

**ANALISIS RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
(K3) MENGGUNAKAN INTEGRASI METODE *FUZZY AHP-FMEA*
DAN *FTA*
(STUDI KASUS: PT. MATARAM TUNGGAL GARMENT)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Mukhamad Nur Iskandar

NIM : 17522214

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2021

Surat Pernyataan Keaslian

Penulis menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa tugas akhir ini merupakan hasil kerja penulis dengan bimbingan dosen pembimbing tugas akhir. Nukilan dan ringkasan jurnal telah disebutkan sumbernya secara jelas. Jika di kemudian hari terbukti pernyataan penulis tidak benar dan melanggar peraturan yang berlaku, maka penulis bersedia mengembalikan ijazah yang telah diterima kepada pihak Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 09 November 2021



Mukhamad Nur Iskandar

NIM: 17522214

Surat Keterangan Pelaksanaan TA dari Perusahaan



PT. MATARAM TUNGGAL GARMENT

FACTORY ADDRESS: BALONG, DONOHARJO, NGAGLIK, SLEMAN, D I YOGYAKARTA 55581 INDONESIA
PHONE: 62 - 274 - 896100 (HUNTING) FAX: 62 - 274 - 895960 EMAIL: pt@mtg.co

SURAT KETERANGAN **No. 1200 / MTG / X / 2021**

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa:

Nama : MUKHAMAD NUR ISKANDAR
NIM : 17522214
Program Studi : TEKNIK INDUSTRI
Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI
Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Bahwa nama tersebut di atas telah melaksanakan Penelitian Analisa Risiko Keselamatan & Kesehatan Kerja (K3) menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) di **PT. Mataram Tunggal Garment** yang beralamat di Balong, Donoharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta pada tanggal **01 September 2021** sampai dengan **23 Oktober 2021**.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

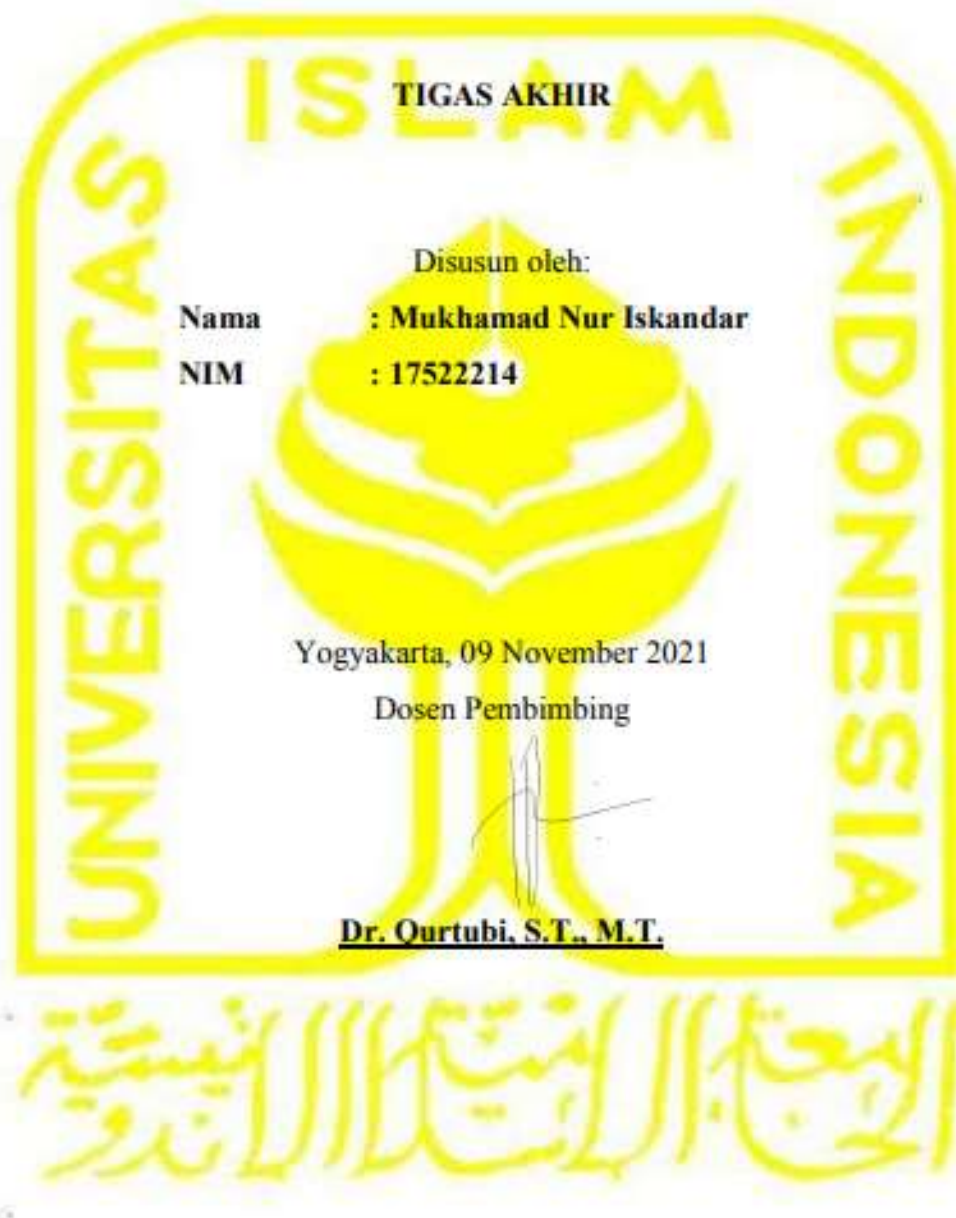
Sleman, 26 Oktober 2021

PT. Mataram Tunggal Garment

Muhammad Taufiq
Manajer Personalia & Umum

Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing

**ANALISIS RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
(K3) MENGGUNAKAN INTEGRASI METODE *FUZZY AHP-FMEA*
DAN *FTA*
(STUDI KASUS: PT. MATARAM TUNGGAL GARMENT)**



Lembar Pengesahan Dosen Penguji

**ANALISIS RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
(K3) MENGGUNAKAN INTEGRASI METODE *FUZZY AHP-FMEA*
DAN *FTA*
(STUDI KASUS: PT. MATARAM TUNGGAL GARMENT)**

TIGAS AKHIR

Disusun oleh:

Nama : Mukhamad Nur Iskandar
NIM : 17522214

Telah dipresentasikan dan dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar strata-1
Teknik Industri
Yogyakarta, 14 Januari 2021

Tim penguji:Dr. Qurtubi, S.T., M.T.**Ketua**Muhammad Ragil Suryoputro, S.T., M.Sc.**Penguji 1**Chancard Basumerda, S.T., M.Sc.**Penguji 2**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Dr. Caftiq Immawan, S.T., M.M

Halaman Persembahan

Alhamdulillah *rabbi' alamin*. Puja dan puji syukur semoga senantiasa tercurah kehadiran Allah *Ta'ala* yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan penelitian tugas akhir di PT. Mataram Tunggal Garment, Yogyakarta dengan judul “Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Integrasi Metode *Fuzzy AHP-FMEA* dan *FTA* (Studi Kasus: PT. Mataram Tunggal Garment)”. Selesaiannya penulisan tugas akhir ini saya persembahkan terkhusus kepada kedua orang tua, kakak-kakak, dan semua keluarga yang senantiasa memberikan motivasi, dukungan, serta doa demi kelancaran studi saya di Universitas Islam Indonesia Khususnya.

Selain itu, selesainya tugas akhir ini juga merupakan ucapan terimakasih kepada Universitas Islam Indonesia khususnya jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, yang telah memberikan pendidikan kepada saya mengenai keilmuan teknik industri yang tentunya sangat bermanfaat bagi saya ketika masuk ke dunia kerja nantinya.

Tugas akhir ini juga saya persembahkan bapak Dr. Qurtubi, S.T., M.T., yang telah membimbing saya di dalam penulisan tugas akhir ini. Tak lupa kepada segenap teman saya yang tidak bisa diucapkan satu persatu karena telah memberikan dukungan, motivasi dan semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini. Saya hanya bisa membalasnya dengan ucapan terima kasih dan doa semoga Allah *Ta'ala* memberikan balasan yang lebih baik, *aamiin*.

Demikian semoga dengan ucapan terima kasih ini dapat memberikan semangat dan kebahagiaan di hati kita semua, *aamiin*.

Yogyakarta, 09 November 2021



Mukhamad Nur Iskandar

Halaman Motto

Motto hidup penulis: “*Do best and don't ever think to be the best*”. Jadi, ketika kita diberi amanah, maka tunaikanlah amanah tersebut dengan sebaik-baiknya tanpa mengharapkan balasan apapun dari orang lain.

Seperti kata imam syafi'i "Dan hatimu, jika tidak Kamu sibukkan dalam kebenaran maka hatimu akan disibukkan dalam kebatilan”, Jadi, terus isi waktu kita dengan hal-hal yang bermanfaat.

Seperti kata imam syafi'i, “Barang siapa yang tidak sabar akan pahitnya belajar walau sebentar, maka ia akan merasakan pahitnya kebodohan sepanjang hidupnya”. Jadi, teruslah berjuang dan bersabar di dalam menuntut ilmu.

Seperti kata Ali bin Abi Thalib "Kehidupan itu hanya dua hari. Satu hari untukmu dan satu lagi hari melawanmu. Maka pada saat kehidupan itu untukmu, jangan gegabah dan bangga. Sedangkan pada saat ia melawanmu maka bersabarlah karena keduanya merupakan ujian bagimu”.

Kata Pengantar

Bismillahirrahmanirrahim.

Alhamdulillahillabbi'alamin. Puja dan puji syukur semoga senantiasa tercurah kehadiran Allah *Ta'ala* yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan penelitian tugas akhir di PT. Mataram Tunggal Garment, Yogyakarta dengan judul “Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Integrasi Metode *Fuzzy AHP-FMEA* dan *FTA* (Studi Kasus: PT. Mataram Tunggal Garment)”. Pelaksanaan penelitian dan penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu prasyarat kelulusan untuk menyelesaikan program studi S-1, Jurusan Teknik Industri, Fakultas teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Selama pelaksanaan penulisan dan penelitian tugas akhir ini, tentunya tak lepas dari bantuan, motivasi dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Hari Purnomo, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Taufiq Immawan., S.T., M.T. selaku Kaprodi Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Qurtubi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
4. PT. Mataram Tunggal Garment yang telah memberikan kepada penulis fasilitas, bimbingan, dan kesempatan untuk melaksanakan penelitian tugas akhir ini.
5. Bapak Mikael Agung Nugroho, S.T. selaku pembimbing lapangan penelitian tugas akhir di PT. Mataram Tunggal Garment.
6. Seluruh karyawan PT. MTG Tunggal Garment yang menerima dengan baik kedatangan penulis serta membantu penulis dalam melaksanakan tugas akhir.
7. Kedua orang tua tercinta Bapak Marhani dan Ibu Badriyah, yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan doa.
8. Segenap teman-teman dan semua pihak yang turut membantu dalam hal motivasi dan doa yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari sempurna, dengan besar hati penulis menerima kritik dan saran yang membangun. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 09 November 2021



Mukhamad Nur Iskandar

Abstrak

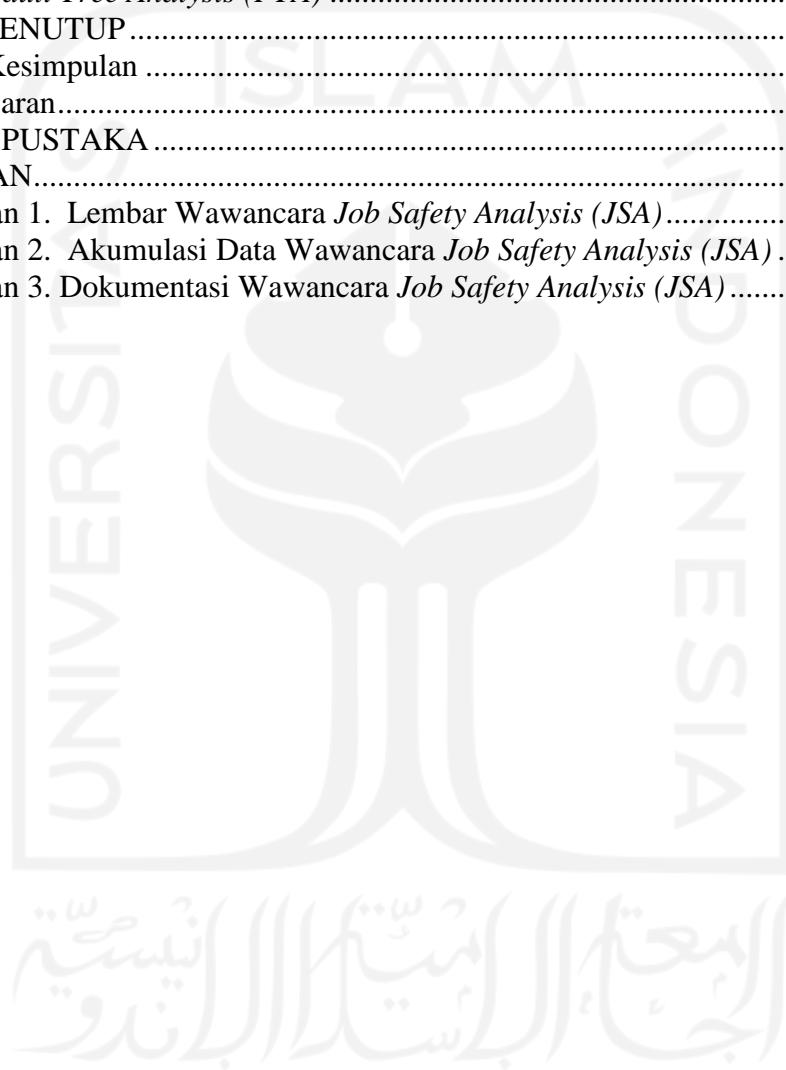
Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan salah satu aspek terpenting di dunia industri. K3 berfungsi melindungi pekerja dari risiko kecelakaan kerja. *International Labour Organization (ILO)* melaporkan bahwa hampir dua juta pekerja meninggal akibat kecelakaan kerja tiap tahunnya. Hal tersebut menunjukkan tingginya tingkat kecelakaan kerja sehingga penting bagi perusahaan untuk lebih memperhatikan keselamatan para pekerjanya. PT Mataram Tunggal Garment menerapkan K3 di semua lini proses produksi khususnya di divisi *packing*. Namun, pada divisi *packing* masih banyak ditemukan kecelakaan kerja seperti dehidrasi, cedera otot, tertimpa karton, kaki terlindas *bar hanger*, dan risiko lainnya yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan, cedera, bahkan kematian. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada divisi *packing*. Peneliti menggunakan *Job safety analysis (JSA)* sebagai metode pengumpulan data dengan mencatat aktivitas pekerjaan dan potensi risiko kecelakaan kerja. *Fuzzy Analytical Hierarchy Process-Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy AHP-FMEA)* digunakan untuk mengidentifikasi *failure mode* terhadap risiko kecelakaan kerja dan efeknya, metode *Fault Tree Analysis (FTA)* digunakan sebagai metode analisis untuk perbaikan berdasarkan nilai *Risk priority number (RPN)* tertinggi. Hasil dari metode *JSA* ditemukan 27 risiko kecelakaan kerja yang kemudian dilakukan perhitungan *RPN* hasil *fuzzy AHP* dan didapatkan tiga *failure mode* dengan nilai *RPN* tertinggi, yaitu FM_{14} dengan *RPN* 4,1315, FM_{23} dengan *RPN* 4,1315, dan $FM_{12\&19}$ dengan *RPN* 4,1060. Tiga *failure mode* tersebut akan dilakukan analisis *FTA* untuk dibuat rekomendasi. Oleh Karena itu, Penelitian diharapkan dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan keselamatan dan kesehatan pekerja dan meningkatkan produktivitas perusahaan.

Kata Kunci: keselamatan dan kesehatan kerja, *Job safety analysis*, *Failure Mode and Effect Analysis*, *Fault Tree Analysis*, *Fuzzy AHP*

Daftar Isi

Halaman Judul	i
Surat Pernyataan Keaslian	ii
Surat Keterangan Pelaksanaan TA dari Perusahaan	iii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	iv
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	v
Halaman Persembahan	vi
Halaman Motto	vii
Kata Pengantar	viii
Abstrak	ix
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II KAJIAN LITERATUR	6
2.1 Kajian Induktif	6
2.2 Kajian Deduktif	25
2.2.1 Profil Perusahaan	25
2.2.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	25
2.2.3 Lingkungan Kerja	26
2.2.4 Kecelakaan Kerja	27
2.2.5 Bahaya (<i>Hazard</i>)	27
2.2.6 Risiko	27
2.2.7 Produktivitas	29
2.2.8 <i>Job Safety Analysis (JSA)</i>	30
2.2.9 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	30
2.2.10 <i>Fuzzy AHP</i>	35
2.2.11 <i>Fuzzy AHP-FMEA</i>	37
2.2.12 <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	38
BAB III METODE PENELITIAN	42
3.1 Subjek dan Objek Penelitian	42
3.2 Pengumpulan Data	42
3.3 Sumber data	43
3.4 Diagram Alir Penelitian	44
BAB IV Pengumpulan dan Pengolahan Data	48
4.1 Pengumpulan Data	48
4.1.1 Alur Proses Pekerjaan Divisi <i>Packing</i>	48
4.1.2 <i>Job Safety Analysis Worksheet</i>	49
4.2 <i>Failure Mode Effect Analysis (FMEA)</i>	55

4.2.1	Penentuan Nilai <i>Severity (S)</i>	55
4.2.2	Penentuan Nilai <i>Occurrence (O)</i>	56
4.2.3	Penentuan Nilai <i>Detection (D)</i>	58
4.2.4	Pembobotan Risk Priority Number (<i>RPN</i>).....	60
4.3	<i>Fuzzy AHP-FMEA</i>	69
4.4	<i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	73
4.5	<i>Rekomendasi Fault Tree Analysis (FTA)</i>	78
BAB V	Analisis dan Pembahasan	82
5.1	<i>Fuzzy AHP-FMEA</i>	82
5.2	<i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	85
BAB VI	PENUTUP	89
6.1	Kesimpulan	89
6.2	Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN	98
Lampiran 1.	Lembar Wawancara <i>Job Safety Analysis (JSA)</i>	98
Lampiran 2.	Akumulasi Data Wawancara <i>Job Safety Analysis (JSA)</i>	100
Lampiran 3.	Dokumentasi Wawancara <i>Job Safety Analysis (JSA)</i>	101



Daftar Tabel

Tabel 2. 1. Tabel Kajian Literatur Induktif.....	6
Tabel 2. 2. <i>State of the art</i>	20
Tabel 2. 3 Nilai <i>Severity (S)</i>	33
Tabel 2. 4 Nilai <i>Occurrence (O)</i>	34
Tabel 2. 5 Nilai <i>Detection (D)</i>	34
Tabel 2. 6. Skala <i>Fuzzy AHP</i>	36
Tabel 2. 7 Simbol-simbol dalam <i>FTA</i>	39
Tabel 4. 1. <i>Job Safety Analysis Worksheet</i>	50
Tabel 4. 2. Penentuan Nilai <i>Severity (S)</i>	55
Tabel 4. 3. Penentuan Nilai <i>Occurrence (O)</i>	57
Tabel 4. 4. Penentuan Nilai <i>Detection (D)</i>	58
Tabel 4. 5 Tabel Perhitungan <i>RPN</i>	60
Tabel 4. 6. Kriteria <i>Fuzzy AHP</i>	69
Tabel 4. 7. Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria.....	69
Tabel 4. 8. Perhitungan <i>Geometric Mean (ri)</i>	70
Tabel 4. 9. Perhitungan <i>Fuzzy Weight (wi)</i>	70
Tabel 4. 10. Perhitungan <i>Averaged Weight Criterion (Mi)</i>	70
Tabel 4. 11. Perhitungan <i>Normalized Weight Criterion (Ni)</i>	71
Tabel 4. 12. Perhitungan <i>RPN</i> hasil <i>fuzzy AHP</i>	71
Tabel 4. 13. <i>Failure Mode</i> dengan nilai <i>RPN</i> terbesar.....	72
Tabel 4. 14. Tabel <i>FTA</i> “Terjatuh Dari Ketinggian \pm 5 Meter”.....	74
Tabel 4. 15. Tabel <i>FTA</i> “kejatuhan <i>Bar hanger</i> saat dinaikkan ke <i>container</i> menggunakan <i>forklift</i> ”.....	75
Tabel 4. 16. Tabel <i>FTA</i> “Kaki Terlindas <i>Bar Hanger</i> ”.....	77
Tabel 4. 17. Tabel Rekomendasi <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	78
Tabel 5. 1. Tabel Perbandingan <i>RPN FMEA</i> dan <i>Fuzzy AHP-FMEA</i>	83
Tabel 5. 2. Referensi Bobot Parameter Risiko dalam <i>FMEA</i>	84

Daftar Gambar

Gambar 2. 1 Tipe-tipe <i>FMEA</i>	31
Gambar 2. 2. Gambar Hirarki <i>AHP</i>	36
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	45
Gambar 4. 1. Alur Proses Pekerjaan Divisi <i>Packing</i>	48
Gambar 4. 2. Diagram <i>FTA</i> “Terjatuh Dari Ketinggian \pm 5 Meter”	74
Gambar 4. 3. Diagram <i>FTA</i> “kejatuhan Bar hanger saat dinaikkan ke <i>container</i> menggunakan <i>forklift</i> ”	75
Gambar 4. 4 Diagram <i>FTA</i> “Kaki Terlindas <i>Bar Hanger</i> ”	76



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aspek terpenting di dalam dunia industri tidak hanya pada produk akhirnya saja, melainkan juga pada aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) (Jaafara, et al., 2018). K3 berkaitan dengan melindungi kesejahteraan, keselamatan, dan kesehatan pekerja (Micheli, et al., 2018). Hal ini bertujuan supaya pekerja dapat bekerja dengan aman dan terhindar dari bahaya risiko kecelakaan kerja baik secara fisik, mental, maupun kesejahteraan sosial (Dizdar, et al., 2019). Penyebab kecelakaan kerja terbagi menjadi dua faktor, yaitu faktor mekanis dan lingkungan serta faktor manusia (Darwis, et al., 2020). Implementasi K3 terbilang berhasil dalam mengurangi risiko kecelakaan kerja di berbagai negara (Schulte, et al., 2019). Jika suatu perusahaan menerapkan K3 dengan baik maka akan mengurangi tingkat risiko kecelakaan kerja yang tentunya akan meningkatkan produktivitas dan meminimalisir pengeluaran finansial bagi perusahaan (Jaafara, et al., 2018). Lebih penting lagi, K3 harus menjadi salah satu fokus utama karena menyangkut nyawa manusia, hal ini menjadi kewajiban moral di setiap sektor industri (Nicolaidou, et al., 2021)

International Labour Organization (ILO) melaporkan bahwa sekitar 2, 3 juta pekerja meninggal tiap tahun akibat penyakit atau kecelakaan yang berhubungan dengan pekerjaan di seluruh dunia. Terdapat sekitar 340 juta kecelakaan kerja dan 160 juta pekerja menderita penyakit akibat pekerjaan setiap tahunnya (ILO, 2021). Risiko pekerjaan yang menyebabkan kematian tersebut adalah tempat kerja terpapar oleh polusi udara, faktor risiko ergonomis, asmagem, karsinogen, dan kebisingan. Sementara itu, mayoritas kematian disebabkan oleh penyakit pernafasan dan kardiovaskular (ILO, 2021). Walaupun biaya penanganan kecelakaan kerja tidak tercatat semua, *International Labor Office* memperkirakan jumlahnya sekitar 4% dari *Gross Domestic Product* (GDP)

dunia per tahunnya atau setara USD 2,8 triliun (ILO, 2012). Berdasarkan laporan dari BPJS Ketenagakerjaan Indonesia diketahui bahwa kasus kecelakaan kerja di Indonesia mengalami peningkatan di mana pada tahun 2019 terdapat 114.000 kasus dan meningkat menjadi 177.000 kasus pada tahun 2020 (Merdeka.com, 2021).

PT. Mataram Tunggal Garment merupakan sebuah perusahaan swasta nasional yang bergerak di bidang industri pembuatan pakaian di mana perusahaan ini melakukan 100% ekspor untuk distribusi produk. Perusahaan ini menerapkan K3 di semua divisi perusahaan. Salah satu divisi yang memiliki risiko kecelakaan kerja tertinggi adalah di divisi *packing*. Berdasarkan hasil *job safety analysis (JSA) worksheet* terdapat 27 risiko kecelakaan kerja pada divisi *packing*. Risiko tersebut seperti dehidrasi, cedera otot, kaki terlindas bar hanger, terjatuh dari ketinggian, dan risiko kecelakaan lainnya yang dapat berakibat gangguan kesehatan, cedera, bahkan kematian. Apabila hal ini tidak segera diatasi, maka akan berdampak buruk bagi keselamatan dan kesehatan pekerja serta produktivitas perusahaan.

Berdasarkan uraian permasalahan dan urgensi tersebut, maka diperlukan metode yang tepat untuk mencari akar dari penyebab kecelakaan kerja tersebut guna menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada divisi *packing* yang diharapkan dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan keselamatan dan kesehatan para pekerja serta meningkatkan produktivitas perusahaan. Penelitian ini menggunakan metode *Job safety analysis (JSA)* sebagai metode pengumpulan data dengan mencatat aktivitas pekerjaan dan potensi risiko kecelakaan kerja pada divisi *packing*. Langkah selanjutnya menggunakan integrasi metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process-Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy AHP-FMEA)* untuk mengidentifikasi mode kegagalan terhadap risiko kecelakaan kerja dan efeknya. Aplikasi *fuzzy AHP* dalam analisis *FMEA* adalah untuk mengurangi subjektivitas di dalam proses analisis dan pengambilan keputusan (Hassan, et al., 2020). Langkah terakhir adalah membuat analisis untuk perbaikan berdasarkan tiga *failure mode* dengan nilai *Risk priority number (RPN)* hasil *Fuzzy AHP* tertinggi dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, didapatkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana mengidentifikasi potensi risiko kecelakaan kerja menggunakan metode *JSA*?
2. Bagaimana mengidentifikasi mode kegagalan terhadap risiko kecelakaan kerja dan efeknya menggunakan metode *Fuzzy AHP-FMEA*?
3. Bagaimana menganalisis penyebab kecelakaan kerja untuk rekomendasi menggunakan metode *FTA*?

1.3 Batasan Penelitian

Berdasarkan uraian rumusan masalah di atas, didapatkan batasan penelitian supaya penelitian lebih terfokus sebagai berikut.

1. Penelitian ini dilakukan pada divisi *packing* di PT. Mataram Tunggal Garment Yogyakarta.
2. Observasi dilakukan di lingkungan divisi *packing* di PT. Mataram Tunggal Garment Yogyakarta.
3. Wawancara dilakukan terhadap pekerja divisi *packing* PT. Mataram Tunggal Garment Yogyakarta.
4. Metode *FTA* hanya menganalisis tiga *failure mode* dengan nilai RPN hasil *fuzzy AHP* tertinggi.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan batasan masalah, maka dapat dirumuskan beberapa tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi potensi risiko kecelakaan kerja menggunakan metode *JSA*.
2. Mengidentifikasi mode kegagalan terhadap risiko kecelakaan kerja dan efeknya pada divisi *packing* menggunakan metode *Fuzzy AHP-FMEA*.
3. Menganalisis penyebab kecelakaan kerja untuk rekomendasi menggunakan metode *FTA*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan rekomendasi bagi perusahaan di dalam penanganan permasalahan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di divisi *packing* guna meningkatkan produktivitas perusahaan.
2. Meningkatkan produktivitas, keselamatan, dan performansi kinerja para pekerja divisi *packing* berdasarkan implementasi K3 yang baik.
3. Sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya khususnya dalam bidang *risk manajemen* dan K3.

1.6 Sistematika Penelitian

Adapun sistematika dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

HALAMAN JUDUL

ABSTRAK

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan yang terakhir adalah sistematika penulisan laporan TA.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab ini memuat kajian literatur baik kajian induktif yaitu berupa penelitian yang telah dilakukan oleh para ahli sebelumnya maupun kajian deduktif yang memuat uraian mengenai materi yang akan digunakan dalam penulisan penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini memuat objek penelitian, data yang digunakan, dan tahapan yang dilakukan dalam penelitian secara ringkas dan jelas. Metode ini meliputi metode pengumpulan data, metode pengolahan data, dan metode analisis data.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menguraikan proses dan prosedur pengumpulan serta pengolahan data, termasuk gambar dan grafik yang diperoleh dari prosedur penelitian.

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini berisi pembahasan mengenai hasil dari proses pengolahan data berdasarkan tujuan penelitian yang telah dirumuskan.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan terhadap analisis data beserta saran-saran dan rekomendasi atas hasil yang diperoleh dari penelitian ini serta berisi rekomendasi yang ditujukan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Induktif

Kajian induktif berasal dari penelitian terdahulu berupa jurnal ilmiah yang bertujuan untuk menghindari adanya plagiarisme di dalam penulisan penelitian, kajian induktif juga dapat digunakan sebagai acuan di dalam melakukan penelitian (Pranowo, 2019). Berikut merupakan kajian induktif pada penelitian ini berupa lima belas penelitian terdahulu.

Tabel 2. 1. Tabel Kajian Literatur Induktif

No	Judul	Nama Jurnal	Tahun	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
1	<i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk</i>	<i>IOP Conference Series: Materials</i>	2019	R. Aulia dan Qurtubi	Melakukan identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan	<i>(Hazard Identification, Risk Assessment and Risk</i>	Berikut merupakan hasil dari penelitian ini. 1. Terdapat 53 potensi bahaya meliputi bahaya mekanis sebesar 55%, bahaya fisik 32%, bahaya kimia 9%, dan bahaya listrik 4%.

<i>Controlling Using Hazard Identification and Risk Assessment Method</i>	<i>Science and Engineering</i>	pengendalian risiko guna meningkatkan tingkat keselamatan pekerja pada PT. XYZ.	<i>Control)</i> <i>HIRARC</i>	2. Potensi risiko sebesar 53% terdapat pada level tinggi, 34% pada level sedang, 11% pada level ekstrim, dan 2% pada level rendah	
2 <i>Hazard Identification and Risk Assessment of Health and Safety Approach JSA (Job Safety Analysis) in Plantation Company</i>	<i>IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering</i>	2017 Muchamad Sugarindra, Muhammad Ragil Suryoputro, dan Adi Tiya Novitasari	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko kecelakaan kerja untuk melakukan tindakan pencegahan guna meminimalkan risiko kecelakaan kerja.	<i>Job Safety Analysis (JSA)</i>	Berikut merupakan hasil dari penelitian ini. 1. Sistem manajemen K3 perusahaan sudah baik, akan tetapi pelaksanaan K3 pada perusahaan kurang baik karena para pekerja kurang memperhatikan dan menyadari pentingnya K3. 2. Aktifitas kerja tertinggi adalah <i>shredder</i> dengan nilai 30, <i>shredder</i> memiliki level risiko ekstrem. 3. Rekomendasi untuk meminimalisir kecelakaan yaitu Penggunaan alat pelindung diri (APD) yang tepat, penyuluhan tentang K3, perusahaan

<p>3 Occupational Health and Safety Effects on Productivity in a Garment Factory Using Structural Equation Modeling</p>	<p>IOP Conference Series: Materials Science and Engineering</p>	<p>2020</p>	<p>Muhammad Ragil Suryoputro, Amarrria Dila Sari, A.A. Puji, Chancard Basumerda, dan Hari Purnomo</p>	<p>Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kesehatan, keselamatan, dan kesehatan serta keselamatan secara bersamaan terhadap produktivitas kerja para pekerja.</p>	<p>Structural equation modeling (SEM)</p>	<p>harus memantau setiap aktivitas karyawan, dan memberikan <i>reward</i> kepada pekerja yang mematuhi aturan yang berlaku di perusahaan.</p> <p>Berikut merupakan hasil dari penelitian ini.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Keselamatan kerja tidak berpengaruh signifikan terhadap produktivitas kerja, hasil uji SEM menunjukkan bahwa nilai yang diperoleh (garis aman pada produktivitas = 0,106, $p=0,467$) melebihi nilai batas standar. 2. Kesehatan kerja berpengaruh signifikan terhadap produktivitas kerja berdasarkan hasil (SEM; koefisien regresi standar kesehatan kerja pada produktivitas kerja adalah 0,298, $p=0,002$, yang memenuhi nilai batas standar). 3. Secara bersamaan, baik keselamatan dan kesehatan kerja mempengaruhi produktivitas, tetapi karena salah satu
---	---	-------------	---	--	---	---

4	<i>Risk Analysis For Occupational Safety And Health In Manufacturing Company Using FMEA And FTA Methods: A Case Study</i>	<i>IOP Conference Series: Materials Science and Engineering</i>	2020	P Fithri, Nofriyanti, Alizar Hasan, dan Ismail Kurnia	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko kecelakaan kerja pada proses manufaktur jasa di PT. Grand Kartech, Tbk	<i>FMEA</i> dan <i>FTA</i>	dari kedua variabel tidak memenuhi standar, hubungan ini dinyatakan tidak signifikan.
							Berikut merupakan hasil dari penelitian ini. 1. Dari hasil analisis <i>FMEA</i> pada pekerjaan bongkar muat minyak mentah di PT Grand Kartech, Tbk. Terdapat 45 potensi kecelakaan kerja. Adapun potensi kecelakaan kerja yang memiliki potensi tertinggi adalah karyawan jatuh ke dalam PIT, dengan nilai <i>RPN</i> sebesar 25. 2. Dari hasil perhitungan <i>FTA</i> dapat diketahui bahwa faktor-faktor yang dapat menyebabkan kecelakaan ada tiga faktor, yaitu manusia, lingkungan, dan faktor material.
5	<i>Risk Analysis For Occupational</i>	<i>International Journal of</i>	2019	Nazlı Gülüm Mutlu dan	Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan	<i>FMEA</i> , <i>FTA</i> , dan <i>BIFPET</i>	Berikut merupakan hasil dari penelitian ini. 1. Pendekatan <i>FMEA-FTA</i> telah digunakan untuk menilai potensi risiko dalam

<p><i>Safety and Health In The Textile Industry: Integration of FMEA, FTA, and BIFPET Methods</i></p>	<p><i>Industrial Ergonomics</i></p>	<p>Serkan Altuntas</p>	<p>menilai risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) untuk proses <i>finishing</i> di departemen pencelupan kain di perusahaan tekstil</p>	<p>delapan proses operasi pencelupan kain, dan total 67 akar penyebab kegagalan telah diidentifikasi.</p> <p>2. Nilai <i>RPN</i> terbesar hasil integrasi metode <i>FMEA-FTA</i> adalah kegagalan penurunan berat badan karena kelebihan enzim dengan nilai <i>RPN</i> 512, untuk metode <i>FMEA-FTA-BIFPET</i> dan <i>FMEA-FTA-PERT</i> berturut-turut adalah <i>RPN</i> sebesar 428,25 dan 441 dengan mode kegagalan sama yaitu kegagalan penurunan berat badan karena kelebihan enzim</p>	
<p>6 <i>A novel Approach to Risk Assessment for Occupational Health and</i></p>	<p><i>Safety Science</i></p>	<p>2018 Esra Ilbahar, Ali Karaşan, Selcuk Cebi, Cengiz Kahraman</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dalam</p>	<p><i>PFPPRA</i> consists of <i>PFAHP</i>, fuzzy inference system (FIS), dan <i>fine</i></p>	<p>Berikut merupakan hasil dari penelitian ini.</p> <p>1. Terdapat 32 <i>failure mode</i> yang dianalisis.</p> <p>2. Nilai <i>risk priority number (RPN)</i> tertinggi berdasarkan <i>FMEA</i> adalah <i>CYM2</i> (Tidak menentukan rute</p>

	<i>Safety Using Pythagorean Fuzzy AHP & Fuzzy Inference System</i>			sebuah perusahaan konstruksi	<i>kinney</i> serta analisis komparatif dengan <i>PPFMEA</i> .	kendaraan galian di dalam area kerja dengan nilai 10. 3. Nilai <i>risk magnitude (RM)</i> tertinggi berdasarkan <i>pythagorean fuzzy proportional risk assessment (PFPR)</i> adalah <i>CYM2</i> dengan nilai 10. 4. Nilai <i>RM</i> tertinggi berdasarkan <i>pythagorean fuzzy failure modes and effects analysis (PPFMEA)</i> adalah <i>CYM2</i> dengan nilai 8.
7	<i>The Assessment Of Occupational Safety and Health In Turkey by Applying A Decision-Making</i>	<i>Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal</i>	2019	Ercüment Neşet Dizdar, Muharrem Ünver	Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan status keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di Turki berdasarkan data historis.	<i>Multi-objective optimization plus the full multiplicative form (MULTIMOORA)</i> Berikut merupakan hasil dari penelitian ini. 1. Data pada penelitian ini menunjukkan peningkatan jumlah pekerja dan peningkatan ahli K3 versus peningkatan jumlah kecelakaan kerja dalam delapan tahun terakhir. 2. Hasil pembobotan <i>MULTIMOORA</i> menunjukkan bahwa tiga tahun terakhir memiliki nilai efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan lima tahun

	<i>Method;</i>					sebelumnya, yaitu tahun ke-8 memiliki nilai <i>multiplicative form (MF)</i> 765,311, tahun ke-7 adalah 507, 6132, dan tahun ke-6 adalah 331, 9555.	
	<i>MULTIMOO</i>						
	<i>RA</i>						
8	<i>Safety Analysis of Different Industries Using Fuzzy AHP</i>	<i>Journal of Advances in Chemistry</i>	2017	P. Rajmohan, P.S.S. Srinivasan	Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dalam kriteria dan industri yang berbeda.	<i>Fuzzy AHP</i>	<p>Berikut merupakan hasil dari penelitian ini.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Penelitian dilakukan terhadap tiga kriteria utama dan 17 sub-kriteria. Adapun kriteria utama, yaitu <i>human safety</i>, <i>machine safety</i>, dan <i>work environment</i>. 2. <i>Human safety</i> memperoleh bobot 72,5%, <i>machine safety</i> memperoleh 8,9%, dan <i>work environment</i> memperoleh 18,4%. 3. Bobot kriteria utama, <i>human safety</i> menunjukkan bahwa sub-kriteria seperti pelindung mata, pengangkatan manual, praktik penanganan material, pemadaman kebakaran petugas latihan, pelatihan, dan keselamatan diterapkan

						lebih luas di sebagian besar industri yang disurvei.	
9	<i>Assessment of Health, Safety and Environmental Risks of Zahedan City Gasoline Stations</i>	<i>Engineering, Technology & Applied Science Research</i>	2018	Somayeh Yadollahi Far, Somayeh Yadollahi Far, Mahin Haghshenas, Zoleikha Sayahi.	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai risiko dan menentukan status kesehatan, keselamatan, dan lingkungan bahan bakar stasiun di Zahedan.	<i>FMEA</i>	<p>Berikut merupakan hasil dari penelitian ini.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifikasi dilakukan terhadap 27 risiko kesehatan, 55 risiko keselamatan, dan 22 risiko lingkungan. 2. Nilai RPN tertinggi pada kriteria kesehatan adalah lalu lintas mobil (RPN: 486), untuk keselamatan adalah penggunaan rokok selama pengisian bahan bakar dan kurangnya pengambilan sampel uap produk secara terus menerus (RPN: 280), dan untuk lingkungan adalah kurangnya penilaian ketebalan tank (RPN: 112)
10	<i>Determination Of HAZARDS And</i>	<i>Maritime Scientific Conference</i>	2019	Marieta G. Stefanova	Mengembangkan dan memvalidasi prosedur manajemen risiko dan	<i>FMEA</i>	<p>Berikut merupakan hasil dari penelitian ini.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Terdapat 11 <i>failure mode</i> pada penelitian ini. 2. Terdapat dua <i>failure mode</i> yang memiliki level risiko “low”, Sembilan

	<i>Assessment of Risks And Opportunities In Port Agency Activities</i>				analisis risiko untuk kegiatan yang terkait dengan penyediaan layanan keagenan kapal.	<i>failure mode</i> yang memiliki level risiko “moderat”.
11	<i>Assessing occupational risks in pipeline construction using FMEA-based AHP-MOORA integrated approach under Pythagorean</i>	<i>Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal</i>	2019	<i>Suleyman Mete</i>	Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan <i>risk assessment</i> mengenai keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada sebuah proyek pembangunan pipa gas alam.	<i>FMEA Fuzzy AHP, Fuzzy MOORA</i> Adapun hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut. 1. Dari hasil identifikasi didapatkan 17 potensi kecelakaan kerja 2. Bobot parameter berdasarkan <i>fuzzy AHP</i> yang dihasilkan untuk <i>S</i> , <i>O</i> , dan <i>D</i> berturut-turut adalah 0,315, 0, 386, dan 0,299. 3. Nilai RPN hasil fuzzy tertinggi untuk 17 potensi kecelakaan kerja adalah “risiko bekerja di parit atau penggalian”

	<i>fuzzy environment</i>						
12	<i>Risk evaluation using a novel hybrid method based on FMEA, extended MULTIMOO RA, and AHP methods under fuzzy environment</i>	<i>Safety Science</i>	2018	Reza Fattahi dan Mohammad Khalilzadeh	Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi risiko mengenai keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada <i>Kerman Steel Industries Factory</i>	<i>FMEA, Fuzzy AHP, Fuzzy MULTIMOO RA</i>	Adapun hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut. 1. Dari hasil identifikasi didapatkan delapan potensi kecelakaan kerja. Dari ke-8 potensi kecelakaan kerja tersebut akan dihitung <i>The average of fuzzy weighted risk priority number (FWRPNs)</i> atau rata-rata bobot <i>fuzzy RPN</i> sebelum dilakukan perbaikan dan <i>The average of corrected fuzzy weighted risk priority number (ACFWRPNs)</i> atau rata-rata bobot <i>fuzzy RPN</i> setelah dilakukan perbaikan 2. Temuan menunjukkan bahwa <i>AFWRPNs</i> menurun sebesar 56% dibandingkan dengan <i>ACFWRPNs</i> .
13	<i>Hazard and Risk Analysis</i>	<i>Textile and Apparel</i>	2019	Nazlı Gülüm Mutlu dan	Penelitian ini bertujuan untuk	<i>FTA dan FMEA</i>	Adapun hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

<p><i>for Ring Spinning Yarn Production Process by Integrated FTA-FMEA Approach</i></p>	<p>Serkan Altuntaş</p>	<p>melakukan integrasi metode <i>FTA</i> dan <i>FMEA</i> yang digunakan untuk menganalisis bahaya pada produksi benang <i>ring spinning</i> dari sebuah perusahaan tekstil</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dari hasil <i>FTA</i> didapatkan tiga kemungkinan bahaya, yaitu kegagalan proses produksi, kegagalan mesin, dan kegagalan kebakaran yang berhubungan dengan keselamatan serta kesehatan kerja. 2. 60% dari kegagalan terkait dengan proses produksi, 46,66% terkait bahaya kebakaran pada tingkatan yang tidak bisa ditoleransi, dan kegagalan mesin berada pada tingkatan sedang. 3. Dari hasil <i>FMEA</i> dapat diketahui bahwa kegagalan tertinggi dari 19 akar penyebab kegagalan yang dihitung <i>RPN</i>-nya adalah bahaya kebakaran pada detektor logam dengan nilai <i>RPN</i> sebesar 900. 		
<p>14 <i>The Implementati on of FTA</i></p>	<p><i>IOP Conference Series:</i></p>	<p>2018 Atep Afia Hidayat, Muhammad</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk melakukan</p>	<p><i>FTA</i> dan <i>FMEA</i></p>	<p>Adapun hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut.</p>

<p><i>(Fault Tree Analysis) and FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Methods to Improve the Quality of Jumbo Roll Products</i></p>	<p><i>Materials Science and Engineering</i></p>	<p>Kholil, Hendri, dan Suhaeri</p>	<p>perbaikan pada produk cacat menggunakan metode <i>FTA</i> dan <i>FMEA</i> guna mengoptimalkan kualitas produk <i>jumbo roll</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Produk cacat adalah sebesar 27% dari total produksi dengan tiga tipe cacat terbesar adalah ketebalan 51, 89%, kekuatan Tarik 25, 90%, dan kehalusan 14, 29%. 2. Dari hasil analisis <i>FTA</i> ditemukan penyebab tingginya tingkat kecacatan adalah faktor manusia, material, dan mesin. 3. Usulan perbaikan berdasarkan nilai <i>RPN</i> terbesar dari analisis <i>FMEA</i>, yaitu: untuk cacat ketebalan disarankan untuk melakukan perawatan rutin pada bagian <i>refiner</i> seperti pisau dan motor <i>refiner</i>, untuk cacat kekuatan tarik disarankan untuk mengatur komposisi <i>pulp</i> sesuai dengan standar pada setiap jenis kertas, dan untuk kehalusan disarankan melakukan pengaturan <i>ampere</i> pada
---	---	------------------------------------	--	--

15	<i>Failure Analysis of Asphalt Foaming Device Based on FMEA and FTA</i>	<i>IOP Conference Series: Materials Science and Engineering</i>	2021	Zhun Luo dan Hai-Ying Cheng	Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis kegagalan <i>asphalt foaming plant</i> dan merumuskan langkah-langkah rekomendasi menggunakan metode <i>FTA</i> dan <i>FMEA</i> .	<i>FMEA</i> dan <i>FTA</i>	<p><i>refiner</i> agar sesuai dengan standar yang berlaku di setiap jenis kertas.</p> <p>Berikut merupakan hasil dari penelitian ini.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kegagalan <i>asphalt foaming</i> atau pembusaan aspal utamanya terjadi sebelum dan selama proses pembusaan aspal. 2. Dari hasil analisis <i>FMEA</i> terhadap 23 mode kegagalan, nilai <i>RPN</i> penyumbatan pipa aspal dan penyumbatan nosel air adalah yang terbesar dengan nilai 147 dan 126. Adapun tiga kegagalan dengan tingkat keparahan tertinggi adalah kerusakan pemanas, kerusakan motor, dan kegagalan perangkat control <i>PLC</i> 3. Dari hasil <i>FTA</i> didapatkan bahwa semakin banyak jumlah kejadian dasar di unit pembusaan aspal, semakin besar
----	---	---	------	-----------------------------	---	----------------------------	---

						probabilitas kegagalan sistem unit dari pembusaan aspal,
16	<i>Failure Risk Analysis Glass Bowl Production Process Using Failure Mode Effect Analysis And Fault Tree Analysis Methods (A Case Study)</i>	<i>International Journal of ASRO</i>	2018	Ikhwan Syahtaria, A. Mashudi, Bambang Suharjo	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis cacat yang terjadi pada produksi produk <i>glass bowl</i> menggunakan metode <i>FTA</i> dan <i>FMEA</i>	<i>FMEA</i> dan <i>FTA</i> Berikut merupakan hasil dari penelitian ini. 1. Dari hasil analisis <i>FMEA</i> dapat diketahui bahwa terdapat 19 mode kegagalan, mode kegagalan dengan nilai <i>RPN</i> tertinggi adalah masih adanya gelembung udara pada proses <i>dust press</i> dengan nilai <i>RPN</i> 324. 2. Dari hasil analisis <i>FTA</i> data diketahui bahwa ada dua penyebab kegagalan, yaitu menurunnya performa mesin dan tingginya tekanan udara.
17	<i>An information fusion FMEA method to assess the risk</i>	<i>Journal of Management Science and Engineering</i>	2021	Linhan Ouyang, Yige Zhu, Wei Zheng, dan Lin Yan	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan <i>risk assessment</i> pada <i>healthcare waste</i>	<i>FMEA</i> Dari hasil pengolahan data dapat diketahui bahwa terdapat 10 risiko kecacatan pada <i>healthcare waste</i> Berdasarkan perhitungan <i>FMEA</i> dapat diketahui bahwa <i>RPN</i> tertinggi terdapat

*of healthcare
waste*

menggunakan
metode *FMEA*

pada risiko kecacatan “*Weighted amounts
are registered in error*”

Adapun berikut merupakan tabel *state of the art* yang menjelaskan metode-metode yang digunakan pada setiap referensi.

Tabel 2. 2. *State of the art*

No	Penulis	Judul	Subjek			Metode				
			K3	Kualitas Produk	JSA	FMEA	FTA	Fuzzy AHP	SEM	HIRARC
1	(R & Qurtubi, 2019)	<i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Controlling Using Hazard Identification and Risk Assessment Method</i>	√							√
2	(Sugarindra, et al., 2017)	<i>Hazard Identification and Risk Assessment of Health and Safety Approach JSA (Job Safety Analysis) in Plantation Company</i>	√		√					
3	(Suryoputro, et al., 2020)	<i>Occupational Health and Safety Effects on Productivity in a Garment Factory Using Structural Equation Modeling</i>	√							√

No	Penulis	Judul	Subjek					Metode			
			K3	Kualitas Produk	JSA	FMEA	FTA	Fuzzy AHP	SEM	HIRARC	
4	(Fithri, et al., 2020)	<i>Risk Analysis For Occupational Safety And Health In Manufacturing Company Using FMEA And FTA Methods: A Case Study</i>	√			√	√				
5	(Mutlu, et al., 2019)	<i>Risk Analysis For Occupational Safety and Health In The Textile Industry: Integration of FMEA, FTA, and BIFPET Methods</i>	√			√	√				
6	(Ilbahar, et al., 2018)	<i>A novel Approach to Risk Assessment for Occupational Health and Safety Using Pythagorean Fuzzy AHP & Fuzzy Inference System</i>	√			√		√			
7	(Dizdar, et al., 2019)	<i>The Assessment Of Occupational Safety and Health In Turkey by Applying A Decision-Making Method; MULTIMOORA</i>	√								
8	(Rajmohan & Srinivasan, 2017)	<i>Safety Analysis of Different Industries Using Fuzzy AHP</i>	√					√			

No	Penulis	Judul	Subjek					Metode			
			K3	Kualitas Produk	JSA	FMEA	FTA	Fuzzy AHP	SEM	HIRARC	
9	(Far, et al., 2018)	<i>Assessment of Health, Safety and Environmental Risks of Zahedan City Gasoline Stations</i>	√				√				
10	(Stefanova, 2019)	<i>Determination Of HAZARDS And Assessment of Risks And Opportunities In Port Agency Activities</i>	√				√				
11	(Metek, 2019)	<i>Assessing occupational risks in pipeline construction using FMEA-based AHP-MOORA integrated approach under Pythagorean fuzzy environment</i>	√				√		√		
12	(Fattahi, et al., 2018)	<i>Risk evaluation using a novel hybrid method based on FMEA, extended MULTIMOORA, and AHP methods under fuzzy environment</i>	√				√		√		
13	(Mutlu & Altuntaş, 2019)	<i>Hazard and Risk Analysis for Ring Spinning Yarn Production Process by Integrated FTA-FMEA Approach</i>	√				√	√			

No	Penulis	Judul	Subjek				Metode			
			K3	Kualitas Produk	JSA	FMEA	FTA	Fuzzy AHP	SEM	HIRARC
14	(Hidayat, et al., 2018)	<i>The Implementation of FTA (Fault Tree Analysis) and FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Methods to Improve the Quality of Jumbo Roll Products</i>		√		√		√		
15	(Luo & Cheng, 2021)	<i>Failure Analysis of Asphalt Foaming Device Based on FMEA and FTA</i>		√		√		√		
16	(Syahitaria, et al., 2018)	<i>Failure Risk Analysis Glass Bowl Production Process Using Failure Mode Effect Analysis And Fault Tree Analysis Methods (A Case Study)</i>		√		√		√		
17	(Ouyang, et al., 2021)	<i>An information fusion FMEA method to assess the risk of healthcare waste</i>		√		√				
18	(Iskandar, 2022) (Peneliti)	<i>Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Integrasi Metode Fuzzy AHP-FMEA dan FTA (Studi Kasus: PT. Mataram Tunggal Garment)</i>	√		√	√		√	√	

Metode JSA mempunyai empat fungsi dasar, yaitu Menentukan pekerjaan yang dianalisis, menguraikan pekerjaan tersebut menjadi langkah-langkah dasar, mengidentifikasi risiko pada masing-masing pekerjaan, dan mengendalikan risiko yang ada (Suhariato & Muliatna, 2017). Fungsi tersebut yang menjadi alasan pemilihan JSA sebagai metode pengumpulan data dengan mencatat aktivitas pekerjaan dan potensi risiko kecelakaan kerja pada setiap aktivitas pekerjaan di divisi *packing*. Selanjutnya penelitian ini mengintegrasikan metode JSA dengan metode *fuzzy AHP-FMEA* untuk mengidentifikasi mode kegagalan serta pembobotan *Risk priority number (RPN)*. Setelah melakukan analisis *Fuzzy AHP-FMEA*, langkah selanjutnya adalah membuat analisis untuk perbaikan berdasarkan tiga nilai *RPN* hasil *fuzzy AHP* tertinggi dengan menggunakan metode *FTA*.

Adapun perbedaan penelitian ini dibanding penelitian terdahulu adalah penelitian ini menggunakan metode *fuzzy AHP* dalam pembobotan tingkat kepentingan dari *severity (S)*, *occurrence (O)*, *detection (D)* di dalam menentukan nilai *RPN*. Alasan mengintegrasikan metode *fuzzy AHP* untuk uji validasi adalah karena *FMEA* mempunyai beberapa kelemahan, yaitu faktor risiko sulit untuk dinilai secara akurat, level kepentingan dalam *FMEA* di antara tiga faktor risiko tidak dijelaskan dengan baik, dan kombinasi antara tiga faktor risiko diasumsikan sama pentingnya (Hassan, et al., 2020), (Mzougui, et al., 2019), dan (Subriadi, et al., 2020).

Oleh karena itu, pembobotan ketiga faktor dalam menentukan nilai *RPN* dapat dilakukan dengan menggunakan proses *fuzzy AHP*. Aplikasi *fuzzy AHP* dalam analisis *FMEA* adalah untuk mengetahui tingkat kepentingan parameter input *S*, *O*, dan *D* (Anggraeni, et al., 2014) serta mengurangi subjektivitas di dalam proses analisis dan pengambilan keputusan (Hassan, et al., 2020). Hasil pembobotan menggunakan *fuzzy AHP* dinilai memberikan hasil yang lebih akurat karena penilaian didasarkan pada keadaan sebenarnya yang ada di lapangan (Sulistyarini, 2018). Dengan mengkombinasikan konsep *fuzzy AHP*, pembobotan kriteria yang dihasilkan akan lebih akurat dan hasil pembobotan akan lebih bisa dipertanggungjawabkan karena konsisten, terukur, dan lebih objektif (Anggraeni, et al., 2014). Metode *fuzzy AHP* telah terbukti sesuai untuk diaplikasikan dalam studi kasus pengambilan keputusan kriteria-kriteria yang bersifat subjektif (Saputra, et al., 2018).

2.2 Kajian Deduktif

Kajian deduktif memuat uraian mengenai materi yang akan digunakan dalam penulisan penelitian. Adapun berikut merupakan kajian deduktif pada penelitian ini.

2.2.1 Profil Perusahaan

PT. Mataram Tunggal Garment adalah sebuah perusahaan swasta nasional yang berbadan hukum perseroan terbatas (perseroan). Pada tahun 2021, perusahaan ini memiliki karyawan sejumlah 1700 orang. Perusahaan ini bergerak di bidang industri pakaian khususnya pakaian wanita. Pakaian yang diproduksi oleh perusahaan ini jenisnya mengikuti permintaan dari *buyer* karena jenis produksi pada perusahaan ini adalah *make to order* yaitu membuat berdasarkan pesanan konsumen.

Perusahaan ini didirikan di Yogyakarta. Salah satu aspek yang menjadi alasan berdirinya perusahaan ini di Yogyakarta adalah kentalnya kota ini dengan seni dan budaya serta memiliki sumber daya manusia yang kreatif. Hal ini dimanfaatkan oleh PT. Mataram Tunggal Garment untuk menghasilkan produk pakaian wanita berkualitas internasional yang tidak kalah bersaing di pasar global. Untuk pendistribusian produk, perusahaan 100% melakukan ekspor ke luar negeri. Dalam pemasaran produknya, perusahaan hanya memasarkan produk pada *export* market seperti USA, Kanada, Jepang, dan berbagai negara lain.

2.2.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan kerja merupakan suatu usaha yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja yang dapat menimpa karyawan. Sementara itu, kesehatan kerja merupakan suatu kondisi pekerja yang bebas dari ancaman atau gangguan mental dan fisik yang disebabkan oleh lingkungan tempat bekerja (Fauziyah, et al., 2018). Adapun K3 adalah suatu bidang yang berkaitan dengan melindungi keselamatan, kesehatan, dan kesejahteraan para pekerja atau orang yang terlibat dalam suatu pekerjaan. Hal ini bertujuan supaya para pekerja dapat bekerja dengan aman dan terhindar dari segala risiko kecelakaan kerja baik dari segi fisik, mental, maupun sosial (Micheli, et al., 2018).

K3 membahas hubungan langsung antara risiko bahaya dan kematian pekerja, cedera, serta morbiditas. Pada dasarnya, tujuan dari K3 adalah supaya pekerja bisa pulang dari tempat kerja dalam keadaan selamat. Hal ini terbilang berhasil dalam mengurangi risiko kecelakaan kerja di berbagai negara (Schulte, et al., 2019). Adapun menurut (Syafrial & Ardiansyah, 2020) tujuan dan manfaat dari K3 adalah sebagai berikut.

- a. Mencegah risiko kecelakaan kerja, kecacatan, kematian, dan penyakit.
- b. Memelihara lingkungan kerja baik berupa mesin, material, dan bangunan.
- c. Meningkatkan produktivitas perusahaan, menjaga kebersihan lingkungan, dan meningkatkan efisiensi perusahaan.
- d. Memberikan jaminan kepada para pekerja mengenai kesehatan, keamanan, keselamatan, lingkungan kerja yang kondusif, dan proteksi.

2.2.3 Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja didefinisikan sebagai segala sesuatu berupa fisik maupun non fisik yang berada di sekitar pekerja dan berpengaruh terhadap kinerja para pekerja dalam menjalankan tugas-tugas mereka (Fauziyah, et al., 2018). Adapun berikut merupakan jenis-jenis lingkungan kerja menurut (Fauziyah, et al., 2018).

a. Fisik

Dibawah ini merupakan jenis-jenis lingkungan kerja fisik yang dikatakan baik.

- 1) Terdapat bangunan untuk tempat bekerja.
- 2) Tempat bekerja yang luas dan tidak terkesan sempit.
- 3) Perlengkapan kerja yang memadai.
- 4) Sirkulasi udara yang baik.
- 5) Tersedia *rest area* karyawan.
- 6) Tersedia tempat ibadah.
- 7) Terdapat sarana angkutan untuk karyawan.

b. Non Fisik

Lingkungan kerja non fisik merupakan hubungan sosial yang terjalin dengan baik antara teman kerja, atasan dan bawahan.

2.2.4 Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja merupakan suatu kejadian yang tidak diharapkan di mana kejadian tersebut berhubungan dengan aktivitas perusahaan yang mengakibatkan cedera atau kematian bagi para pekerja, kerusakan peralatan, dan berhentinya proses produksi (Bastuti, 2020). Menurut (Cahyaningrum, et al., 2019), kecelakaan kerja merupakan kejadian yang tidak diharapkan dan dapat menyebabkan kerugian harta benda, waktu, maupun korban jiwa di dalam suatu proses pekerjaan. Penyebab kecelakaan kerja terbagi menjadi dua faktor. Faktor pertama adalah faktor mekanis dan lingkungan, adapun faktor kedua adalah faktor manusia atau *human error* (Darwis, et al., 2020)

2.2.5 Bahaya (*Hazard*)

Bahaya (*hazard*) didefinisikan sebagai segala sesuatu berupa tindakan dan situasi yang berpotensi menimbulkan kecelakaan atau cedera pada manusia, kerusakan lingkungan kerja, atau gangguan lainnya. Dikarenakan adanya bahaya maka harus dilakukan pengendalian supaya tidak berakibat buruk bagi perusahaan (Ponda & Fatma, 2019). Adapun berikut merupakan jenis bahaya yang sering dijumpai dalam lingkungan pekerjaan menurut (Nurdiansyah, 2018).

1. Bahaya Mekanik, disebabkan oleh peralatan kerja dan mesin seperti terjatuh, tersayat, terpeleset, dan tertimpa.
2. Bahaya Elektrik, disebabkan oleh peralatan yang memakai arus listrik.
3. Bahaya Peledakan, disebabkan oleh bahan kimia atau barang yang mudah terbakar.
4. Bahaya Kebakaran, disebabkan oleh bahan kimia atau barang yang mudah terbakar.

2.2.6 Risiko

1. Pengertian Risiko

Berdasarkan *Australian Standard / New Zealand Standard (AS/NZS)*, risiko didefinisikan sebagai probabilitas atau kemungkinan terjadinya sesuatu kejadian yang dapat berpengaruh buruk terhadap tujuan yang telah direncanakan. Risiko dihitung berdasarkan probabilitas kejadian atau konsekuensi yang dihasilkan (AS/NZS, 2004). Sementara itu, berdasarkan *Occupational Health and Safety*

Australian Standard (OHSAS) 18001 yang dikutip oleh (Munirwansyah, et al., 2018) risiko adalah sebuah kombinasi kemungkinan bahaya akibat suatu kejadian yang terjadi yang dapat menyebabkan cedera atau masalah kesehatan.

2. Manajemen Risiko

Manajemen risiko didefinisikan sebagai suatu kumpulan kegiatan yang bertujuan untuk mengelola potensi risiko yang ada dalam suatu aktivitas kegiatan (AS/NZS, 2004). Adapun manfaat dari manajemen risiko menurut (AS/NZS, 2004) adalah sebagai berikut.

- a. Meminimalisir kejadian yang dapat menimbulkan risiko.
- b. Meningkatkan efektifitas, kinerja, dan perencanaan.
- c. Meningkatkan efisiensi dan keuntungan ekonomis.
- d. Meningkatkan nama baik perusahaan atau organisasi.
- e. Sebagai tanggung jawab direksi untuk melindungi para pekerja.
- f. Meningkatkan kesejahteraan para pekerja.

Tahapan-tahapan dari manajemen risiko menurut (AS/NZS, 2004) adalah sebagai berikut.

- a. Menentukan Konteks
Menentukan tujuan, tindakan, strategi aplikasi, metode, dan target
- b. Identifikasi Risiko
Mengidentifikasi dan mengumpulkan risiko-risiko yang ada serta menggali penyebab dari risiko tersebut
- c. Analisis Risiko
Berdasarkan *Australian Standard / New Zealand Standard (AS/NZS)*, analisis risiko merupakan sebuah kegiatan yang mengidentifikasi kemungkinan suatu akibat dari rangkaian kejadian yang terjadi. Analisis risiko mengidentifikasi kemungkinan risiko yang terjadi dan penyebab dari risiko tersebut (AS/NZS, 1999).
- d. Evaluasi Risiko
Menentukan apakah risiko yang dapat diterima atau tidak berdasarkan standar yang telah ditentukan.
- e. Pengendalian Risiko
Melakukan penanganan terhadap risiko yang telah didapat.
- f. Monitoring dan *Review*

Melakukan pengawasan dan pengkajian terhadap risiko dan program pengendalian risiko yang telah dijalankan.

g. **Konsultasi dan Komunikasi**

Membangun komunikasi antara pihak perusahaan dan para pekerja mengenai efektivitas program pengendalian risiko yang telah dibuat.

2.2.7 Produktivitas

Produktivitas merupakan salah satu konsep terpenting dalam ilmu ekonomi. Produktivitas mencerminkan bagaimana penggunaan sumber daya dan faktor-faktor yang digunakan dalam operasional perusahaan baik manufaktur maupun jasa (McCann & Vorley, 2020). Produktivitas merupakan kemampuan untuk memperoleh manfaat secara maksimal dari sumber daya yang tersedia dengan output yang maksimal (Siagian, 2005). Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas menurut (Handoko, 2002) adalah sebagai berikut.

1. **Lingkungan Kerja**

Lingkungan kerja yang teratur, bersih, dan memiliki sirkulasi udara yang baik akan memberi dampak yang baik bagi kinerja para pekerja.

2. **Komunikasi**

Komunikasi yang baik antar karyawan akan membangkitkan semangat dan gairah para karyawan.

3. **Kesehatan**

Kesehatan yang baik akan mendukung optimalnya kinerja para pekerja. Kesehatan yang dimaksud adalah kesehatan jasmani dan rohani, oleh karena itu dibutuhkan sarana yang mendukung factor tersebut seperti P3K dan tempat ibadah.

4. **Peningkatan Produktivitas**

Perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan produktivitas perusahaan dengan cara melakukan penanganan untuk meningkatkan semangat dan gairah dalam bekerja karena hal ini sangat berpengaruh dalam tingkat produktivitas perusahaan.

2.2.8 Job Safety Analysis (JSA)

JSA merupakan suatu metode yang efektif di dalam mengidentifikasi risiko kecelakaan kerja di dalam suatu pekerjaan dan mencegah kecelakaan kerja (Li, et al., 2018). Sedangkan menurut (Choudhary, et al., 2018) JSA merupakan salah satu metode identifikasi bahaya pada lingkungan kerja. Dengan melakukan identifikasi risiko kecelakaan kerja menggunakan JSA maka dapat dilakukan pencegahan yang efektif dan tepat (Nurdiansyah, 2018). Metode JSA mempunyai empat fungsi dasar, yaitu Menentukan pekerjaan yang dianalisis, menguraikan pekerjaan tersebut menjadi langkah-langkah dasar, mengidentifikasi risiko pada masing-masing pekerjaan, dan mengendalikan risiko yang ada (Suharianto & Muliatna, 2017).

2.2.9 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

1. Pengertian FMEA

FMEA merupakan sebuah metodologi yang digunakan dalam manajemen pengembangan dan operasi produk guna menganalisis mode kegagalan untuk mengklasifikasikan tingkat keparahan dan kegagalan dalam suatu sistem (Syahitaria, et al., 2018). FMEA menggunakan tiga input penting, yaitu *severity (S)*, *occurrence (O)*, *detection (D)* yang akan digunakan untuk menghitung *risk priority number (RPN)* di mana perhitungan RPN dilakukan dengan cara mengalikan nilai *severity (S)*, *occurrence (O)*, *detection (D)* (Mutlu & Altuntaş, 2019). FMEA banyak digunakan dalam industri manufaktur di berbagai fase siklus hidup produk dan sekarang banyak digunakan dalam berbagai industri termasuk pengolahan semikonduktor, layanan makanan, plastik, pembangkit listrik, perangkat lunak, dan perawatan kesehatan. Secara formal FMEA diperkenalkan di akhir tahun 1940 oleh pihak militer Amerika Serikat. Pada tahun 1960, metode ini digunakan oleh industri kedirgantaraan sebagai metodologi desain, dengan persyaratan keandalan dan keselamatan yang jelas (Sharma & Srivastava, 2018).

2. Tujuan FMEA

Berikut merupakan tujuan dari penerapan FMEA dalam suatu perusahaan menurut (Dewanti & Pujotomo, 2018).

- a. Mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan mode kegagalan tersebut.
 - b. Mengidentifikasi karakter signifikan dan karakter krisis.
 - c. Mengurutkan defisiensi proses dan pesanan desain potensial.
 - d. *Membantu focus engineer* di dalam mengurangi perhatian terhadap produk dan proses produksi, serta membantu mencegah timbulnya permasalahan.
3. Tipe-tipe *FMEA*

Adapun tipe-tipe *FMEA* menurut (Sharma & Srivastava, 2018) diklasifikasikan menjadi tiga tipe dasar sebagai berikut.

a. *Concept FMEA (CFMEA)*

Concept FMEA (CFMEA) atau Konsep *FMEA* digunakan untuk menganalisis konsep pada tahap awal (paling sering pada tingkat sistem dan subsistem).

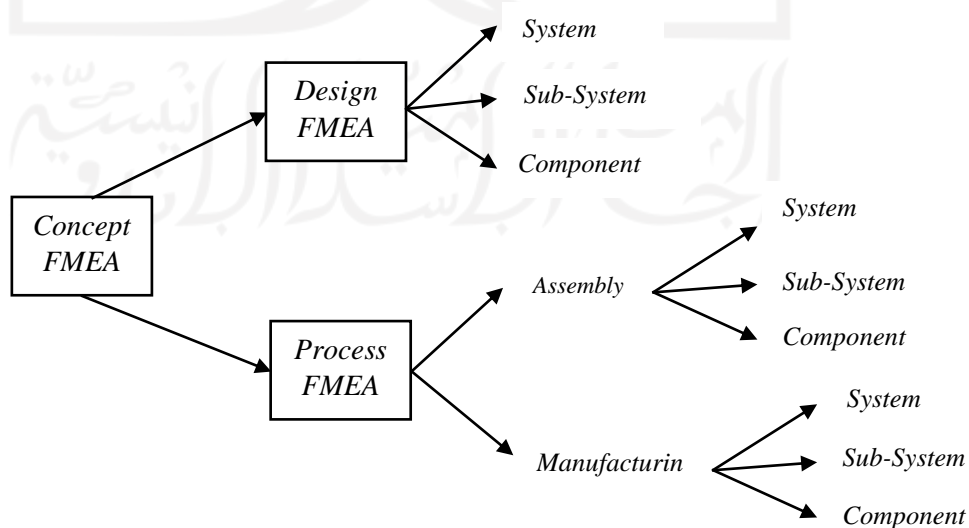
b. *Design FMEA (DFMEA)*

Design FMEA (DFMEA) atau desain *FMEA* bertujuan menganalisis desain produk sebelum masuk ke proses produksi.

c. *Process FMEA (PFMEA)*

Process FMEA (PFMEA) berfokus pada mode kegagalan potensial dari proses yang disebabkan oleh kekurangan proses manufaktur atau perakitan. Proses *FMEA* terdiri dari dua jenis yaitu *FMEA* Manufaktur, dan *FMEA* Perakitan (*Assembly*).

Adapun berikut merupakan gambar tipe-tipe *FMEA*.



Gambar 2. 1 Tipe-tipe *FMEA*

4. Tahapan *FMEA*

Tahapan-tahapan dalam melakukan analisis menggunakan metode *FMEA* menurut (Gumelar & Hendri, 2019) adalah sebagai berikut.

- a. Mengidentifikasi produk, desain, atau sistem yang akan dianalisis
- b. Mengidentifikasi potensi *failure mode* pada produk, desain, atau sistem yang akan dianalisis.
- c. Mengidentifikasi potensi efek kegagalan pada produk, desain, atau sistem yang akan dianalisis.
- d. Mengidentifikasi penyebab kegagalan pada produk, desain, atau sistem yang akan dianalisis.
- e. Mengidentifikasi mode-mode deteksi.
- f. Menentukan rating pada *severity (S)*, *occurrence (O)*, *detection (D)*, dan *risk priority number (RPN)*

Severity (S) merupakan sebuah penilaian dari tingkat keseriusan suatu akibat pada suatu komponen yang memberikan pengaruh pada suatu hasil kerja mesin yang dianalisis. Adapun *occurrence (O)* merupakan penilaian terhadap frekuensi terjadinya cacat pada suatu produk. Sementara itu, *detection (D)* berfungsi menemukan potensi penyebab mekanis yang berakibat pada kerusakan serta tindakan perbaikan (Sari, et al., 2018).

RPN merupakan indikator yang digunakan untuk menentukan tindakan perbaikan yang tepat pada suatu mode kegagalan atau kecacatan (Dewanti & Pujotomo, 2018). Adapun cara menghitung *RPN* adalah dengan mengalikan *severity (S)*, *occurrence (O)*, dan *detection (D)* ($RPN = S \times O \times D$). Setelah dikalikan maka akan diurutkan nilai *RPN* dari tertinggi hingga terendah. Semakin tinggi nilai *RPN* maka urutan prioritas perbaikannya semakin tinggi (Sari, et al., 2018). Adapun rentang penilaian *severity (S)*, *occurrence (O)*, dan *detection (D)* menurut adalah sebagai berikut.

- a. *Severity (S)*

Berikut merupakan rentang penilaian *severity (S)* menurut (Nurdiansyah, 2018)

Tabel 2. 3 Nilai *Severity* (*S*)

Rating	Severity	Parameter
1	<i>Insignificant</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak mempunyai dampak terhadap lingkungan. 2. Cedera atau penyakit tidak memerlukan penanganan khusus dan bisa ditangani sendiri dengan kotak P3K. 3. Kerusakan peralatan mudah diperbaiki.
2	<i>Minor</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dampak terhadap lingkungan <i>minor</i> atau kerusakan terbatas. 2. Kecelakaan Kerja memerlukan perawatan diluar P3K dengan bantuan orang lain. 3. Kerusakan peralatan memerlukan biaya lebih dari 50 Juta.
3	<i>Moderate</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dampak terhadap lingkungan <i>moderate</i> atau biasa dengan masa pemulihan 1-6 bulan. 2. Kecelakaan kerja memerlukan penanganan khusus sehingga mengganggu jalannya produksi. 3. Kerusakan peralatan antara 50 – 500 Juta
4	<i>Major</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kerusakan lingkungan memerlukan pemulihan 6-12 bulan. 2. Kecelakaan kerja mengakibatkan cedera permanen. 3. Kerugian peralatan antara 500-1000 Juta.
5	<i>Catastrophic</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kecelakaan kerja mengakibatkan kematian atau penyakit mematikan. 2. Kerusakan lingkungan memerlukan pemulihan lebih dari satu tahun. 3. Kerugian peralatan lebih dari 1 miliar.

b. *Occurrence (O)*

Berikut merupakan rentang penilaian *occurrence (O)* menurut (Nurdiansyah, 2018).

Tabel 2. 4 Nilai *Occurrence (O)*

<i>Rating</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Parameter</i>
1	<i>Conceivable</i>	Hampir tidak pernah terjadi atau sekali terjadi selama bekerja
2	<i>Rare</i>	Kecelakaan mungkin terjadi satu kali dalam 6-10 tahun terakhir
3	<i>Unlikely</i>	Kecelakaan mungkin terjadi satu kali dalam 2-5 tahun terakhir
4	<i>Likely</i>	Kecelakaan mungkin terjadi satu kali dalam satu tahun terakhir
5	<i>Almost Certain</i>	Kecelakaan mungkin terjadi lebih dari satu kali dalam satu tahun terakhir

c. *Detection (D)*

Berikut merupakan rentang penilaian *detection (D)* menurut (Dewanti & Pujotomo, 2018).

Tabel 2. 5 Nilai *Detection (D)*

<i>Detection</i>	<i>Likelihood of Detection</i>	<i>Rating</i>
Tinggi	Kemungkinan bentuk dan penyebab Kecelakaan terdeteksi tinggi	5
Sedang	Kemungkinan bentuk dan penyebab Kecelakaan terdeteksi sedang	4
Rendah	Kemungkinan bentuk dan penyebab Kecelakaan terdeteksi rendah	3
Jarang	Kemungkinan bentuk dan penyebab Kecelakaan terdeteksi jarang	2
Hampir tidak mungkin	Kemungkinan bentuk dan penyebab kegagalan terdeteksi hampir tidak mungkin	1

2.2.10 Fuzzy AHP

1. Definisi Fuzzy AHP

Fuzzy memiliki makna “samar-samar” di mana *fuzzy* adalah pengembangan dari teori *crisp* atau teori himpunan tegas. *Crisp* hanya mempunyai dua kemungkinan keanggotaan, yaitu pertama menjadi anggota dan yang kedua tidak menjadi anggota. Adapun anggota himpunan *fuzzy* memiliki nilai samar-samar atau nilai fuzzy yaitu salah atautkah benar (Santoso, et al., 2016). *Analytical Hierarchy Process (ahp)* merupakan suatu model yang fleksibel yang digunakan untuk pengambilan keputusan dengan melakukan kombinasi nilai-nilai dan pertimbangan pribadi secara logis (Qurtubi, et al., 2018). *Fuzzy AHP* merupakan penggabungan antara teknik *AHP* dengan logika *fuzzy*. *Fuzzy AHP* diaplikasikan untuk keadaan yang tidak pasti di dalam memilih suatu objek.

Perbedaan antara *AHP* dan *fuzzy AHP* adalah dalam implementasi perbandingan bobot berpasangan dalam matriks perbandingan. *AHP* memakai satu variabel sementara *fuzzy AHP* memakai tiga variabel (*lowest value (l)*, *median (m)*, dan *biggest value (u)*) atau biasa disebut *fuzzy* segitiga atau *Triangular Fuzzy Numbers (TFN)* (Hassan, et al., 2020). Metode *fuzzy AHP* pada dasarnya mengintegrasikan konsep dasar *AHP* ke dalam domain fuzzy dengan menggunakan bilangan fuzzy untuk perbandingan berpasangan alih-alih bilangan real (Soberi & Ahmad, 2016).

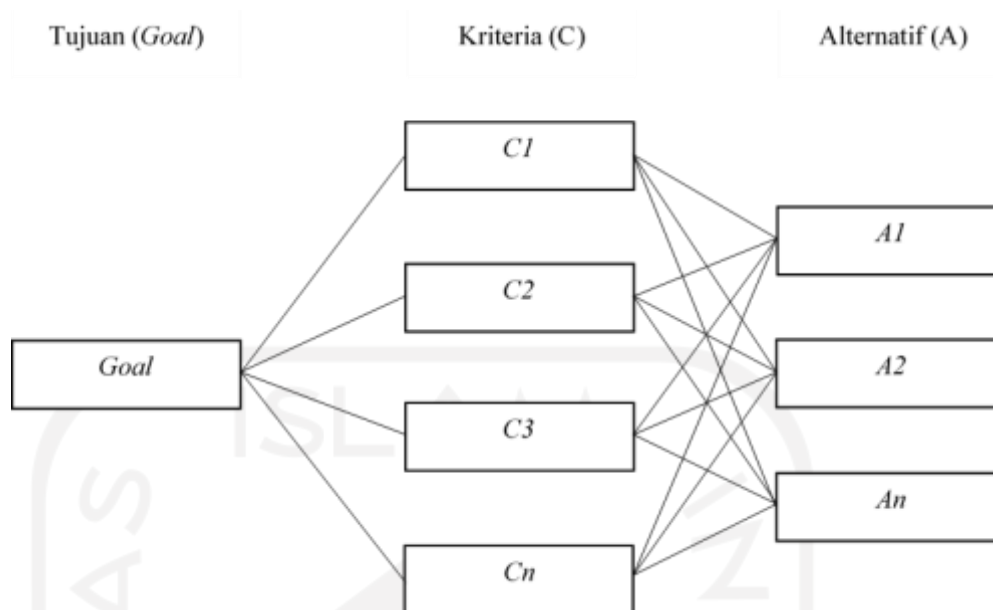
Pengambilan keputusan dalam *AHP* banyak terdapat kriteria subjektif. Untuk mengatasi masalah tersebut maka dikembangkan teknik *Fuzzy AHP* (Santoso, et al., 2016). *Fuzzy AHP* dianggap lebih baik dalam mendeskripsikan pengambilan keputusan yang samar-samar dibanding *AHP* tradisional. Dalam suatu sistem yang lebih kompleks, penilaian manusia digambarkan dalam bentuk pola yang tidak jelas atau linguistik. Oleh karena itu, teori *fuzzy AHP* berperan dalam memberikan gambaran yang lebih baik dalam data kuantitatif (Elveny, et al., 2014).

2. Langkah-langkah Fuzzy AHP

Berikut merupakan langkah-langkah *Fuzzy AHP* menurut (Soberi & Ahmad, 2016).

a. Membuat Hirarki

Hirarki terdiri dari beberapa level yang berbeda. Yaitu berupa tujuan, kriteria, dan alternatif. Adapun berikut gambaran dari hirarki yang dimaksud.



Gambar 2. 2. Gambar Hirarki AHP

b. Matriks perbandingan berpasangan antar kriteria

Skala *fuzzy AHP* digunakan untuk melakukan pembobotan kriteria dalam hirarki yang menentukan tingkat kepentingan antar kriteria. Adapun berikut merupakan tabel skala *fuzzy AHP*.

Tabel 2. 6. Skala *Fuzzy AHP*

Skala	Istilah	Skala <i>Fuzzy</i>	Invers
1	<i>Equally important</i>	(1,1,1)	(1,1,1)
3	<i>Weakly important</i>	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)
5	<i>Fairly important</i>	(4,5,6)	(1/6,1/5,1/4)
7	<i>Strongly important</i>	(6,7,8)	(1/8,1/7,1/6)
9	<i>Absolutely important</i>	(9,9,9)	(1/9,1/9,1/9)
2		(1,2,3)	(1/3,1/2,1)
4	Nilai antara dua skala yang	(3,4,5)	(1/5,1/4,1/3)
6	berdekatan	(5,6,7)	(1/7,1/6,1/5)
8		(7,8,9)	(1/9,1/8,1/7)

c. Normalisasi bobot relatif kriteria

Adapun tahapan di dalam normalisasi bobot relatif kriteria adalah sebagai berikut.

1) Perhitungan *Geometric Mean* (ri)

Pada tahap ini, *geometric mean* (ri) dari nilai perbandingan fuzzy dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut.

$$ri = \left(\sum_{j=1}^n d_{ij} \right)^{1/n} \quad (2.1)$$

Setelah nilai ri dihitung, maka akan dihitung nilai *increasing order* (io), adapun untuk mendapatkan nilai io dapat dilakukan melalui langkah berikut.

- Pertama, mencari nilai total dari ri untuk setiap kriteria
- Kedua, mengalikan tiap total ri dengan (I^{-1})
- Terakhir, melakukan invers dari hasil perhitungan tahap kedua

Dengan:

ri : *Geometric Mean*

n : Jumlah kriteria

d : Skala kriteria

io : *increasing order*

2) Perhitungan *Fuzzy Weight* (wi)

Fuzzy Weight (wi) didapatkan dengan cara mengalikan ri dan io untuk tiap kriteria.

3) Perhitungan *Averaged Weight Criterion* (Mi)

Averaged Weight Criterion (Mi) merupakan nilai rerata dari wi untuk tiap kriteria.

4) Perhitungan *Normalized Weight Criterion* (Ni)

Normalized Weight Criterion (Ni) didapatkan dengan cara membagikan Mi dengan total dari Mi untuk semua kriteria.

2.2.11 Fuzzy AHP-FMEA

1. Pengertian *Fuzzy AHP-FMEA*

Fuzzy Analytical Hierarchy Process-Failure Mode and Effect Analysis (*Fuzzy AHP-FMEA*) merupakan integrasi antara metode *FMEA* dan *fuzzy AHP* di mana *FMEA*

merupakan metode analisis risiko dan *fuzzy AHP* merupakan metode *decision support system* atau sistem pendukung keputusan. (Purnama, et al., 2018).

FMEA merupakan sebuah metode yang sangat baik untuk melakukan analisis risiko. Metode ini sangat sistematis, terorganisir dengan baik, dan efisien. *FMEA* membantu dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasi risiko kegagalan (Mzougui, et al., 2019). Akan tetapi *FMEA* memiliki beberapa kelemahan seperti hanya tiga faktor yang terlibat dalam penentuan prioritas kegagalan, beberapa faktor penting seperti waktu, pemeliharaan atau biaya tidak terintegrasi pada penilaian kegagalan (Mzougui, et al., 2019). Selain itu, metode ini memiliki beberapa kelemahan lainnya, yaitu faktor risiko sulit untuk dinilai secara akurat, level kepentingan dalam *FMEA* di antara tiga faktor risiko tidak dijelaskan dengan baik, dan Kombinasi antara tiga faktor risiko diasumsikan sama pentingnya (Hassan, et al., 2020), (Mzougui, et al., 2019), dan (Subriadi, et al., 2020).

Untuk menyelesaikan permasalahan ini, pembobotan ketiga faktor dapat dilakukan dengan menggunakan proses hirarki *fuzzy AHP*. Aplikasi *fuzzy AHP* dalam analisis *FMEA* adalah untuk mengurangi subjektivitas di dalam proses analisis dan pengambilan keputusan (Hassan, et al., 2020).

2. Perhitungan *Fuzzy AHP-FMEA*

Perhitungan *RPN* diintegrasikan dengan hasil dari *fuzzy AHP* dilakukan dengan cara mengalikan nilai *RPN* dari setiap *failure mode (FM)* dengan *Normalized Weight Criterion (Ni)*. Adapun berikut merupakan formula perhitungan nilai *RPN* integrasi *fuzzy AHP-FMEA*.

$$RPN_{Fuzzy\ AHP-FMEA} = (N_s \times S) + (N_o \times O) + (N_D \times D) \quad (2.2)$$

N_s , N_o , N_D merupakan nilai bobot bobot relatif dari *severity (S)*, *occurrence (O)*, dan *detection (D)* (Purnama, et al., 2018).

2.2.12 *Fault Tree Analysis (FTA)*

1. Definisi *FTA*

FTA merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang berpengaruh terhadap terjadinya kegagalan suatu proses produksi. Metode ini memiliki pendekatan bersifat *top down*, yaitu diawali dengan asumsi kegagalan dari

kejadian puncak atau *top event* kemudian dilanjutkan dengan memperinci sebab suatu *top event* hingga pada kegagalan dasar (*root cause*) (Dahlan, 2019).

2. Manfaat *FTA*

Berikut merupakan manfaat dari metode *FTA* menurut (Faishal, 2019).

- a. Menentukan faktor penyebab yang dapat menimbulkan kegagalan.
- b. Menentukan tahapan kejadian yang dapat menyebabkan kegagalan.
- c. Menganalisa kemungkinan penyebab-penyebab risiko sebelum kegagalan timbul.
- d. Melakukan investigasi suatu kegagalan.

3. Tahapan-tahapan *FTA*



Adapun berikut merupakan langkah-langkah melakukan analisis menggunakan *FTA* menurut (Sari, et al., 2018).


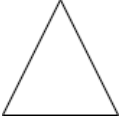
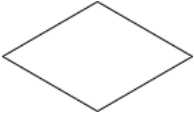
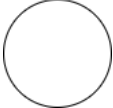
- a. Mengidentifikasi tujuan sistem, desain, ataupun produk.
- b. Mengidentifikasi *top event* dari desain, ataupun produk.
- c. Mengeksplorasi tiap cabang dalam tiap detail.
- d. Menyelesaikan *fault tree* sebagai kombinasi kejadian yang memberikan kontribusi kepada *top event*.
- e. Mengidentifikasi potensi kegagalan kemudian mengubahnya menjadi model yang sesuai.
- f. Melakukan analisis kuantitatif.
- g. Menganalisis hasil dan membuat usulan rekomendasi perbaikan.

4. Simbol-simbol *FTA*

Adapun berikut ini merupakan simbol-simbol dalam *FTA* yang digunakan untuk menguraikan suatu kejadian menurut (Faishal, 2019).

Tabel 2. 7 Simbol-simbol dalam *FTA*

Simbol	Keterangan
	<i>Top Event</i>
	<i>Logic Event OR</i>

Simbol	Keterangan
	<i>Logic Event AND</i>
	<i>Transferred Event</i>
	<i>Undeveloped Event</i>
	<i>Basic Event</i>

5. Istilah-istilah dalam *FTA*

Berikut merupakan istilah-istilah dalam metode analisis *FTA* menurut (Faishal, 2019).

a. *Event*

Event adalah penyimpangan pada suatu keadaan normal di suatu komponen dari sistem.

b. *Top Event*

Top Event didefinisikan sebagai suatu kejadian utama yang tidak diinginkan yang akan diidentifikasi lebih lanjut menuju kejadian dasar lainnya.

c. *Logic Gate*

Logic Gate didefinisikan sebagai hubungan logika antara *input* berupa kejadian yang di bawah.

d. *Transferred Event*

Transferred Event merupakan simbol berbentuk segitiga yang berfungsi menunjukkan bahwa uraian lanjutan kejadian berada di halaman lain.

e. *Undeveloped Event*

Undeveloped event merupakan kejadian dasar yang tidak akan dikembangkan lagi karena sudah terpenuhi informasinya.

f. *Basic Event*

Basic event merupakan kejadian yang tidak diharapkan yang diketahui sebagai penyebab dasar sehingga tidak perlu dianalisis lebih lanjut lagi.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Subjek dan Objek Penelitian

Berikut merupakan subjek dan objek yang digunakan pada penelitian ini.

1. Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah suatu sifat atau atribut atau nilai dari suatu kegiatan, orang, atau objek yang memiliki variabel tertentu untuk dipelajari dan ditarik kesimpulan di mana subjek penelitian berhubungan dengan data yang diperlukan (Sugiono, 2008). Subjek pada penelitian ini adalah divisi *packing* PT. Mataram Tunggal Garment dan segenap karyawan yang bertugas di divisi tersebut.

2. Objek Penelitian

Objek penelitian menjelaskan tentang apa, siapa, di mana dan kapan penelitian dilakukan (Husein, 2005). Objek pada penelitian ini adalah risiko kesehatan dan keselamatan kerja (K3) pada divisi *packing* PT. Mataram Tunggal Garment Yogyakarta.

3.2 Pengumpulan Data

Berikut merupakan metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini.

1. Observasi

Observasi dilakukan di lingkungan divisi *packing* PT. Mataram Tunggal Garment.

2. Wawancara

Wawancara langsung kepada pimpinan dan tujuh karyawan di divisi *packing*. Adapun kriteria responden yang digunakan adalah sebagai berikut.

- a. Responden merupakan karyawan atau karyawan magang pada divisi *packing*.

- b. Responden merupakan karyawan lapangan dan menangani langsung proses produksi di divisi *packing*.
 - c. Karyawan berjenis kelamin laki-laki atau perempuan.
3. Kajian Literatur

Kajian literatur pada penelitian ini terdiri dari kajian induktif dan deduktif. Kajian induktif yaitu berupa penelitian yang telah dilakukan oleh para ahli sebelumnya, adapun kajian deduktif memuat uraian mengenai materi yang akan digunakan dalam penulisan penelitian, yaitu uraian mengenai kesehatan dan keselamatan kerja (K3), *JSA*, *fuzzy AHP-FMEA*, dan *FTA*.

3.3 Sumber Data

Berikut merupakan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Data Primer

Sumber data primer adalah sumber data yang secara langsung memberikan data yang dibutuhkan oleh peneliti (Sugiono, 2017). Data primer pada penelitian diperoleh melalui wawancara dan observasi secara langsung. Adapun data primer yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

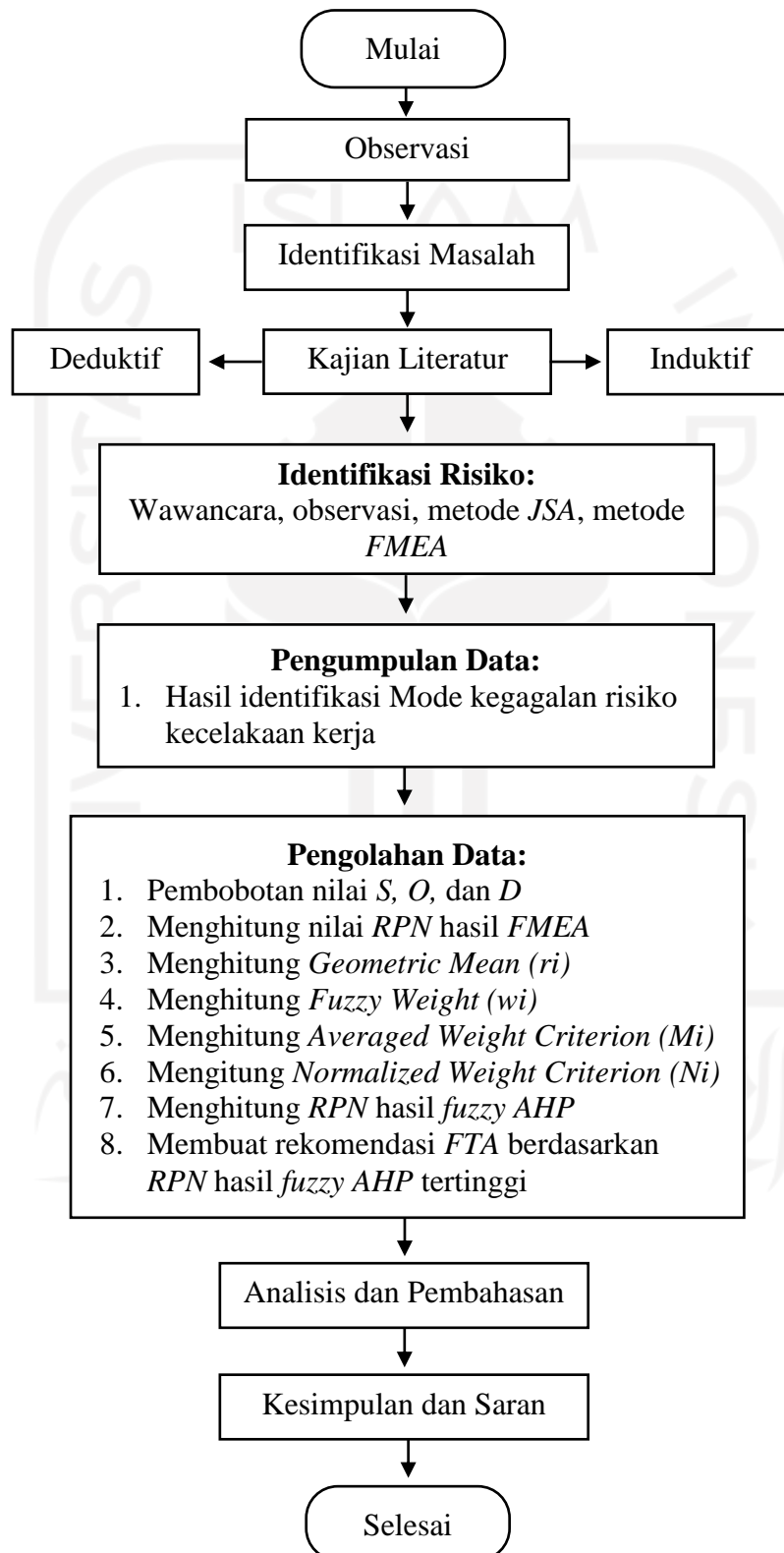
- a. Data alur dan deskripsi proses kerja pada divisi *packing*.
- b. Data mode kegagalan mengenai keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada divisi *packing* berdasarkan alur proses kerja.
- c. Nilai *severity* (*S*), *occurrence* (*O*), dan *detection* (*D*) untuk setiap mode kegagalan.
- d. Nilai *RPN* dari metode *FMEA* dan *fuzzy AHP-FMEA*

2. Data Sekunder

Sumber data Sekunder adalah sumber data yang secara tidak langsung memberikan data yang dibutuhkan oleh peneliti (Sugiono, 2017). Data sekunder pada penelitian ini diperoleh dari data-data perusahaan dan studi literatur seperti jurnal, buku, dan referensi lainnya.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan diagram alir dari penelitian ini.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari gambar diagram alir penelitian di atas.

1. Mulai

Memulai langkah penelitian yang akan dilakukan

2. Observasi

Pada tahap ini dilakukan observasi langsung di divisi *packing* PT. Mataram Tunggal Garment untuk menggali permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan. Tahap ini dilakukan pengamatan terhadap proses dan lingkungan kerja pada divisi *packing* guna mengidentifikasi potensi permasalahan yang dimungkinkan terjadi.

3. Identifikasi Masalah

Tahap ini adalah mengidentifikasi permasalahan yang akan dijadikan studi kasus. Setelah dilakukan observasi maka didapatkan salah satu permasalahan pada divisi *packing* yang perlu diteliti dan diatasi yaitu mengenai risiko kecelakaan kerja yang membahayakan keselamatan dan kesehatan kerja (K3).

4. Kajian Literatur

Kajian literatur pada penelitian ini terdiri dari kajian induktif dan deduktif. Kajian induktif yaitu berupa penelitian yang telah dilakukan oleh para ahli sebelumnya, adapun kajian deduktif memuat uraian mengenai materi yang akan digunakan dalam penulisan penelitian, yaitu uraian mengenai kesehatan dan keselamatan kerja (K3), *JSA*, *fuzzy AHP-FMEA*, dan *FTA*.

5. Identifikasi Risiko

Langkah ini dilakukan dengan mengidentifikasi mode kegagalan terhadap risiko kecelakaan kerja pada divisi *packing*. Metode yang digunakan adalah wawancara, observasi, *JSA*, dan *FMEA*. Adapun tahapan dari identifikasi risiko adalah sebagai berikut.

- a. Melakukan observasi di lingkungan kerja divisi *packing* dan pencatatan pada *JSA Worksheet*. Data yang dicatat adalah mode kegagalan, penyebab, akibat, dan penanganan saat ini berdasarkan alur proses kerja di divisi tersebut. Observasi didampingi oleh pimpinan divisi *packing* dan pembimbing lapangan penelitian tugas akhir dari perusahaan.
- b. Melakukan wawancara secara langsung kepada tujuh karyawan divisi *packing* mengenai mode kegagalan atau kecelakaan kerja yang pernah dialami,

penyebab, akibat, dan penanganan saat ini serta pencatatannya pada *JSA Worksheet*.

- c. Melakukan pengecekan data dan menyatukan hasil observasi serta wawancara dalam satu lembar *JSA worksheet* yang kemudian akan dilakukan analisis *FMEA*.
- d. Semua mode kegagalan hasil pengambilan data di dilakukan analisis *FMEA* dengan menghitung nilai *RPN*.

6. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan semua data yang dibutuhkan untuk melakukan pengolahan data. Data yang dibutuhkan pada penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data yang diperoleh akan digunakan untuk pengolahan data.

7. Pengolahan Data

Berikut merupakan tahapan pengolahan data.

- a. Pembobotan nilai *S*, *O*, dan *D*
Pembobotan nilai *S*, *O*, dan *D* dilakukan dengan bimbingan expert, dalam hal ini expert yang dipercaya adalah pimpinan divisi *packing*.
- b. Menghitung nilai *RPN* hasil *FMEA*
Perhitungan nilai *RPN* dilakukan dengan cara mengalikan *S*, *O*, dan *D*.
- c. Menghitung *Geometric Mean* (*ri*)
Pada tahap ini, *geometric mean* (*ri*) dilakukan perhitungan dengan rumus nomor (2.1). Setelah nilai *ri* dihitung, maka akan dihitung nilai *increasing order* (*io*),
- d. Menghitung *Fuzzy Weight* (*wi*)
Fuzzy Weight (*wi*) didapatkan dengan cara mengalikan *ri* dan *io* untuk tiap kriteria.
- e. Menghitung *Averaged Weight Criterion* (*Mi*)
Averaged Weight Criterion (*Mi*) merupakan nilai rerata dari *wi* untuk tiap kriteria.
- f. Menghitung *Normalized Weight Criterion* (*Ni*)
Normalized Weight Criterion (*Ni*) didapatkan dengan cara membagikan *Mi* dengan total dari *Mi* untuk semua kriteria.
- g. Menghitung *RPN* hasil *fuzzy AHP*

Perhitungan *RPN* diintegrasikan dengan hasil dari *fuzzy AHP* dilakukan dengan cara mengalikan nilai *RPN* dari setiap *failure mode (FM)* dengan *Normalized Weight Criterion (Ni)*. Adapun rumus perhitungan *RPN* tertera pada rumus nomor (2.2).

- h. Membuat rekomendasi *FTA* berdasarkan *RPN* hasil *fuzzy*

Analisis *FTA* dilakukan berdasarkan tiga *failure mode* dengan nilai *RPN* hasil *fuzzy AHP* tertinggi. Dari analisis *FTA* akan diketahui akar penyebab permasalahan dan kemudian dihasilkan rekomendasi.

8. Analisis dan Pembahasan

Setelah data diolah, hasil pengolahan data akan dilakukan analisis.

9. Kesimpulan dan Saran

Langkah terakhir yaitu menyimpulkan hasil dari keseluruhan penelitian. Kemudian akan diberikan beberapa saran.

10. Selesai

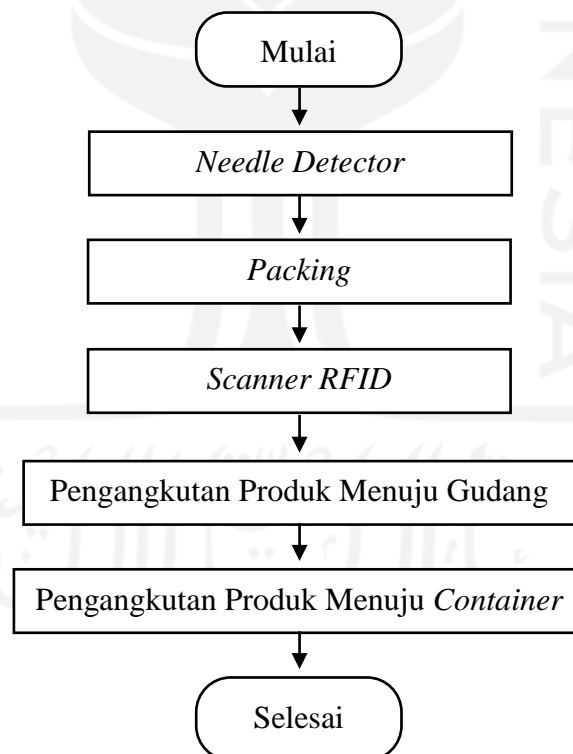
BAB IV

Pengumpulan dan Pengolahan Data

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Alur Proses Pekerjaan Divisi *Packing*

Divisi *packing* memiliki lima tahapan aktivitas utama. Berikut merupakan alur proses pekerjaan pada divisi *packing*.



Gambar 4. 1. Alur Proses Pekerjaan Divisi *Packing*

Berikut merupakan penjelasan dari diagram alir di atas.

1. *Needle Detector*

Pekerjaan yang dilakukan pada tahap ini adalah mendeteksi benda asing yang menempel pada pakaian seperti jarum, serangga, dan kotoran lainnya. Aktivitas ini bertujuan untuk memastikan bahwa produk yang akan dikemas tidak mengandung jarum, serangga, dan kotoran lainnya.

2. *Packing*

Pekerjaan yang dilakukan pada tahap ini adalah mengemas produk menggunakan karton dan isolasi. Produk dari *needle detector* akan dikemas menggunakan karton dan di teruskan ke bagian RFID.

3. *Scanner Radio Frequency Identification (RFID)*

Pekerjaan yang dilakukan pada tahap ini adalah mengecek jumlah *barcode* yang terpasang pada tiap produk. Produk yang lolos inspeksi akan diberi label sesuai tipe dan tujuan pengiriman untuk kemudian disimpan di gudang dan dikirim ke tujuan masing-masing.

4. Pengangkutan Produk Menuju Gudang

Pekerjaan yang dilakukan pada tahap ini adalah mengangkut produk dari *scanner* RFID menuju gudang untuk kemudian secara bertahap dikirim menggunakan *container*. Peralatan yang digunakan pada tahap ini adalah *bar hanger* dan troli barang.

5. Pengangkutan Produk Menuju *Container*

Pekerjaan yang dilakukan pada tahap ini adalah memindah produk dari gudang menuju *container*. Peralatan yang digunakan adalah *bar hanger*, troli barang, dan *Forklift*, panggung penampung produk sementara, dan pagar sebagai pembatas. Sebelum dikirim, produk akan dicek terlebih dahulu secara acak sebagai inspeksi terakhir untuk memastikan produk sesuai standar perusahaan dan permintaan *buyer*.

4.1.2 *Job Safety Analysis Worksheet*

Pengambilan data dilakukan melalui observasi secara langsung dan wawancara mengenai risiko kecelakaan kerja di setiap proses pekerjaan menggunakan *job safety analysis (JSA) worksheet* pada divisi *packing*. Adapun berikut merupakan *JSA Worksheet* hasil wawancara.

Tabel 4. 1. *Job Safety Analysis Worksheet*

No	Proses Kerja	Failure Mode	Failure Mode Code	Penyebab	Pengendalian Saat Ini
1	Risiko kecelakaan kerja secara umum	Cedera otot	FM_1	Akibat berdiri terlalu lama, karton berat, dan tingginya frekuensi di dalam memindahkan karton secara manual	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP <i>material handling</i> • Diperbolehkan istirahat sejenak ketika ada pekerja yang bisa menggantikan posisinya
		Sesak napas	FM_2	Akibat menghirup udara yang mengandung debu residu produksi	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya peraturan untuk memakai masker • Pembersihan debu secara berkala • Penanganan P3K dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu
		Dehidrasi	FM_3	Kelelahan, udara panas, dan kehausan	<ul style="list-style-type: none"> • Diperbolehkan istirahat sejenak ketika ada pekerja yang bisa menggantikan posisinya • Penanganan P3K

		Tersandung karton atau <i>pallet</i>	<i>FM₄</i>	Karton dan <i>pallet</i> disusun kurang rapi	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP penyusunan karton • Adanya peraturan untuk memakai sepatu
2	<i>Needle Detector</i>	Tangan terluka	<i>FM₅</i>	Tergores tepi karton yang tajam	<ul style="list-style-type: none"> • Penanganan P3K
3	<i>Packing</i>	Kulit telapak tangan terluka atau mengelupas	<i>FM₆</i>	Bergesekan dengan karton dan selotip terlalu lama sehingga membuat kulit menjadi panas dan mengelupas	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP pengemasan • Penanganan P3K
		Lengan terluka	<i>FM₇</i>	Tergores karton secara terus-menerus	<ul style="list-style-type: none"> • Penanganan P3K
		Tertimpa karton	<i>FM₈</i>	Tumpukan karton roboh dan menimpa pekerja	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP penyusunan karton • Penanganan P3K
		Tertabrak troli	<i>FM₉</i>	Operator troli tidak melihat ada pekerja di depannya	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP penggunaan alat kerja • Penanganan P3K dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu
		Terjepit alat selotip	<i>FM₁₀</i>	Pekerja lengah	<ul style="list-style-type: none"> • Penanganan P3K

4	Scanner RFID	Tertimpa karton	FM ₁₁	Tumpukan karton roboh dan mengenai pekerja	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP penyusunan karton • Penanganan P3K
5	Pengan gkutan produk menuju gudang	Kaki terlindas <i>bar</i> <i>hanger</i>	FM ₁₂	Tidak terkendalinya <i>bar hanger</i> sehingga melindas kaki pekerja	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP penggunaan alat kerja • Penanganan P3K dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu
		Tertabrak <i>bar</i> <i>hanger</i>	FM ₁₃	Operator <i>bar</i> <i>hanger</i> tidak melihat ada pekerja di depannya	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP penggunaan alat kerja • Penanganan P3K dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu
		Terjatuh dari ketinggia n ± 5 meter	FM ₁₄	Terpeleset saat menaiki rak penyimpanan atas dengan ketinggian ± 5 meter tanpa pengaman	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP pelaksanaan kerja • Penanganan P3K dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu
		Tertimpa karton	FM ₁₅	Tumpukan karton roboh dan mengenai pekerja	<ul style="list-style-type: none"> • Penanganan P3K dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu
		Tertabrak troli	FM ₁₆	Operator <i>troli</i> tidak melihat ada pekerja di depannya	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP penggunaan alat kerja • Penanganan P3K dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu

	Lengan terluka	<i>FM₁₇</i>	Tergores karton secara terus-menerus	<ul style="list-style-type: none"> • Penanganan P3K 	
	Kebakaran	<i>FM₁₈</i>	Terpicu oleh bahan kimia atau benda yang mudah terbakar	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP penanganan kebakaran • Disediakan alat pemadam api ringan (APAR) 	
6	Pengangkutan produk menuju container	Kaki terlindas <i>bar hanger</i>	<i>FM₁₉</i>	Tidak terkendalinya bar hanger sehingga melindas kaki pekerja	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP penggunaan alat kerja • Penanganan P3K dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu
		Tertabrak <i>bar hanger</i>	<i>FM₂₀</i>	Operator <i>bar hanger</i> tidak melihat ada pekerja di depannya	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP penggunaan alat kerja • Penanganan P3K dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu
		Tertimpa karton	<i>FM₂₁</i>	Tumpukan karton roboh dan menimpa pekerja	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP penyusunan karton • Penanganan P3K
		Tertimpa pagar pembatas	<i>FM₂₂</i>	pagar pembatas roboh kemudian menimpa pekerja	<ul style="list-style-type: none"> • Penanganan P3K dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu
		Kejatuhan <i>Bar hanger</i> saat dinaikkan	<i>FM₂₃</i>	<i>Bar hanger</i> oleng dan jatuh kemudian menimpa pekerja	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP penggunaan alat kerja • Penanganan P3K dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu

ke <i>container</i> mengguna kan <i>Forklift</i>			
Tertabrak <i>forklift</i>	<i>FM₂₄</i>	Operator <i>forklift</i> tidak melihat ada pekerja di depan atau belakangnya	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP penggunaan alat kerja • Penanganan P3K dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu
Lengan terluka	<i>FM₂₅</i>	Tergores karton secara terus- menerus	<ul style="list-style-type: none"> • Penanganan P3K
Terjatuh dari dari atas panggung penampung g sementara dengan ketinggia n ± 1,5 meter	<i>FM₂₆</i>	Terpeleset atau tersandung sehingga jatuh	<ul style="list-style-type: none"> • Penanganan P3K dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu
Terjatuh dari <i>container</i> dengan ketinggia n ± 1,5 meter	<i>FM₂₇</i>	Terpeleset atau tersandung sehingga jatuh	<ul style="list-style-type: none"> • Adanya SOP pelaksanaan kerja • Penanganan P3K dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu

Dari table *JSA worksheet* di atas dapat diketahui bahwa berdasarkan hasil observasi dan wawancara ditemukan 27 risiko kecelakaan kerja beserta penyebab dan penanganan saat ini yang dilakukan oleh perusahaan. Hasil dari pengumpulan data ini akan diolah menggunakan metode *FMEA* untuk dihitung nilai *Risk priority number (RPN)*.

4.2 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Selanjutnya peneliti menggunakan metode *FMEA* untuk mengidentifikasi mode kegagalan terhadap risiko kecelakaan kerja dan efeknya pada divisi *packing* dengan menghitung nilai *Risk priority number (RPN)*. *RPN* didapat dengan cara mengalikan antara *severity (S)*, *occurrence (O)*, *detection (D)*. Adapun berikut penentuan nilai *S*, *O*, dan *D*.

4.2.1 Penentuan Nilai Severity (S)

Severity (S) merupakan sebuah penilaian dari tingkat keseriusan suatu akibat pada risiko kecelakaan kerja yang memberikan pengaruh pada keselamatan dan kesehatan kerja yang dianalisis. Berikut merupakan penentuan nilai *severity (S)*.

Tabel 4. 2. Penentuan Nilai Severity (S)

<i>Failure Mode</i>	Akibat	S	Ket.
<i>FM₁</i>	Sakit di bagian tertentu seperti kaki, lengan, punggung, dan pinggul	1	<i>Insignificant</i>
<i>FM₂</i>	Pinsan dan gangguan kesehatan	3	<i>Moderate</i>
<i>FM₃</i>	Pinsan dan gangguan kesehatan	2	<i>Minor</i>
<i>FM₄</i>	Terluka dan cedera	1	<i>Insignificant</i>
<i>FM₅</i>	Terluka	1	<i>Insignificant</i>
<i>FM₆</i>	Terluka	2	<i>Minor</i>
<i>FM₇</i>	Terluka	1	<i>Insignificant</i>
<i>FM₈</i>	Terluka dan cedera	3	<i>Moderate</i>
<i>FM₉</i>	Terluka dan cedera	3	<i>Moderate</i>
<i>FM₁₀</i>	Terluka	1	<i>Insignificant</i>
<i>FM₁₁</i>	Terluka dan cedera	3	<i>Moderate</i>

<i>Failure Mode</i>	<i>Akibat</i>	<i>S</i>	<i>Ket.</i>
<i>FM₁₂</i>	Terluka hingga cedera permanen	4	<i>Major</i>
<i>FM₁₃</i>	Terluka hingga cedera permanen	3	<i>Moderate</i>
<i>FM₁₄</i>	Terluka, cedera permanen, hingga kematian	5	<i>Catastrophic</i>
<i>FM₁₅</i>	Terluka dan cedera	3	<i>Moderate</i>
<i>FM₁₆</i>	Terluka dan cedera	3	<i>Moderate</i>
<i>FM₁₇</i>	Terluka	1	<i>Insignificant</i>
<i>FM₁₈</i>	Kerusakan properti, terluka, cedera permanen, hingga kematian	5	<i>Catastrophic</i>
<i>FM₁₉</i>	Terluka hingga cedera permanen	4	<i>Major</i>
<i>FM₂₀</i>	Terluka hingga cedera permanen	3	<i>Moderate</i>
<i>FM₂₁</i>	Terluka dan cedera	3	<i>Moderate</i>
<i>FM₂₂</i>	Terluka hingga cedera permanen	3	<i>Moderate</i>
<i>FM₂₃</i>	Kerusakan properti, terluka, cedera permanen, hingga kematian	5	<i>Catastrophic</i>
<i>FM₂₄</i>	Terluka hingga cedera permanen	4	<i>Major</i>
<i>FM₂₅</i>	Terluka	1	<i>Insignificant</i>
<i>FM₂₆</i>	Terluka hingga cedera permanen	4	<i>Major</i>
<i>FM₂₇</i>	Terluka hingga cedera permanen	4	<i>Major</i>

Dari table pembobotan *severity (S)* di atas didapatkan tujuh *failure mode* yang tergolong *insignificant*, dua tergolong *minor*, sepuluh tergolong *moderate*, lima tergolong *major*, dan tiga tergolong *catastrophic*.

4.2.2 Penentuan Nilai *Occurrence (O)*

Occurrence (O) merupakan penilaian terhadap frekuensi terjadinya risiko kecelakaan kerja yang sedang dianalisis. Berikut merupakan penentuan nilai *occurrence (O)*.

Tabel 4. 3. Penentuan Nilai *Occurrence* (*O*)

<i>Failure Mode</i>	<i>Akibat</i>	<i>O</i>	<i>Ket.</i>
<i>FM₁</i>	Sakit di bagian tertentu seperti kaki, lengan, punggung, dan pinggul	5	<i>Almost Certain</i>
<i>FM₂</i>	Pinsan dan gangguan kesehatan	3	<i>Unlikely</i>
<i>FM₃</i>	Pinsan dan gangguan kesehatan	5	<i>Almost Certain</i>
<i>FM₄</i>	Terluka dan cedera	5	<i>Almost Certain</i>
<i>FM₅</i>	Terluka	5	<i>Almost Certain</i>
<i>FM₆</i>	Terluka	5	<i>Almost Certain</i>
<i>FM₇</i>	Terluka	5	<i>Almost Certain</i>
<i>FM₈</i>	Terluka dan cedera	3	<i>Unlikely</i>
<i>FM₉</i>	Terluka dan cedera	4	<i>Likely</i>
<i>FM₁₀</i>	Terluka	5	<i>Almost Certain</i>
<i>FM₁₁</i>	Terluka dan cedera	3	<i>Unlikely</i>
<i>FM₁₂</i>	Terluka hingga cedera permanen	5	<i>Almost Certain</i>
<i>FM₁₃</i>	Terluka hingga cedera permanen	4	<i>Likely</i>
<i>FM₁₄</i>	Terluka, cedera permanen, hingga kematian	2	<i>Rare</i>
<i>FM₁₅</i>	Terluka dan cedera	3	<i>Unlikely</i>
<i>FM₁₆</i>	Terluka dan cedera	4	<i>Likely</i>
<i>FM₁₇</i>	Terluka	5	<i>Almost Certain</i>
<i>FM₁₈</i>	Kerusakan property, terluka, cedera permanen, hingga kematian	1	<i>Conceivable</i>
<i>FM₁₉</i>	Terluka hingga cedera permanen	5	<i>Almost Certain</i>
<i>FM₂₀</i>	Terluka hingga cedera permanen	4	<i>Likely</i>
<i>FM₂₁</i>	Terluka dan cedera	3	<i>Unlikely</i>
<i>FM₂₂</i>	Terluka hingga cedera permanen	4	
<i>FM₂₃</i>	Kerusakan property, terluka, cedera permanen, hingga kematian	2	<i>Rare</i>
<i>FM₂₄</i>	Terluka hingga cedera permanen	4	<i>Likely</i>
<i>FM₂₅</i>	Terluka	5	<i>Almost Certain</i>
<i>FM₂₆</i>	Terluka hingga cedera permanen	2	<i>Rare</i>

Failure Mode	Akibat	O	Ket.
<i>FM₂₇</i>	Terluka hingga cedera permanen	2	<i>Rare</i>

Dari hasil pembobotan *occurrence (O)* di atas, didapatkan satu *failure mode* tergolong *conceivable*, empat tergolong *rare*, lima tergolong *unlikely*, enam tergolong *likely*, dan sebelas tergolong *almost certain*.

4.2.3 Penentuan Nilai *Detection (D)*

Detection (D) berfungsi menemukan potensi penyebab mekanis yang berakibat pada kerusakan serta tindakan perbaikan. Berikut merupakan penentuan nilai *detection (D)*.

Tabel 4. 4. Penentuan Nilai *Detection (D)*

Failure Mode	Akibat	D	Ket.
<i>FM₁</i>	Sakit di bagian tertentu seperti kaki, lengan, punggung, dan pinggul	4	Sedang
<i>FM₂</i>	Pinsan dan gangguan kesehatan	4	Sedang
<i>FM₃</i>	Pinsan dan gangguan kesehatan	4	Sedang
<i>FM₄</i>	Terluka dan cedera	4	Sedang
<i>FM₅</i>	Terluka	4	Sedang
<i>FM₆</i>	Terluka	5	
<i>FM₇</i>	Terluka	4	Sedang
<i>FM₈</i>	Terluka dan cedera	4	Sedang
<i>FM₉</i>	Terluka dan cedera	3	Rendah
<i>FM₁₀</i>	Terluka	4	Sedang
<i>FM₁₁</i>	Terluka dan cedera	4	Sedang
<i>FM₁₂</i>	Terluka hingga cedera permanen	3	Rendah
<i>FM₁₃</i>	Terluka hingga cedera permanen	3	Rendah
<i>FM₁₄</i>	Terluka, cedera permanen, hingga kematian	4	Sedang
<i>FM₁₅</i>	Terluka dan cedera	4	Sedang

<i>FM</i> ₁₆	Terluka dan cedera	3	Rendah
<i>FM</i> ₁₇	Terluka	4	Sedang
<i>FM</i> ₁₈	Kerusakan properti, terluka, cedera permanen, hingga kematian	4	Sedang
<i>FM</i> ₁₉	Terluka hingga cedera permanen	3	Rendah
<i>FM</i> ₂₀	Terluka hingga cedera permanen	3	Rendah
<i>FM</i> ₂₁	Terluka dan cedera	4	Sedang
<i>FM</i> ₂₂	Terluka hingga cedera permanen	2	Jarang
<i>FM</i> ₂₃	Kerusakan properti, terluka, cedera permanen, hingga kematian	4	Sedang
<i>FM</i> ₂₄	Terluka hingga cedera permanen	2	Jarang
<i>FM</i> ₂₅	Terluka	4	Sedang
<i>FM</i> ₂₆	Terluka hingga cedera permanen	4	Sedang
<i>FM</i> ₂₇	Terluka hingga cedera permanen	4	Sedang

Dari hasil pembobotan *detection (D)* di atas diketahui terdapat dua *failure mode* yang tergolong jarang, enam tergolong rendah, 16 tergolong sedang, dan satu tergolong tinggi.

4.2.4 Pembobotan Risk Priority Number (RPN)

Berikut merupakan tabel perhitungan RPN. RPN didapat dengan cara mengalikan antara *severity (S)*, *occurrence (O)*, *detection (D)*. Adapun berikut penentuan nilai *S*, *O*, dan *D*.

Tabel 4. 5 Tabel Perhitungan RPN

No	Proses Pekerjaan	Failure Mode (FM)	Kode	Penyebab	Akibat	S	O	D	RPN	Rank	Rekomendasi
1	Risiko kecelakaan kerja secara umum	Cedera otot	FM ₁	Berdiri terlalu lama, karton berat, dan tingginya frekuensi di dalam memindahkan karton secara manual	Sakit di bagian tertentu seperti kaki, lengan, punggung, dan pinggul	1	5	4	20	7	<ul style="list-style-type: none"> Edukasi SOP Melakukan prinsip ekonomi gerakan Melakukan pemanasan sebelum bekerja.
		Sesak napas	FM ₂	Menghirup udara yang mengandung debu residu produksi	Pinsan dan gangguan kesehatan	3	3	4	36	4	<ul style="list-style-type: none"> Pembersihan debu dilakukan minimal sehari sekali Pekerja menggunakan APD <i>safety mask</i>

No	Proses Pekerjaan	Failure Mode (FM)	Kode	Penyebab	Akibat	S	O	D	RPN	Rank	Rekomendasi
		Dehidrasi	FM ₃	Kelelahan, udara panas, dan kehausan	Pinsan dan gangguan kesehatan	2	5	4	40	3	<ul style="list-style-type: none"> • Edukasi SOP • Memperbaiki sirkulasi udara • Melakukan prinsip ekonomi gerakan • Perencanaan ulang sistem kerja
		Tersandung karton atau <i>pallet</i>	FM ₄	Karton dan <i>pallet</i> disusun kurang rapi	Terluka dan cedera	1	5	4	20	7	<ul style="list-style-type: none"> • Menata ulang lingkungan kerja • Memberi <i>warning sign</i> bahaya tersandung
2	<i>Needle Detector</i>	Tangan terluka	FM ₅	Tergores tepi karton yang tajam	Terluka	1	5	4	20	7	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan APD <i>safety gloves</i>
3	<i>Packing</i>	Kulit telapak tangan	FM ₆	Bergesekan dengan karton dan selotip terlalu lama sehingga membuat kulit	Terluka	2	5	5	50	2	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan APD <i>safety gloves</i>

No	Proses Pekerjaan	Failure Mode (FM)	Kode	Penyebab	Akibat	S	O	D	RPN	Rank	Rekomendasi
		terluka atau mengelupas		menjadi panas dan mengelupas							
		Lengan terluka	FM ₇	Tergores karton secara terus-menerus	Terluka	1	5	4	20	7	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan APD sarung lengan
		Tertimpa karton	FM ₈	Tumpukan karton roboh dan menimpa pekerja	Terluka dan cedera	3	3	4	36	4	<ul style="list-style-type: none"> Edukasi SOP Tidak menata karton terlalu tinggi Menggunakan APD <i>safety helmet</i>
		Tertabrak troli	FM ₉	Operator troli tidak melihat ada pekerja di depannya	Terluka dan cedera	3	4	3	36	4	<ul style="list-style-type: none"> Memberi <i>warning sign</i> Mengedukasi SOP <i>Material Handling</i>
		Terjepit alat selotip	FM ₁₀	Pekerja lengah	Terluka	1	5	4	20	7	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan APD <i>safety gloves</i>
4	Scanner RFID	Tertimpa karton	FM ₁₁	Tumpukan karton roboh dan mengenai pekerja	Terluka dan cedera	3	3	4	36	4	<ul style="list-style-type: none"> Edukasi SOP Tidak menata karton terlalu tinggi

No	Proses Pekerjaan	Failure Mode (FM)	Kode	Penyebab	Akibat	S	O	D	RPN	Rank	Rekomendasi
5	Pengangkutan produk menuju gudang	Kaki terlindas <i>bar hanger</i>	FM ₁₂	Tidak terkendalinya <i>bar hanger</i> sehingga melindas kaki pekerja	Terluka hingga cedera permanen	4	5	3	60	1	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan APD <i>safety helmet</i> Memberi <i>warning sign</i> Mengedukasi SOP <i>Material Handling</i> Menggunakan APD <i>safety shoes</i>
		Tertabrak <i>bar hanger</i>	FM ₁₃	Operator <i>bar hanger</i> tidak melihat ada pekerja di depannya	Terluka hingga cedera permanen	3	4	3	36	4	<ul style="list-style-type: none"> Memberi <i>warning sign</i> Mengedukasi SOP <i>Material Handling</i>
		Terjatuh dari ketinggian ± 5 meter	FM ₁₄	Terpeleset saat menaiki rak penyimpanan atas dengan ketinggian ± 5 meter tanpa pengaman	Terluka, cedera permanen, hingga kematian	5	2	4	40	3	<ul style="list-style-type: none"> Memberi <i>warning sign</i> Mengedukasi SOP aktivitas material handling di rak penyimpanan Menggunakan APD <i>safety belt</i>

No	Proses Pekerjaan	Failure Mode (FM)	Kode	Penyebab	Akibat	S	O	D	RPN	Rank	Rekomendasi
		Tertimpa karton	FM ₁₅	Tumpukan karton roboh dan mengenai pekerja	Terluka dan cedera	3	3	4	36	4	<ul style="list-style-type: none"> Edukasi SOP Tidak menata karton terlalu tinggi Menggunakan APD <i>safety helmet</i>
		Tertabrak troli	FM ₁₆	Operator <i>troli</i> tidak melihat ada pekerja di depannya	Terluka dan cedera	3	4	3	36	4	<ul style="list-style-type: none"> Memberi <i>warning sign</i> Menedukasi SOP <i>Material Handling</i>
		Lengan terluka	FM ₁₇	Tergores karton secara terus-menerus	Terluka	1	5	4	20	7	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan APD sarung lengan
		Kebakaran	FM ₁₈	Terpicu oleh bahan kimia atau benda yang mudah terbakar	Kerusakan property, Terluka, cedera permanen, hingga kematian	5	1	4	20	7	<ul style="list-style-type: none"> Menyediakan alat pemadam api ringan (APAR) dan alat pemadam api berat (APAB) Memberikan pelatihan siaga kebakaran

No	Proses Pekerjaan	Failure Mode (FM)	Kode	Penyebab	Akibat	S	O	D	RPN	Rank	Rekomendasi
6	Pegangku tan produk menuju Container	Kaki terlindas <i>bar hanger</i>	FM ₁₉	Tidak ter kendalinya bar hanger sehingga melindas kaki pekerja	Terluka hingga cedera permanen	4	5	3	60	1	<ul style="list-style-type: none"> • Menata kabel listrik dengan baik • Memadamkan semua lampu di malam hari • Memberi <i>warning sign</i> • Edukasi SOP • Menggunakan APD <i>safety shoes</i>
		Tertabrak <i>bar hanger</i>	FM ₂₀	Operator <i>bar hanger</i> tidak melihat ada pekerja di depannya	Terluka hingga cedera permanen	3	4	3	36	4	<ul style="list-style-type: none"> • Memberi <i>warning sign</i> • Mengedukasi SOP <i>Material Handling</i>
		Tertimpa karton	FM ₂₁	Tumpukan karton roboh dan menimpa pekerja	Terluka dan cedera	3	3	4	36	4	<ul style="list-style-type: none"> • Edukasi SOP • Tidak menata karton terlalu tinggi • Menggunakan APD <i>safety helmet</i>

No	Proses Pekerjaan	Failure Mode (FM)	Kode	Penyebab	Akibat	S	O	D	RPN	Rank	Rekomendasi
		Tertimpa pagar pembatas	FM ₂₂	pagar pembatas roboh kemudian menimpa pekerja	Terluka hingga cedera permanen	3	4	2	24	6	<ul style="list-style-type: none"> • Memperkokoh desain pagar pembatas • Menggunakan APD <i>safety helmet</i> • Memberikan <i>warning sign</i>
		Kejatuhan <i>Bar hanger</i> saat dinaikkan ke <i>container</i> menggunakan <i>Forklift</i>	FM ₂₃	<i>Bar hanger</i> oleng dan jatuh kemudian menimpa pekerja	Kerusakan property, terluka, cedera permanen, hingga kematian	5	2	4	40	3	<ul style="list-style-type: none"> • Bagian bawah bar hanger ditambah tempat untuk memasang tangan <i>forklift</i> • Memakai APD <i>safety helmet</i> dan <i>safety shoes</i> • Edukasi SOP penggunaan <i>forklift</i>

No	Proses Pekerjaan	Failure Mode (FM)	Kode	Penyebab	Akibat	S	O	D	RPN	Rank	Rekomendasi
		Tertabrak <i>forklift</i>	FM ₂₄	Operator <i>forklift</i> tidak melihat ada pekerja di depan atau belakangnya	Terluka hingga cedera permanen	4	4	2	32	5	<ul style="list-style-type: none"> • Memakai APD <i>safety helmet</i> dan <i>safety shoes</i> • Edukasi SOP penggunaan <i>forklift</i>
		Lengan terluka	FM ₂₅	Tergores karton secara terus-menerus	Terluka	1	5	4	20	7	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan APD sarung lengan
		Terjatuh dari dari atas panggung penampung sementara dengan ketinggian ± 1,5 meter	FM ₂₆	Terpeleset atau tersandung sehingga jatuh	Terluka hingga cedera permanen	4	2	4	32	5	<ul style="list-style-type: none"> • Memberi <i>warning sign</i> • Edukasi SOP

No	Proses Pekerjaan	Failure Mode (FM)	Kode	Penyebab	Akibat	S	O	D	RPN	Rank	Rekomendasi
		Terjatuh dari <i>container</i> dengan ketinggian ± 1,5 meter	FM ₂₇	Terpeleset atau tersandung sehingga jatuh	Terluka hingga cedera permanen	4	2	4	20	7	<ul style="list-style-type: none"> • Memberi <i>warning sign</i> • Edukasi SOP

Dari hasil perhitungan *RPN* di atas dapat diketahui bahwa risiko kecelakaan kerja dengan nilai *RPN* terbesar adalah “kaki terlindas *bar hanger*” yaitu FM_{12} dan FM_{19} pada proses pekerjaan Pengangkutan produk menuju gudang dan pengangkutan produk menuju *container* dengan nilai *RPN* sebesar 60. Setelah dilakukan analisis *FMEA* di atas, langkah selanjutnya adalah uji validasi hasil *FMEA* menggunakan *fuzzy AHP*.

4.3 Fuzzy AHP-FMEA

Setelah dilakukan pembobotan nilai *severity* (*S*), *occurrence* (*O*), *detection* (*D*) menggunakan metode *FMEA*, langkah selanjutnya adalah melakukan uji validasi hasil *FMEA* menggunakan metode *Fuzzy AHP*. Aplikasi *fuzzy AHP* dalam analisis *FMEA* adalah untuk mengurangi subjektivitas di dalam proses analisis dan pengambilan keputusan. Berikut merupakan tabel kriteria yang digunakan.

Tabel 4. 6. Kriteria *Fuzzy AHP*

Kriteria	Deskripsi
<i>C1</i>	<i>Severity</i> (<i>S</i>)
<i>C2</i>	<i>Occurrence</i> (<i>O</i>)
<i>C3</i>	<i>Detection</i> (<i>D</i>)

Kriteria yang digunakan adalah *severity* (*S*), *occurrence* (*O*), *detection* (*D*). Analisis *fuzzy AHP* ini bertujuan untuk mencari *Normalized Weight Criterion* (N_i) yang akan digunakan untuk mengitung nilai *RPN* hasil *fuzzy AHP*. Adapun berikut merupakan langkah-langkah perhitungan nilai *RPN* hasil *fuzzy AHP*.

1. Pembuatan Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria.

Pada tahap ini dilakukan pembobotan level *fuzzy* dan inversnya di setiap kriteria seperti pada table di bawah ini.

Tabel 4. 7. Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

Kriteria	<i>S</i>			<i>O</i>			<i>D</i>		
<i>S</i>	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	3,00	4,00	5,00
<i>O</i>	0,25	0,33	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00
<i>D</i>	0,20	0,25	0,33	0,33	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00

2. Menghitung *Geometric Mean (ri)*

Pada tahap ini, *geometric mean (ri)* didapat dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus nomor (2.1). Setelah nilai *ri* dihitung, maka akan dicari nilai *increasing order (io)*. Adapun berikut merupakan perhitungan *ri*.

Tabel 4. 8. Perhitungan *Geometric Mean (ri)*

Kriteria	<i>ri</i>		
<i>S</i>	1,817	2,289	2,714
<i>O</i>	0,630	0,874	1,145
<i>D</i>	0,405	0,397	0,693
TOTAL	2,853	3,560	4,552
Reverse (power of -1)	0,351	0,281	0,220
Increasing order (io)	0,220	0,281	0,351

3. Menghitung *Fuzzy Weight (wi)*

Fuzzy Weight (wi) didapatkan dengan cara mengalikan *ri* dan *io* untuk tiap kriteria. Adapun berikut merupakan perhitungan *wi*.

Tabel 4. 9. Perhitungan *Fuzzy Weight (wi)*

Kriteria	<i>wi</i>		
<i>S</i>	0,399	0,643	0,952
<i>O</i>	0,138	0,245	0,401
<i>D</i>	0,089	0,111	0,243

4. Menghitung *Averaged Weight Criterion (Mi)*

Averaged Weight Criterion (Mi) merupakan nilai rerata dari *wi* untuk tiap kriteria. Adapun berikut merupakan perhitungan *mi*.

Tabel 4. 10. Perhitungan *Averaged Weight Criterion (Mi)*

Kriteria	<i>Wi</i>			<i>Mi</i>
S	0,399	0,643	0,952	0,665

Kriteria	W_i			M_i
O	0,138	0,245	0,401	0,262
D	0,089	0,111	0,243	0,148

5. Mengitung *Normalized Weight Criterion (Ni)*

Normalized Weight Criterion (Ni) didapatkan dengan cara membagikan M_i dengan total dari M_i untuk semua kriteria. Adapun berikut merupakan perhitungan N_i .

Tabel 4. 11. Perhitungan *Normalized Weight Criterion (Ni)*

Criteria	W_i			M_i	N_i
S	0,399	0,643	0,952	0,665	0,619
O	0,138	0,245	0,401	0,262	0,244
D	0,089	0,111	0,243	0,148	0,138

6. Menghitung *RPN* hasil *fuzzy AHP*

Perhitungan *RPN* diintegrasikan dengan hasil dari *fuzzy AHP* dilakukan dengan cara mengalikan nilai *RPN* dari setiap *failure mode (FM)* dengan *Normalized Weight Criterion (Ni)* menggunakan rumus perhitungan *RPN* tertera pada rumus nomor (2.2). Berikut merupakan tabel perhitungan *RPN* hasil integrasi *fuzzy AHP-FMEA*.

Tabel 4. 12. Perhitungan *RPN* hasil *fuzzy AHP*

FM	S	O	D	N_s	N_o	N_D	$RPN_{Fuzzy AHP}$	$Rank$
FM_1	1	5	4	0,619	0,244	0,138	2,3875	11
FM_2	3	3	4	0,619	0,244	0,138	3,1377	8
FM_3	2	5	4	0,619	0,244	0,138	3,0062	10
FM_4	1	5	4	0,619	0,244	0,138	2,3875	11
FM_5	1	5	4	0,619	0,244	0,138	2,3875	11
FM_6	2	5	5	0,619	0,244	0,138	3,1438	7
FM_7	1	5	4	0,619	0,244	0,138	2,3875	11
FM_8	3	3	4	0,619	0,244	0,138	3,1377	8
FM_9	3	4	3	0,619	0,244	0,138	3,2436	6
FM_{10}	1	5	4	0,619	0,244	0,138	2,3875	11

<i>FM</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>	<i>N_S</i>	<i>N_O</i>	<i>N_D</i>	<i>RPN_{Fuzzy AHP}</i>	<i>Rank</i>
<i>FM₁₁</i>	3	3	4	0,619	0,244	0,138	3,1377	8
<i>FM₁₂</i>	4	5	3	0,619	0,244	0,138	4,1060	2
<i>FM₁₃</i>	3	4	3	0,619	0,244	0,138	3,2436	6
<i>FM₁₄</i>	5	2	4	0,619	0,244	0,138	4,1315	1
<i>FM₁₅</i>	3	3	4	0,619	0,244	0,138	3,1377	8
<i>FM₁₆</i>	3	4	3	0,619	0,244	0,138	3,2436	6
<i>FM₁₇</i>	1	5	4	0,619	0,244	0,138	2,3875	11
<i>FM₁₈</i>	5	1	4	0,619	0,244	0,138	3,8879	3
<i>FM₁₉</i>	4	5	3	0,619	0,244	0,138	4,1060	2
<i>FM₂₀</i>	3	4	3	0,619	0,244	0,138	3,2436	6
<i>FM₂₁</i>	3	3	4	0,619	0,244	0,138	3,1377	8
<i>FM₂₂</i>	3	4	2	0,619	0,244	0,138	3,1060	9
<i>FM₂₃</i>	5	2	4	0,619	0,244	0,138	4,1315	1
<i>FM₂₄</i>	4	4	2	0,619	0,244	0,138	3,7247	4
<i>FM₂₅</i>	1	5	4	0,619	0,244	0,138	2,3875	11
<i>FM₂₆</i>	4	2	4	0,619	0,244	0,138	3,5128	5
<i>FM₂₇</i>	4	2	4	0,619	0,244	0,138	3,5128	5

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa *ranking* pertama adalah *FM₂₃* dan *FM₁₄* dengan nilai *RPN* sebesar 4, 1315, *ranking* kedua adalah *FM₁₂* dan *FM₁₉* dengan nilai *RPN* 4, 1060, dan *ranking* ketiga adalah *FM₁₈* dengan nilai *RPN* sebesar 3, 8879. Tiga *failure mode* dengan nilai *RPN* hasil *fuzzy AHP* tertinggi akan dilakukan analisis *FTA* untuk dicari akar penyebab permasalahan dan dirumuskan rekomendasi terbaik. Adapun berikut tabel tiga *failure mode* dengan nilai *RPN* tertinggi berdasarkan alur proses aktivitas pada divisi *packing*.

Tabel 4. 13. *Failure Mode* dengan nilai *RPN* terbesar

Aktivitas	<i>Failure Mode</i>	Kode	<i>RPN_{Fuzzy}</i>	<i>Rank</i>
Pengangkutan produk menuju gudang	Terjatuh dari ketinggian ± 5 meter	<i>FM₁₄</i>	4, 1315	1

Aktivitas	Failure Mode	Kode	RPN_{Fuzzy}	Rank
Pengangkutan produk menuju <i>container</i>	Kejatuhan <i>Bar hanger</i> saat dinaikkan ke <i>container</i> menggunakan <i>Forklift</i>	FM_{23}	4, 1315	1
Pengangkutan produk menuju gudang	Kaki terlindas <i>bar hanger</i>	FM_{12}	4, 1060	2
Pengangkutan produk menuju <i>container</i>	Kaki terlindas <i>bar hanger</i>	FM_{19}	4, 1060	2
Pengangkutan produk menuju <i>container</i>	Kebakaran	FM_{18}	3, 8879	3

Dari table di atas dapat diketahui bahwa tiga *failure mode* dengan nilai *RPN* hasil *fuzzy AHP* terbesar adalah yaitu terjatuh dari ketinggian ± 5 meter di aktivitas pengangkutan produk menuju gudang, kejatuhan *Bar hanger* saat dinaikkan ke *container* menggunakan *forklift* pada aktivitas pengangkutan produk menuju *container*, dan kaki terlindas *bar hanger* pada aktivitas Pengangkutan produk menuju *container*. Ke tiga *failure mode* dengan nilai *RPN* tertinggi, yaitu FM_{14} , FM_{23} , $FM_{12\&19}$, akan digunakan untuk analisis *FTA* guna dirumuskan rekomendasi bagi perusahaan.

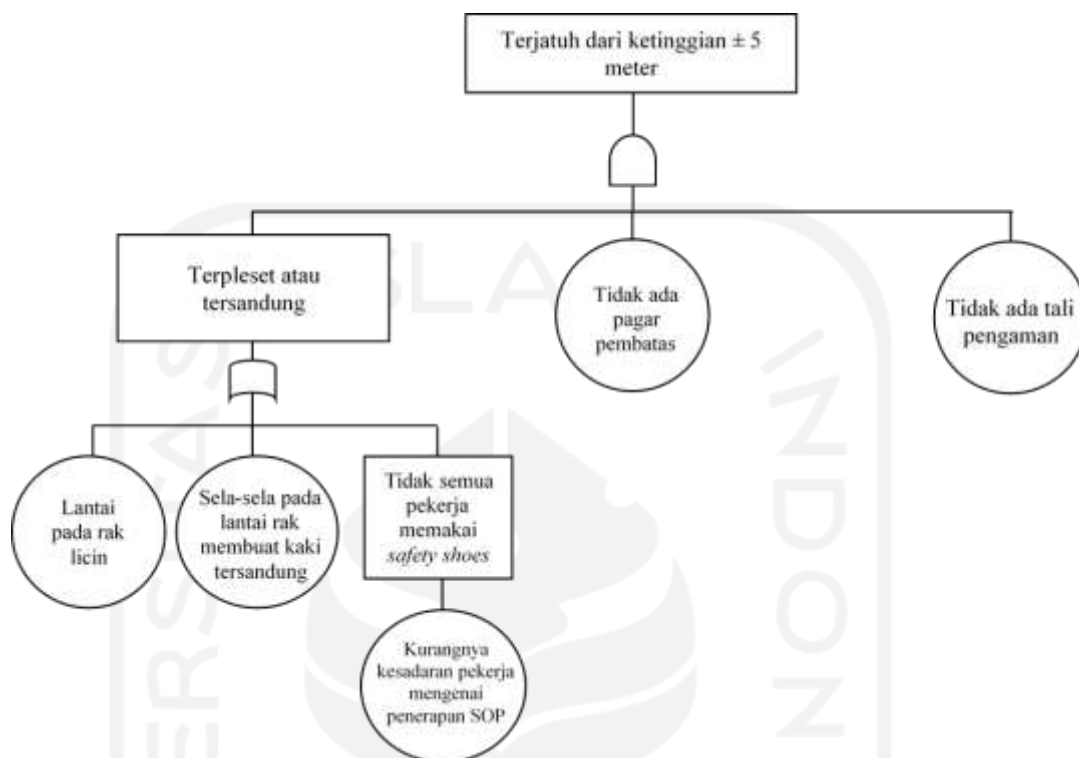
4.4 Fault Tree Analysis (FTA)

4.3.1 Diagram FTA

Setelah melakukan analisis *fuzzy AHP-FMEA*, langkah selanjutnya adalah membuat analisis untuk perbaikan berdasarkan tiga nilai *RPN* hasil *Fuzzy AHP* tertinggi dengan menggunakan metode *FTA*. Adapun berikut merupakan diagram *FTA* terhadap *failure mode* dengan nilai *RPN* hasil *fuzzy AHP* tertinggi.

1. Terjatuh dari ketinggian ± 5 meter (FM_{14})

Berikut merupakan diagram *FTA* untuk “terjatuh dari ketinggian ± 5 meter”



Gambar 4. 2. Diagram *FTA* “Terjatuh Dari Ketinggian ± 5 Meter”

Berdasarkan diagram di atas dapat diketahui bahwa *top event* risiko kecelakaan kerja “terjatuh dari ketinggian ± 5 meter” memiliki lima *basic event* seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 14. Tabel *FTA* “Terjatuh Dari Ketinggian ± 5 Meter”

No	<i>Intermediate Event 1</i>	<i>Intermediate Event 2</i>	<i>Basic Event</i>
1	Terpeleset atau tersandung	- - Tidak semua pekerja memakai <i>safety shoes</i>	Lantai rak licin Sela-sela pada lantai rak membuat kaki tersandung Kurangnya kesadaran pekerja mengenai penerapan SOP
2	-	-	Tidak ada pagar pembatas

No	<i>Intermediate Event 1</i>	<i>Intermediate Event 2</i>	<i>Basic Event</i>
3	-	-	Tidak ada tali pengaman (<i>safety belt</i>)

2. Kejatuhan *Bar hanger* saat dinaikkan ke *container* menggunakan *forklift* (FM_{23})
Berikut merupakan diagram *FTA* untuk “kejatuhan *Bar hanger* saat dinaikkan ke *container* menggunakan *forklift*”



Gambar 4. 3. Diagram *FTA* “kejatuhan *Bar hanger* saat dinaikkan ke *container* menggunakan *forklift*”

Berdasarkan diagram di atas dapat diketahui bahwa *top event* risiko kecelakaan kerja “kejatuhan *Bar hanger* saat dinaikkan ke *container* menggunakan *forklift*” memiliki empat *basic event* seperti pada tabel di bawah ini.

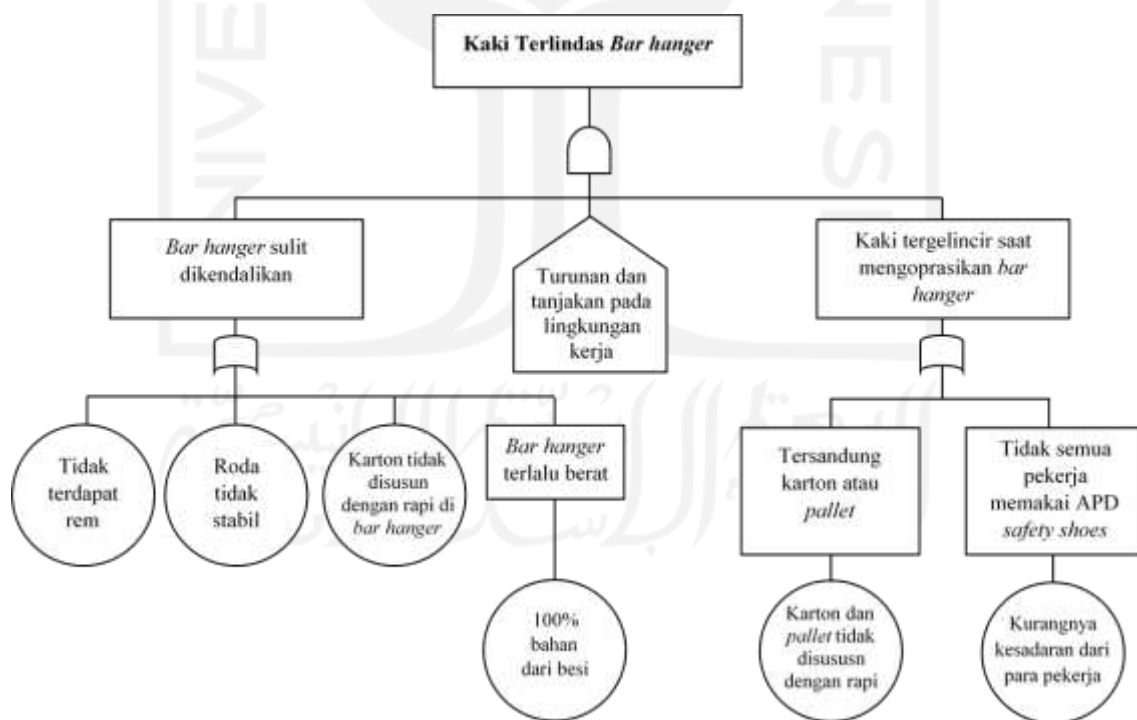
Tabel 4. 15. Tabel *FTA* “kejatuhan *Bar hanger* saat dinaikkan ke *container* menggunakan *forklift*”

No	<i>Intermediate Event 1</i>	<i>Intermediate Event 2</i>	<i>Basic Event</i>
1	-	-	Karton tidak disusun rapi

No	<i>Intermediate Event 1</i>	<i>Intermediate Event 2</i>	<i>Basic Event</i>
	Saat dinaikkan dengan <i>forklift</i> , <i>bar hanger</i> tidak seimbang	Tidak ada grip <i>forklift</i> pada <i>bar hanger</i>	<i>Bar hanger</i> mudah melorot ketika diangkat menggunakan <i>forklift</i>
2	<i>Bar hanger</i> terjatuh dari panggung penampungan sementara	<i>Bar hanger</i> tidak memiliki rem darurat Panggung tidak memiliki pembatas	<i>Bar hanger</i> tidak terkendali dan terjatuh <i>Bar hanger</i> tergelincir dan terjatuh

3. Kaki terlindas *bar hanger* (FM₁₂, FM₁₉)

Berikut merupakan diagram FTA untuk “kaki terlindas *bar hanger*”



Gambar 4. 4 Diagram FTA “Kaki Terlindas Bar Hanger”

Berdasarkan diagram *FTA* di atas dapat diketahui bahwa pada *top event* risiko kecelakaan kerja “kaki terlindas *bar hanger*” memiliki enam *basic events* atau akar penyebab risiko kecelakaan kerja. Adapun berikut merupakan table *FTA*.

Tabel 4. 16. Tabel *FTA* “Kaki Terlindas *Bar Hanger*”

No	<i>Intermediate Event 1</i>	<i>Intermediate Event 2</i>	<i>Basic Event</i>
1	<i>Bar hanger</i> sulit dikendalikan	- - - Bar hanger terlalu berat	Tidak terdapat rem Roda tidak stabil Karton tidak disusun dengan rapi di <i>bar hanger</i> 100% bahan dari besi
2	Kaki tergelincir saat mengoperasikan <i>bar hanger</i>	Tersandung karton atau <i>pallet</i> Tidak semua pekerja memakai APD <i>safety shoes</i>	Karton dan <i>pallet</i> tidak disusun dengan rapi Kurangnya kesadaran dari para pekerja

4.5 Rekomendasi Fault Tree Analysis (FTA)

Adapun berikut merupakan tabel rekomendasi hasil dari pengolahan data menggunakan *FTA*.

Tabel 4. 17. Tabel Rekomendasi *Fault Tree Analysis (FTA)*

FM	Top Event	Intermediate Event 1	Intermediate Event 2	Basic Event	Rekomendasi
<i>FM₁₄</i>	Terjatuh dari ketinggian ± 5 meter	Terpeleset atau tersandung	-	Lantai rak licin	• Memakai <i>safety shoes</i>
			-	Sela-sela pada lantai rak membuat kaki tersandung	• Menutup sela-sela lantai
			Tidak semua pekerja memakai <i>safety shoes</i>	Kurangnya kesadaran pekerja mengenai penerapan SOP	• Edukasi SOP
			-	Tidak ada pagar pembatas	• Bagian atas rak diberi pegangan sebagai pegangan pekerja ketika berada di tepi rak
-	-	-	Tidak ada tali pengaman	• Disediakan tali pengaman atau <i>safety belt</i>	

FM	Top Event	Intermediate Event 1	Intermediate Event 2	Basic Event	Rekomendasi
<i>FM₂₃</i>	kejatuhan <i>Bar hanger</i> saat dinaikkan ke <i>container</i> menggunakan <i>forklift</i>	Saat dinaikkan dengan <i>forklift</i> , <i>bar hanger</i> tidak seimbang	-	Karton tidak disusun rapi	<ul style="list-style-type: none"> • Menyusun karton dengan rapi
			Tidak ada <i>grip forklift</i> pada <i>bar hanger</i>	<i>Bar hanger</i> mudah melorot ketika diangkat menggunakan <i>forklift</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Memberi <i>grip forklift</i> pada bagian bawah <i>bar hanger</i>
		<i>Bar hanger</i> terjatuh dari panggung penampungan sementara	<i>Bar hanger</i> tidak memiliki rem darurat	<i>Bar hanger</i> tidak terkendali dan terjatuh	<ul style="list-style-type: none"> • Memberi rem pada <i>barhanger</i>
			Panggung tidak memiliki pembatas	<i>Bar hanger</i> tergelincir dan terjatuh	<ul style="list-style-type: none"> • Panggung diberi pagar pembatas pada sisi kanan dan kiri
<i>FM₁₂</i> , <i>19</i>		<i>Bar hanger</i> sulit dikendalikan	-	Tidak terdapat rem	<ul style="list-style-type: none"> • Mendesain ulang <i>bar hanger</i> dan menambahkan rem

FM	Top Event	Intermediate Event 1	Intermediate Event 2	Basic Event	Rekomendasi
	Kaki terlindas barhanger		-	Roda tidak stabil	<ul style="list-style-type: none"> • Mengganti atau memperbaiki roda <i>bar hanger</i> supaya lebih stabil
			-	Karton tidak disusun dengan rapi di <i>bar hanger</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Edukasi SOP <i>Material handling</i> menggunakan bar hanger • Karton disusun rapi dan tidak terlalu tinggi
		Bar hanger terlalu berat	100% bahan dari besi		<ul style="list-style-type: none"> • Mendesain ulang <i>bar hanger</i> dengan dengan kombinasi bahan yang kuat namun ringan
	Kaki saat mengoperasikan <i>bar hanger</i>	Tersandung karton atau <i>pallet</i>	Karton dan <i>pallet</i> tidak disusun dengan rapi		<ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki <i>layout</i> lingkungan kerja • Menyusun <i>pallet</i> dan karton dengan rapi sesuai SOP yang berlaku
		Tidak semua pekerja memakai APD <i>safety shoes</i>	Kurangnya kesadaran dari para pekerja		<ul style="list-style-type: none"> • Edukasi pentingnya pemakaian APD • Pemeriksaan kelengkapan APD sebelum bekerja

Berdasarkan hasil diagram FTA dapat diketahui bahwa *top event* risiko kecelakaan kerja “terjatuh dari ketinggian ± 5 meter” memiliki lima *basic event*. kerja Berdasarkan tabel hasil pengolahan data menggunakan metode *FTA* di atas dihasilkan lima rekomendasi untuk mengatasi risiko kecelakaan kerja “terjatuh dari ketinggian ± 5 meter” sebagai berikut.

1. Memakai *safety shoes*.
2. Menutup sela-sela lantai.
3. Edukasi SOP.
4. Bagian atas rak diberi pegangan sebagai pegangan pekerja ketika berada di tepi rak.
5. Disediakan tali pengaman atau *safety belt*.

Berdasarkan hasil diagram FTA dapat diketahui bahwa *top event* risiko kecelakaan kerja “kejatuhan *Bar hanger* saat dinaikkan ke *container* menggunakan *forklift*” memiliki empat *basic event*. Berdasarkan tabel hasil pengolahan data menggunakan metode *FTA* di atas dihasilkan empat

1. Menyusun karton dengan rapi.
2. Memberi *grip forklift* pada bagian bawah *bar hanger*.
3. Memberi rem pada barhanger.
4. Panggung diberi pagar pembatas pada sisi kanan dan kiri.

Berdasarkan diagram FTA dapat diketahui bahwa pada *top event* risiko kecelakaan kerja “kaki terlindas *bar hanger*” atau FM_{12} dan FM_{19} memiliki enam *basic events* atau akar penyebab risiko kecelakaan kerja. Berdasarkan tabel hasil pengolahan data menggunakan metode *FTA* di atas dihasilkan sembilan rekomendasi untuk mengatasi risiko kecelakaan kerja “kaki terlindas *bar hanger*” sebagai berikut.

1. Menambahkan rem.
2. Desain ulang roda *bar hanger*.
3. Edukasi SOP *material handling*.
4. Karton disusun dengan rapi pada *bar hanger*.
5. Pemilihan bahan *barhanger* yang kuat dan ringan.
6. Perbaiki *layout* lingkungan kerja.
7. Menyusun *pallet* dan karton dengan rapi.
8. Edukasi pentingnya memakai APD
9. Pemeriksaan kelengkapan APD sebelum bekerja.

BAB V

Analisis dan Pembahasan

5.1 Fuzzy AHP-FMEA

Pada divisi *packing* PT. Mataram Tunggal Garment masih banyak ditemukan risiko kecelakaan kerja yang sewaktu-waktu dapat membahayakan kesehatan dan keselamatan para pekerja. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko kecelakaan kerja pada divisi *packing* yang diharapkan dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan keselamatan dan kesehatan para pekerja serta meningkatkan produktivitas perusahaan.

Proses pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara langsung kepada para pekerja di divisi *packing*. Setelah data terkumpul dan dirasa cukup, data diolah menggunakan *job safety analysis (JSA) worksheet* untuk diketahui risiko kecelakaan kerja, akibat dari risiko tersebut, dan penanganan saat ini. Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data ditemukan 27 risiko kecelakaan kerja beserta penyebabnya. Hasil tersebut akan diolah kembali menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* untuk dihitung nilai *risk priority number (RPN)*.

Perhitungan *RPN* dilakukan dengan mengalikan nilai *severity (S)*, *occurrence (O)*, dan *detection (D)*. Setelah dilakukan pembobotan nilai *severity (S)*, *occurrence (O)*, *detection (D)* menggunakan metode *FMEA*, langkah selanjutnya adalah melakukan uji validasi hasil *FMEA* menggunakan metode *Fuzzy AHP* yang diintegrasikan dengan *FMEA*. *Fuzzy AHP-FMEA* merupakan integrasi antara metode *FMEA* dan *fuzzy AHP* di mana *FMEA* merupakan metode analisis risiko dan *fuzzy AHP* merupakan metode *decision support system* atau sistem pendukung keputusan. *FMEA* mempunyai beberapa kelemahan sebagai berikut.

1. Faktor risiko sulit untuk dinilai secara akurat.

2. Level kepentingan dalam *FMEA* di antara tiga faktor risiko tidak dijelaskan dengan baik.
3. Kombinasi antara tiga faktor risiko diasumsikan sama pentingnya.

Untuk menyelesaikan permasalahan ini, pembobotan ketiga faktor dapat dilakukan dengan menggunakan proses hirarki *fuzzy AHP*. Aplikasi *fuzzy AHP* dalam analisis *FMEA* adalah untuk mengurangi subjektivitas di dalam proses analisis dan pengambilan keputusan. Perhitungan *RPN* diintegrasikan dengan hasil dari *fuzzy AHP* dilakukan dengan cara mengalikan nilai *RPN* dari setiap *failure mode (FM)* dengan *normalized weight criterion (Ni)* menggunakan rumus perhitungan *RPN* yang tertera pada rumus nomor (2.2). Adapun berikut merupakan tabel perbandingan antara hasil perhitungan *RPN* menggunakan *FMEA* dan *Fuzzy AHP-FMEA*.

Tabel 5. 1. Tabel Perbandingan *RPN FMEA* dan *Fuzzy AHP-FMEA*

<i>FM</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>	RPN_{FMEA}	Rank	N_S	N_O	N_D	$RPN_{Fuzzy\ AHP}$	Rank
<i>FM</i> ₁	1	5	4	20	7	0,619	0,244	0,138	2,3875	11
<i>FM</i> ₂	3	3	4	36	4	-	-	-	3,1377	8
<i>FM</i> ₃	2	5	4	40	3	-	-	-	3,0062	10
<i>FM</i> ₄	1	5	4	20	7	-	-	-	2,3875	11
<i>FM</i> ₅	1	5	4	20	7	-	-	-	2,3875	11
<i>FM</i> ₆	2	5	5	50	2	-	-	-	3,1438	7
<i>FM</i> ₇	1	5	4	20	7	-	-	-	2,3875	11
<i>FM</i> ₈	3	3	4	36	4	-	-	-	3,1377	8
<i>FM</i> ₉	3	4	3	36	4	-	-	-	3,2436	6
<i>FM</i> ₁₀	1	5	4	20	7	-	-	-	2,3875	11
<i>FM</i> ₁₁	3	3	4	36	4	-	-	-	3,1377	8
<i>FM</i> ₁₂	4	5	3	60	1	-	-	-	4,1060	2
<i>FM</i> ₁₃	3	4	3	36	4	-	-	-	3,2436	6
<i>FM</i> ₁₄	5	2	4	40	3	-	-	-	4,1315	1
<i>FM</i> ₁₅	3	3	4	36	4	-	-	-	3,1377	8
<i>FM</i> ₁₆	3	4	3	36	4	-	-	-	3,2436	6
<i>FM</i> ₁₇	1	5	4	20	7	-	-	-	2,3875	11

<i>FM</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>	RPN_{FMEA}	<i>Rank</i>	N_S	N_O	N_D	$RPN_{Fuzzy\ AHP}$	<i>Rank</i>
<i>FM₁₈</i>	5	1	4	20	7	-	-	-	3,8879	3
<i>FM₁₉</i>	4	5	3	60	1	-	-	-	4,1060	2
<i>FM₂₀</i>	3	4	3	36	4	-	-	-	3,2436	6
<i>FM₂₁</i>	3	3	4	36	4	-	-	-	3,1377	8
<i>FM₂₂</i>	3	4	2	24	6	-	-	-	3,1060	9
<i>FM₂₃</i>	5	2	4	40	3	-	-	-	4,1315	1
<i>FM₂₄</i>	4	4	2	32	5	-	-	-	3,7247	4
<i>FM₂₅</i>	1	5	4	20	7	-	-	-	2,3875	11
<i>FM₂₆</i>	4	2	4	32	5	-	-	-	3,5128	5
<i>FM₂₇</i>	4	2	4	20	7	-	-	-	3,5128	5

Dari hasil perhitungan *RPN* terhadap 27 risiko kecelakaan kerja dapat diketahui bahwa risiko dengan nilai *RPN* terbesar berdasarkan perhitungan *FMEA* adalah “kaki terlindas *bar hanger*” atau *FM₁₂* dan *FM₁₉* dengan nilai *RPN* sebesar 60. Hal ini berarti risiko tersebut memiliki tingkat bahaya tertinggi. Risiko kecelakaan kerja ini terdapat pada proses aktivitas pengangkutan produk menuju gudang dan pengangkutan produk menuju *container*. Kemudian nilai *RPN* tertinggi kedua diikuti oleh risiko kecelakaan kerja “Kulit telapak tangan terluka atau mengelupas” atau *FM₆* dengan nilai *RPN* sebesar 50 dan nilai *RPN* tertinggi ketiga adalah *FM₃*, *FM₁₄*, dan *FM₂₃* dengan masing masing nilai *RPN* sebesar 40.

Berdasarkan hasil *fuzzy AHP-FMEA* dapat diketahui bahwa nilai *Normalized Weight Criterion (Ni)* untuk *severity (S)* adalah 0,619, *occurrence (O)* adalah 0,244, dan *detection (D)* adalah 0,138. Berikut merupakan beberapa penelitian terdahulu mengenai pembobotan parameter dalam *FMEA* yang dijadikan referensi pada penelitian ini.

Tabel 5. 2. Referensi Bobot Parameter Risiko dalam *FMEA*

Studi Kasus	Bobot Parameter <i>FMEA</i>		
	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>
Studi kasus saat ini (<i>Fuzzy AHP-FMEA</i>)	0,619	0,244	0,138
Studi kasus 1: (Mete, 2019)	0,386	0,315	0,299

Studi Kasus	Bobot Parameter <i>FMEA</i>		
	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>
Studi kasus 2: (Kutlu & Ekmekçiöglu, 2012)	0,468	0,201	0,331
Studi kasus 3: (Wang, et al., 2018)	0,600	0,500	0,400
Studi kasus 4: (Fattahi, et al., 2018)	0,387	0,330	0,283

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai *S* untuk semua studi kasus adalah paling tinggi dibanding nilai *O* dan *D* serta 80% nilai *O* lebih besar daripada nilai *D*. Hasil pembobotan parameter *FMEA* menggunakan *Fuzzy* sangat dipengaruhi oleh situasi dan kondisi lingkungan tempat penelitian dilakukan.

Dari “Tabel 4. 18. *Failure Mode* dengan nilai *RPN* terbesar” dapat diketahui bahwa tiga *failure mode* dengan nilai *RPN* hasil *fuzzy AHP* terbesar berturut-turut, yaitu terjatuh dari ketinggian ± 5 meter pada aktivitas pengangkutan produk menuju gudang, kejatuhan *bar hanger* saat dinaikkan ke *container* menggunakan *forklift* pada aktivitas pengangkutan produk menuju *container*, dan kaki terlindas *bar hanger* pada aktivitas Pengangkutan produk menuju *container*. Ke tiga *failure mode* dengan nilai *RPN* tertinggi, yaitu FM_{14} dengan nilai *RPN* 4,1315, FM_{23} dengan nilai *RPN* 4,1315, dan $FM_{12\&19}$ dengan nilai *RPN* 4,1060, akan digunakan untuk analisis *FTA* guna dirumuskan rekomendasi bagi perusahaan.

5.2 *Fault Tree Analysis (FTA)*

Setelah melakukan analisis *fuzzy AHP-FMEA*, langkah selanjutnya adalah membuat analisis untuk perbaikan berdasarkan tiga nilai *RPN* hasil *Fuzzy AHP* tertinggi dengan menggunakan metode *FTA*. Adapun berikut merupakan hasil dari analisis *FTA*.

1. Terjatuh dari ketinggian ± 5 meter (FM_{14})

Berdasarkan Tabel 4. 14. Tabel *FTA* “Terjatuh Dari Ketinggian ± 5 Meter” dapat diketahui bahwa penyebab risiko terjatuh dari ketinggian ± 5 meter adalah rantai rak licin, sela-sela pada rak membuat kaki tersandung, kurangnya kesadaran pekerja mengenai penerapan SOP, tidak adanya pagar pembatas, dan tidak adanya tali pengaman atau *safety belt*. Risiko ini terdapat pada aktivitas pengangkutan produk menuju gudang di mana produk akan ditumpuk di atas rak-rak yang cukup tinggi. Pengangkatan dan penyusunan dilakukan sepenuhnya dengan tenaga manusia.

Berdasarkan tabel hasil pengolahan data menggunakan metode *FTA* dihasilkan lima rekomendasi untuk mengatasi risiko kecelakaan kerja tersebut adalah sebagai berikut.

a. Memakai *safety shoes*.

Memakai *safety shoes* bertujuan supaya kaki tidak mudah tergelincir ketika menaiki rak.

b. Menutup sela-sela lantai.

Menutup sela-sela lantai bertujuan supaya tidak menyebabkan kaki tersandung sehingga dapat membahayakan pekerja.

c. Edukasi SOP

Edukasi SOP khususnya *material handling* sangatlah penting untuk meminimalisir kecelakaan kerja di gudang.

d. Bagian atas rak diberi pegangan sebagai pegangan pekerja ketika berada di tepi rak.

Pegangan berfungsi supaya pekerja tidak mudah terjatuh ketika berada di atas rak.

e. Disediakan tali pengaman atau *safety belt*.

Dengan ketinggian rak yang tinggi. Sangat berbahaya jika para pekerja menaiki rak tanpa adanya *safety belt*.

2. Kejatuhan *Bar hanger* saat dinaikkan ke *container* menggunakan *forklift* (FM_{23})

Berdasarkan Tabel 4. 19. Tabel *FTA* “kejatuhan *bar hanger* saat dinaikkan ke *container* menggunakan *forklift*” dapat diketahui bahwa akar penyebab *bar hanger* jatuh dan berpotensi menimpa pekerja adalah karton tidak disusun rapi, *bar hanger* mudah melorot ketika diangkat menggunakan *forklift*, *bar hanger* tidak terkendali dan terjatuh ketika di atas panggung penampungan sementara, dan *bar hanger* tergelincir dan terjatuh ketika berada di atas panggung penampungan sementara.

Berdasarkan tabel hasil pengolahan data menggunakan metode *FTA* dihasilkan empat rekomendasi untuk mengatasi risiko kecelakaan kerja tersebut adalah sebagai berikut.

a. Menyusun karton dengan rapi.

Menyusun karton dengan rapi membuat *bar hanger* tidak berat sebelah sehingga *barhanger* akan lebih stabil.

b. Memberi *grip forklift* pada bagian bawah *bar hanger*.

Grip forklift berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan garpu *forklift*. Hal ini membuat *bar hanger* tidak mudah bergerak sehingga membuat *bar hanger* terjatuh.

- c. Memberi rem pada *bar hanger*.

Rem berfungsi untuk mempermudah dalam penggunaan barhanger dan membuat *bar hanger* tetap diam ketika dalam keadaan statis.

- d. Panggung diberi pagar pembatas pada sisi kanan dan kiri.

Pagar pembatas berfungsi untuk menandai wilayah dengan potensi bahaya tinggi sehingga pekerja tahu wilayah mana saja yang boleh di lalui

3. Kaki terlindas *bar hanger* (FM_{12} , FM_{19})

Berdasarkan “Tabel 4. 16. Tabel *FTA* “Kaki Terlindas *Bar Hanger*” dapat diketahui bahwa penyebab *bar hanger* sulit dikendalikan adalah tidak terdapatnya rem pada *bar hanger*, roda tidak stabil, karton tidak disusun dengan rapi, dan *bar hanger* terlalu berat karena 100% alat terbuat dari besi. Adapun penyebab dari kaki tergelincir saat mengoperasikan *bar hanger* adalah yang pertama, pekerja tersandung oleh karton dan *pallet* dikarenakan karton dan *pallet* tidak disusun dengan rapi. Kemudian yang kedua adalah tidak semua pekerja memakai APD *safety shoes*, hal ini sangat berbahaya karena jika pekerja tidak memakai *safety shoes*, maka pekerja akan mudah tergelincir.

Adapun rekomendasi perbaikan bagi perusahaan dari hasil metode *FTA* ini adalah sebagai berikut.

- a. Menambahkan Rem

Rem berfungsi untuk mengatur kecepatan laju bar hanger khususnya ketika melalui tanjakan atau turunan pada lingkungan kerja.

- b. Desain Ulang Roda *Bar hanger*

Desain ulang roda *bar hanger* sangatlah penting untuk membuat laju alat ini lebih stabil

- c. Edukasi SOP *Material Handling*

Edukasi SOP *material handling* sangatlah penting bagi para pekerja. Ketika pekerja memahami apa saja SOP *material handling* dengan baik khususnya pada penggunaan *bar hanger* dalam pengangkutan karton, pekerja dapat melakukan aktivitas pengangkutan karton menggunakan *bar hanger* lebih aman dan terhindar dari risiko kecelakaan kerja.

d. Karton Disusun Rapi pada *Bar hanger*

Salah satu faktor yang membuat *bar hanger* tidak stabil adalah karton disusun tidak rapi dan terlalu tinggi. Hal ini menyebabkan laju *bar hanger* menjadi tidak stabil.

e. Pemilihan Bahan *Barhanger* yang Kuat dan Ringan

Bahan yang ringan dan kuat sangatlah penting untuk meningkatkan efisiensi tenaga dikarenakan alat dioperasikan menggunakan tenaga manusia.

f. Perbaikan *Layout* Lingkungan Kerja

Layout lingkungan kerja disusun lebih ergonomis supaya memberi ruang yang cukup dalam pengoprasian *bar hanger*.

g. Menyusun *Pallet* dan Karton Dengan Rapi

Pallet dan karton disusun sesuai prinsip-prinsip ergonomi supaya tidak menghalangi pekerja ketika mengoperasikan *bar hanger*.

h. Edukasi Pentingnya Memakai APD

Dalam beberapa kasus pada kecelakaan ini, terdapat pekerja yang tidak menggunakan *safety shoes*. Hal ini tentunya makin memperparah luka bahkan bisa menyebabkan mengelupasnya kulit dan kuku serta risiko cedera permanen

i. Pemeriksaan kelengkapan APD sebelum bekerja

Pemeriksaan APD sangatlah penting supaya saat aktivitas produksi dimulai, semua pekerja sudah menggunakan APD dengan baik.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan dari penelitian ini.

1. Berdasarkan *JSA worksheet* dapat diketahui bahwa berdasarkan hasil observasi dan wawancara ditemukan 27 risiko kecelakaan kerja pada divisi *packing*
2. Berdasarkan hasil analisis data dapat diketahui bahwa tiga *failure mode* dengan nilai *RPN* hasil *fuzzy AHP* terbesar berturut-turut, yaitu terjatuh dari ketinggian ± 5 meter pada aktivitas pengangkutan produk menuju gudang, kejatuhan *bar hanger* saat dinaikkan ke *container* menggunakan *forklift* pada aktivitas pengangkutan produk menuju *container*, dan kaki terlindas *bar hanger* pada aktivitas Pengangkutan produk menuju *container*. Ke tiga *failure mode* dengan nilai *RPN* tertinggi, yaitu FM_{14} dengan nilai *RPN* 4,1315, FM_{23} dengan nilai *RPN* 4,1315, dan $FM_{12\&19}$ dengan nilai *RPN* 4,1060, akan digunakan untuk analisis *FTA* guna dirumuskan rekomendasi bagi perusahaan.
3. Berdasarkan hasil analisis *FTA* dapat diketahui bahwa *top event* risiko kecelakaan kerja “terjatuh dari ketinggian ± 5 meter” memiliki lima *basic event*, *top event* risiko kecelakaan kerja “kejatuhan *Bar hanger* saat dinaikkan ke *container* menggunakan *forklift*” memiliki empat *basic event*, dan *top event* risiko kecelakaan kerja “kaki terlindas *bar hanger*” atau FM_{12} dan FM_{19} memiliki enam *basic events* atau akar penyebab risiko kecelakaan kerja
4. Rekomendasi untuk mengatasi risiko kecelakaan kerja “terjatuh dari ketinggian ± 5 meter” sebagai berikut.
 - a. Memakai *safety shoes*.
 - b. Menutup sela-sela lantai.
 - c. Edukasi SOP.

- d. Bagian atas rak diberi pegangan sebagai pegangan pekerja ketika berada di tepi rak.
 - e. Disediakan tali pengaman atau *safety belt*.
5. Rekomendasi untuk mengatasi risiko kecelakaan kerja “kejatuhan *Bar hanger* saat dinaikkan ke *container* menggunakan *forklift*” sebagai berikut.
- a. Menyusun karton dengan rapi.
 - b. Memberi *grip forklift* pada bagian bawah *bar hanger*.
 - c. Memberi rem pada *barhanger*.
 - d. Panggung diberi pagar pembatas pada sisi kanan dan kiri.
6. Adapun rekomendasi perbaikan bagi perusahaan dari hasil analisis *Fault Tree Analysis (FTA)* untuk *top event* “kaki terlindas *bar hanger*” atau *FM₁₂* dan *FM₁₉* adalah sebagai berikut.
- a. Menambahkan Rem
 - b. Desain Ulang Roda *Bar hanger*
 - c. Edukasi SOP *Material Handling*
 - d. Karton disusun dengan rapi Pada *Bar hanger*
 - e. Pemilihan Bahan *Barhanger* yang Kuat dan Ringan
 - f. Perbaikan *Layout* Lingkungan Kerja
 - g. Menyusun *Pallet* dan Karton Dengan Rapi
 - h. Edukasi Pentingnya Memakai APD
 - i. Pemeriksaan kelengkapan APD sebelum bekerja

6.2 Saran

Berikut merupakan saran dari penelitian ini.

1. Diharapkan perusahaan dapat mempertimbangkan rekomendasi perbaikan hasil penelitian ini sebagai referensi pengambilan keputusan khususnya dalam meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3).
2. Penelitian mengenai rancangan desain *bar hanger*, rancangan tata letak lantai produksi yang ergonomis, rancangan metode kerja yang ergonomis, desain ulang metode kerja yang ergonomis, dan penelitian mengenai desain ulang SOP aktivitas pada divisi *packing* dapat dijadikan saran studi kasus bagi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, W., Kusumawardani, R. P. & Ardianto, R. D., 2014. Penerapan Fuzzy Analytical Hierarchy Process pada Sistem Penilaian Pegawai di Rumah Sakit Onkologi Surabaya. *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia*.
- AS/NZS, A. S. / N. Z. S., 1999. *Risk Management Guidelines*. Sidney: Australian Standard / New Zealand Standard.
- AS/NZS, A. S. / N. Z. S., 2004. *Risk Management Guidelines*. Zidney: Australian Standard / New Zealand Standard.
- Bastuti, S., 2020. 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: Jurnal Ilmiah dan Teknologi*, 2(1), pp. 48-52.
- Cahyaningrum, Dwi, Sari, H. T. M. & Iswandari, D., 2019. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian kecelakaan kerja di laboratorium pendidikan. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 1(2), pp. 41-47.
- Choudhary, S., Solanki, P. & Gidwani, 2018. Job Safety Analysis (JSA) Applied In Job Safety Analysis (JSA) Applied In. *IJSTE - International Journal of Science Technology & Engineering*, 4(9), pp. 1-9.
- Dahlan, A., 2019. IDENTIFIKASI DAN ANALISIS RISIKO OPERASIONAL PADA DIVISI PRODUKSI PERUSAHAAN VULKANISIR BAN MENGGUNAKAN METODE RISK MANAGEMENT DENGAN PENDEKATAN FMEA DAN FTA (Studi kasus: CV. Citra Buana Mandiri Surabaya). (*Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Gresik*).
- Darwis, A. M. et al., 2020. Kejadian kecelakaan kerja di industri percetakan kota Makassar. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Maritim*, 3(2), pp. 155-163.
- Dewanti, D. F. & Pujotomo, D., 2018. Analisis Penyebab Cacat Produk Kain Dengan menggunakan Metode Failure and Effect Analysis (FMEA). *Industrial Engineering Online Journal*, 6(4).
- Dizdar, Neşet, E. & Ünver, M., 2019. The assessment of occupational safety and health in Turkey by applying a decision-making method; MULTIMOORA. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 26(6), pp. 1693-1704.

- Elveny, Marischa & Syah, R., 2014. Analisis Metode Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) Dalam Menentukan Posisi Jabatan. *TECHSI-Jurnal Teknik Informatika*, 6(1).
- Faishal, N., 2019. ANALISA PENYEBAB KETERLAMBATAN PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL MASON PINE BANDUNG MENGGUNAKAN METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA). *Doctoral dissertation Universitas Mercubuana*.
- Far, S. Y. et al., 2018. Assessment of Health, Safety and Environmental Risks of Zahedan City Gasoline Stations. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 8(2), pp. 2689-2692.
- Fattahi, Reza & Khalilzadeh, M., 2018. Risk evaluation using a novel hybrid method based on FMEA, extended MULTIMOORA, and AHP methods under fuzzy environment. *Safety science*, Volume 102, pp. 290-300.
- Fauziyah, A., Djaelani, H. A. K. & Slamet, A. R., 2018. Pengaruh Lingkungan Kerja, Kesehatan dan Keselamatan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan (Studi Pada Karyawan Bagian Produksi PT. Berlina Tbk). *Jurnal Ilmiah Riset Manajemen*, 7(2).
- Fithri, P., Nofriyanti, Hasan, A. & Kurnia, I., 2020. Risk Analysis for Occupational Safety and Health In Manufacturing Company Using FMEA And FTA Methods: A Case Study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Volume 1003, p. 012073.
- Gumelar, I. & Hendri, T., 2019. Analisa Perbaikan Produk NG Pada Proses Mixing dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Rekayasa Teknologi dan Sains Terapan*, 2(1), pp. 2-19.
- Handoko, T. H., 2002. *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. 5 ed. Yogyakarta: BPFPE.
- Hassan, A., Purnomo, M. R. A. & Anugerah, A. R., 2020. Fuzzy-analytical-hierarchy process in failure mode and effect analysis (FMEA) to identify process failure in the warehouse. *Journal of Engineering, Design and Technology*, Volume 18, pp. 378-388.
- Hidayat, A. A., Kholil, M., Hendri & Suhaeri, 2018. The Implementation of FTA (Fault Tree Analysis) and FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Methods to

Improve the Quality of Jumbo Roll Products. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.

Husein, U., 2005. *Metode Penelitian*. Jakarta: Salemba Empat.

Ilbahar, E., Karaşan, A., Cebia, S. & Kahraman, C., 2018. A novel approach to risk assessment for occupational health and safety using Pythagorean fuzzy AHP & fuzzy inference system. *Safety Science*, Volume 103, pp. 124-136.

ILO, 2012. *Estimating the Economic Costs of Occupational Injuries and Illnesses in Developing Countries: Essential Information for Decision-Makers*. Geneva: International Labour Office.

ILO, 2021. *WHO/ILO: Almost 2 million people die from work-related causes each year*.

[Online]

Available at: https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_819705/lang--en/index.htm

[Accessed 10 Oktober 2021].

ILO, 2021. *World Statistic (The enormous burden of poor working conditions)*. [Online]

Available at: https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMS_249278/lang--en/index.htm

[Accessed 10 Oktober 2021].

Jaafara, M. H., Arifinb, K., Aiyubb, K. & Razmanc, M. R., 2018. Occupational safety and health management in the construction industry: a review. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)*, 24(4), p. 493–506.

Kutlu, A. C. & Ekmekçioğlu, M., 2012. Fuzzy failure modes and effects analysis by using fuzzy TOPSIS-based fuzzy AHP. *Expert systems with applications*, Volume 39, pp. 61-67.

Li, W., Cao, Q. & Min He, Y. S., 2018. industrial non-routine operation process risk assessment using job safety analysis (JSA) and a revised Petri net. *Process Safety and Environmental Protection* 117, Volume 117, pp. 533-538.

Luo, Z. & Cheng, H.-Y., 2021. Failure Analysis of Asphalt Foaming Device Based on FMEA and FTA. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.

McCann, P. & Vorley, T., 2020. *Productivity Perspectives*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

Merdeka.com, 2021. *Kemenaker Catat Kecelakaan Kerja di 2020 Naik Menjadi 177.000 Kasus*. [Online]

Available at: <https://www.merdeka.com/uang/kemenaker-catat-kecelakaan-kerja-di-2020-naik-menjadi-177000-kasus.html>

[Accessed 10 Oktober 2021].

- Mete, S., 2019. Assessing occupational risks in pipeline construction using FMEA-based AHP-MOORA integrated approach under Pythagorean fuzzy environment. *Human and Ecological Risk Assessment: An International*, Volume 25, pp. 1645-1660.
- Micheli, G., Cagno, E. & Calabrese, A., 2018. The transition from occupational safety and health (OSH) interventions to OSH outcomes: An empirical analysis of mechanisms and contextual factors within small and medium-sized enterprises. *International journal of environmental research and public health*, 15(8), p. 1621.
- Micheli, JL, G., Cagno, E. & Calabrese, A., 2018. The transition from occupational safety and health (OSH) interventions to OSH outcomes: An empirical analysis of mechanisms and contextual factors within small and medium-sized enterprises. *International journal of environmental research and public health*, 15(8), p. 1621.
- Munirwansyah, et al., 2018. Geotechnical Approach for Occupational Safety Risk Analysis of Critical Slope in Open Pit Mining for Earthquake Hazard. *IOP Conf, Series: Material Science and Engineering*, 352(1), p. 012035.
- Mutlu, Gülüm, N. & Altuntas, S., 2019. Risk analysis for occupational safety and health in the textile industry: Integration of FMEA, FTA, and BIFPET methods. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Volume 72, pp. 222-240.
- Mutlu, N. G. & Altuntaş, S., 2019. Hazard and Risk Analysis for Ring Spinning Yarn Production Process by Integrated FTA-FMEA Approach. *Textile and Apparel*, 29(3), pp. 208-218.
- Mzougui, Ilyas & Felsoufi, Z. E., 2019. Proposition of a modified FMEA to improve reliability of product. *Procedia Cirp*, Volume 84, pp. 1003-1009.
- Nicolaidou, O. et al., 2021. The use of weak signals in occupational safety and health: An investigation. *Safety Science*, Volume 139, p. 105253.
- Nurdiansyah, A., 2018. Analisa Risiko dan Pengendalian K3 Pada Area Warehouse PT. X Tahun 2018. *Doctoral dissertation: Institute of Health Science BINAWAN*.

- Ouyang, L., Zhu, Y., Zheng, W. & Yan, L., 2021. An information fusion FMEA method to assess the risk of healthcare waste. *Journal of Management Science and Engineering*, pp. 111-124.
- Ponda, H. & Fatma, N. F., 2019. Identifikasi Bahaya, Penilaian dan Pengendalian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Departemen Foundry PT. Sicamindo. *Heuristic*, 16(2).
- Pranowo, I. N., 2019. ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PADA PEMBUATAN PRODUK LEMARI. *Undergraduate Thesis Universitas Islam Indonesia*.
- Purnama, D. A., Shinta, R. C. & Helia, V. N., 2018. Quality improvements on creative industry by using Six Sigma: a study case. *MATEC web of conferences*, Volume 154, p. 01088.
- Qurtubi, Jalal, R. A. & Safitri, W., 2018. ANALISIS KINERJA GUDANG DENGAN PENDEKATAN KEY PERFORMANCE INDICATOR (KPI) DAN ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Volume 6, pp. 71-78.
- Rajmohan, P. & Srinivasan, P., 2017. Safety Analysis of different industries using Fuzzy AHP. *Journal of Advances in Chemistry*, 12(26), pp. 5967-5990.
- R, A. & Qurtubi, 2019. Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Controlling Using Hazard Identification and Risk Assessment Method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 598(1), p. 012123.
- Santoso, A., Rahmawati, R. & Sudarno, 2016. APLIKASI FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS UNTUK MENENTUKAN PRIORITAS PELANGGAN BERKUNJUNG KE GALERI (Studi Kasus di Secondhand Semarang). *JURNAL GAUSSIAN*, Volume 5, pp. 239-248.
- Saputra, F. P., Hidayat, N. & Tanzi, M., 2018. Penerapan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP) untuk Menentukan Besar Pinjaman pada koperasi. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(4), pp. 1761-1767.
- Sari, D. P. et al., 2018. ANALISIS PENYEBAB CACAT MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN FTA PADA DEPARTEMEN FINAL SANDING PT EBAKO NUSANTARA. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1), p. 125–130.

- Schulte, P., Delclos, G., Felknor, S. A. & Chosewood, L. C., 2019. Toward an expanded focus for occupational safety and health: a commentary. *International journal of environmental research and public health*, 16(24), p. 4946.
- Sharma, K. D. & Srivastava, S., 2018. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Implementation: A Literature Review. *Journal of Advance Research in Aeronautics and Space Science*, Volume 5, pp. 1-17.
- Siagian, S. P., 2005. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: PT.Bumi Aksara.
- Soberi, M. & Ahmad, R., 2016. Application of fuzzy AHP for setup reduction in manufacturing industry. *Journal of Engineering Journal of Engineering* , Volume 8, pp. 73-84.
- Stefanova, M. G., 2019. Determination Of HAZARDS And Assessment of Risks And. *Maritime Scientific Conference*, pp. 46-50.
- Subriadi, Pribadi, A. & Najwa, N. F., 2020. The consistency analysis of failure mode and effect analysis (FMEA) in information technology risk assessment. *Heliyon*, 6(1), p. 03161.
- Sugarindra, M., Suryoputro, M. R. & Novitasari, A. T., 2017. Hazard Identification and Risk Assessment of Health and Safety Approach JSA (Job Safety Analysis) in Plantation Company. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 215(1), p. 012029.
- Sugiono, 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung: Alfabeta.
- Sugiono, 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suharianto, F. & Muliatna, I. M., 2017. Study Tentang Job Safety Analysis dalam Identifikasi Potensi Bahaya sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan Reparasi Kapal Kri Nala 363 di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (Persero. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 6(2), pp. 104-107.
- Sulistyarini, 2018. Analisis Risiko Kegagalan Proses Menggunakan Fuzzy-AHP Failure Mode and Effect Analysis dan Kaizen Method (Studi Kasus: CV. Sogan Batik Rejodani). *Undergraduate Thesis: Universitas Islam Indonesia*.
- Suryoputro, M. R. et al., 2020. Occupational Health and Safety Effects on Productivity in a Garment Factory Using Structural Equation Modeling. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, Volume 722, p. 012061.

- Syafrial, H. & Ardiansyah, A., 2020. Prosedur Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada PT. Satunol Mikrosistem Jakarta. *JURNAL ABIWARA*, 1(2), pp. 60-70.
- Syahtaria, I., Mashudi, A. & Suharjo, B., 2018. FAILURE RISK ANALYSIS GLASS BOWL PRODUCTION PROCESS USING FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS AND FAULT TREE ANALYSIS METHODS (A CASE STUDY). *International Journal of ASRO*, 9(2), pp. 1-10.
- Wang, W., Liu, X., Qin, Y. & Fu, Y., 2018. A risk evaluation and prioritization method for FMEA with prospect theory and Choquet integral. *Safety science*, Volume 110, pp. 152-163.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Wawancara *Job Safety Analysis (JSA)*

JOB SAFETY ANALYSIS WORKSHEET				
Nama Instansi: UMA		Jabatan: Karyawan Magang		
Lokasi Wawancara: WhatsApp Call		Tanggal: 5 Oktober 2021		
No	Step Activity	Potential Accident	Reason	Note
1	Needle Detection			Tidak bekerja di aktifitas ini
2	Packing	Mata lelah Kaki terapak tangan mengkilap Lengan terbak Cedera pada kaki	- Lampaui terlalu sering - Menyebabkan konsentrasi tinggi dan terlaksakakan pekerjaan Tergores kawat dan lidah saat memutar Tergores kawat ketika pengangkatan kawat Berdiri terlalu lama	
3	Scanner RFID (Radio Frequency Identification)			Tidak bekerja di aktifitas ini
4	Pengangkutan ke gudang	Cedera punggung dan pinggul	- Produk berat dan bobotnya pengangkutan terlalu tinggi	
5	Pengangkutan ke Container			Tidak bekerja di aktifitas ini

JOB SAFETY ANALYSIS WORKSHEET				
Nama Instansi: THE		Jabatan: Karyawan		
Lokasi Wawancara: WhatsApp Call		Tanggal: 5 Oktober 2021		
No	Step Activity	Potential Accident	Reason	Note
1	Needle Detection	Cedera pada kaki Tangan Terbak	Berdiri terlalu lama Terbaksa ujung kawat	
2	Packing	Kaki terapak tangan mengkilap	- Bergecasat dengan kawat dan lidah terlalu lama - Lantainya bergesekan dengan lidah dan kawat membuat kaki jadi panas dan terbak - Tidak memakai sarung tangan	
3	Scanner RFID (Radio Frequency Identification)			Tidak bekerja di aktifitas ini
4	Pengangkutan ke gudang			Tidak bekerja di aktifitas ini
5	Pengangkutan ke Container			Tidak bekerja di aktifitas ini

JOB SAFETY ANALYSIS WORKSHEET				
Nama Instansi: FTR		Jabatan: Karyawan		
Lokasi Wawancara: WhatsApp Call		Tanggal: 5 Oktober 2021		
No	Step Activity	Potential Accident	Reason	Note
1	Needle Detection	Dehidrasi Cedera punggung dan pinggul	- Suhu ruangan panas - Sesi mencari waktu istirahat minimal tidak ada yang menggantikan posisi sementara pakarya Frustrasi pengangkutan tinggi	
2	Packing	Kaki terapak tangan mengkilap Tersandung pallet	Tergores kawat dan lidah dengan intensitas tinggi Ujung pallet tidak terlihat	
3	Scanner RFID (Radio Frequency Identification)			Tidak bekerja di aktifitas ini
4	Pengangkutan ke gudang	Kaki tertindas barangnya	Barangnya berat dan tak terkendali	
5	Pengangkutan ke Container	Kejatuhan pagar pembatas Kejatuhan barangnya saat diturunkan ke container menggunakan Forklift	- Pagar pembatas tertebak pekerja atau tembok barangnya - Barangnya terpeles dan menimpa pekerja	

JHM SAFETY ANALYSIS (JSA) WORKSHEET				
Nama insani: MM		Jabatan: Karyawan Magang		
Lokasi Wawancara: WhatsApp Call		Tanggal: 5 Oktober 2021		
No	Step Activity	Potential Accident	Reasons	Note
1	Needle Detector			Tidak bekerja di aktifitas ini
2	Packing	Dadu rusak Kepuasan	- Dadu rusak akibat menyangkut debu di ruang kerja - Debu berasal dari mesin kawat dan karion - Suhu lingkungan panas dan terdapat kurang efektif	
3	Scanner RFID (Radio Frequency Identification)	Kelalahan Tertimpa karion	Penataan produk tidak rapi sehingga menyebabkan pengalihan produk hal ini menyebabkan pergerakan pekerjaan yang sering dan berulang Karion di atas terlalu tinggi dan tidak seragam	
4	Pengangkutan ke gudang	Tertimpa karion Terjauh dari rak atau saat memuat produk Cedera otot Cedera punggung dan pergelang	Karion roboh dari baloknya dan menimpa pekerja Terjauh saat naik ke rak atau akibat terpeleset Merusak tarakan produk yang luasnya berat dari barang ke gudang dan rak penyimpanan produk Merusak tarakan produk yang luasnya berat dari barang ke gudang dan rak penyimpanan produk	
5	Pengangkutan ke Container			Tidak bekerja di aktifitas ini

JHM SAFETY ANALYSIS (JSA) WORKSHEET				
Nama insani: LB		Jabatan: Karyawan Magang		
Lokasi Wawancara: WhatsApp Call		Tanggal: 4 Oktober 2021		
No	Step Activity	Potential Accident	Reasons	Note
1	Needle Detector			Tidak bekerja di aktifitas ini
2	Packing	Kelalahan	Benda terlalu lama dengan intensitas kerja tinggi	
3	Scanner RFID (Radio Frequency Identification)			Tidak bekerja di aktifitas ini
4	Pengangkutan ke gudang	Kepuasan karion	Karion yang ditumpuk di gudang atau baloknya terjatuh	
5	Pengangkutan ke Container	Kelalahan Lereng terbelak	Intensitas kerja tinggi dan pekerja terburu Terjemur produk secara intens saat penimbunan ke container	

JHM SAFETY ANALYSIS (JSA) WORKSHEET				
Nama insani: FER		Jabatan: Karyawan Magang		
Lokasi Wawancara: WhatsApp Call		Tanggal: 5 Oktober 2021		
No	Step Activity	Potential Accident	Reasons	Note
1	Needle Detector	Cedera punggung dan pergelang	Intensitas kerja tinggi dan produk berat, sering prodikikan	
2	Packing	Defisiensi	Kepuasan, kelelahan, dan kelalahan	
3	Scanner RFID (Radio Frequency Identification)			Tidak bekerja di aktifitas ini
4	Pengangkutan ke gudang	Defisiensi Cedera punggung dan pergelang Tertimpa karion	Kepuasan, kelelahan, dan kelalahan Produk berat dan intensitas kerja tinggi Karion tertata kurang rapi	
5	Pengangkutan ke Container	Kepuasan barangnya saat diangkut ke container menggunakan Forklift Terjauh dari panggung perinduk produk	Barang terjatuh saat diangkat menggunakan forklift dan menimpa pekerja Terpeleset dari terjauh	

JOB SAFETY ANALYSIS WORKSHEET				
Nama Instansi: EML Lokasi Wawancara: Whatsapp Call			Jabatan: Karyawan Tanggal: 5 Oktober 2021	
No	Stop Activity	Potential Accident	Reasons	Note
1	Notable Injuries	Kelelahan Terundang karton	Suhu ruangan panas dan berdiri terlalu lama Karton ditata kurang rapih dan menghalangi jalan	
2	Pushing	Tumbukan Pegangan	Tersejut tapi karton dengan keras Kelelahan dan debu	
3	Scanner RFID (Radio Frequency Identification)			Tidak bekerja di skrin ini
4	Pengangkatan ke gudang			Tidak bekerja di skrin ini
5	Pengangkatan ke Container	Tertimpa	Pagar serangga dan rebah	

Lampiran 2. Akumulasi Data Wawancara Job Safety Analysis (JSA)

Akumulasi Hasil Wawancara Job Safety Analysis (JSA)

JOB SAFETY ANALYSIS WORKSHEET						
Jumlah Responden: 7 Orang						
No	Stop Activity	Potential Accident	Reasons	Current Control (Diisi Peneliti)	Note	
1	Notable Injuries	Cedera pada kaki	Berdiri terlalu lama	Isiribut sejenak ketika ada pekerja yang bisa menggantikan posisinya, namun tidak selalu ada		
		Tangan Terhaku Dehutan	Terkena ujung karton - Suhu ruangan panas - Suka mencari waktu istirahat misalkan tidak ada yang menggantikan posisi sementara pekerja	Pengaman PJK Isiribut sejenak untuk istirahat ketika ada pekerja yang bisa menggantikan posisinya, namun tidak selalu ada		
		Cedera punggung dan pinggul	Fleksibilitas pengangkatan tinggi	Isiribut sejenak ketika ada pekerja yang bisa menggantikan posisinya, namun tidak selalu ada		
		Dada sesak	- Dada sesak akibat menghirup debu di ruang kerja - Debu berasal dari residu kain dan karton	Menggunakan masker		
		Kepanasan	- Suhu lingkungan panas dan terdapat kurang efektif	Menggunakan klap angin		
		Kelelahan	Suhu ruangan panas dan berdiri terlalu lama	Isiribut sejenak ketika ada pekerja yang bisa menggantikan posisinya, namun tidak selalu ada		
		Terundang karton	Karton ditata kurang rapih dan menghalangi jalan	Pengaman PJK		
2	Pushing	Kaki terapak tangan terlepas	- Bergesekan dengan karton dan lakban terlalu lama - Lantai bergesekan dengan lakban dan karton membuat kaki jadi panas dan terkikis - Tidak memakai sarung tangan	Pengaman PJK		
		Mata lelah	- Lampu terlalu terang - Memburamkan konsentrasi tinggi saat melakukan pekerjaan	Tidak ada		
		Lengan terhaku	Tergores karton ketika pengangkatan karton	Pengaman PJK		
		Cedera pada kaki	Berdiri terlalu lama	Isiribut sejenak ketika ada pekerja yang bisa menggantikan posisinya, namun tidak selalu ada		
		Terundang jalur Terhaku	Ujung jalur tidak terlihat Tersejut tepi karton dengan keras	Pengaman PJK PJK		
JOB SAFETY ANALYSIS WORKSHEET						
Jumlah Responden: 7 Orang						
No	Stop Activity	Potential Accident	Reasons	Current Control (Diisi Peneliti)	Note	
		Pegangan	Kelelahan dan debu	PJK dan dibawa ke UGD jika diperlukan		
		Kelelahan	Pemasangan produk tidak rapih sehingga menyulitkan pengambilan produk hal ini menyebabkan mengerjakan pekerjaan yang sama dan berulang	Isiribut sejenak ketika ada pekerja yang bisa menggantikan posisinya, namun tidak selalu ada		
		Vertikal karton	Karton ditata terlalu tinggi dan tidak seimbang	Pengaman PJK		
3	Scanner RFID (Radio Frequency Identification)	Kelelahan	Pemasangan produk tidak rapih sehingga menyulitkan pengambilan produk hal ini menyebabkan mengerjakan pekerjaan yang sama dan berulang	Isiribut sejenak ketika ada pekerja yang bisa menggantikan posisinya, namun tidak selalu ada		
		Vertikal karton	Karton ditata terlalu tinggi dan tidak seimbang	Pengaman PJK		
4	Pengangkatan ke gudang	Cedera punggung dan pinggul	- Produk berat dan fleksibilitas pengangkatan terlalu tinggi	Isiribut sejenak ketika ada pekerja yang bisa menggantikan posisinya, namun tidak selalu ada		
		Kaki terundur dan bumerang	Bumerang berat dan tak terkendali	Pengaman PJK		
		Tertimpa karton	Karton rebah dan bumerang dan menimpa pekerja	Pengaman PJK		
		Terjatuh dari rak atas saat memarahi produk	Terjatuh saat naik ke rak atas akibat terpeleset	Pengaman PJK dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu		
		Cedera otot	Mletakkan tarikan produk yang lumayan berat dari bumerang ke gudang dan rak penyimpanan produk	Isiribut sejenak ketika ada pekerja yang bisa menggantikan posisinya, namun tidak selalu ada		
5	Pengangkatan ke Container	Kejatuhan pagar pembatas	- Pagar pembatas tertabrak pekerja atau tertabrak bumerang	Pengaman PJK dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu		
		Kejatuhan bumerang saat diturunkan ke container menggunakan Forklift	- Bumerang terjatuh dan menimpa pekerja	Pengaman PJK dan dibawa ke UGD jika dirasa perlu		
		Kelelahan	Intensitas kerja tinggi dan pekerja terbatas	Isiribut sejenak ketika ada pekerja yang bisa menggantikan posisinya, namun tidak selalu ada		
		Lengan terhaku	Tergores produk secara terus menerus saat pemindahan ke container	Pengaman PJK		

Lampiran 3. Dokumentasi Wawancara *Job Safety Analysis (JSA)*