian mesin Salah posisi pengangkatan bahan baku
5	<i>Mixing & Frying</i>	<i>Frying</i>	Terkena bagian <i>agitator mixer</i> saat <i>cleaning</i> Paparasi bahan panas
6	<i>Filling</i>	<i>Filling</i>	Bagian mesin handok yang bergerak Kontak dengan <i>sealer</i> panas
7	Kartoning	Kartoning	Penggunaan <i>cutter</i> /pisau <u>Posisi kerja tidak ergonomis</u>

4.2.2. Failure Mode and Effect Analysis

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yaitu untuk menganalisis risiko dengan mengidentifikasi potensi kegagalan, dampak yang ditimbulkan serta menentukan tingkat prioritas risiko yang ditimbulkan dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Penilaian risiko pada masing – masing produk dilakukan oleh dua orang *expert* yang berkompeten, yaitu Pimpinan produksi jenis produk kecap dan bumbu instan serta *Supervisor* K3 untuk menilai tingkat *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) pada setiap potensi risiko yang teridentifikasi. Adapun rumus penilaian FMEA yaitu sebagai berikut:

$$\text{Rata-Rata} = \frac{\text{Jumlah Nilai S/O/D Semua Responden}}{\text{Jumlah Responden}} \quad (4.1)$$

Hasil Perhitungan *failure mode and effect analysis* pada produk kecap dan bumbu instan yang diperoleh disajikan dalam tabel 4.4 dan 4.5.

Tabel 4.4 Penilaian FMEA Produk Kecap

No	Proses	Sumber Bahaya	Risiko	Dampak	Rating			RPN	Rank
					S	O	D		
1	Penerimaan & Penyimpanan bahan baku fermentasi	Posisi pengangkatan bahan baku tidak benar	Cedera akibat <i>manual handling</i>	Cedera punggung atau pinggang	4	3.5	2.5	35	10
		Material yang diangkat/dipindahkan	Kaki tertimpa material	Kaki memar	5	3	3	45	5
2	Pencucian & Perendaman kedelai	Lantai basah/licin	Terpeleset	Memar atau keseleo	3	2	2	12	21
3	Pemasakan Kedelai	Uap panas dan permukaan bersuhu tinggi	Terpapar uap/suhu panas	Kemerahan pada kulit, luka bakar ringan	3.5	2.5	2	17.5	18
4	Roasting & Grinding Gandum	Debu hasil penggilingan	Menghirup debu	Bersin, batuk, sesak napas	3	3.5	2	21	16
		Kebisingan mesin penggilingan	Terpapar kebisingan	Gangguan pendengaran	3	4.5	3	40.5	8
5	Mixing Bahan	Tumpahan bahan/kebocoran	Terpeleset	Memar atau keseleo	4	2	2	16	19
		Ketidakseimbangan saat	Tertimpa bahan baku	Kaki memar, bengkak	4	5.5	2	44	6

No	Proses	Sumber Bahaya	Risiko	Dampak	Rating			RPN	Rank
					S	O	D		
		memasukkan RM ke tank							
6	Fermentasi koji	Spora jamur hasil fermentasi	Menghirup spora jamur	Iritasi saluran pernapasan, Dn batuk Pusing, mual, iritasi saluran pernapasan	3	4.5	2	27	12
7	Fermentasi Moromi	Gas hasil fermentasi	Menghirup gas fermentasi	Patah tulang atau cedera serius	2	5	3	30	11
		Bekerja pada ketinggian Lantai	Terjatuh dari ketinggian	Memar atau	7	2	3	42	7
8	Pressing	basah/licin Ketidakseimba	Terpeleset	keseleo Kaki	3	3	2.5	22.5	15
9	Mixing bahan kecap	ngan saat memasukkan RM ke tank Tumpahan	Tertimpa bahan baku	memar, bengkak Memar atau	5	2.5	3	37.5	9
	Pemasakan	bahan baku Suhu/uap panas	Terpeleset Terpapar panas	keseleo Kemerahan /iritasi	3 2.5	3 3	3 2	27 15	12 20
10	kecap	Permukaan mesin bersuhu tinggi	Tersentuh permukaan panas TMK	Luka bakar ringan, kemerahan	3	3	2	18	17
11	Filling & Labelling	Mesin handok yang bergerak	Terjepit mesin handok	Luka robek, patah tulang	8	3.5	3.5	98	2
		Sealer yang bersuhu tinggi Kontak dengan	Tersentuh permukaan panas sealer Tersayat	Luka bakar pada tangan Luka sayat	4	3	2	24	14
12	Kartoning	cutter/pisau Kondisi fasilitas kerja	cutter/pisau Gangguan	pada tangan Nyeri atau cedera	3	6	4	72	3
		yang tidak sesuai ergonomi	muskoloskel etal	punggung bawah	3	6	3	54	4
		Pergerakan forklift	Tertabrak forklift	Cedera serius atau patah tulang	8	3.5	4	112	1

Pada tabel 4.4 menunjukkan distribusi tingkat kekritisian risiko hasil analisis FMEA dengan

dua risiko dikategorikan sangat tinggi, satu risiko tinggi, sepuluh risiko sedang, dan delapan

risiko dikategorikan rendah. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang diperoleh menjadi dasar dalam pengkategorian tingkat risiko.

Tabel 4.5 Penilaian FMEA Produk Bumbu Instan

No	Proses	Sumber Bahaya	Risiko	Dampak	Rating			RPN	Rank
					S	O	D		
		Material	Kaki						
1	Penerimaan & Penyimpanan RM	yang diangkat/dipindahkan	tertimpa material	Kaki memar	4	2	4	32	11
		Posisi pengangkatan bahan baku tidak benar Lantai	Cedera akibat <i>manual handling</i>	Cedera punggung/pinggung Memar atau	4	4	3	48	8
2	Pencucian RM	basah/licin	Terpeleset	keseleo	3	3	2	18	13
3	Cutting	Pisau mesin yang bergerak	Tangan terkena bilah pisau	Luka sayat/sobek /putus pada tangan	8	2.5	3	60	5
		Postur kerja tidak ergonomis	Gangguan muskuloskeletal	Nyeri punggung/otot tegang	4	2.5	3	30	12
4	Grinding	Postur kerja tidak ergonomis	Gangguan muskuloskeletal	Nyeri punggung/otot tegang	4.5	4	2	36	10
5	Mixing & Frying	Bagian Agitator mixer yang bergerak	Tangan terkena agitator mixer	Luka sayat pada tangan atau terjepit	6.5	2	4	52	7
		Bahan bersuhu tinggi	Terpapar atau terciprat bahan panas	Luka bakar ringan pada kulit	3	4.5	3	40.5	9
6	Filling	Mesin handok yang bergerak	Terjepit mesin handok	Luka robek, patah tulang	8	5	3	120	1
		Sealer yang bersuhu tinggi	Tersentuh permukaan panas sealer	Luka bakar ringan/sedang pada tangan	4.5	4	3	54	6
		Kondisi fasilitas kerja	Gangguan	Nyeri atau					
7	Kartoning	yang tidak sesuai ergonomi	muskuloskeletal	cedera punggung	4.5	8	3	108	2
		Kontak dengan cutter/pisau	Tersayat cutter/pisau	Luka sayat pada tangan	4	7	3	84	3
		Pergerakan	Tertabrak	Cedera				68.2	
		<i>forklift</i>	<i>forklift</i>	serius atau	6.5	3	3.5	5	4

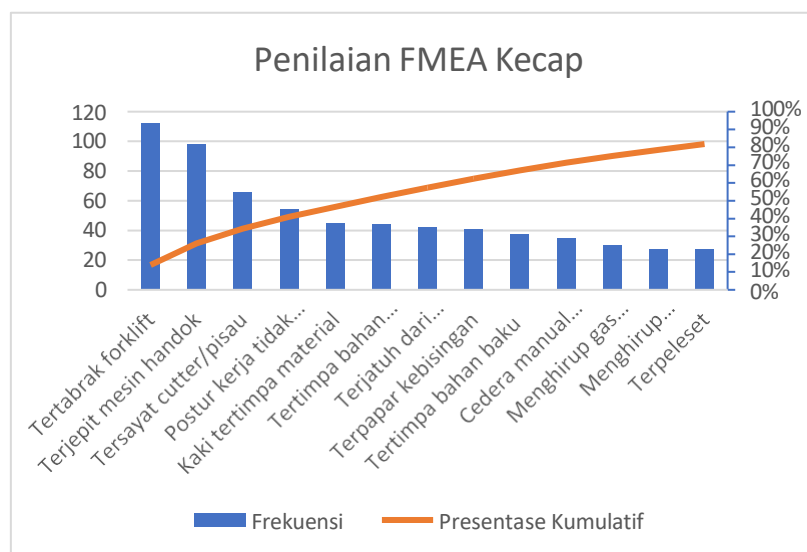


No	Proses	Sumber Bahaya	Risiko	Dampak	S	Rating O	D	RPN	Rank
				patah tulang					

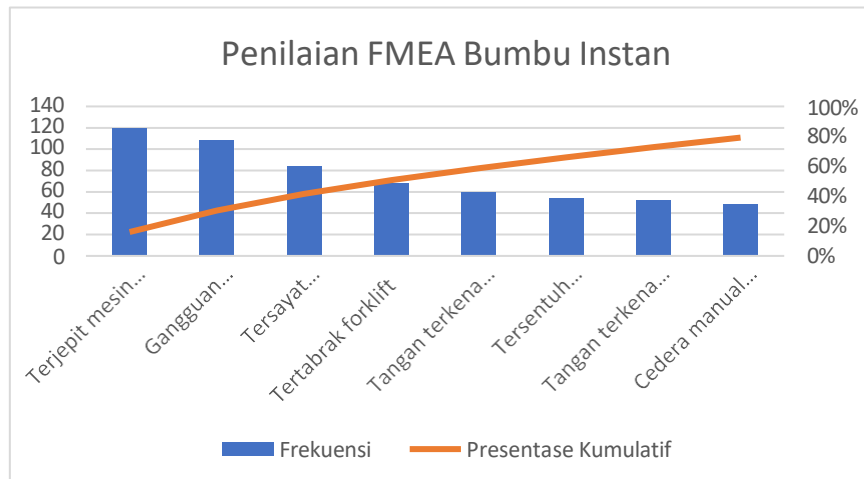
Pada tabel 4.5 menunjukkan distribusi tingkat kekritisan risiko hasil analisis FMEA pada produk bumbu instan dengan dua risiko dikategorikan sangat tinggi, tiga risiko tinggi, sembilan risiko sedang, dan satu risiko dikategorikan rendah. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang diperoleh menjadi dasar dalam pengkategorian tingkat risiko.

4.2.3. Diagram Pareto

Setelah dilakukan penilaian risiko menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), diperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk setiap potensi bahaya yang teridentifikasi pada proses produksi. Nilai RPN tersebut kemudian dianalisis menggunakan diagram Pareto untuk mengelompokkan dan mengurutkan risiko berdasarkan tingkat prioritasnya diagram pareto hasil analisis pada proses produksi kecap dan bumbu instan masing-masing ditunjukkan pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5.



Gambar 4.4 Diagram Pareto Kecap

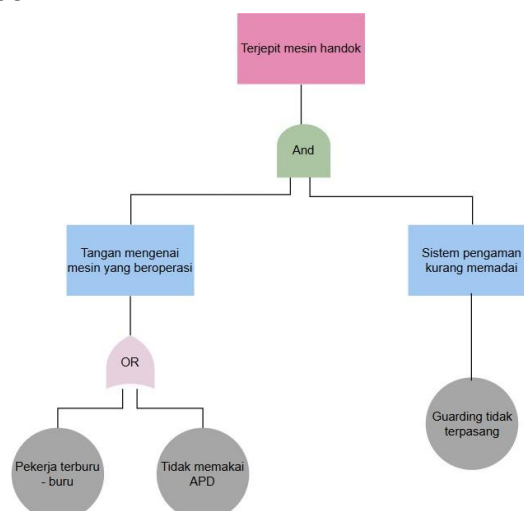


Gambar 4.5 Diagram Pareto Bumbu Instan

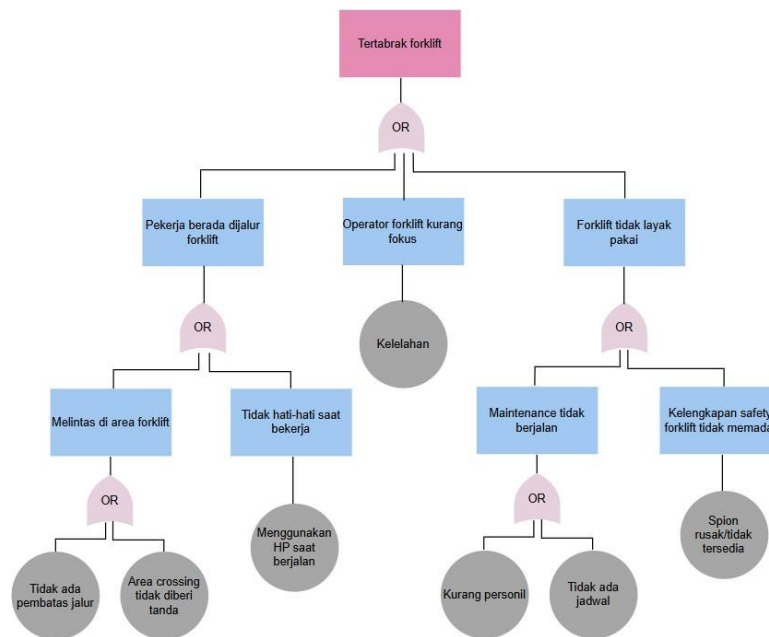
4.2.4. Fault Tree Analysis

Hasil analisis FMEA menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk setiap potensi risiko yang terjadi pada proses produksi kecap dan bumbu instan. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) tersebut dianalisis menggunakan diagram pareto untuk menentukan risiko yang menjadi prioritas berdasarkan kontribusi terbesar terhadap total nilai RPN. Melalui diagram pareto diperoleh tiga risiko dengan nilai RPN tertinggi meliputi risiko terjepit mesin handok sebesar 120, tertabrak *forklift* sebesar 112, dan gangguan muskuloskeletal tidak ergonomis sebesar 108 pada proses kartoning. Selanjutnya, dilakukan analisis menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi faktor penyebab dari risiko dominan tersebut. Penggambaran FTA dapat ditunjukkan pada gambar 4.6 s/d 4.8.

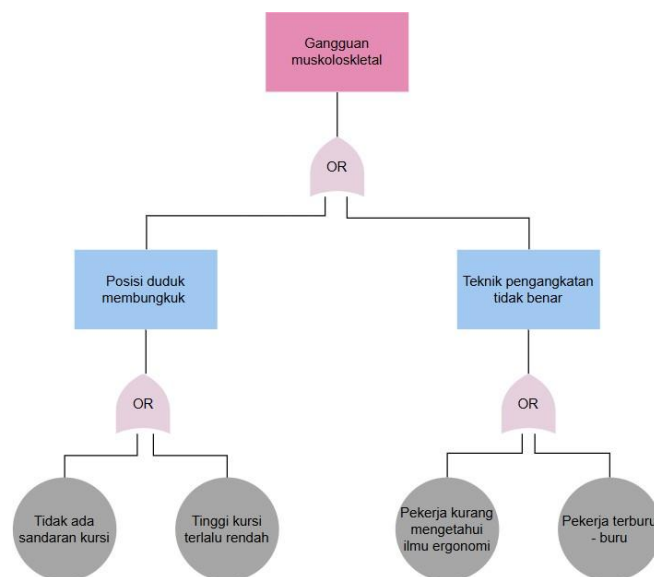
1) Terjepit mesin handok



Gambar 4.6 Risiko Terjepit Mesin Handok

2) Tertabrak *forklift*Gambar 4.7 Risiko Tertabrak *Forklift*

3) Gangguan muskuloskeletal



Gambar 4.8 Risiko Gangguan Muskuloskeletal

4.2.5. Usulan mitigasi risiko

Setelah menetapkan konteks risiko, dan melakukan pemetaan, maka selanjutnya adalah penanganan mitigasi risiko (Suriyadi & Azmi, 2022). Usulan mitigasi risiko dibuat untuk meminimalkan risiko yang terjadi pada proses produksi kecap dan bumbu instan. Adapun rencana mitigasi ditunjukkan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Rencana Mitigasi

No	Risk Event	Basic Event	Usulan Mitigasi
1	Terjepit mesin handok	1) Pekerja tidak fokus 2) Tidak memakai APD (sarung tangan) 3) <i>Guarding</i> tidak terpasang	1) Melakukan <i>briefing</i> keselamatan sebelum bekerja, dan meningkatkan pengawasan 2) Memberikan edukasi serta sanksi bagi yang melanggar 3) Melakukan inspeksi rutin terhadap kondisi <i>guarding</i> pada mesin handok dan sosialisasi <i>unsafe action unsafe condition</i>
2	Tertabrak <i>forklift</i>	1) Tidak ada pembatas jalur 2) Area <i>crossing</i> tidak diberi tanda 3) Menggunakan HP saat berjalan 4) Kelelahan 5) Kurang personil 6) Tidak adanya jadwal <i>maintenance</i> 7) Spion rusak/tidak tersedia	1) Memasang pembatas antara jalur pejalan kaki dan jalur <i>forklift</i> 2) Memberikan marka dan rambu pada area <i>crossing forklift</i> 3) Menerapkan larangan menggunakan HP saat berjalan di area produksi 4) Edukasi <i>sleep hygiene</i> dan lakukan <i>fit to work</i> sebelum shift 5) Menyesuaikan jumlah tenaga kerja dengan beban kerja 6) Menyusun dan menerapkan jadwal inspeksi 7) Melakukan penggantian dan perbaikan spion
3	Gangguan muskuloskeletal	1) Tidak ada sandaran kursi 2) Tinggi kursi terlalu rendah 3) Pekerja kurang mengetahui ilmu ergonomi 4) Pekerja terburu – buru	1) Menyediakan kursi yang dilengkapi sandaran punggung 2) Mengganti dan menyesuaikan tinggi kursi sesuai antropometri pekerja dan tinggi area kerja 3) Memberikan pelatihan dan sosialisasi mengenai prinsip ergonomi, postur kerja yang benar, serta pemberian poster edukasi ergonomi 4) Melakukan sosialisasi pentingnya bekerja sesuai SOP

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Potensi Bahaya

Berdasarkan hasil identifikasi potensi bahaya pada proses produksi di PT XYZ, didapati 21 jenis bahaya produksi kecap dan 13 risiko produksi bumbu instan. Bahaya kecelakaan kerja yang telah teridentifikasi dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori, yaitu bahaya mekanik, bahaya fisik, bahaya kimia, dan bahaya ergonomi. Bahaya mekanik meliputi kejadian tertabrak *forklift*, terjepit mesin handok, tertimpa material dari *hoist crane* serta tersayat mesin atau peralatan kerja. Bahaya fisik mencakup paparan uap panas, kebisingan, kontak dengan permukaan mesin, terjatuh dari ketinggian serta kondisi lantai yang licin yang dapat menyebabkan terpeleset. Bahaya kimia meliputi paparan gas fermentasi, paparan aroma spora, serta debu hasil penggilingan yang berpotensi mengganggu kesehatan pekerja. Terakhir, bahaya ergonomi berkaitan dengan postur kerja yang tidak sesuai serta aktivitas berulang yang dapat menyebabkan kelelahan dan gangguan muskuloskeletal.

5.2 Analisis Perhitungan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure mode and effect analysis (FMEA) merupakan suatu metode struktur untuk mengidentifikasi dan mencegah mode kegagalan yang kemungkinan terjadi (Alifka & Apriliani, 2024). Pada metode FMEA, nilai *risk priority number* (RPN) diperoleh dari hasil perkalian *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D). Penilaian dilakukan oleh dua *expert*, yaitu pimpinan produksi kecap dan bumbu instan serta supervisor K3. Berdasarkan nilai RPN, risiko dikelompokkan ke dalam empat kategori, yaitu rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Hasil penilaian menunjukkan terdapat 9 risiko rendah, 19 risiko sedang, 4 risiko tinggi, dan 4 risiko sangat tinggi. Risiko dengan nilai RPN tertinggi pada proses produksi kecap dan bumbu instan berada pada rentang 98–120.

1) Terjepit mesin handok (kecap)

Risiko terjepit mesin handok pada proses produksi kecap memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebesar 98. Risiko terjadi ketika operator mengawasi proses penutupan botol serta membenarkan posisi botol atau tutup yang tidak sesuai sehingga tangan berpotensi berada di dekat bagian mesin yang bergerak. Risiko terjepit dapat terjadi apabila tangan operator berada terlalu dekat dengan bagian mesin yang bergerak. Risiko ini memiliki tingkat keparahan (*severity*) sebesar 8 yang menunjukkan potensi cedera

cukup serius, seperti luka robek hingga patah tulang yang dapat mengganggu kelancaran produksi. Nilai *occurrence* sebesar 3,5 menunjukkan kemungkinan kejadian tergolong rendah, sedangkan nilai *detection* sebesar 3,5 menunjukkan risiko masih dapat dideteksi melalui pengawasan selama mesin beroperasi.

2) Gangguan muskuloskeletal

Risiko gangguan muskuloskeletal memiliki nilai RPN sebesar 108. Risiko ini dapat terjadi pada saat operator melakukan proses kartoning, yaitu menyusun produk ke dalam kardus, menutup kemasan, serta mengangkat dan memindahkan kardus dilakukan secara berulang dengan postur yang kurang ergonomis, seperti membungkuk atau mengangkat beban dengan posisi tubuh yang tidak tepat. Nilai *severity* sebesar 4,5 menunjukkan bahwa risiko dapat menimbulkan penurunan kondisi fisik pekerja berupa cedera punggung atau keluhan muskuloskeletal, namun tidak sampai mengganggu proses kerja secara signifikan. Nilai *occurrence* sebesar 8 menunjukkan risiko sering terjadi akibat aktivitas berulang, sedangkan *detection* sebesar 3 menunjukkan risiko masih dapat dikenali melalui pengamatan postur kerja dan keluhan pekerja.

3) Tertabrak *forklift*

Risiko tertabrak *forklift* memiliki nilai RPN sebesar 112. Risiko ini terjadi di area kartoning yang berdekatan dengan jalur pergerakan *forklift*. Setelah produk selesai dikemas ke dalam kardus, kardus-kardus tersebut ditumpuk di area penyimpanan sementara. Pada saat proses pengangkutan berlangsung, operator kartoning dan operator *forklift* bekerja pada area yang sama sehingga terdapat potensi terjadinya interaksi antara pekerja dengan *forklift*. Nilai *severity* sebesar 8 menunjukkan bahwa kecelakaan tertabrak *forklift* dapat menimbulkan dampak serius, seperti memar, cedera pada tubuh, patah tulang, hingga cedera berat yang dapat mengganggu kelancaran produksi. Nilai *occurrence* sebesar 3,5 menunjukkan kemungkinan kejadian tergolong rendah, sedangkan *detection* sebesar 4 menunjukkan risiko belum mudah dicegah apabila belum terdapat pemisahan yang jelas antara area kerja dan jalur *forklift*.

4) Terjepit mesin handok (bumbu instan)

Risiko terjepit mesin handok pada proses *filling* memiliki nilai RPN sebesar 120. Risiko ini terjadi ketika operator mengoperasikan mesin handok untuk mengisi produk bumbu instan ke dalam kemasan. Selama proses tersebut, operator mengawasi jalannya mesin serta melakukan penyesuaian posisi kemasan yang tidak benar atau terhambat. Nilai

severity sebesar 8 menunjukkan potensi cedera serius, seperti luka robek hingga patah tulang yang dapat mengganggu proses produksi. Nilai *occurrence* sebesar 5 menunjukkan bahwa risiko memiliki kemungkinan terjadi cukup tinggi karena lebih sering melakukan penyesuaian posisi kemasan saat proses *filling*, sehingga peluang tangan berada di area kerja mesin menjadi lebih besar, sedangkan *detection* sebesar 3 menunjukkan risiko masih dapat dideteksi melalui pengawasan dan kepatuhan terhadap prosedur kerja.

5.3 Analisis Diagram Pareto

Berdasarkan diagram Pareto pada Gambar 4.4, risiko kecelakaan kerja pada proses produksi kecap didominasi oleh beberapa *failure mode* utama. Risiko tertinggi adalah tertabrak *forklift* sebesar 13,93%, diikuti terjepit mesin handok sebesar 12,19%, dan kontak dengan *cutter*/pisau sebesar 8,21%. Ketiga risiko tersebut memberikan kontribusi kumulatif sebesar 34,33%, sehingga menjadi sumber risiko utama yang perlu diprioritaskan dalam upaya pengendalian. Adapun risiko lainnya seperti postur kerja tidak ergonomis, material jatuh saat dipindahkan, dan ketidakseimbangan saat memasukkan bahan baku ke dalam tangki, meningkatkan persentase kumulatif menjadi 52,11%.

Persentase kumulatif terus meningkat dengan adanya *failure mode* lain, yaitu terjatuh dari ketinggian sebesar 57,34%, paparan kebisingan sebesar 62,38%, ketidakseimbangan saat memasukkan *raw material* sebesar 67,04%, salah posisi pengangkatan sebesar 71,39%, paparan gas fermentasi sebesar 75,12%, paparan aroma spora/jamur sebesar 78,48%, hingga bahan tumpah yang mencapai 81,84%. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar risiko kecelakaan kerja dipengaruhi oleh beberapa *failure mode* utama. Prinsip Pareto ini menjadi panduan untuk menemukan kegiatan apa yang dapat dilakukan (20%), sehingga dapat memengaruhi hasil (80%) (Amri & Nurjaya, 2022).

Pada gambar 4.5 diketahui bahwa risiko kecelakaan kerja pada proses produksi bumbu instan didominasi oleh beberapa *failure mode* utama. Risiko tertinggi adalah terjepit mesin handok sebesar 16,65%, diikuti gangguan muskuloskeletal sebesar 14,27%, dan kontak dengan alat tajam (pisau/*cutter*) sebesar 11,10%. Ketiga risiko tersebut secara kumulatif mencapai 42,02%, yang menunjukkan bahwa hampir setengah potensi kecelakaan berasal dari tiga sumber utama. Selain itu, risiko tertabrak *forklift* dan tangan terkena bilah pisau turut meningkatkan persentase kumulatif menjadi 58,97%.

Selanjutnya, persentase kumulatif terus meningkat secara bertahap, yaitu kontak dengan mesin *sealer* sebesar 66,11%, tangan terkena agitator *mixer* sebesar 72,98%, hingga salah posisi

pengangkatan bahan baku yang mencapai 79,32%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa beberapa *failure mode* utama memberikan kontribusi terbesar terhadap risiko kecelakaan kerja pada proses produksi bumbu instan. Dengan demikian, diagram pareto melengkapi dan mendukung hasil analisis FMEA dalam menentukan risiko yang menjadi prioritas sehingga analisis menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) dapat difokuskan pada risiko yang paling dominan.

5.4 Analisis Fault Tree Analysis (FTA)

Berdasarkan hasil diagram pareto, dua risiko dengan frekuensi tertinggi pada masing-masing produk dipilih sebagai prioritas untuk dianalisis menggunakan *fault tree analysis* (FTA). Pemilihan tersebut dilakukan karena kedua risiko tersebut merupakan risiko yang paling dominan dibandingkan risiko lainnya, sehingga analisis difokuskan pada risiko yang memberikan kontribusi terbesar terhadap kejadian kecelakaan kerja. Pada produk kecap, risiko prioritas meliputi tertabrak *forklift* dan terjepit mesin handok, sedangkan pada produk bumbu instan meliputi terjepit mesin handok dan gangguan muskuloskeletal. Secara keseluruhan diperoleh tiga risiko dominan, yaitu tertabrak *forklift*, terjepit mesin handok, dan gangguan muskuloskeletal. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian (Akmal et al., 2025), yang menggunakan diagram pareto untuk menentukan risiko prioritas dan memilih tiga risiko tertinggi sebagai fokus analisis lanjutan.

Ketiga risiko tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan *fault tree analysis* (FTA), yaitu metode yang digunakan mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan ditampilkan dalam bentuk pohon kesalahan (Wicaksono & Yuamita, 2022). Setelah penyusunan diagram FTA, diperoleh *basic event* yang menjadi penyebab dasar dari masing-masing risiko. Pada Gambar 4.6, risiko terjepit mesin handok ditetapkan sebagai *top event* yang dipengaruhi oleh dua *intermediate event* atau faktor utama yang dihubungkan menggunakan gerbang AND.

a. Tangan mengenai mesin yang beroperasi

Intermediate event faktor tangan mengenai mesin yang beroperasi diawali dengan membuka gerbang *or gate* yang menghasilkan dua *intermediate event* yaitu pekerja tidak fokus dan tidak memakai alat pelindung diri (APD).

b. Sistem pengaman kurang memadai

Intermediate event faktor sistem pengaman kurang memadai menghasilkan *basic event guarding* tidak dipasang.

Pada Gambar 4.7, risiko tertabrak *forklift* ditetapkan sebagai *top event* yang dipengaruhi oleh tiga *intermediate event*, yaitu pekerja berada di jalur *forklift*, operator *forklift* kurang fokus, dan *forklift* tidak layak pakai, yang dihubungkan menggunakan gerbang OR.

a. Pekerja berada di jalur *forklift*

Intermediate event pekerja berada di jalur *forklift* dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu melintas di area *forklift* dan tidak hati-hati saat bekerja. Kedua faktor tersebut dihubungkan menggunakan gerbang OR, sehingga salah satu faktor dapat menyebabkan pekerja berada di jalur *forklift*.

1) Melintas di area *forklift*

Intermediate event melintas di area *forklift* disebabkan oleh tidak adanya pembatas jalur dan area *crossing* yang tidak diberi tanda sebagai *basic event*.

2) Tidak hati – hati saat bekerja

Intermediate event tidak hati-hati saat bekerja disebabkan oleh pekerja menggunakan *handphone* saat berjalan yang merupakan *basic event*.

b. Operator *forklift* kurang fokus

Intermediate event operator *forklift* kurang fokus menghasilkan *basic event*, yaitu operator mengalami kelelahan saat mengoperasikan *forklift*.

c. *Forklift* tidak layak pakai

Intermediate event *forklift* tidak layak pakai dipengaruhi oleh *maintenance* yang tidak berjalan dan kelengkapan keselamatan *forklift* yang tidak memadai.

1) *Maintenance* tidak berjalan

Intermediate event *maintenance* tidak berjalan dipengaruhi oleh kurangnya personel dan tidak adanya jadwal *maintenance*. Kedua faktor tersebut merupakan *basic event* dan dihubungkan menggunakan gerbang OR.

2) Kelengkapan *safety forklift* tidak memadai

Intermediate event kelengkapan keselamatan *forklift* tidak memadai menghasilkan *basic event*, yaitu spion *forklift* rusak atau tidak tersedia.

Pada Gambar 4.8, gangguan muskuloskeletal ditetapkan sebagai *top event* yang dipengaruhi oleh dua *intermediate event*, yaitu teknik pengangkatan yang tidak benar dan posisi duduk membungkuk, yang dihubungkan menggunakan gerbang OR.

a. Teknik pengangkatan tidak benar

Intermediate event teknik pengangkatan tidak benar disebabkan oleh dua *basic event*, yaitu kurangnya pengetahuan pekerja mengenai ergonomi dan pekerja yang terburu-buru saat melakukan aktivitas pengangkatan, yang dihubungkan menggunakan gerbang OR.

b. Posisi duduk membungkuk

Intermediate event posisi duduk membungkuk disebabkan oleh dua *basic event*, yaitu tidak adanya sandaran kursi dan tinggi kursi yang terlalu rendah, yang dihubungkan menggunakan gerbang OR.

5.5 Usulan Mitigasi Risiko

Mitigasi risiko merupakan tindakan pengendalian yang dilakukan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya risiko serta meminimalkan dampak yang dapat ditimbulkan.

Berdasarkan tabel 4.6, risiko mitigasi difokuskan terhadap risiko prioritas atau yang memiliki nilai tertinggi pada hasil *failure mode and effect analysis* (FMEA) serta penggambaran *fault tree analysis* (FTA). Adapun rencana usulan mitigasi yang diperoleh yaitu:

a. Usulan mitigasi risiko terjepit mesin handok

Pada visualisasi diagram pohon, terdapat 3 *basic event* yang mendasari terjadinya risiko terjepit mesin handok:

1) Pekerja tidak fokus

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan pada saat pekerja tidak fokus adalah melakukan *safety briefing* sebelum pekerjaan dimulai untuk mengingatkan pekerja mengenai potensi bahaya pada mesin – mesin yang ada di lapangan khususnya mesin handok. Perusahaan juga perlu meningkatkan pengawasan oleh supervisor dan divisi K3 melalui kegiatan monitoring secara berkala selama proses produksi.

2) Tidak memakai APD

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan pada saat pekerja tidak memakai APD adalah memberikan sosialisasi mengenai fungsi dan pentingnya APD serta menerapkan sistem penghargaan bagi pekerja yang disiplin dan sanksi bagi pekerja yang tidak mematuhi ketentuan penggunaan APD agar kepatuhan pekerja semakin meningkat.

3) *Guarding* tidak dipasang

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan pada kondisi *guarding* tidak dipasang adalah melakukan inspeksi rutin terhadap kondisi *guarding* sebelum dan selama mesin dioperasikan untuk memastikan tidak terdapat tali, ganjalan, atau modifikasi

lain yang menonaktifkan fungsi pengaman. Selanjutnya, melakukan sosialisasi mengenai *unsafe action* dan *unsafe condition* kepada seluruh pekerja agar memahami berbagai perilaku dan kondisi yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja.

b. Usulan mitigasi risiko tertabrak *forklift*

1) Tidak ada pembatas jalur

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan pada kondisi tidak ada pembatas jalur adalah perusahaan disarankan memasang pembatas jalur (*barrier* atau *guardrail*) yang memisahkan jalur *forklift* dengan jalur pejalan kaki.

2) Area *crossing* tidak diberi tanda

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan pada kondisi area *crossing* tidak diberi tanda adalah perusahaan perlu memberikan marka lantai dan rambu peringatan pada seluruh area *crossing*. Selain itu, dapat dipasang lampu peringatan dan *alarm* di area dengan jarak pandang terbatas.

3) Menggunakan HP saat berjalan

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan pada kondisi pekerja menggunakan HP saat berjalan adalah perusahaan perlu menetapkan kebijakan yang melarang penggunaan telepon genggam saat berjalan di area produksi, khususnya pada jalur *forklift*.

4) Kelelahan

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan pada kondisi pekerja kelelahan adalah untuk meningkatkan pemahaman tentang pentingnya kualitas tidur seperti mengatur jadwal mengatur jadwal tidur yang teratur, serta menghindari kebiasaan yang dapat mengganggu kualitas tidur sebelum bekerja. Perusahaan juga perlu menerapkan pemeriksaan *fit to work* sebelum pekerja memulai *shift* untuk memastikan kondisi fisik dan mental dalam keadaan layak bekerja.

5) Kurang personel

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan pada kondisi kurang personel adalah perusahaan perlu melakukan evaluasi kebutuhan tenaga kerja sesuai dengan beban kerja. Apabila hasil evaluasi menunjukkan kekurangan, perusahaan dapat menambah jumlah personel atau mengatur pembagian tugas agar beban kerja pekerja tetap seimbang.

6) Tidak adanya jadwal *maintenance*

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan pada kondisi tidak adanya jadwal *maintenance* adalah personil perusahaan disarankan menyusun jadwal pemeliharaan preventif secara berkala serta melakukan inspeksi harian terhadap kondisi *forklift* sebelum digunakan.

7) Spion rusak atau tidak tersedia

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan pada kondisi spion rusak atau tidak tersedia adalah perusahaan perlu memastikan seluruh *forklift* dilengkapi spion yang berfungsi dengan baik melalui inspeksi sebelum pengoperasian. Spion yang rusak harus segera diperbaiki atau diganti, dan *forklift* tidak boleh dioperasikan sebelum seluruh perangkat keselamatan berada dalam kondisi layak. Selain itu, perusahaan harus menyediakan *stock* spion yang optimal.

c. Usulan mitigasi risiko postur kerja tidak ergonomis

1) Tidak ada sandaran kursi

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan pada kondisi tidak ada sandaran kursi adalah perusahaan disarankan menyediakan kursi kerja yang dilengkapi dengan sandaran punggung sesuai prinsip ergonomi agar dapat menopang tulang belakang selama bekerja.

2) Tinggi kursi terlalu rendah

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan pada kondisi tinggi kursi terlalu rendah adalah mengganti kursi dengan tinggi yang sesuai dengan antropometri mayoritas pekerja dan tinggi meja kerja sehingga pekerja dapat mempertahankan postur duduk yang lebih netral selama proses kartoning.

3) Pekerja kurang mengetahui ilmu ergonomi

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan pada kondisi pekerja kurang mengetahui ilmu ergonomi adalah memberikan pelatihan atau sosialisasi mengenai prinsip ergonomi, termasuk cara menerapkan postur kerja yang benar dan pengaturan posisi kerja yang sesuai.

4) Pekerja terburu – buru

Usulan perbaikan yang dapat dilakukan yaitu melakukan pengaturan target kerja yang realistis sesuai kapasitas pekerja sehingga pekerja tidak merasa terburu-buru dalam menyelesaikan pekerjaannya.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat disusun kesimpulan sebagai berikut:

1. Risiko kecelakaan dominan pada proses produksi kecap dan bumbu instan adalah risiko terjepit mesin handok pada proses *filling* produksi bumbu instan dengan nilai RPN sebesar 120, tertabrak *forklift* pada proses kartoning dengan nilai RPN sebesar 112, gangguan muskuloskeletal pada proses kartoning dengan nilai RPN sebesar 108, dan terjepit mesin handok pada proses *filling* produksi kecap dengan nilai RPN sebesar 98.
2. Penyebab risiko terjepit mesin *handok* adalah optimalnya penerapan pengaman mesin dan perilaku pekerja saat mesin beroperasi. Selanjutnya risiko tertabrak *forklift* disebabkan oleh kondisi jalur kerja, perilaku pekerja serta kurangnya fasilitas pendukung seperti pemisah jalur *forklift* dan marka jalur, sedangkan risiko gangguan muskuloskeletal disebabkan oleh ketidaksesuaian fasilitas kerja dan penerapan prinsip ergonomi yang belum optimal.
3. Mitigasi risiko di PT XYZ adalah meningkatkan kepatuhan terhadap SOP, pelaksanaan pelatihan keselamatan kerja rutin, pemasangan poster edukasi perilaku aman, pemasangan rambu keselamatan, pemisahan jalur *forklift* dengan area pekerja, serta perbaikan postur dan fasilitas kerja sesuai prinsip ergonomi. Implementasi usulan tersebut diharapkan mampu menurunkan risiko kecelakaan kerja pada proses produksi kecap dan bumbu instan.

6.2 Saran

Bersasarkan hasil penelitian, penulis memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat membangun bagi pihak terkait dan peneliti selanjutnya:

1. Saran bagi Perusahaan
Memperkuat penerapan peraturan dan standar operasional prosedur (SOP) yang berlaku di perusahaan guna meminimalkan terjadinya kelalaian kerja yang dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Selain itu, pelatihan secara berkala bagi operator perlu

dilakukan untuk meningkatkan kompetensi dan kesadaran pekerja terhadap Kesehatan dan keselamatan kerja

2. Saran bagi peneliti selanjutnya

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperluas cakupan objek penelitian, tidak terbatas pada produk tertentu dari perusahaan. Penggunaan data historis yang lebih lengkap juga diperlukan untuk meningkatkan kualitas dan ketepatan hasil analisis.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, R. S., Sutrisno, & Jibril, A. (2025). Analisis Risk Priority Number (RPN) Dalam Menentukan Tingkat Kegagalan Mesin Cold Storage. *Jurnal Cendekia Ilmiah*, 4(3).
- Alfiah, C., Asih, A. Y. P., Afridah, W., & Fasya, A. H. Z. (2023). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan metode Failure Mode and Effect Analysis pada Pekerja Proyek Konstruksi: Literature Review. *Jurnal Ilmu Psikologi Dan Kesehatan*, 1(4), 283–290. <https://doi.org/10.47353/sikontan.v1i4.715>
- Alhamda, W. S., Noviyarsi, Muchtiar, Y., & Setiawati, L. (2022). Analisa Penyebab Tinta Berserakan pada Proses Produksi Notepad Menggunakan Fault Tree Analysis (FMEA). *Jurnal Teknik Industri-Universitas Bung Hatta*, 9(1), 41–50.
- Alifka, K. P., & Apriliani, F. (2024). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Factory Jurnal Industri, Manajemen Dan Rekayasa Sistem Industri*, 2(3), 97–118. <https://doi.org/10.56211/factory.v2i3.486>
- Amri, A., & Nurjaya, M. (2022). “Delapan Puluh, Dua Puluh”: Membangun Budaya Organisasi Dengan Penerapan Prinsip Pareto di KSPPS Bakti Huria Syariah. *Jurnal Ilmiah Ilmu - Ilmu Sosial*, 5(2).
- Ananda, S., Bermansyah, Handiny, F., & Lucellia, N. (2025). Faktor – Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Kecelakaan Kerja Pada Tenaga Kerja Bagian Produksi di PT X Kabupaten X Tahun 2025. *Jurnal Dunia Ilmu Kesehatan (JURDIKES)*, 3(2), 74–81. <https://doi.org/10.59435/jurdikes.v3i2.591>
- Anggita, P., Ayu Titisari, M., & Hadi, S. (2025). Occupational Health and Safety Risk Analysis Using FMEA Methods (Failure Mode and Effect Analysis) Approach Industrial Engineering Manufacturing Process Laboratory of PGRI Adi Buana Surabaya University. *Wahana Aktivitas Dan Kreativitas Teknologi Unipasby*, 23(02), 98–106. <https://doi.org/10.36456/rwxk0q97>
- Anwar, C., Tambunan, W., & Gunawan, S. (2019). Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dengan Metode Hazard and Operability Study (HAZOP). *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, 4(2), 61–70.
- Arfiansyah, D., Setyowati, E., & Ramli, S. (2026). Analysis Of Potential Hazards and Risk in Engineering, Procurement & Construction Services Project for Deconstraint Facility Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method at PT. Raga Perkasa Ekaguna (RPE) Duri, Riau. *International Journal Of Environmental, Sustainability and Social Science*, 7(1).
- Arman, U. D., Melasari, J., & Suwanda, A. R. (2022). Identifikasi Penyebab Kecelakaan Kerja Konstruksi Menggunakan Accident Root Cause Tracing Model (ARCTM) dan Fault Tree Analysis (FTA). *Cantilever: Jurnal Penelitian Dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 11(1), 17–28. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v11i1.112>

- Azizah, N. N. (2020). Produksi dalam Ekonomi Islam. *Journal of Islamic Banking*, 1(2).
- Bastuti, S. (2019). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA untuk Menurunkan Tingkat Risiko Kecelakaan Kerja (PT. Berkah Mirza Insani). *Teknologi*, 2(1), 2620–5726.
- Billa, C., & Husaini, A. (2023). Pemahaman Resiko Dan Manajemen Resiko. *Jurnal Nuansa: Publikasi Ilmu Manajemen Dan Ekonomi Syariah*, 1(3), 318–325. <https://doi.org/10.61132/nuansa.v1i3%20September.272>
- Cintya, D., Keke, Y., & Sodikin, A. (2021). Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Terhadap Upaya Zero Accident. *Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi Dan Logistik*, 7(1). <https://journal.itltrisakti.ac.id/index.php/jmbtl>
- Della, I., Putri, N. Z., Nurullita, U., & Harahap, Z. A. (2025). Hubungan Unsafe Action, Unsafe Condition, dan Pengawasan Dengan Kejadian Kecelakaan Kerja Pada Pekerja di Industri Furniture. *Prosiding Seminar Nasional Unimus*.
- Dini, Nissa, & Iriani. (2024). Analisis Gangguan Penyulang Dengan Menggunakan Diagram Pareto dan Diagram Fishbone di UP3 di Bojonegoro. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 4(2). <http://jurnal.minartis.com/index.php/jsit>
- Dwi, U. K., Hafidzi, A. H., & Reskiputri, T. D. (2025). Analisis Manajemen Risiko Bisnis Pada Kedai Kopi Katege Menggunakan ISO 31000. *Jurnal Sains Manajemen Dan Bisnis Indonesia*, 15(2), 2541–2566.
- Fadhlan, A. A., Fajar, A. N., Novrikasari, & Windusari, Y. (2023). Penggunaan Instrumen Penilaian K3 Terhadap Angka Kejadian Penyakit Pernafasan Dan Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Kayu: Systematic Literature Review. *Jurnal Keperawatan*, 15(S4). <http://journal.stikeskendal.ac.id/index.php/Keperawatan>
- Firdaus, D. S., Widodo, L., & Adianto. (2023). Implementasi Risiko Kecelakaan Kerja pada Proses Produksi dengan Menggunakan Metode HIRARC, HAZOP, dan FMEA (Studi Kasus pada PT Indofood Fortuna Makmur). *Jurnal Mitra Teknik Industri*, 2(1), 56–65.
- Fitriani, A., & Setiawati, M. (2025). Implementasi Pengendalian Risiko dalam Meningkatkan Efektivitas Manajemen Sekolah. *Jurnal Ilmu Manajemen Dan Pendidikan*, 02(3), 829–832.
- Fridayanti, N., & Kusumasmoro, R. (2016). Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja di PT Ferron Par Pharmaceuticals Bekasi. *Jurnal Administrasi Kantor*, 4(1), 211–234.
- Geofanny, G. K., & Tanaamah, A. R. (2022). Sistem Manajemen Risiko Berbasis ISO 31000:2018 Di PT. Bawen Mediatama. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 9(4), 2870–2878. <http://jurnal.mdp.ac.id>
- Ghasemi, F., Doosti-Irani, A., & Aghaei, H. (2023). Applications, Shortcomings, and New Advances of Job Safety Analysis (JSA): Findings from a Systematic Review. In *Safety and Health at Work* (Vol. 14, Number 2, pp. 153–162). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2023.03.006>

- Hajriyani, N. L., Harisudin, M., & Khomah, I. (2019). Pengendalian Kualitas Produk Madu di PT. Madu Pramuka, Gringsing, Batang, Jawa Tengah dengan Metode Statistical Quality Control (SQC). *Agrista*, 6(3).
- Handari, S. R. T., & Qolbi, M. S. (2021). Faktor-Faktor Kejadian Kecelakaan Kerja pada Pekerja Ketinggian di PT. X Tahun 2019. *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 17(1). <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/JKK>
- Handoko, Y., Rahman, A., Qonitan, F., & Bayu, S. (2022, September 12). Occupational Risk Assessment Using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method in the Production Room of Bearing Industry. *EAI Innovating Research*. <https://doi.org/10.4108/eai.31-3-2022.2320941>
- Hanif, Y. R., & Basuki, M. (2022). Penilaian Risiko K3 pada Proses Pembangunan Kapal Bantu Rumah Sakit (BRS) menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Matrik Risiko. *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan*, 1(1), 280–288. <https://ejurnal.itats.ac.id/semitan>
- Hendro, V., & Apsari, A. (2023). Pengendalian Risiko Bahaya Kecelakaan dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Hazard Identification Risk Assesment (HIRA). *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro Dan Komputer*, 3(2), 333–340. <https://doi.org/10.51903/juritek.v3i2.1872>
- Jailani, H. Y., Ningsih, M. S., Fardedi, Oktabriana, G., & Rahmah, M. (2025). Perkembangan Produksi Komoditas Unggulan Perkebunan Kabupaten Lima Puluh Kota. *Journal of Science and Social Research*, (3), 4754–4761. <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR>
- Kartikasari, V., & Romadhon, H. (2019). Analisa Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Proses Pengalengan Ikan Tuna Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) Studi kasus di PT XXX Jawa Timur. *Journal of Industrial View*, 1(1).
- Khairiah, S., & Widajati, N. (2020). Analisis Implementasi Penanggulangan Kejadian Luar Biasa Difteri di Wilayah Kerja Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. *Medical Technology and Public Health Journal*, 4(2).
- Kurnianto, M. F., & Azizah, F. N. (2022). Usulan Perbaikan Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fishbone Diagram. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(1).
- Kusumastuti, T., Eliza, C. P., Hanifah, A. N., & Choirala, Z. M. (2024). Identifikasi bahaya dan metode identifikasi bahaya pada proses industri dan manajemen risiko. *Environment Education and Conservation*, 1(1). <https://doi.org/10.61511/educo.v1i1.2024.527>
- Laali, R. S. (2021). Analisis Kecelakaan Kerja pada Bengkel Bubut dan Las Wijaya dengan Metode Job Safety Analysis (Jsa) dengan Pendekatan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea). *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 6(4), 1967. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v6i4.2473>

- Luo, Z., & Cheng, H. Y. (2021). Failure Analysis of Asphalt Foaming Device Based on FEMA and FTA. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1043(2). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1043/2/022019>
- Monoarfa, V., & Miolo, R. N. B. (2022). Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode HIRARC Pada UMKM Pabrik Tahu. *Mopolayio: Jurnal Pengabdian Ekonomi*, 2(1).
- Muliani, K., Azriadi, E., & Musridho, R. J. (2025). Service Performance Analysis Using Fault Tree Analysis (FTA) at the Investment and One-Stop Integrated Services Office (Case Study in Kampar Regency). *Journal of Engineering Science and Technology Management (JES-TM)*, 5(2), 294–303. <https://doi.org/10.31004/jestm.v5i2.299>
- Myrtanti, R. D., & Suardika, I. B. (2022). Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pekerja Bagian Produksi di Industri Pencacah Plastik dengan Menggunakan Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 7(2).
- Nurhayati, I., Pratiwi, A. Y., & Hidayati, M. (2021). Pengaruh Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) terhadap Produktivitas Kerja Perekam Medis Bagian Filing. *Jurnal Wiyata*, 8(2).
- Oktavia, D., & Mardi, Y. (2024). Analisis Manajemen Risiko Di Unit Rekam Medis Rumah Sakit Umum Aisyiah Padang. *Journal Of Social Science Research*, 4(6).
- Prasetya, R. Y., Suhermanto, S., & Muryanto, M. (2021). Implementasi FMEA dalam Menganalisis Risiko Kegagalan Proses Produksi Berdasarkan RPN. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 20(2), 133. <https://doi.org/10.20961/performa.20.2.52219>
- Prisilia, H., & Purnomo, A. (2022). Manajemen Risiko K3 dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) untuk Mengidentifikasi Potensi dan Penyebab Kecelakaan Kerja (Studi Kasus: Tahap II Pembangunan Gedung Laboratorium DLH Banyuwangi). *Tekmapro : Journal of Industrial Engineering and Management*, 17(2), 73–84.
- Priyambada, A., Finali, A., Prasetya, I. S., Umar, M. L., & Utomo, R. E. (2024). Analisa Penyebab Kerusakan pada Belt Conveyor di PT XYZ Menggunakan Metode FTA dan FMEA. *Journal of Sciencetech Research and Development*, 6(1). <https://idm.or.id/JSCR/inde>
- Priyohadi, N. D., & Achmadiansyah, A. (2021). Hubungan Faktor Manajemen K3 dengan Tindakan Tidak Aman (Unsafe Action) pada Pekerja PT Pelabuhan Penajam Banua Taka. *Jurnal Baruna Horizon*, 4(1).
- Rafsanjani, H. (2016). Etika Produksi Dalam Kerangka Maqashid Syariah. *Jurnal Perbankan Syariah*, 1(2).
- Rahman, M. A., & Afridah, W. (2023). Faktor Kecelakaan Kerja dengan Metode Job Safety Analysis. *Jurnal Multidisiplin Indonesia*, 2(4), 693–698. <https://doi.org/10.58344/jmi.v2i4.201>

- Rizal, M., Jufriyanto, M., & Rizqi, A. W. (2022). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) (Studi Kasus: Pekerja Project Economizer, Tangki Scrubber dan Draiyer di Bengkel Fabrikasi PT. Petrokimia Gresik). *Jurnal Sains, Teknologi, Dan Industri*, 20(1), 156–165.
- Saleh, H., Sibua, A., Kusman, M. R., & Weka, D. (2025). Identifikasi dan Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode JSA (Job Safety Analysis) di PT. PLN ULP Daruba. *Jurnal Teknik*, 5(1).
- Salim, B. S., Ratnaningsih, A., & Arifin, S. (2024). Analisis Akar Penyebab Risiko K3 Pelaksanaan Pekerjaan Abutment dan Pemasangan Girder Metode Fault Tree Analysis (FTA) Proyek Tol Solo - NYIA Kulon Progo. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), 279–292. <https://doi.org/10.29103/tj.v14i1.1078>
- Saputra, B. R., & Widodo, I. D. (2023). Analisis Pengendalian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada PT. ABC. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 7(2), 128–139. <https://doi.org/10.18196/jmpm.v7i2.19405>
- Suriyadi, & Azmi, F. (2022). Pengembangan Manejemenn Resiko Pada Instansi Pendidikan. *Jurnal Universitas Dharmawangsa*, 16(3), 543–553.
- Ullah, E., Baig, M. M., GholamHosseini, H., & Lu, J. (2022). Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to Identify and Mitigate Failures in a Hospital Rapid Response System (RRS). *Heliyon*, 8(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08944>
- Wardhani, R., Sarungu, S., & Norhidayah, S. (2024). Teknik Pengendalian Mutu dengan Menggunakan Metode Diagram Pareto dalam Mencapai Customer Satisfaction. *Jurnal Teknosains Kodepena*, 04(02), 7–11.
- Wessiani, N. A., & Yoshio, F. (2018). Failure mode effect analysis and fault tree analysis as a combined methodology in risk management. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 337(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/337/1/012033>
- Wicaksono, A., & Yuamita. (2022). Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Meminimalkan Cacat Kaleng Di PT XYZ. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 1(3), 145–154.
- Widodo, D. S. (2023). Determinasi Pelatihan, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) terhadap Kepuasan Kerja. *Jurnal Ilmu Multidisiplin*, 1(4).
- Wijayaningtyas, M., Ilmi, N., & Winanda, L. A. R. (2024). Occupational Health and Safety Risk Analysis with The Fault Tree Analysis Method. *E3S Web of Conferences*, 476. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447601061>
- Yildirim, B., Kamidelivand, M., Dimitrov, N., & Kolios, A. (2026). Failure mode risk prioritization for floating wind turbines: An expert-based FMEA framework from IEA wind task 49. *Energy Reports*, 15(109072). <https://doi.org/10.1016/j.egy.2026.109072>

- Yunita, D. R., Ulum, R. B., & Wibowo, P. A. (2025). Analisis Pengendalian Kualitas dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk Mengurangi Produk Cacat Klem Accu di IKM Geulis Automotif. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(3), 3342–3353. <https://doi.org/10.31004/jutin.v8i3.48228>
- Zuhal, A. R., & Hudaya, C. (2025). Risk Assessment of Telecommunication Maintenance in High-Voltage Substations Using HIRARC and FMEA. *International Journal of Electrical, Energy and Power System Engineering*, 8(3), 267–277. <https://doi.org/10.31258/ijeepse.8.3.267-277>
- Zulfa, N., Irsyad, & Setiawati, M. (2025). Manajemen Risiko: Konsep, Peran, Tujuan, dan Proses dalam Pengelolaan Organisasi untuk Meningkatkan Stabilitas dan Kinerja. *Jurnal Ilmu Manajemen Dan Pendidikan*, 02(03), 838–842.

LAMPIRAN

A-Surat Penelitian Perusahaan

SURAT KETERANGAN MAGANG

Yang bertanda tangan di bawah ini, menerangkan bahwa :

AQEELA RIZA TAMANNI

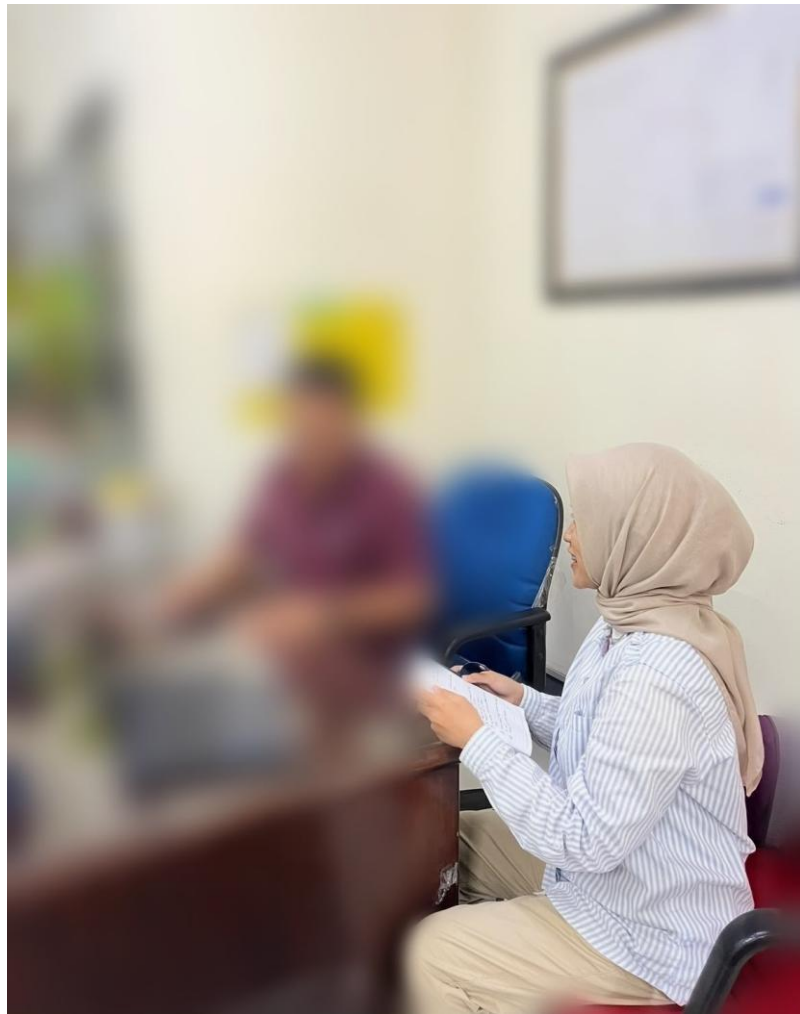
Telah melaksanakan kegiatan magang di PT.
30 Maret 2026 – 22 Mei 2026 di Departemen Manufacturing.

Demikian surat keterangan ini diberikan untuk digunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan kerjasamanya, kami ucapkan terima kasih.

Surat Keterangan Magang

Bekasi, 22 Mei 2026

B-Wawancara dengan Supervisor K3



C-Tabel Hasil Penilaian FMEA Produksi Kecap (Pimpinan Produksi Kecap)

No	Proses	Failure Mode	Effect of failures	Rating		
				S	O	D
1	Penerimaan & Penyimpanan bahan baku	Salah posisi pengangkatan bahan baku	Cedera punggung/pinggang	4	4	2
	fermentasi	Material jatuh saat dipindahkan	Kaki memar/terkilir	5	2	3
	Pencucian &					
2	Perendaman kedelai	Lantai basah/licin	Terpeleset	3	2	3
3	Pemasakan Kedelai	Paparan suhu/uap panas	Kemerahan, kelelahan	4	2	2
				3	3	2
4	Roasting & Grinding	Debu hasil penggilingan	Gangguan pernapasan	3	3	2
	Gandum	Paparan kebisingan	Gangguan pendengaran	4	2	1
		Tumpahan bahan/kebocoran	Terpeleset	4	6	2
		Ketidakseimbangan saat memasukkan RM ke <i>mixing tank</i>	Kaki memar/bengkak	2	5	2
5	Mixing Bahan			2	4	4
6	Fermentasi koji	Paparan aroma spora/jamur	Iritasi saluran pernapasan, batuk	8	2	3
7	Fermentasi Moromi	Paparan gas fermentasi	Pusing, mual, iritasi saluran pernapasan	3	3	3
				4	2	3
		Terjatuh dari ketinggian	Memar, retak pada tulang			
8	Pressing	Lantai basah/licin	Terpeleset, kaki memar			
9	Mixing bahan kecap	Ketidakseimbangan saat memasukkan RM ke <i>mixing tank</i>	Tertimpa bahan baku			
10	Pemasakan kecap	Material tumpah	Terpeleset	3	3	3
		Paparan panas/uap	Kemerahan, luka bakar ringan	2	2	2
11	Filling & Labelling	Kontak permukaan mesin	Luka bakar ringan, kemerahan	3	3	2
		Bagian mesin handok bergerak	Luka sobek/jari terjepit	8	4	4
		Kontak dengan <i>sealer</i> panas	Luka bakar pada tangan	4	3	2
12	Kartoning	Kontak dengan cutter/pisau	Luka gores pada tangan	3	5	4
		Postur kerja tidak ergonomis	Nyeri punggung bawah	3	5	3
		Tertabrak forklift	Memar/cedera pada	9	4	4

tubuh

D-Tabel Hasil Penilaian FMEA Produksi Kecap (*Supervisor K3*)

No	Proses	Failure Mode	Effect of failures	Rating		
				S	O	D
1	Penerimaan & Penyimpanan bahan baku fermentasi	Salah posisi pengangkatan bahan baku	Cedera punggung/pinggang	4	3	3
		Material jatuh saat dipindahkan	Kaki memar/terkilir	5	4	3
2	Pencucian & Perendaman kedelai	Lantai basah/licin	Terpeleset	3	2	1
				3	3	2
3	Pemasakan Kedelai	Paparan suhu/uap panas	Kemerahan, kelelahan	3	4	2
4	Roasting & Grinding Gandum	Debu hasil penggilingan	Gangguan pernapasan	3	6	4
5	Mixing Bahan	Paparan kebisingan	Gangguan pendengaran	4	2	3
		Tumpahan bahan/kebocoran	Terpeleset	4	5	2
		Ketidakseimbangan saat memasukkan RM ke mixing tank	Kaki memar/bengkak	4	4	2
6	Fermentasi koji	Paparan aroma spora/jamur	Iritasi saluran pernapasan, batuk	2	6	2
		Paparan gas	Pusing, mual, iritasi	6	2	3
7	Fermentasi Moromi	fermentasi	saluran pernapasan	3	3	2
		Terjatuh dari ketinggian	Memar, retak pada tulang	6	3	3
8	Pressing	Lantai basah/licin	Terpeleset, kaki memar	3	3	3
				3	4	2
9	Mixing bahan kecap	Ketidakseimbangan saat memasukkan RM ke <i>mixing tank</i>	Tertimpa bahan baku	3	3	2
				8	3	3
10	Pemasakan kecap	Material tumpah	Terpeleset	4	3	2
		Paparan panas/uap	Kemerahan, kelahan	3	7	4
11	Filling & Labelling	Kontak permukaan mesin	Luka bakar ringan, kemerahan	3	7	3
		Bagian mesin handok bergerak	Luka sobek/jari terjepit	7	3	4
		Kontak dengan <i>sealer</i> panas	Luka bakar pada tangan			
		Kontak dengan <i>cutter</i> /pisau	Luka gores pada tangan			
12	Kartoning	Postur kerja tidak ergonomis	Nyeri punggung bawah			

Tertabrak <i>forklift</i>	Memar/cedera pada tubuh
---------------------------	----------------------------

E-Tabel Hasil Penilaian FMEA Produksi Bumbu (Pimpinan Bumbu Instan)

No	Proses	Failure Mode	Effect of failures	Rating		
				S	O	D
1	Penerimaan & Penyimpanan RM	Material jatuh saat dipindahkan	Tangan/kaki tertimpa material	4	2	4
		Salah posisi pengangkatan bahan baku	Cedera punggung/pinggang	4	4	4
2	Pencucian & Preparasi RM	Lantai basah/licin	Terpeleset	2	2	2
3	Cutting	Tangan terkena bilah pisau	Luka sayat/sobek/putus pada tangan	8	2	2
		Postur kerja tidak ergonomis	Nyeri punggung/otot tegang	4	3	3
4	Grinding	Postur kerja tidak ergonomis	Nyeri punggung/otot tegang	4	4	2
5	Mixing & Frying	Tangan terkena <i>agitator mixer</i>	Jari terjepit/luka sayat pada tangan	6	2	4
		Paparan bahan panas	Luka bakar ringan pada kulit	3	5	3
6	Filling	Bagian mesin handok yang bergerak	Tidak fokus, tangan terlalu dekat dengan mesin filling	7	6	3
		Kontak dengan mesin <i>sealer</i> panas	Luka bakar ringan/sedang pada tangan	4	2	2
7	Kartoning	Postur kerja tidak ergonomis	Cedera punggung	4	8	4
		Kontak dengan alat tajam (<i>cutter/pisau</i>)	Tergores pisau//alat tajam	3	6	3
		Tertabrak forklift	Memar pada tubuh/patah tulang ringan	6	3	4

F-Tabel Hasil Penilaian FMEA Produksi Bumbu Instan (Supervisor K3)

No	Proses	Failure Mode	Effect of failures	Rating		
				S	O	D
1	Penerimaan & Penyimpanan RM	Material jatuh saat dipindahkan	Tangan/kaki tertimpa material	4	2	4
		Salah posisi pengangkatan bahan baku	Cedera punggung/pinggang	4	4	2
2	Pencucian & Preparasi RM	Lantai basah/licin	Terpeleset	4	4	2
3	Cutting	Tangan terkena bilah pisau	Luka sayat/sobek/putus pada tangan	8	3	4
		Postur kerja tidak ergonomis	Nyeri punggung/otot tegang	4	2	3
4	Grinding	Postur kerja tidak ergonomis	Nyeri punggung/otot tegang	5	4	2
				7	2	4
5	Mixing & Frying	Tangan terkena agitator mixer	Jari terjepit/luka sayat pada tangan	3	4	3
6	Filling	Paparan bahan panas	Luka bakar ringan pada kulit	9	4	3
		Bagian mesin handok yang bergerak	Tidak fokus, tangan terlalu dekat dengan mesin filling	5	6	4
		Kontak dengan mesin sealer panas	Luka bakar ringan/sedang pada tangan	5	8	2
		Postur kerja tidak ergonomis	Cedera punggung	5	8	3
7	Kartoning	Kontak dengan alat tajam (cutter/pisau)	Tergores pisau//alat tajam	7	3	3
		Tertabrak forklift	Memar pada tubuh/patah tulang ringan			