

**ANALISIS RISIKO KECELAKAAN PADA PEMBUATAN DAN PEMASANGAN
FENCING WELLHEAD**

(Studi Kasus : PT. Pertamina Hulu Rokan- WK Rokan)

TUGAS AKHIR

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



Nama : Raihan Afa Abiyu

No. Mahasiswa : 19522062

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

2023

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

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

Yogyakarta, 26 - 07 - 2023



(Raihan Aufa Abiyu)

19522062

SURAT BUKTI PENELITIAN

**SERTIFIKAT TUGAS AKHIR**

No: 534/PHR86130/2023-S8

PT PERTAMINA HULU ROKAN MEMBERIKAN SERTIFIKAT PADA :

Nama : Raihan Aufa Abiyu
NIM : 19522062
Universitas : Universitas Islam Indonesia
Jurusan : Teknik Industri

Telah menyelesaikan Program Tugas Akhir di PT Pertamina Hulu Rokan
Wilayah Kerja Rokan 6 Februari 2023 - 6 April 2023

Rumbai, 6 April 2023
Manager HR Operations

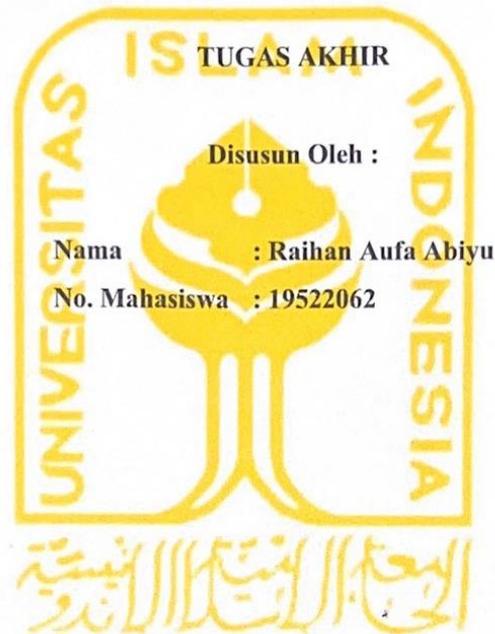


Rina Marlama

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS RISIKO KECELAKAAN PADA PEMBUATAN DAN PEMASANGAN FENCING WELLHEAD

(Studi Kasus : PT. Pertamina Hulu Rokan- WK Rokan)



Yogyakarta, 28 Juli 2023

Dosen Pembimbing

(Chancard Basumerda, S.T., M.Sc)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI
ANALISIS RISIKO KECELAKAAN PADA PEMBUATAN DAN PEMASANGAN FENCING
WELLHEAD

(Studi Kasus : PT. Pertamina Hulu Rokan- WK Rokan)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Raihan Afa Abiyu

No. Mahasiswa : 19 522 062

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

Yogyakarta, 28 - Juli – 2023

Tim Penguji

Chancard Basumerda, S.T., M.Sc.

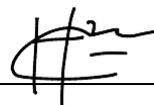
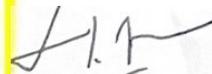
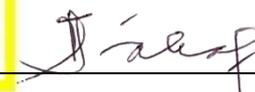
Ketua

Ir. Hartomo, M.Sc., Ph.D. IPU., ASEAN.Eng

Anggota I

Nama dan gelar anggota penguji 2

Anggota II

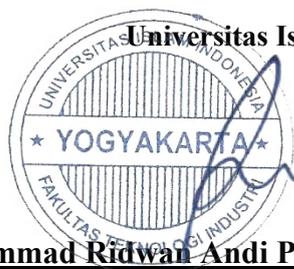




Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia




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

015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Selesainya penulisan tugas akhir ini saya persembahkan terkhusus kepada kedua orang tua tercinta. Ayah Soski Mansyur dan Ibu Elfirahmi serta kakakku Syifa Nabiel Hadera yang selalu memberi dukungan dan motivasi hingga doa demi kelancaran studi saya.

HALAMAN MOTTO

"Raihlah ilmu dan untuk meraih ilmu, belajarlh untuk tenang dan sabar."

(Umar bin Khattab)

"Sesungguhnya yang takut kepada Allah di antara hamba-hamba-Nya, hanyalah para ulama (orang-orang yang berilmu)."

(QS. Fathir: 28)

"Barangsiapa belajar sesuatu semata-mata karena Allah, mencari ilmu yang ada bersama-Nya, maka dia akan menang. Dan barang siapa yang belajar sesuatu karena selain Allah, maka dia tidak akan mencapai tujuannya, juga pengetahuan yang diperolehnya tidak akan membawanya lebih dekat kepada Allah."

(Hasan al-Basri)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur kami haturkan kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa. Atas berkat dan karunia-Nya kami dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Risiko Kecelakaan Pada Pembuatan dan Pemasangan Fencing Wellhead (Studi Kasus : PT. Pertamina Hulu Rokan - WK Rokan)”.

Laporan ini penulis susun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam mata kuliah Tugas Akhir (TA). Selama melalui proses tugas akhir dan penyusunan laporan ini, penulis mendapatkan bimbingan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, izinkan penulis untuk berterimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Chancard Basumerda, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan serta motivasi dalam pelaksanaan tugas akhir.
6. Bapak Omar Mukhtar dan sebagai Mentor dari Kegiatan Tugas Akhir di PT. Pertamina Hulu Rokan – WK Rokan, Rumbai.
7. Teman-teman Jogja’46 yang selalu mendukung dan menemani penulis selama pengerjaan tugas akhir ini
8. Semua pihak yang telah membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan tugas akhir di PT. Pertamina Hulu Rokan.

Penyusun menyadari bahwa dalam menyusun laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna sempurnanya Laporan Tugas Akhir ini. Penyusun berharap semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi penyusun khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Pekanbaru, 28 Juli 2023



Raihan Afa Abiyu

ABSTRAK

Kesehatan kerja adalah keadaan sejahtera badan, jiwa, dan jiwa sosial yang memungkinkan setiap karyawan bekerja secara sehat dan produktif secara optimal tanpa membahayakan diri sendiri, keluarga, masyarakat, dan lingkungan. Salah satu divisi di PT. Pertamina Hulu Rokan yang menggunakan mesin dan alat - alat berat adalah *Fabrication Shop* yang merupakan bagian dari *Central Shop* Minas. Salah satu alat yang diproduksi oleh *Fabrication Shop* Minas adalah *Fencing Wellhead* yang menjadi objek penelitian peneliti. Peneliti menggunakan Job Safety Analysis (JSA) sebagai metode pengumpulan data dengan mencatat aktivitas kerja dan potensi bahaya kecelakaan kerja. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan berbahaya akibat kecelakaan kerja dan dampaknya, digunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)* sebagai metode diagnostik dan analitis yang ditingkatkan berdasarkan Risk Priority Number (RPN) tertinggi. Hasil metode JSA menunjukkan 16 risiko kecelakaan kerja, kemudian dilakukan perhitungan *RPN* dari hasil *FMEA* dan diperoleh 3 jenis kegagalan tertinggi dengan nilai *RPN* tertinggi yaitu FM10 dengan *RPN* 256. , FM14 dengan *RPN* 128 dan FM3 dengan *RPN* . 96. Tiga jenis kegagalan akan dianalisis oleh *FTA* untuk membuat rekomendasi. Oleh karena itu, penelitian ini akan membantu perusahaan meningkatkan keselamatan dan kesehatan pekerjaannya serta meningkatkan produktivitas mereka.

Kata Kunci : *FMEA, FTA, JSA*, Kesehatan dan keselamatan kerja (K3)

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	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	16
2.2.1 Profil Perusahaan.....	16
2.2.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	17
2.2.3 Lingkungan Kerja.....	18
2.2.4 Kecelakaan Kerja	18
2.2.5 Bahaya (Hazard).....	18
2.2.6 Risiko	19
2.2.7 Produktivitas.....	20
2.2.8 Job Safety Analysis (JSA).....	21
2.2.9 Failure Mode Effect Analysis (FMEA).....	21

2.2.10	Fault Tree Analysis	25
BAB III	METODE PENELITIAN.....	29
3.1	Subjek dan Objek Penelitian.....	29
3.2	Pengumpulan Data.....	29
3.3	Sumber Data	30
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	30
BAB IV	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	34
4.1	Pengumpulan Data.....	34
4.1.1	Alur Proses Pekerjaan Pembuatan <i>Fencing Wellhead</i>	34
4.1.2	<i>Job Safety Analysis Worksheet</i>	35
4.2	<i>Failure Mode Effect Analysis (FMEA)</i>	40
4.2.1	Penentuan Nilai <i>Saverity (S)</i>	40
4.2.2	Penentuan Nilai <i>Occurrence (O)</i>	42
4.2.3	Penentuan Nilai <i>Detection (D)</i>	44
4.2.4	Pembobotan Risk Priority Number (RPN).....	47
4.3	<i>Faul Tree Analysis (FTA)</i>	47
4.3.1	Diagram <i>FTA</i>	55
4.4	Rekomendasi <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	58
BAB V	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	62
5.1	<i>Failure Mode Effect Analysis (FMEA)</i>	62
5.2	<i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	62
BAB VI	PENUTUP	66
6.1	Kesimpulan.....	66
6.2	Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Kajian Induktif	6
Tabel 2. 2 State Of The Art	13
Tabel 2. 3 Kategori Saverity	23
Tabel 2. 4 Kategori Occurrence	24
Tabel 2. 5 Kategori Detection	24
Tabel 2. 6 Kategori Risk Priority Number (RPN).....	25
Tabel 2. 7 Simbol – Simbol Dalam FTA	26
Tabel 4. 1 Job Safety Analysis Worksheet.....	36
Tabel 4. 2 Penentuan Nilai Saverity (S).....	40
Tabel 4. 3 Penentuan Nilai Occurrence (O)	42
Tabel 4. 4 Penentuan Nilai Detection (D).....	44
Tabel 4. 5 Pembobotan Risk Priority Number (RPN).....	47
Tabel 4. 6 Tabel FTA "Gangguan Kesehatan Pada Organ Tubuh"	56
Tabel 4. 7 Tabel FTA "Gangguan Pernafasan"	57
Tabel 4. 8 Tabel FTA "Tertimpa Material Pipa yang Jatuh Saat Proses Pengangkatan"	58
Tabel 4. 9 Tabel Rekomendasi Fault Tree Analysis (FTA)	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kasus Kecelakaan di Indonesia	1
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	31
Gambar 4. 1 Alur Proses Pekerjaan Pembuatan Fencing Wellhead	34
Gambar 4. 2 Diagram FTA "Gangguan Kesehatan Pada Organ Tubuh"	55
Gambar 4. 3 Diagram FTA "Gangguan Pernafasan"	56
Gambar 4. 4 Diagram FTA "Tertimpa Material Pipa yang Jatuh Saat Proses Pengangkatan"	57

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan kerja adalah keadaan sejahtera badan, jiwa, dan jiwa sosial yang memungkinkan setiap karyawan bekerja secara sehat dan produktif secara optimal tanpa membahayakan diri sendiri, keluarga, masyarakat, dan lingkungan. Kesehatan kerja bertujuan untuk menyeimbangkan kapasitas kerja, beban kerja dan lingkungan kerja sedemikian rupa sehingga setiap karyawan dapat bekerja secara sehat tanpa membahayakan dirinya sendiri atau masyarakat sekitar guna mencapai produktivitas kerja yang optimal (Hendrawan, 2018). Hal ini untuk memastikan karyawan dapat bekerja dengan aman dan terhindar dari risiko cedera akibat kerja, baik secara fisik, mental, dan sosial. (Dizdar, et al., 2019).



Gambar 1. 1 Kasus Kecelakaan di Indonesia

Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan mencatat, jumlah kecelakaan kerja di Indonesia sebanyak 265.334 kasus sejak Januari hingga November 2022. Jumlah tersebut naik 13,26% dibandingkan sepanjang tahun 2021 yang sebesar 234.270 kasus. Menteri Ketenagakerjaan (Menaker), Ida Fauziyah mengatakan, data tersebut menjadi indikasi bahwa pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) harus semakin menjadi perhatian. Ia pun mendorong semakin banyak perusahaan menerapkan sistem manajemen K3 secara konsisten sesuai aturan perundang-undangan yang berlaku (Dataindonesia.id).

PT. Pertamina Hulu Rokan - WK Rokan merupakan perusahaan yang bertindak sebagai operator dalam pengelolaan Wilayah Kerja (WK) Rokan selama 20 tahun, mulai dari 9 Agustus

2021 hingga 8 Agustus 2041. PHR juga menjalankan tugas dari Subholding Upstream Pertamina untuk mengelola bisnis dan operasional kegiatan usaha hulu migas di wilayah Regional 1 – Sumatera. Melalui kedua peran tersebut, PHR menjadi salah satu produsen minyak dan gas utama di Indonesia yang berkontribusi dalam pemenuhan energi nasional. Di setiap proses produksi tentunya PT. Pertamina Hulu Rokan menggunakan mesin serta alat – alat berat dalam proses produksinya yang bertujuan untuk menghasilkan sebuah produksi dengan kualitas baik agar dapat bersaing di pasaran. Namun, penggunaan dari mesin dan alat berat tersebut mengandung bahaya dan risiko yang sewaktu-waktu dapat mengancam keselamatan dan kesehatan para pekerja seperti bertambahnya sumber bahaya, meningkatnya potensi bahaya, penyakit akibat kerja di tempat kerja dan juga kerugian bagi perusahaan yang dapat mengancam kelangsungan usaha.

Salah satu divisi di PT. Pertamina Hulu Rokan yang menggunakan mesin dan alat - alat berat adalah *Fabrication Shop* yang merupakan bagian dari *Central Shop* Minas. *Fabrication Shop* sendiri merupakan tempat pengolahan pipa – pipa bekas yang di daur ulang menjadi suatu barang atau alat. Salah satu alat yang diproduksi oleh *Fabrication Shop* Minas adalah *Fencing Wellhead* yang berfungsi sebagai pelindung *wellhead* agar tidak dimasuki oleh sembarang orang dan tidak dirusak oleh hewan liar. Pekerjaan pembuatan *fencing wellhead* sendiri memiliki risiko kecelakaan kerja yang cukup tinggi. Berdasarkan hasil Job Safety Analysis (JSA) terdapat 16 bahaya kecelakaan kerja pada pekerjaan pembuatan *fencing wellhead*, risiko tersebut seperti terjatuh atau terpeleset, tertimpa alat berat, tertimpa material, cedera pada tubuh saat proses pengangkatan, terbakar, terkena percikan api, terkenal ledakan, tersengat binatang berbisa, gangguan pada organ tubuh, kebisingan, gangguan pernafasan dan tersengat listrik. Jika permasalahan ini tidak segera diatasi maka akan berdampak buruk terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja serta produktivitas perusahaan.

Berdasarkan gambaran dan urgensi permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu metode yang tepat untuk mencari akar permasalahan kecelakaan kerja guna mengurangi risiko terjadinya kecelakaan kerja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis bahaya keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di *Fabrication Shop*, yang bertujuan untuk membantu perusahaan meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja karyawannya dan meningkatkan produktivitas bisnis. Dalam penelitian ini, metode *Job Safety Analysis (JSA)* digunakan sebagai metode pengumpulan data yang menangkap aktivitas pekerjaan dan kemungkinan risiko cedera akibat kerja dalam pembuatan *fencing wellhead*. Langkah

selanjutnya adalah menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk mengidentifikasi mode kegagalan risiko cedera kerja dan konsekuensinya. Langkah terakhir adalah melakukan analisis perbaikan berdasarkan tiga mode kegagalan dengan Risk Priority Number (RPN) FMEA tertinggi dengan menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diturunkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut.

1. Berapa potensi risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan pembuatan *fencing wellhead* ?
2. Apa saja tiga mode kegagalan tertinggi pada risiko kecelakaan kerja dan efeknya pada pekerjaan pembuatan *fencing wellhead* ?
3. Apa saja yang menjadi penyebab kecelakaan kerja pada pekerjaan pembuatan *fencing wellhead* ?

1.3 Batasan Penelitian

Berdasarkan uraian cara membangun permasalahan di atas maka diperoleh batasan penelitian agar penelitian lebih terfokus sebagai berikut. Penelitian ini dilakukan pada pekerjaan pembuatan *Fencing Wellhead* PT. Pertamina Hulu Rokan.

1. Observasi dilakukan di lingkungan pekerjaan pembuatan *Fencing Wellhead* PT. Pertamina Hulu Rokan.
2. Wawancara dilakukan terhadap pekerja pembuatan *Fencing Wellhead* PT. Pertamina Hulu Rokan.
3. Metode *FTA* hanya menganalisis *failure mode* dengan 3 nilai *RPN* hasil tertinggi.

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Mengidentifikasi potensi risiko kecelakaan pada pekerjaan pembuatan *fencing wellhead*.
2. Mengidentifikasi mode kegagalan terhadap risiko kecelakaan kerja dan efeknya pada pekerjaan pembuatan *fencing wellhead*.

3. Menganalisis penyebab kecelakaan kerja untuk menghasilkan rekomendasi pada pekerjaan pembuatan *fencing wellhead*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan rekomendasi kepada perusahaan mengenai pengelolaan masalah Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pada pekerjaan pembuatan Fencing Wellhead untuk meningkatkan produktivitas perusahaan.
2. Dapat meningkatkan produktivitas, keselamatan, dan performansi kinerja para pekerja pekerja pembuatan *Fencing Wellhead* berdasarkan implementasi K3 yang baik.
3. Sebagai referensi bagi penelitian kedepannya terutama dalam bidang manajemen risiko

1.6 Sistematika Penelitian

Berikut merupakan sistematika dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

HALAMAN JUDUL

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan 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

Menurut (Pranowo, 2019), Kajian induktif muncul dari penelitian-penelitian terdahulu dalam bentuk jurnal ilmiah guna menghindari plagiarisme pada artikel penelitian. Penelitian induktif juga dapat dijadikan acuan dalam penelitian. Berikut adalah penelitian induktif dalam penelitian ini berupa 15 penelitian sebelumnya.

Tabel 2. 1 Tabel Kajian Induktif

No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
1.	<i>Risk Analysis For Occupational Safety And Health In Manufacturing Company Using FMEA And FTA Methods : A Case Study</i>	P Fithri, Nofriyanti, Alizar Hasan, dan Ismail Kurnia (2020)	<i>FMEA dan FTA</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berdasarkan hasil analisis FMEA terhadap bongkar muat minyak mentah di PT Grand Kartech, Tbk. Terdapat 45 potensi kecelakaan kerja. Risiko kecelakaan kerja paling tinggi terjadi pada pekerja yang jatuh kedalam PIT, dengan nilai RPM sebesar 25. 2. Dari hasil perhitungan FTA didapatkan 3 faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan yaitu faktor manusia, lingkungan dan material.
2.	<i>Risk Analysis For Occupational Safety and Health In The Textile Industry: Integration of FMEA, FTA, BIFPET Methods</i>	Nazlı Gülüm Mutlu dan Serkan Altuntas (2019)	<i>FMEA, FTA, dan BIFPET</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Metode FMEA-FTA digunakan untuk menilai potensi risiko dalam delapan operasi pewarnaan kain dan total 67 akar penyebab kegagalan teridentifikasi. 2. Nilai RPM terbesar hasil integrasi metode FMEA-FTA adalah kegagalan penurunan bobot akibat kelebihan enzim dengan nilai RPN

No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
				sebesar 512, untuk FMEA-FTA-BIFPET dan FMEA-FTA-PERT masing-masing RPM sebanyak 428, 25 dan 441 dengan regimen <i>failure</i> yang sama, yaitu <i>failure</i> menurunkan berat badan akibat kelebihan enzim
3.	<i>Assessment of Health, Safety and Environmental Risks of Zahedan City Gasoline Stations</i>	Somayeh Yadollahi Far, Mahin Haghshenas, Zoleikha Sayahi. (2018)	FMEA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penetapan indentifikasi didasarkan pada 27 risiko kesehatan, 55 risiko keselamatan, dan 22 risiko lingkungan. 2. Nilai RPN tertinggi menurut kriteria kesehatan adalah lalu lintas mobil (RPN: 486), demi alasan keamanan, penggunaan tembakau pada saat pengisian bahan bakar dan tanpa pengambilan sampel uap produk secara terus menerus yaitu RPN 280, dan bagi lingkungan, kurangnya peringkat ketebalan tangki yaitu dengan RPN 112.
4.	<i>Determination Of HAZARDS And Assessment of Risks And Opportunities In Port Agency Activities</i>	Marieta G. Stefanova (2019)	FMEA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Terdapat 11 mode kegagalan dalam penelitian ini. 2. Terdapat dua mode kegagalan dengan risiko “rendah” dan sembilan mode kegagalan dengan risiko “sedang”.
5.	<i>Hazard and Risk Analysis for Ring</i>	Nazlı Gülüm Mutlu dan	FTA dan FMEA	1. Berdasarkan hasil FTA, terdapat 3 kemungkinan risiko

No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
	<i>Spinning Yarn Production Process by Integrated FTA-FMEA Approach</i>	Serkan Altuntas (2019)		<p>yaitu kegagalan proses produksi, kegagalan mesin, serta kebakaran dan ledakan yang berkaitan dengan keselamatan dan kesehatan kerja.</p> <p>2. 60% insiden terkait dengan proses produksi, 46,67% terkait dengan risiko kebakaran dan ledakan yang tidak bisa diterima, serta kerusakan mesin pada tingkat sedang.</p>
6.	<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>	Atep Afia Hidayat, Muhammad Kholil, Hendri, dan Suhaeri (2018)	<i>FTA dan FMEA</i>	<p>1. Cacat produk menyumbang 27% dari total produksi, dimana tiga jenis cacat teratas adalah ketebalan 51,89%, kekuatan tarik 25,90% dan kelembutan 14,29%.</p> <p>2. Dari hasil analisis FTA menunjukkan bahwa penyebab tingginya tingkat cacat adalah faktor manusia, material dan mesin.</p>
7.	<i>Failure Analysis of Asphalt Foaming Device Based on FMEA and FTA</i>	Zhun Luo dan Hai-Ying Cheng (2021)	<i>FMEA dan FTA</i>	<p>1. Kegagalan pengaplikasian <i>asphalt foaming</i> biasanya terjadi sebelum dan selama proses pembusaan aspal.</p> <p>2. Berdasarkan hasil analisis <i>FMEA</i> terhadap 23 risiko kecelakaan, hasil <i>RPN</i> penyumbatan pipa aspal dan penyumbatan nosel air adalah yang terbesar adalah 147 dan 126.</p>

No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
				<p>Lalu tiga kegagalan dengan tingkat keparahan tertinggi yaitu kerusakan pemanas, kerusakan motor, dan kegagalan perangkat <i>control PLC</i>.</p> <p>3. Hasil studi <i>FTA</i> menunjukkan bahwa semakin tinggi angka kejadian fundamental pada alat pembusa aspal maka semakin tinggi kemungkinan terjadinya kegagalan sistem alat pembusa aspal.</p>
8.	<p><i>Failure Risk Analysis Glass Bowl Production Process Using Failure Mode Effect Analysis And Fault Tree Analysis Methods (A Case Study)</i></p>	<p>Ikhwan Syahtaria, A. Mashudi, Bambang Suharjo (2018)</p>	<p><i>FMEA dan FTA</i></p>	<p>1. Berdasarkan hasil analisis <i>FMEA</i> dapat diketahui bahwa terdapat 19 mode kegagalan, mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi adalah masih adanya gelembung udara pada proses dust press dengan nilai RPN 324.</p> <p>2. Berdasarkan analisis data <i>FTA</i> diketahui ada dua penyebab kegagalan yaitu berkurangnya efisiensi mesin dan tekanan udara yang tinggi.</p>
9.	<p><i>An information fusion FMEA method to assess the risk of healthcare waste</i></p>	<p>Linhan Ouyang, Yige Zhu, Wei Zheng, dan Lin Yan (2021)</p>	<p><i>FMEA</i></p>	<p>Hasil pengolahan data menunjukkan terdapat 10 risiko kecelakaan pada limbah medis. Berdasarkan perhitungan <i>FMEA</i> terlihat bahwa RPN tertinggi memiliki risiko gagal bayar "<i>Maligned amount Weighted</i>"</p>

No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
10.	<i>Proposition of a modified FMEA to improve reliability of product</i>	Mzougui dan Felsoufi (2019)	<i>FMEA</i>	Pendekatan yang diusulkan mengintegrasikan konsep titik fokus, hipotesis, dan skenario kegagalan. Pemeliharaan dan biaya digunakan sebagai faktor tambahan untuk meningkatkan prioritas dan klasifikasi kesalahan.
11.	<i>A manufacturing failure mode and effect analysis based on fuzzy and probabilistic risk analysis</i>	Gul, Muhammet, Melih Yucesan, dan Erkan Celik (2020)	<i>FMEA dan Fuzzy</i>	Penelitian ini membahas hasil penelitian yang didukung oleh pendapat para ahli tentang pentingnya pola kegagalan pada produk akhir dan sistem secara keseluruhan, dan mendukungnya dengan umpan balik, pengalaman selama instalasi diamati.
12.	<i>Risk evaluation using a novel hybrid method based on FMEA, extended MULTIMOORA, and AHP methods under fuzzy environment</i>	Reza Fattahi dan Mohammad Khalilzadeh (2018)	<i>FMEA dan Fuzzy AHP</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Didapatkan 8 potensi kecelekaan kerja. Dari ke-8 kerja tersebut akan dihitung rata-rata bobot fuzzy RPN sebelum dilakukan perbaikan dan rata-rata RPN setelah dilakukan perbaikan 2. Penelitian ini menunjukkan bahwa AFRPNs menurun sebanyak 56% dibanding dengan ACFWRPNs
13	Analisis Risiko Kerja pada Area Hot Metal Treatment Plant Divisi Blast Furnace dengan Metode <i>Hazard</i>	Anthony dan Muhammad Bob (2019)	<i>HIRA</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Terdapat 26 risiko yang diklasifikasikan berdasarkan tingkat potensi bahayanya, meliputi 9 risiko kategori tinggi (H), 7 risiko kategori sedang (M) dan sisanya 10 risiko kategori rendah (L).

No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
	<i>Identification and Risk Assessment (HIRA)</i>			2. Rekomendasi diberikan kepada perusahaan dengan melakukan pengurangan risiko secara detail dari portofolio high (H) dan medium (M) hingga tingkat risiko diturunkan menjadi portofolio low risk (L).
14.	Penilaian Risiko Kerja Menggunakan Metode HIRARC di PT.Sinar Laut Indah Natar Lampung Selatan	Desianna, Dwi, dan Prayudhy Yushananta (2020)	HIRARC	Ada empat aktivitas berisiko tinggi: mencampur, mengaduk, mencentang kotak laminasi, pelat cetak dan membersihkan sisa bahan. Risiko terbesar terjadinya penyakit akibat kerja adalah akibat gangguan pernapasan dan iritasi kulit atau mata saat mencampur dan mengaduk bahan pembersih dan limbah. Sedangkan risiko kecelakaan kerja yang paling tinggi terletak pada pemeriksaan kursi roda.
15.	<i>Risk Assessment for Occupational Health and Safety of Soekarno - Hatta International Airport Accessibility Project Through HIRARC Method</i>	Fauziyah, S., R. Susanti, dan F. Nurjihad (2021)	HIRARC	1. Terdapat 45 bahaya yang teridentifikasi pada 5 pekerjaan konstruksi yaitu survei, pembukaan lokasi, penggalian, perancangan dan pengeboran. 2. Terdapat 7 potensi bahaya dengan risiko paling tinggi yaitu pekerja terjatuh ke dalam danau, pekerja tertabrak peserta lalu lintas, operator kelelahan, tali crane putus, palu getar patah, dan pekerja

No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
				terjebak ke dalam penyangga bekisting dan pekerja terluka terkena serpihan. . Tumpukan beton. Rekomendasi kemudian dapat dibuat mengenai pengendalian risiko (hazard control) dari setiap potensi bahaya yang teridentifikasi.

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	HIRA	HIRARC
1.	(Fithri, et al., 2020)	<i>Risk Analysis For Occupational Safety And Health In Manufacturing Company Using FMEA And FTA Methods : A Case Study</i>	√			√	√			
2.	(Mutlu, et al., 2019)	<i>Risk Analysis For Occupational Safety and Health In The Textile Industry: Integration of FMEA, FTA, BIFPET Methods</i>	√			√	√			
3.	(Far, et al., 2018)	<i>Assessment of Health, Safety and Environmental Risks of Zahedan City Gasoline Stations</i>	√			√				
4.	(Stevano va, 2019)	<i>Determination Of HAZARDS And Assessment of Risks And Opportunities In Port Agency Activities</i>	√			√				
5.	(Mutlu & Altuntas, 2019)	<i>Hazard and Risk Analysis for Ring Spinning Yarn Production Process by Integrated FTA-FMEA Approach</i>	√			√	√			
6.	(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</i>		√		√	√			

No	Penulis	Judul	Subjek		Metode					
			K3	Kualitas Produk	JSA	FMEA	FTA	Fuzzy AHP	HIRA	HIRARC
		<i>Products</i>								
7.	(Luo & Cheng, 2021)	<i>Failure Analysis of Asphalt Foaming Device Based on FMEA and FTA</i>		√		√	√			
8.	(Syahitari a, 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>		√		√	√			
9.	(Ouyang, et al., 2021)	<i>An information fusion FMEA method to assess the risk of healthcare waste</i>		√		√				
10.	(Mzougui, et al., 2019)	<i>Proposition of a modified FMEA to improve reliability of product</i>	√			√				
11.	(Gul, et al., 2020)	<i>A manufacturing failure mode and effect analysis based on fuzzy and probabilistic risk analysis</i>	√			√		√		
12.	(Fattahi, et al.,	<i>Risk evaluation using a novel hybrid method based on FMEA, extended MULTIMOORA, and AHP</i>	√			√		√		

No	Penulis	Judul	Subjek		Metode					
			K3	Kualitas Produk	JSA	FMEA	FTA	Fuzzy AHP	HIRA	HIRARC
	2018)	<i>methods under fuzzy environment</i>								
13.	(Anthony & M. Bob, 2019)	Analisis Risiko Kerja pada Area Hot Metal Treatment Plant Divisi Blast Furnace dengan Metode <i>Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)</i>	√						√	
14.	(Desianna, et al., 2020)	Penilaian Risiko Kerja Menggunakan Metode HIRARC di PT.Sinar Laut Indah Natar Lampung Selatan	√							√
15.	(Fauziyah, et al., 2021)	<i>Risk Assessment for Occupational Health and Safety of Soekarno - Hatta International Airport Accessibility Project Through HIRARC Method</i>	√							√
16.	(Raihan, 2023)	Analisis Program K3 dan Pengendalian Risiko Pada Pembuatan dan Pemasangan Fencing Wellhead Menggunakan Metode JSA, FMEA dan FTA (Studi Kasus : PT. Pertamina Hulu Rokan-WK Rokan)	√		√	√	√			

Adapun perbedaan penelitian ini dibanding penelitian terdahulu adalah penelitian ini menggunakan intergrasi metode *Job Safety Analysis (JSA)*, *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*, dan *Fault Tree Analysis (FTA)*. *JSA* sendiri berfungsi untuk mengidentifikasi risiko terkait tugas – tugas pekerjaan yang spesifik serta mengidentifikasi bahaya dan Tindakan pengendalian yang relevan yang perlu diambil untuk mengurangi risiko.

Fungsi FMEA adalah menganalisis hasil *JSA* untuk mengidentifikasi mode kegagalan yang mungkin terkait dengan risiko yang diidentifikasi dalam *JSA* dan menganalisis dampak dari setiap mode kegagalan. Jika terdapat pola kesalahan signifikan yang teridentifikasi pada FMEA, kemudian penulis menggunakan FTA untuk menganalisis penyebab kegagalan, lalu mengidentifikasi komponen-komponen yang terlibat dalam kesalahan tersebut dan hubungan di antara mereka dalam bentuk diagram pohon kesalahan, sehingga menentukan cara pencegahan atau perbaikan. tindakan pencegahan dapat dilakukan. Dengan mengintegrasikan *JSA*, FMEA, dan FTA, penulis dapat memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai risiko yang terkait dengan pekerjaan dan proses yang diteliti. Hal ini memungkinkan penulis untuk mengambil tindakan yang tepat untuk mengelola dan mengurangi risiko, sehingga meningkatkan keselamatan kerja dan keandalan sistem.

Metode *JSA* memiliki empat fungsi dasar yaitu mengidentifikasi pekerjaan yang akan dianalisis, mendeskripsikan pekerjaan dalam langkah-langkah dasar, mengidentifikasi risiko pada setiap pekerjaan, dan mengendalikan risiko yang ada (Suharianto & Muliatna, 2017). Fitur inilah yang menjadi alasan saya memilih *JSA* sebagai metode pengumpulan data dengan mendokumentasikan aktivitas kerja dan potensi risiko kecelakaan kerja di setiap operasi pembuatan *fencing wellhead*. Selain itu, penelitian ini mengintegrasikan metode *JSA* dengan metode FMEA untuk menentukan jenis kesalahan dan bobot *Risk Priority Number (RPN)*. Setelah melakukan analisis FMEA, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis perbaikan berdasarkan tiga nilai FMEA RPN tertinggi dengan menggunakan metode FTA.

2.2 Kajian Deduktif

Kajian deduktif sendiri mencakup uraian tentang literatur yang akan digunakan untuk menulis penelitian. Berikut ini merupakan kajian deduktif dari penelitian ini.

2.2.1 Profil Perusahaan

PT. Pertamina Hulu Rokan (PHR) merupakan salah satu anak perusahaan PT Pertamina (Persero) sekaligus Kontraktor Kontrak Kerja Sama di bawah pengawasan SKK Migas,

mempunyai tugas utama untuk mencari sumber minyak dan gas guna mendukung ketahanan energi nasional.

Wilayah Kerja (WK) Rokan ini membuat perjalanan baru didalam kontribusinya sebagai salah satu wilayah kerja andalan nasional. Setelah ditemukan pada tahun 1941 dan diproduksi pada tahun 1951, maka mulai pada tanggal 9 Agustus 2021 tepat pukul 00.01 WIB, operasional WK itu beralih dari Kontraktor Kontrak Kerja Sama (KKKS) PT. Chevron Pacific Indonesia (CPI), kepada KKKS PT. Pertamina Hulu Rokan (PHR).

Wilayah kerja migas Rokan disebut sebagai “Blok” mencakup tujuh kabupaten/kota di Provinsi Riau yaitu Kabupaten Siak, Bengkalis, Rokan Hulu, Rokan Hilir, dan Kampar serta Kota Pekanbaru dan Kota Dumai. Sebanyak 10 lapangan yang berkontribusi bagi produksi minyak yang ada di Wilayah Kerja Rokan adalah lapangan Duri, Minas, Bangko, Bekasap, Balam, Kotabatak, Petani, Pematang, Petapahan, dan Pager

2.2.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan kerja merupakan upaya untuk mencegah kecelakaan kerja yang mungkin terjadi pada karyawan. Sedangkan kesehatan kerja adalah keadaan seorang pekerja bebas dari ancaman atau gangguan mental dan fisik yang disebabkan oleh lingkungan kerja. (Fauziyah, et al., 2018). K3 adalah bidang yang berkaitan dengan perlindungan keselamatan, kesehatan, dan kesejahteraan pekerja atau mereka yang terlibat dalam pekerjaan. Hal ini untuk memastikan bahwa karyawan dapat bekerja dengan aman dan terhindar dari segala risiko kecelakaan kerja, baik secara fisik maupun mental dan sosial. (Micheli, et al., 2018)

K3 membahas hubungan langsung antara risiko bahaya dan kematian, cedera, dan penyakit pekerja. Pada dasarnya tujuan K3 adalah agar karyawan dapat pulang kerja dengan selamat. Hal ini diyakini telah mengurangi risiko kecelakaan kerja di berbagai negara (Schulte, et al., 2019). Berdasarkan pendapat (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 adalah suatu kejadian yang tidak terduga yang berkaitan dengan operasional perusahaan, yang mengakibatkan luka-luka atau kematian karyawan, kerusakan peralatan dan terhentinya proses produksi. (Bastuti, 2020). Menurut (Cahyaningrum, et al., 2019), kecelakaan kerja merupakan kejadian yang tidak terduga dan dapat mengakibatkan kerugian harta benda, waktu atau nyawa dalam proses kerja. Penyebab kecelakaan kerja dapat dibedakan menjadi dua faktor. Faktor pertama adalah faktor mekanik dan lingkungan, sedangkan faktor kedua adalah faktor manusia atau human error (Darwis et al., 2020).

2.2.5 Bahaya (Hazard)

Bahaya dipahami sebagai kejadian dan situasi apa pun yang dapat menyebabkan kecelakaan atau cedera pribadi, merusak lingkungan kerja atau menyebabkan gangguan lainnya. Dikarenakan adanya bahaya maka harus dilakukan pengendalian supaya tidak berakibat buruk bagi perusahaan (Ponda & Fatma, 2019). Berikut merupakan jenis bahaya

yang sering ditemui 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 probabilitas dari suatu peristiwa yang dapat berdampak buruk terhadap tujuan yang direncanakan. Risiko dihitung berdasarkan kemungkinan suatu peristiwa atau konsekuensi (AS/NZS, 2004). Berdasarkan *Australian Occupational Health and Safety Standard* (OHSAS) 18001 yang disebutkan oleh (Munirwansyah et al., 2018), risiko adalah kombinasi dari potensi bahaya yang mungkin timbul dari suatu kejadian dan mengakibatkan cedera atau gangguan 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 pekerjamengenai efektivitas program pengendalian risiko yang telah dibuat.

2.2.7 Produktivitas

Produktivitas adalah salah satu istilah terpenting dalam ilmu ekonomi. Produktivitas mencerminkan bagaimana sumber daya dan faktor digunakan dalam operasi perusahaan, baik di bidang manufaktur maupun di sektor jasa (McCann & Vorley, 2020). Produktivitas adalah kemampuan untuk memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara maksimal dengan hasil yang terbesar (Siagian, 2005). Berikut merupakan faktor-faktor berikut dapat mempengaruhi produktivitas (Handoko, 2002).

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 penanganannya 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 untuk mengidentifikasi risiko kecelakaan kerja di tempat kerja dan mencegah kecelakaan kerja (Li, et al., 2018). Sementara itu menurut (Choudhary, et al., 2018), *JSA* merupakan metode untuk mengidentifikasi bahaya di lingkungan kerja. Dengan mengidentifikasi risiko kecelakaan kerja menggunakan *JSA*, pencegahan yang efektif dan tepat dapat dilakukan (Nurdiansyah, 2018). Metodologi *JSA* memiliki empat fungsi dasar yaitu mendefinisikan pekerjaan yang akan dianalisis, menggambarkan pekerjaan menjadi langkah-langkah dasar, mengidentifikasi risiko di setiap pekerjaan dan mengelola risiko yang ada (Suharianto & Muliatna, 2017).

2.2.9 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

1. Pengertian *FMEA*

FMEA adalah metode yang digunakan dalam pengembangan produk dan manajemen operasi untuk analisis mode kegagalan dalam klasifikasi tingkat keparahan dan kegagalan sistem (Syahteria et al., 2018). *FMEA* menggunakan tiga input penting yaitu *Severity* (S), *Occurrence* (O) dan *Detection* (D) yang digunakan untuk menghitung *Risk Priority Number* (RPN), dimana perhitungan RPN dilakukan dengan mengalikan *Severity* (S) dan *Occurrence* (O) *Detection* (D) (Mutlu & Altuntaş, 2019). *FMEA* banyak digunakan di industri manufaktur pada berbagai tahap siklus hidup produk dan sekarang digunakan di berbagai industri termasuk pemrosesan semikonduktor, makanan, plastik, pembangkit listrik, perangkat lunak, dan perawatan kesehatan. *FMEA* secara resmi diadopsi

oleh militer AS pada akhir 1940-an. Pada tahun 1960, industri kedirgantaraan mengadopsi metode ini sebagai metode desain dengan persyaratan yang jelas untuk keandalan dan keamanan (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 *FMEA* (Sharma & Srivastava, 2018) diklasifikasikan menjadi tiga tipe dasar sebagai berikut.

- a. *Concept FMEA (CFMEA)*
- b. *Concept FMEA (CFMEA)* atau Konsep *FMEA* digunakan untuk menganalisis konsep pada tahap awal (paling sering pada tingkat sistem dan subsistem).
- c. *Design FMEA (DFMEA)*
- d. *Design FMEA (DFMEA)* atau desain *FMEA* bertujuan menganalisis desain produk sebelum masuk ke proses produksi.
- e. *Process FMEA (PFMEA)*
- f. *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*)

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) adalah penilaian tingkat keparahan dampak pada komponen yang mempengaruhi produk kerja dari mesin yang dianalisa. *Occurrence (O)* merupakan perkiraan frekuensi terjadinya cacat pada produk. Sedangkan *Detection (D)* mencari kemungkinan penyebab mekanis yang mengarah pada kerusakan dan tindakan korektif (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 penentuan kategori berdasarkan nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* (Piatkowski & Kamiński, 2017):

Tabel 2. 3 Kategori *Severity*

Rating	Kriteria
1	Terkena serpihan, tersengat serangga, tergigit serangga
2	Tersengat matahari, memar, teriris ringan, tergores
3	Melepuh, tersengat panas, keseleo ringan, tergelincir atau terpeleset ringan
4	Luka bakar ringan, luka gores/tersayat, frosnip (radang dingin/panas)
5	Keseleo/terkilir, retak/patah/tersayat, frosnip (radang dingin/panas)
6	Dirawat lebih dari 12 jam, patah tulang, tulang bergeser, radang dingin, luka bakar, susah bernafas dan lupa ingatan sementara, jatuh/terpeleset
7	Dirawat lebih dari 12 jam, dengan luka pecah pembuluh darah, hilang ingatan yang hebat, kerugian besar, dll

8	Perlu perawatan serius dan menimbulkan cacat permanen
9	Kematian individu (seseorang)
10	Kematian beberapa individu (masal)

Tabel 2. 4 Kategori *Occurrence*

Rating	Probabilitas Kegagalan	No. dari Kegagalan
1	Sangat tidak mungkin terjadinya kegagalan	< 1 per 1.000.000
2	Tidak mungkin terjadinya kegagalan	1 per 100.000
3	Kegagalan sangat jarang terjadi	1 per 50.000
4	Kegagalan jarang terjadi	1 per 10.000
5	Kegagalan hanya terjadi sesekali	1 per 5000
6	Kegagalan terjadi cukup sering	1 per 1000
7	Kegagalan terjadi secara berulang di area yang sama	1 per 600
8	Kegagalan selalu berulang	1 per 400
9	Kegagalan selalu sering berulang	1 per 100
10	Kegagalan selalu terjadi secara berulang di area yang sama	1 per 10

Tabel 2. 5 Kategori *Detection*

Rating	Kategori	Tingkat Mendeteksi
1	Hampir Pasti	Sangat besar kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak
2	Sangat Tinggi	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan sangat tinggi
3	Tinggi	Besar kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak
4	Agak Tinggi	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan agak tinggi

Rating	Kategori	Tingkat Mendeteksi
5	Sedang	Sedang kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak
6	Rendah	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan rendah
7	Sangat Rendah	Kecil kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak
8	Jarang	Jarang kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan
9	Sangat Jarang	Mustahil kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak
10	Hampir Tidak Mungkin	Pengontrol tidak dapat mendeteksi kegagalan

Tabel 2. 6 Kategori *Risk Priority Number (RPN)*

Nilai Risk Priority Number (RPN)	Kategori	Perlakuan
192 – 1000	Tinggi	Lakukan perbaikan saat ini
65-191	Sedang	Upaya untuk melakukan perbaikan
0-64	Rendah	Risiko dapat diabaikan

2.2.10 Fault Tree Analysis

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*

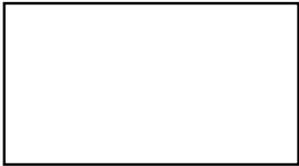
Adapun berikut merupakan langkah-langkah melakukan analisis menggunakan *FTA* menurut (Sari, et al., 2018).

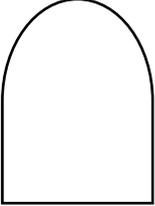
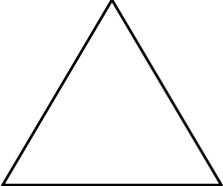
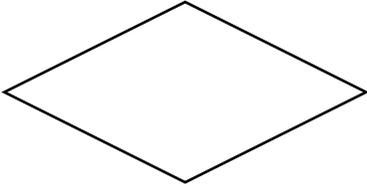
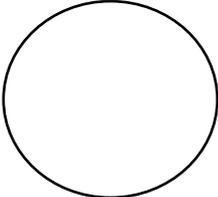
- a. Mengidentifikasi tujuan sistem, desain, ataupun produk.
- b. Mengidentifikasi *top event* dari desain, ataupun produk.
- c. Mengeksplorasi tiap cabang dalam tiap detail.
- d. Menyelesaikan *fault tree* sebagai kombinasi kejadian yang memberikan kontribusi kepada *top event*.
- e. Mengidentifikasi 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
	<p><i>Top Event</i></p>
	<p><i>Logic Event OR</i></p>

	<p><i>Logic Event AND</i></p>
	<p><i>Transferred Event</i></p>
	<p><i>Undeveloped Event</i></p>
	<p><i>Basic Event</i></p>

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 proses pembuatan *fencing wellhead* di *Fabrication Shop* PT. Pertamina Hulu Rokan 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 proses pembuatan *fencing wellhead* PT. Pertamina Hulu Rokan

3.2 Pengumpulan Data

Berikut merupakan metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini.

1. Observasi

Observasi dilakukan di lingkungan *Fabrication Shop* PT. Pertamina Hulu Rokan

2. Wawancara

Wawancara langsung kepada karyawan di *Fabrication Shop*. Adapun kriteria responden yang digunakan adalah sebagai berikut.

- a. Responden merupakan karyawan di *Fabrication Shop*
- b. Responden merupakan karyawan lapangan dan menangani langsung proses pembuatan *fencing wellhead* di *Fabrication Shop*.

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*, *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.

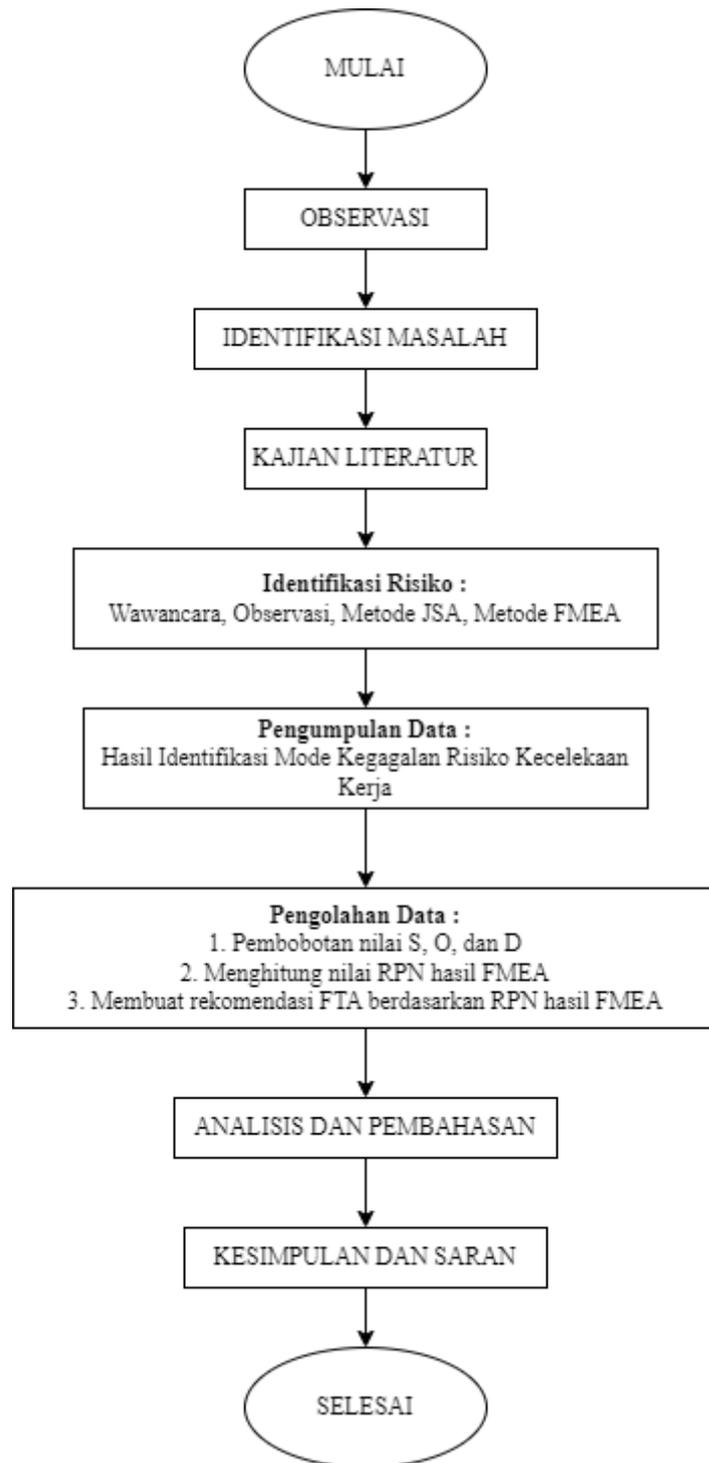
- a. Data alur dan deskripsi proses kerja pada pembuatan *Fencing Wellhead*.
- b. Data mode kegagalan mengenai keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada pembuatan *Fencing Wellhead* berdasarkan alur proses kerja.
- c. Nilai *Severity (S)*, *Occurrence (O)*, dan *Detection (D)* untuk setiap mode kegagalan.
- d. Nilai *RPN* dari metode *FMEA*

2. Data Sekunder

Sumber data sekunder adalah sumber data yang secara tidak langsung menyediakan data yang dibutuhkan oleh peneliti (Sugiono, 2017). Data sekunder penelitian ini diperoleh dari catatan perusahaan dan studi literatur seperti jurnal, buku dan sumber 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 *Fabrication Shop* PT. Pertamina Hulu Rokan untuk menggali permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan. Tahap ini dilakukan pengamatan terhadap proses dan lingkungan kerja pada *Fabrication Shop* 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 pembuatan *Fencing Wellhead* 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*, *FMEA* dan *FTA*.

5. Identifikasi Risiko

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

- a. Melakukan observasi di lingkungan kerja *Fabrication Shop* 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 dan Mentor lapangan penelitian tugas akhir dari perusahaan.
- b. Melakukan wawancara secara langsung kepada karyawan *Fabrication Shop* 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 *Fabrication Shop* Minas.

- b. Menghitung nilai *RPN* hasil *FMEA*

Perhitungan nilai *RPN* dilakukan dengan cara mengalikan *S*, *O*, dan *D*.

- c. Membuat rekomendasi *FTA* berdasarkan *RPN* hasil *FMEA*

Analisis *FTA* dilakukan berdasarkan tiga *failure mode* dengan nilai *RPN* hasil *FMEA* 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.

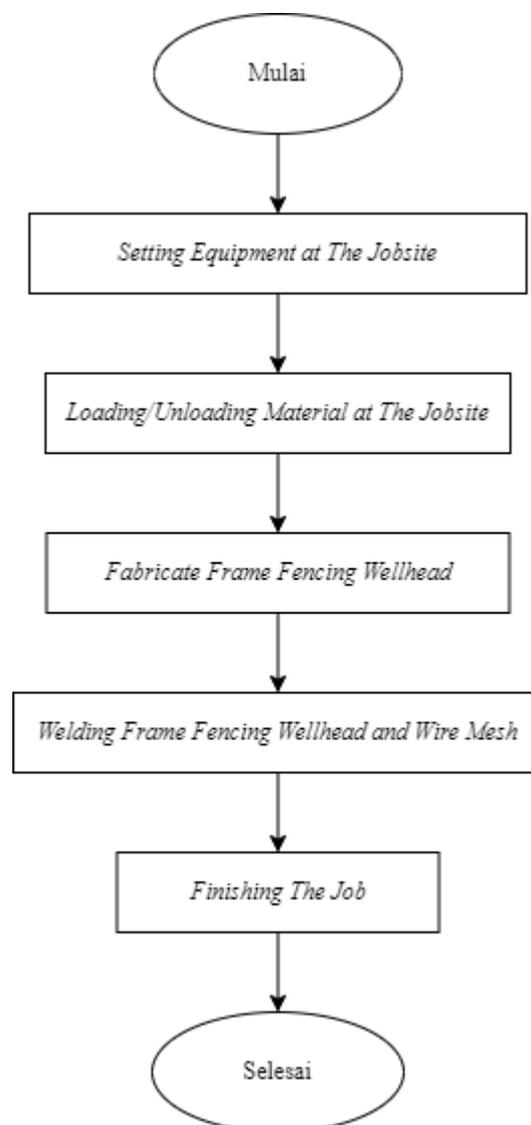
10. Selesai

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Alur Proses Pekerjaan Pembuatan *Fencing Wellhead*

Pada pembuatan *Fencing Wellhead* terdapat lima tahapan aktivitas utama. Berikut merupakan alur proses pekerjaan pada pembuatan *Fencing Wellhead*



Gambar 4. 1 Alur Proses Pekerjaan Pembuatan *Fencing Wellhead*

Berikut merupakan penjelasan dari diagram alir diatas.

1. *Setting Equipment at The Jobsite*

Pekerjaan yang dilakukan pada tahap ini adalah mempersiapkan alat – alat untuk pekerjaan pembuatan *fencing wellhead* seperti *cutting torch*, tabung *oxygen*, tabung *acetylene*, mesin gerinda, mesin las dll. Aktivitas ini bertujuan untuk memastikan semua alat yang akan digunakan selama proses pembuatan berada pada posisi yang aman dan siap untuk digunakan.

2. *Loading/Unloading Material at The Jobsite*

Pekerjaan yang dilakukan pada tahap ini adalah mengangkat dan meletakkan pipa – pipa yang nanti akan diproses hingga menjadi *fencing wellhead*. Pipa – pipa yang sudah diturunkan akan di rapikan sejajar agar pada proses selanjutnya, pipa lebih mudah di potong.

3. *Fabricate Frame Fencing Wellhead*

Pekerjaan yang dilakukan pada tahap ini adalah melakukan pemotongan pada pipa – pipa yang pada proses sebelumnya telah di susun menggunakan *cutting torch* sesuai dengan ukuran yang telah ditetapkan. Pipa yang telah dipotong akan menjadi *frame* pada *fencing wellhead* itu sendiri.

4. *Welding Frame Fencing Wellhead and Wire Mesh*

Pada pekerjaan ini dilakukan proses pengelasan pada pipa – pipa yang telah dipotong pada proses sebelumnya, pipa – pipa tersebut di las sesuai dengan bentuk yang telah disesuaikan. Jika semua pipa sudah di las, dilakukan pemasangan *wire mesh* dengan menggunakan mesin las juga.

5. *Finishing The Job*

Pada pekerjaan ini, para pekerja melakukan pengecekan akhir, dan memastikan *fencing wellhead* sudah terpasang dengan rapi dan benar. Kemudian dilakukan pembersihan disekitar area pekerjaan agar tidak ada material sisa yang dapat mencelakakan pekerja.

4.1.2 *Job Safety Analysis Worksheet*

Pengambilan data dilakukan melalui observasi secara langsung dan wawancara mengenairisiko kecelakaan kerja di setiap proses pekerjaan menggunakan *job safety analysis (JSA) worksheet*

pada pekerjaan pembuatan *Fencing Wellhead*. Berikut merupakan *JSA Worksheet* hasil wawancara.

Tabel 4. 1 *Job Safety Analysis Worksheet*

No	Aktivitas	<i>Failure Mode</i>	<i>Cause Failure Mode</i>	<i>Safeguard</i>
1.	<i>Setting Equipment at the job site</i>	Terjatuh/Terpeleset (<i>FM1</i>)	Tanah lunak, permukaan jalan tidak rata	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan area kerja aman sebelum alat diparkirkan • Memastikan equipment ditempat yang keras dan datar • Memastikan crane mat dan ganjal terpasang
		Tertimpa alat berat (<i>FM2</i>)	Fasilitas tersenggol saat memosisikan alat	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan setiap pergerakan dipandu oleh <i>Rigger/Spotter</i> • Memastikan tidak ada unit, benda lain, atau pekerja di area equipment
2.	<i>Loading/Unloading material at the job site</i>	Tertimpa material pipa yang jatuh saat proses diangkat (<i>FM3</i>)	Material pipa jatuh saat proses pengangkatan	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan pipa sudah terikat dengan kuat dan erat • Memastikan <i>tag line</i> terpasang saat memindahkan <i>existing production and test line header</i>
		Cedera pada tubuh saat proses mengangkat material (<i>FM4</i>)	Posisi tubuh saat pengangkatan material salah	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan pengangkatan materials selalu dipandu oleh satu orang saja

No	Aktivitas	<i>Failure Mode</i>	<i>Cause Failure Mode</i>	<i>Safeguard</i>
3.	<i>Fabricate frame fencing wellhead</i>	Terbakar (<i>FM5</i>)	Tabung/Selang <i>acetylene</i> dan <i>oxygen</i> bocor	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan selang <i>acetylene</i> dan <i>oxygen</i> yang digunakan tidak bocor dan berstandar SNI • Memastikan tabung <i>acetylene</i> dan <i>oxygen</i> yang digunakan dalam keadaan baik dan menggunakan flash back arrestor
		Tekena percikan api (<i>FM6</i>)	Percikan api dari pemotongan <i>cutting torch</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan arah percikan api <i>cutting torch</i> kearah yang aman yang tidak mengenai pekerja dan bahan mudah terbakar • Memastikan <i>fire watcher</i> mengawasi pekerja saat melakukan pemotongan
		Terkena ledakan (<i>FM7</i>)	Tabung dari <i>oxygen</i> dan <i>acetylene</i> bisa meledak	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan regulator dari <i>oxygen</i> dan <i>acetylene</i> terpasang dengan benar tanpa ada kebocoran • Memastikan jarak tabung dari area pemotongan minimal 6 meter • Memastika <i>Firex/Apar</i> tersedia
		Tertimpa material (<i>FM8</i>)	Material yang dipotong oleh pipe fitter	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan materials yang akan di potong terikat dengan benar

No	Aktivitas	<i>Failure Mode</i>	<i>Cause Failure Mode</i>	<i>Safeguard</i>
			terjatuh	menggunakan <i>webbing sling/wire rope sling</i> <ul style="list-style-type: none"> • Memastikan saat pemotongan <i>pipe fitter</i> tidak berada dibawah <i>materials</i>
		Tersengat binatang berbisa (<i>FM9</i>)	Adanya binatang liar disekitar area fabrication shop	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan <i>First Aid Kit</i> selalu <i>stand by</i> di lokasi pekerjaan • Memastikan <i>IHA</i> di area kerja terutama di area yang berpotensi ada binatang berbisa
4.	<i>Welding Frame fencing wellhead dan wire mesh</i>	Gangguan Kesehatan pada organ tubuh (<i>FM10</i>)	Terkena radiasi saat melakukan <i>welding frame</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan saat melakukan pengelasan tidak berpaparan langsung dengan sinar api las • Memastikan APD yang digunakan merupakan APD khusus saat pengelasan berlangsung
		Terkena percikan api (<i>FM11</i>)	Melakukan <i>welding frame fencing</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan bahan – bahan yang mudah terbakar tidak berada di area pengelasan • Memastikan <i>cover</i> di sekitar area pengelasan • Memastikan racun api ada di area pekerjaan

No	Aktivitas	<i>Failure Mode</i>	<i>Cause Failure Mode</i>	<i>Safeguard</i>
		Tertimpa material (<i>FM12</i>)	Pergerakan <i>welder</i> saat melakukan pengelasan bisa membuat material terjatuh	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan barang – barang yang tidak diperlukan tidak ada di area pengelasan
		Kebisingan (<i>FM13</i>)	Suara bising mesin gerin dan welding yang cukup tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan pekerja menggunakan <i>Ear Plug</i>
		Gangguan penafasan (<i>FM14</i>)	Terkena debu saat melakukan pengelasan dan penggerindaan	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan masker digunakan dan menghindari dengan arah langsung angin
		Tersengat listrik (<i>FM15</i>)	Kondisi kabel las, kabel gerinda, kabel extension	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan kondisi kabel tidak ada yang rusak atau terkelupas
5.	Penyelesaian pekerjaan	Tertimpa sisa material dan <i>tools</i> (<i>FM16</i>)	Sisa material berantakan dan <i>tools</i> yang berserakan didaerah kerja	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan semua sisa material terkumpul dan dibuang ke tempat sampah • Memastikan semua <i>tools</i> yang telah digunakan dikumpulkan Kembali dan disimpan ketempat semula • Memastikan area kerja bersih

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	Safeguard
				<ul style="list-style-type: none"> Memastikan tempat sampah sudah tersedia

Dari tabel *JSA worksheet* di atas dapat diketahui bahwa berdasarkan hasil observasi dan wawancara ditemukan 16 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 pekerjaan pembuatan *Fencing Wellhead* 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)*

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	S
1.	<i>Setting Equipment at the job site</i>	Terjatuh/Terpeleset (<i>FM1</i>)	Tanah lunak, permukaan jalan tidak rata	4
		Tertimpa alat berat (<i>FM2</i>)	Fasilitas tersenggol saat memposisikan alat	5

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	S
2.	<i>Loading/Unloading material at the job site</i>	Tertimpa material pipa yang jatuh saat proses diangkat (<i>FM3</i>)	Material pipa jatuh saat proses pengangkatan	6
		Cedera pada tubuh saat proses mengangkat material (<i>FM4</i>)	Posisi tubuh saat pengangkatan material salah	5
3.	<i>Fabricate frame fencing wellhead</i>	Terbakar (<i>FM5</i>)	Tabung/Selang <i>acetylene</i> dan <i>oxygen</i> bocor	4
		Tekena percikan api (<i>FM6</i>)	Percikan api dari pemotongan <i>cutting torch</i>	4
		Terkena ledakan (<i>FM7</i>)	Tabung dari <i>oxygen</i> dan <i>acetylene</i> bisa meledak	6
		Tertimpa material (<i>FM8</i>)	Material yang dipotong oleh pipe fitter terjatuh	5
		Tersengat binatang berbisa (<i>FM9</i>)	Adanya binatang liar disekitar area <i>fabrication shop</i>	4
4.	<i>Welding Frame fencing wellhead dan wire mesh</i>	Gangguan Kesehatan pada organ tubuh (<i>FM10</i>)	Terkena radiasi saat melakukan <i>welding frame</i>	8
		Terkena percikan api (<i>FM11</i>)	Melakukan <i>welding frame fencing</i>	4

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	S
		Tertimpa material (FM12)	Pergerakan welder saat melakukan pengelasan bisa membuat material terjatuh	5
		Kebisingan (FM13)	Suara bising mesin gerinda dan welding yang cukup tinggi	2
		Gangguan penafasan (FM14)	Terkena debu saat melakukan pengelasan dan penggerindaan	4
		Tersengat listrik (FM15)	Kondisi kabel las, kabel gerinda, kabel extension	4
5.	Penyelesaian pekerjaan	Tertimpa sisa material dan tools (FM16)	Sisa material berantakan dan tools yang berserakan didaerah kerja	5

Dari tabel pembobotan *severity (S)* diatas, didapatkan pekerjaan *welding frame fencing wellhead dan wire mesh* memiliki nilai tertinggi pada gangguan kesehatan pada organ tubuh.

4.2.2 Penentuan Nilai Occurrence (O)

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

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

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	O
1.	<i>Setting Equipment at the job site</i>	Terjatuh/Terpeleset (FM1)	Tanah lunak, permukaan jalan tidak rata	4

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	O
		Tertimpa alat berat (FM2)	Fasilitas tersenggol saat memposisikan alat	4
2.	<i>Loading/Unloading material at the job site</i>	Tertimpa material pipa yang jatuh saat proses diangkat (FM3)	Material pipa jatuh saat proses pengangkatan	4
		Cedera pada tubuh saat proses mengangkat material (FM4)	Posisi tubuh saat pengangkatan material salah	4
3.	<i>Fabricate frame fencing wellhead</i>	Terbakar (FM5)	Tabung/Selang <i>acetylene</i> dan <i>oxygen</i> bocor	4
		Tekena percikan api (FM6)	Percikan api dari pemotongan <i>cutting torch</i>	4
		Terkena ledakan (FM7)	Tabung dari <i>oxygen</i> dan <i>acetylene</i> bisa meledak	4
		Tertimpa material (FM8)	Material yang dipotong oleh <i>pipe fitter</i> terjatuh	4
		Tersengat binatang berbisa (FM9)	Adanya binatang liar disekitar <i>area fabrication shop</i>	4
4.	<i>Welding Frame fencing wellhead dan wire mesh</i>	Gangguan Kesehatan pada organ tubuh (FM10)	Terkena radiasi saat melakukan <i>welding frame</i>	4
		Terkena percikan api (FM11)	Melakukan <i>welding frame fencing</i>	4

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	O
		Tertimpa material (FM12)	Pergerakan <i>welder</i> saat melakukan pengelasan bisa membuat material terjatuh	4
		Kebisingan (FM13)	Suara bising mesin gerin dan welding yang cukup tinggi	4
		Gangguan penafasan (FM14)	Terkena debu saat melakukan pengelasan dan penggerindaan	4
		Tersengat listrik (FM15)	Kondisi kabel las, kabel gerinda, kabel <i>extension</i>	4
5.	Penyelesaian pekerjaan	Tertimpa sisa material dan tools (FM16)	Sisa material berantakan dan tools yang berserakan di daerah kerja	4

Dari hasil pembobotan *occurrence (O)* di atas, didapatkan semua pekerjaan mendapat skor sebanyak 4 dikarenakan menurut narasumber belum ada kecelakaan kerja yang pernah terjadi, tetapi setiap pekerjaan tetap memiliki resiko terkena kecelakaan kerja.

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)*

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	D
1.	<i>Setting Equipment at the job site</i>	Terjatuh/Terpeleset (FM1)	Tanah lunak, permukaan jalan tidak rata	3

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	D
		Tertimpa alat berat (<i>FM2</i>)	Fasilitas tersenggol saat memposisikan alat	3
2.	Loading/Unloading material at the job site	Tertimpa material pipa yang jatuh saat proses diangkat (<i>FM3</i>)	Material pipa jatuh saat proses pengangkatan	4
		Cedera pada tubuh saat proses mengangkat material (<i>FM4</i>)	Posisi tubuh saat pengangkatan material salah	4
3.	<i>Fabricate frame fencing wellhead</i>	Terbakar (<i>FM5</i>)	Tabung/Selang <i>acetylene</i> dan <i>oxygen</i> bocor	3
		Tekena percikan api (<i>FM6</i>)	Percikan api dari pemotongan <i>cutting torch</i>	3
		Terkena ledakan (<i>FM7</i>)	Tabung dari <i>oxygen</i> dan <i>acetylene</i> bisa meledak	3
		Tertimpa material (<i>FM8</i>)	Material yang dipotong oleh pipe fitter terjatuh	4
		Tersengat binatang berbisa (<i>FM9</i>)	Adanya binatang liar disekitar area fabrication shop	5
4.	<i>Welding Frame fencing wellhead dan wire mesh</i>	Gangguan Kesehatan pada organ tubuh (<i>FM10</i>)	Terkena radiasi saat melakukan welding frame	8
		Terkena percikan api (<i>FM11</i>)	Melakukan <i>welding frame fencing</i>	3

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	D
		Tertimpa material (FM12)	Pergerakan welder saat melakukan pengelasan bisa membuat material terjatuh	3
		Kebisingan (FM13)	Suara bising mesin gerin dan welding yang cukup tinggi	3
		Gangguan penafasan (FM14)	Terkena debu saat melakukan pengelasan dan penggerindaan	8
		Tersengat listrik (FM15)	Kondisi kabel las, kabel gerinda, kabel extension	3
5.	Penyelesaian pekerjaan	Tertimpa sisa material dan tools (FM16)	Sisa material berantakan dan tools yang berserakan didaerah kerja	3

Dari hasil pembobotan *Detection (D)* di atas diketahui terdapat 2 failure mode yang memiliki nilai yang cukup 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 Pembobotan *Risk Priority Number (RPN)*

No	Aktivitas	<i>Failure Mode</i>	<i>Cause Failure Mode</i>	<i>Safeguard</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>	<i>Kategori</i>
1.	<i>Setting Equipment at the job site</i>	Terjatuh/Terpeleset (<i>FM1</i>)	Tanah lunak, permukaan jalan tidak rata	<ul style="list-style-type: none"> Memastikan area kerja aman sebelum alat diparkirkan Memastikan equipment ditempat yang keras dan datar Memastikan crane mat dan ganjal terpasang 	4	4	3	48	Rendah
		Tertimpa alat berat (<i>FM2</i>)	Fasilitas tersenggol saat memposisikan alat	<ul style="list-style-type: none"> Memastikan setiap pergerakan dipandu oleh Rigger/Spotter 	5	4	3	60	Rendah

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	Safeguard	S	O	D	RPN	Kategori
				<ul style="list-style-type: none"> Memastikan tidak ada unit, benda lain, atau pekerja di area equipment 					
2.	Loading/Unloading material at the job site	Tertimpa material pipa yang jatuh saat proses diangkat (FM3)	Material pipa jatuh saat proses pengangkatan	<ul style="list-style-type: none"> Memastikan pipa sudah terikat dengan kuat dan erat Memastikan tag line terpasang saat memindahkan existing production and test line header 	6	4	4	96	Sedang
		Cedera pada tubuh saat proses mengangkat material (FM4)	Posisi tubuh saat pengangkatan material salah	<ul style="list-style-type: none"> Memastikan pengangkatan materials selalu dipandu oleh satu orang saja 	5	4	4	80	Sedang

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	Safeguard	S	O	D	RPN	Kategori
3.	<i>Fabricate frame fencing wellhead</i>	Terbakar (FM5)	Tabung/Selang acetylene dan oxygen bocor	<ul style="list-style-type: none"> Memastikan selang <i>acetylene</i> dan <i>oxygen</i> yang digunakan tidak bocor dan berstandar SNI Memastikan tabung <i>acetylene</i> dan <i>oxygen</i> yang digunakan dalam keadaan baik dan menggunakan flash back arrestor 	4	4	3	48	Rendah
		Tekena percikan api (FM6)	Percikan api dari pemotongan cutting torch	<ul style="list-style-type: none"> Memastikan arah percikan api <i>cutting torch</i> kearah yang aman yang tidak mengenai pekerja dan bahan mudah terbakar Memastikan <i>fire watcher</i> mengawasi pekerja saat melakukan pemotongan 	4	4	3	48	Rendah

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	Safeguard	S	O	D	RPN	Kategori
		Terkena ledakan (FM7)	Tabung dari <i>oxygen</i> dan <i>acetylene</i> bisa meledak	<ul style="list-style-type: none"> Memastikan regulator dari <i>oxygen</i> dan <i>acetylene</i> terpasang dengan benar tanpa ada kebocoran Memastikan jarak tabung dari area pemotongan minimal 6 meter Memastika <i>Firex/Apar</i> tersedia 	6	4	3	72	Sedang
		Tertimpa material (FM8)	Material yang dipotong oleh pipe fitter terjatuh	<ul style="list-style-type: none"> Memastikan materials yang akan di potong terikat dengan benar menggunakan webbing sling/wire rope sling Memastikan saat pemotongan pipe fitter 	5	4	4	80	Sedang

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	Safeguard	S	O	D	RPN	Kategori
				tidak berada dibawah materials					
		Tersengat binatang berbisa (FM9)	Adanya binatang liar disekitar area fabrication shop	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan First Aid Kit selalu stand by di lokasi pekerjaan • Memastikan IHA di area kerja terutama di area yang berpotensi ada binatang berbisa 	4	4	5	80	Sedang
4.	Welding Frame fencing wellhead dan wire mesh	Gangguan Kesehatan pada organ tubuh (FM10)	Terkena radiasi saat melakukan welding frame	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan saat melakukan pengelasan tidak berpaparan langsung dengan sinar api las • Memastikan APD yang digunakan merupakan APD 	8	4	8	256	Tinggi

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	Safeguard	S	O	D	RPN	Kategori
				khusus saat pengelasan berlangsung					
		Terkena percikan api (FM11)	Melakukan welding frame fencing	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan bahan – bahan yang mudah terbakar tidak berada di area pengelasan • Memastikan cover di sekitar area pengelasan • Memastikan racun api ada di area pekerjaan 	4	4	3	48	Rendah
		Tertimpa material (FM12)	Pergerakan welder saat melakukan pengelasan bisa membuat material terjatuh	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan barang – barang yang tidak diperlukan tidak ada di area pengelasan 	5	4	3	60	Rendah

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	Safeguard	S	O	D	RPN	Kategori
		Kebisingan (FM13)	Suara bising mesin gerin dan welding yang cukup tinggi	<ul style="list-style-type: none"> Memastikan pekerja menggunakan Ear Plug 	2	4	3	24	Rendah
		Gangguan penafasan (FM14)	Terkena debu saat melakukan pengelasan dan penggerindaan	<ul style="list-style-type: none"> Memastikan masker digunakan dan menghindari dengan arah langsung angin 	4	4	8	128	Sedang
		Tersengat listrik (FM15)	Kondisi kabel las, kabel gerinda, kabel extension	<ul style="list-style-type: none"> Memastikan kondisi kabel tidak ada yang rusak atau terkelupas 	4	4	3	48	Rendah
5.	Penyelesaian pekerjaan	Tertimpa sisa material dan tools (FM16)	Sisa material berantakan dan tools yang berserakan didaerah kerja	<ul style="list-style-type: none"> Memastikan semua sisa materials terkumpul dan dibuang ke tempat sampah Memastikan semua tools yang telah digunakan 	5	4	3	60	Sedang

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	Safeguard	S	O	D	RPN	Kategori
				dikumpulkan Kembali dan disimpan ketempat semula <ul style="list-style-type: none"> • Memastikan area kerja bersih • Memastikan tempat sampah sudah tersedia 					

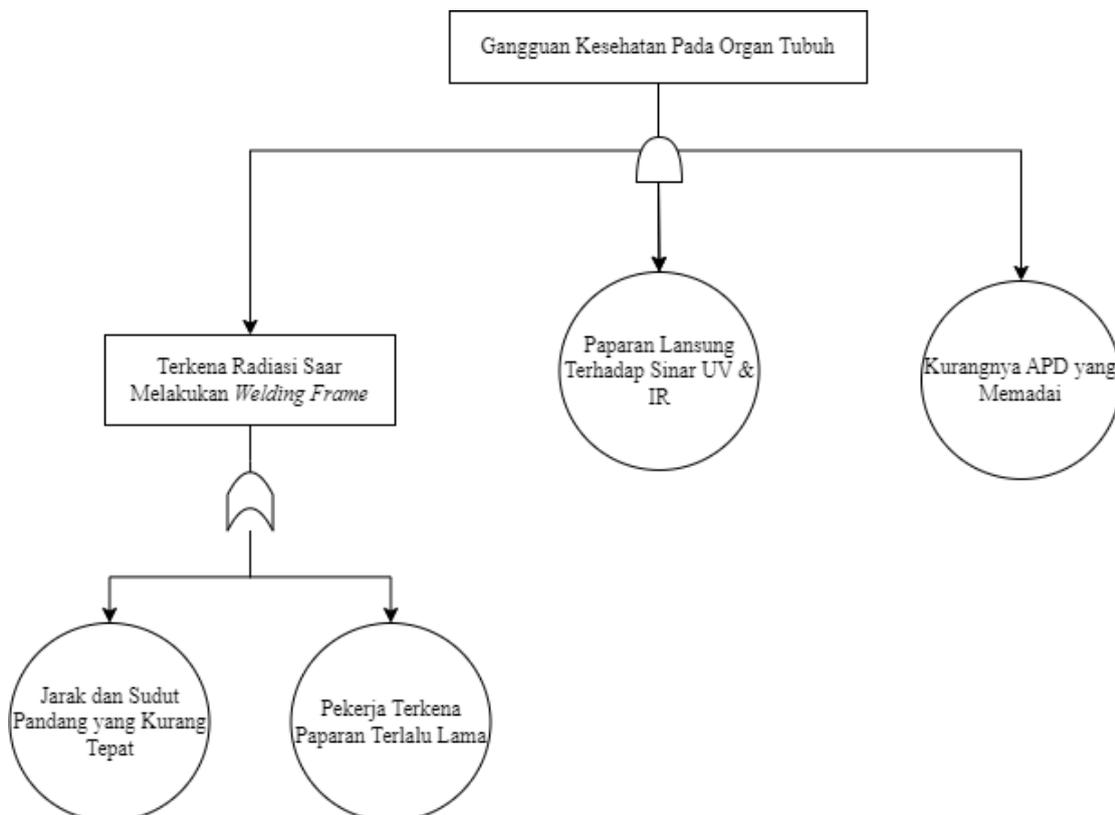
Dari hasil perhitungan *RPN* di atas dapat diketahui bahwa risiko kecelakaan kerja dengan nilai *RPN* terbesar adalah “Gangguan kesehatan pada organ tubuh” yaitu (*FM10*) pada proses *Welding Frame fencing wellhead* dan *wire mesh* dengan nilai *RPN* sebesar 256. Kemudian adalah “Gangguan pernafasan” yaitu (*FM14*) pada proses *Welding Frame fencing wellhead* dan *wire mesh* dengan nilai *RPN* sebesar 128. Dan yang tertinggi ketiga adalah “Tertimpa material pipa yang jatuh saat proses diangkat” yaitu (*FM3*) dengan *RPN* sebesar 96 pada proses *Loading/Unloading material at the job site*.

4.3 *Fault Tree Analysis (FTA)*

4.3.1 *Diagram FTA*

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

1. Gangguan Kesehatan Pada Organ Tubuh (*FM10*)

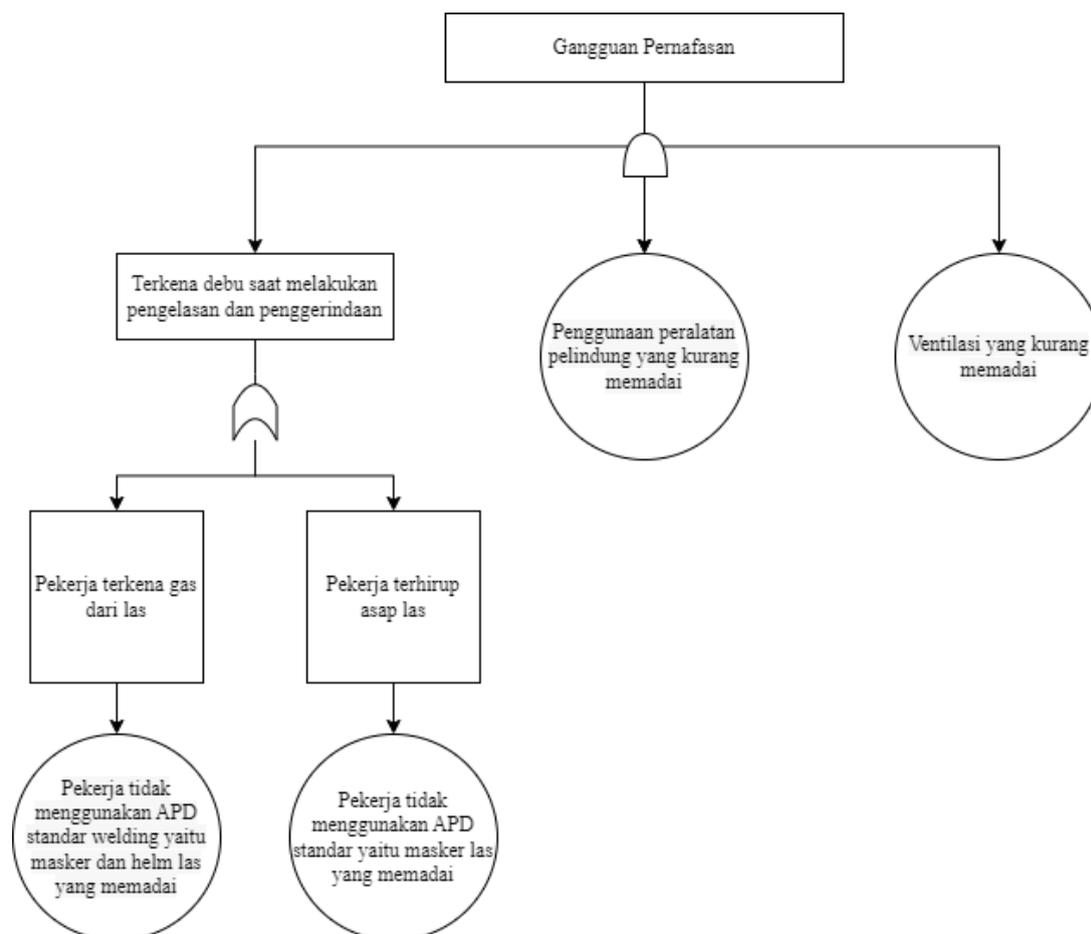


Gambar 4. 2 Diagram *FTA* "Gangguan Kesehatan Pada Organ Tubuh"

Berdasarkan diagram diatas dapat diketahui bahwa top event risiko kecelakaan kerja “gangguan kesehatan pada organ tubuh” memiliki empat basic event seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 6 Tabel *FTA* "Gangguan Kesehatan Pada Organ Tubuh"

<i>No</i>	<i>Intermediate Event 1</i>	<i>Intermediate Event 2</i>	<i>Basic Event</i>
1	Terkena radiasi saat melakukan welding frame	-	Jarak dan sudut pandang yang kurang tepat
		-	Pekerja terkena paparan terlalu lama
2	-	-	Paparan langsung terhadap sinar UV dan IR
3	-	-	Kurangnya APD yang memadai

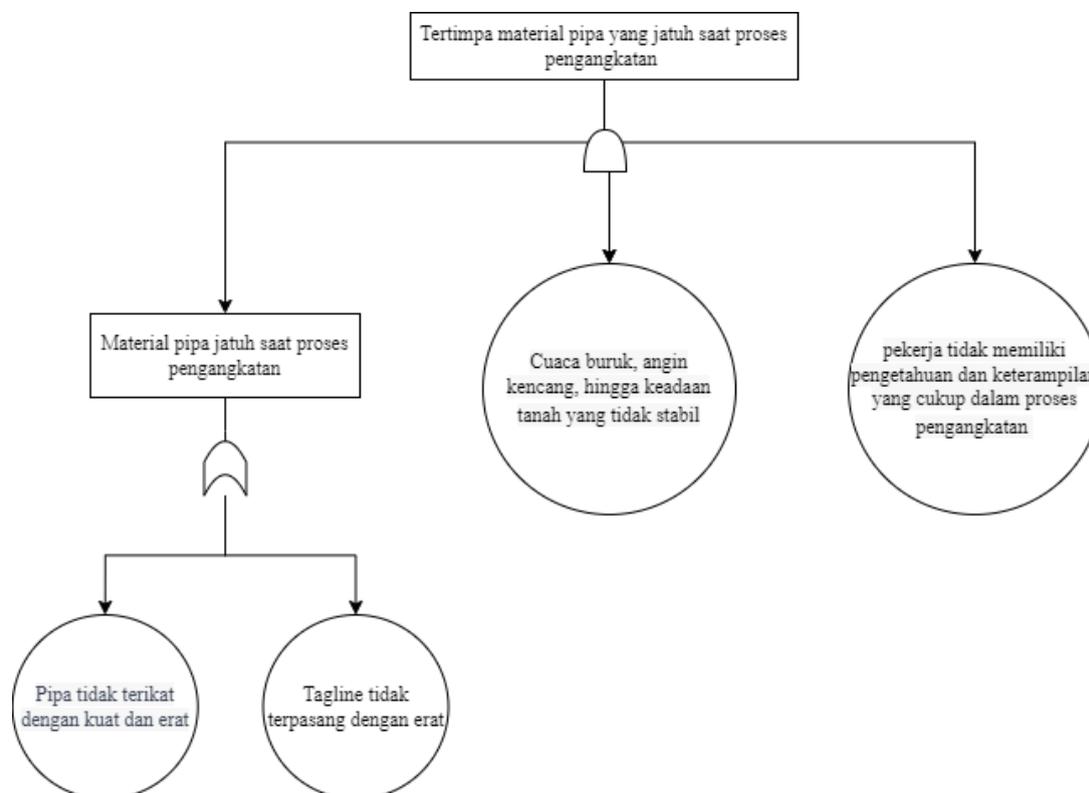
2. Gangguan Pernafasan (*FMI4*)Gambar 4. 3 Diagram *FTA* "Gangguan Pernafasan"

Berdasarkan diagram diatas dapat diketahui bahwa top event risiko kecelakaan kerja “gangguan Pernafasan” memiliki empat basic event seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 7 Tabel *FTA* "Gangguan Pernafasan"

<i>No</i>	<i>Intermediate Event 1</i>	<i>Intermediate Event 2</i>	<i>Basic Event</i>
1	Terkena debu saat melakukan pengelasan dan penggerindaan	Pekerja terkena gas dari las	Pekerja tidak menggunakan APD standar welding yaitu masker dan helm las yang memadai
		Pekerja terhirup asap las	Pekerja tidak menggunakan masker sesuai standar APD welding yang memadai
2	-	-	Penggunaan peralatan pelindung yang kurang memadai
3	-	-	Ventilasi bagian timur yang kurang memadai

3. Tertimpa Material Pipa Yang Jatuh Saat Proses Pengangkatan (*FM3*)

Gambar 4. 4 Diagram *FTA* "Tertimpa Material Pipa yang Jatuh Saat Proses Pengangkatan"

Berdasarkan diagram diatas dapat diketahui bahwa top event risiko kecelakaan kerja “tertimpa material pipa yang jatuh saat proses pengangkatan” memiliki empat basic event seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 8 Tabel *FTA* "Tertimpa Material Pipa yang Jatuh Saat Proses Pengangkatan"

<i>No</i>	<i>Intermediate Event 1</i>	<i>Intermediate Event 2</i>	<i>Basic Event</i>
1	Material pipa jatuh saat proses pengangkatan	-	Pipa tidak terikat dengan kuat dan erat
		-	Tagline tidak terpasang dengan erat
2	-	-	Cuaca buruk, angin kencang hingga keadaan tanah yang tidak stabil
3	-	-	Pekerja tidak memiliki pengetahuan dan keterampilan yang cukup dalam proses pengangkatan

4.4 Rekomendasi *Fault Tree Analysis (FTA)*

Berikut merupakan tabel rekomendasi hasil dari pengolahan data menggunakan *FTA*.

Tabel 4. 9 Tabel Rekomendasi *Fault Tree Analysis (FTA)*

<i>FM</i>	<i>Top Event</i>	<i>Intermediate Event 1</i>	<i>Intermediate Event 2</i>	<i>Basic Event</i>	<i>Rekomendasi</i>
<i>FM10</i>	Gangguan kesehatan pada organ tubuh	Terkena radiasi saat melakukan welding frame	-	Jarak dan sudut pandang yang kurang tepat	Edukasi SOP
		-	-	Pekerja terkena paparan terlalu lama	Merubah posisi tubuh saat melakukan pengelasan

<i>FM</i>	<i>Top Event</i>	<i>Intermediate Event 1</i>	<i>Intermediate Event 2</i>	<i>Basic Event</i>	<i>Rekomendasi</i>
		-	-	Paparan langsung terhadap sinar UV dan IR	Edukasi pentingnya penggunaan APD yang benar
		-	-	Kurangnya APD yang memadai	Mengganti dan memperbanyak ketersediaan APD pekerjaan <i>welding</i>
FM14	Gangguan pernafasan	Terkena debu saat melakukan pengelasan dan penggerindaan	Pekerja terkena gas dari las	Pekerja tidak menggunakan APD standar <i>welding</i> yaitu masker dan helm las yang memadai	Mengganti dan memastikan APD yang tersedia adalah APD yang memadai
		-	Pekerja terhirup asap las	Pekerja tidak menggunakan masker sesuai standar APD <i>welding</i> yang memadai	Mengganti dan memastikan masker las sesuai standar
		-	-	Penggunaan peralatan pelindung yang kurang memadai	Mengganti dan memastikan peralatan pelindung sudah sesuai standar
		-	-	Ventilasi bagian timur yang kurang	Mengganti dan memperbaiki ventilasi bagian

<i>FM</i>	<i>Top Event</i>	<i>Intermediate Event 1</i>	<i>Intermediate Event 2</i>	<i>Basic Event</i>	<i>Rekomendasi</i>
				memadai	timur yang lama
FM3	Tertimpa material yang jatuh pada saat proses pengangkatan	Material pipa jatuh saat proses pengangkatan	-	Pipa tidak terikat dengan kuat dan erat	Melakukan <i>double-check</i> saat melakukan pemasangan pipa
		-	-	Tagline tidak terpasang dengan erat	Memastikan dan melakukan <i>double-check</i> tagline sudah terpasang dengan erat
		-	-	Cuaca buruk, angin kencang hingga keadaan tanah yang tidak stabil	Melakukan pengecekan seluruh lapangan dan tidak melakukan kegiatan saat cuaca tidak mendukung
		-	-	Pekerja tidak memiliki pengetahuan dan keterampilan yang cukup dalam proses pengangkatan	Melakukan <i>workshop</i> dan edukasi SOP kepada para pekerja

Berdasarkan hasil diagram FTA dapat diketahui bahwa *top event* risiko kecelakaan

kerja “gangguan kesehatan pada organ tubuh” memiliki empat *basic event*. kerja Berdasarkan tabel hasil pengolahan data menggunakan metode *FTA* di atas dihasilkan empat rekomendasi untuk mengatasi risiko kecelakaan kerja “gangguan kesehatan pada organ tubuh” sebagai berikut.

1. Edukasi SOP
2. Merubah posisi tubuh saat melakukan pengelasan
3. Edukasi pentingnya penggunaan APD yang benar
4. Mengganti dan memperbanyak ketersediaan APD pekerjaan *welding*

Berdasarkan hasil diagram *FTA* dapat diketahui bahwa *top event* risiko kecelakaan kerja “gangguan pernafasan” memiliki empat *basic event*. kerja Berdasarkan tabel hasil pengolahan data menggunakan metode *FTA* di atas dihasilkan empat rekomendasi untuk mengatasi risiko kecelakaan kerja “gangguan pernafasan” sebagai berikut.

1. Mengganti dan memastikan APD yang tersedia adalah APD yang memadai
2. Mengganti dan memastikan masker las sesuai standar
3. Mengganti dan memastikan peralatan pelindung sudah sesuai standar
4. Mengganti dan memperbaiki ventilasi bagian timur yang lama

Berdasarkan hasil diagram *FTA* dapat diketahui bahwa *top event* risiko kecelakaan kerja “tertimpa material yang jatuh pada saat proses pengangkatan” memiliki empat *basic event*. kerja Berdasarkan tabel hasil pengolahan data menggunakan metode *FTA* di atas dihasilkan empat rekomendasi untuk mengatasi risiko kecelakaan kerja “tertimpa material yang jatuh pada saat proses pengangkatan” sebagai berikut.

1. Melakukan *double-check* saat melakukan pemasangan pipa
2. Memastikan dan melakukan *double-check* tagline sudah terpasang dengan erat
3. Melakukan pengecekan seluruh lapangan dan tidak melakukan kegiatan saat cuaca tidak mendukung
4. Melakukan *workshop* dan edukasi SOP kepada para pekerja

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*

Pada pekerjaan pembuatan *Fencing Wellhead* PT. Pertamina Hulu Rokan 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 pekerjaan pembuatan *fencing wellhead* di *Fabrication Shop* yang diharapkan dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan keselamatan dan kesehatan para pekerja sertameningkatkan produktivitas perusahaan.

Proses pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara langsung kepada pekerja di proses pembuatan *fencing wellhead*. 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 16 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*.

Dari “Tabel 4.5 Pembobotan Risk Priority Number” dapat diketahui bahwa tiga failure mode dengan nilai *RPN* terbesar berturut-turut, yaitu gangguan kesehatan pada organ tubuh pada aktivitas *welding frame fencing wellhead* dan *wire mesh*, gangguan pernafasan pada aktivitas *welding frame fencing wellhead* dan *wire mesh*, dan tertimpa material pipa yang jatuh saat proses pengangkatan pada aktivitas *loading/unloading material at the jobsite*. Ketiga failure mode memiliki nilai *RPN* yaitu gangguan kesehatan pada organ tubuh dengan nilai 256, gangguan penafasan dengan nilai 128, dan tertimpa material pipa yang jatuh saat proses pengangkatan dengan nilai 96.

5.2 *Fault Tree Analysis (FTA)*

Setelah melakukan analisis *FMEA*, langkah selanjutnya adalah membuat analisis untuk perbaikan berdasarkan tiga nilai *RPN* hasil *FMEA* tertinggi dengan menggunakan metode

FTA. Adapun berikut merupakan hasil dari analisis *FTA*.

1. Gangguan kesehatan pada organ tubuh (*FM10*)

Berdasarkan Tabel 4. 10 Tabel *FTA* "Gangguan Kesehatan Pada Organ Tubuh" dapat diketahui bahwa penyebab risiko gangguan kesehatan pada organ tubuh adalah jarak dan sudut pandang yang kurang tepat, pekerja terkena paparan terlalu lama, paparan langsung terhadap sinar *UV* dan *IR*, dan ventilasi yang kurang memadai, risiko ini sendiri dapat menyebabkan pekerja terkena radiasi. Risiko ini terdapat pada aktivitas "*welding frame fencing wellhead dan wire mesh*" dimana pada pekerjaan ini dilakukan proses pengelasan pada pipa – pipa yang telah dipotong pada proses sebelumnya, pipa – pipa tersebut di las sesuai dengan bentuk yang telah disesuaikan, jika semua pipa sudah di las, dilakukan pemasangan wire mesh dengan menggunakan mesin las juga.

Berdasarkan tabel hasil pengolahan data menggunakan metode *FTA* dihasilkan empat rekomendasi untuk mengatasi risiko gangguan kesehatan pada organ tubuh ini adalah sebagai berikut.

a. Edukasi *SOP*

Edukasi *SOP* khususnya untuk proses *welding* sangatlah penting guna meminimalisir kecelakaan pada saat melakukan *welding frame fencing wellhead dan wire mesh*.

b. Merubah posisi tubuh saat melakukan pengelasan

Dengan merubah posisi tubuh saat melakukan pengelasan pekerja dapat terhindar dari paparan langsung sinar *UV* pengelasan.

c. Edukasi pentingnya penggunaan APD yang benar

Edukasi ini sangatlah penting dikarenakan pekerja harus sadar akan bahaya dari pekerjaan yang dilakukan guna berkurangnya tingkat kecelakaan kerja.

d. Mengganti dan memperbanyak ketersediaan APD pekerjaan *welding*

Mengganti dan memperbanyak ketersediaan APD pekerjaan *welding* bertujuan agar pekerja tetap aman dan selalu selalu memiliki APD yang masih bagus saat akan menggunakannya.

2. Gangguan perfasan (*FM14*)

Berdasarkan Tabel 4. 11 Tabel *FTA* "Gangguan Pernafasan" dapat diketahui bahwa akar penyebab terjadinya kecelakaan kerja tersebut ialah pekerja tidak menggunakan APD standar *welding* yaitu masker dan helm las yang memadai, pekerja tidak menggunakan

masker sesuai standar APD welding yang memadai yang menyebabkan pekerja terhirup debu dan gas dari pengelasan. Kemudian penggunaan peralatan pelindung yang kurang memadai, dan ventilasi yang kurang memadai.

Berdasarkan tabel hasil pengolahan data menggunakan metode *FTA* dihasilkan empat rekomendasi untuk mengatasi risiko gangguan pernafasan ini adalah sebagai berikut.

- a. Mengganti dan memastikan APD yang tersedia adalah APD yang memadai
Mengganti APD dengan APD yang memadai sangatlah penting guna keselamatan para pekerja dan terhindar dari bahaya.
 - b. Mengganti dan memastikan masker las sesuai standar
Masker las sendiri merupakan salah satu APD yang wajib digunakan saat melakukan proses *welding*, mengganti masker las sendiri berfungsi agar pekerja tidak terhirup asap yang dihasilkan dari proses *welding*.
 - c. Mengganti dan memastikan peralatan pelindung sudah sesuai standar
Peralatan pelindung yang sudah tidak layak pakai harus diganti guna menjaga keselamatan para pekerja saat melakukan proses *welding* dan pekerja dapat terhindar dari bahaya terhirup debu yang dihasilkan mesin *welding*.
 - d. Mengganti dan memperbaiki ventilasi bagian timur yang lama
Mengganti dan memperbaiki ventilasi yang lama bertujuan agar saluran udara di tempat bekerja dapat berfungsi dengan baik sehingga pekerja dapat bekerja dengan optimal dan terhindar dari bahaya.
3. Tertimpa material yang jatuh pada saat proses pengangkatan (*FM3*)
Berdasarkan Tabel 4. 12 Tabel *FTA* "Tertimpa Material Pipa yang Jatuh Saat Proses Pengangkatan" dapat diketahui bahwa penyebab pekerja bisa tertimpa material pipa adalah pipa tidak terikat dengan kuat dan erat, Tagline tidak terpasang dengan erat, cuaca buruk, angin kencang hingga keadaan tanah yang tidak stabil, dan pekerja tidak memiliki pengetahuan dan keterampilan yang cukup dalam proses pengangkatan. Risiko ini terdapat pada aktivitas "*Loading/Unloading material at the job site*" dimana para pekerja mengangkut dan meletakkan pipa – pipa yang nanti akan diproses hingga menjadi *fencing wellhead*. Pipa – pipa yang sudah diturunkan akan di rapikan sejajar agar pada proses selanjutnya, pipa lebih mudah di potong.

Berdasarkan tabel hasil pengolahan data menggunakan metode *FTA* dihasilkan empat rekomendasi untuk mengatasi risiko tertimpa material yang jatuh pada saat proses pengangkatan ini adalah sebagai berikut.

- a. Melakukan *double-check* saat melakukan pemasangan pipa

Double-check sangat perlu dilakukan agar pekerja terhindar dari kecelakaan kejatuhan pipa. Pekerja harus memastikan pipa sudah terikat dengan kuat dan sesuai dengan SOP pengerjaan agar seluruh keselamatan kerja dapat berjalan dengan baik.

- b. Memastikan dan melakukan *double-check* tagline sudah terpasang dengan erat
Tagline berfungsi sebagai pengikat pipa saat dilakukan proses pengangkatan, pentingnya melakukan *double-check* tagline saat proses pengangkatan pipa adalah agar para pekerja aman dan terhindar dari risiko kecelakaan kerja.

- c. Melakukan pengecekan seluruh lapangan dan tidak melakukan kegiatan saat cuaca tidak mendukung

Tanah tidak rata dapat menjadi salah satu alasan terjadinya kecelakaan kerja seperti forklift yang jatuh terbalik. Pekerjaan juga harus dihentikan jika sedang terjadi hujan karena ada potensi terputusnya aliran listrik dan dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja.

- d. Melakukan *workshop* dan edukasi SOP kepada para pekerja

Melakukan *workshop* dan edukasi SOP *material handling* sangatlah penting bagi para pekerja. Ketika pekerja memahami apa saja SOP *material handling* dengan baik khususnya pada saat pengangkutan pipa material, pekerja dapat melakukan aktivitas pengangkutan pipa lebih amandan terhindar dari risiko kecelakaan kerja.

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 16 risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan pembuatan *fencing wellhead* di *Fabriacation Shop*.
2. Berdasarkan hasil analisis data dapat diketahui bahwa tiga *failure mode* dengan nilai *RPN* terbesar berturut-turut, yaitu gangguan kesehatan pada organ tubuh pada aktivitas *welding frame fencing wellhead* dan *wire mesh*, gangguan pernafasan pada aktivitas *welding frame fencing wellhead* dan *wire mesh*, dan tertimpa material pipa yang jatuh saat proses pengangkatan pada aktivitas loading/unloading material at the jobsite. Ketiga *failure mode* dengan nilai *RPN* tertinggi, yaitu *FM10* dengan nilai 256, *FM14* dengan nilai 128, dan *FM3* dengan nilai 96, akan digunakan untuk analisis *FTA* guna dirumuskan rekomendasi bagi perusahaan.
3. Berdasarkan hasil analisis *FTA* dapat diketahui bahwa *top event* risiko kecelakaan kerja “gangguan kesehatan pada organ tubuh” memiliki empat *basic event*, *top event* risikokecelakaan kerja “gangguan perfasan” memiliki empat *basic event*, dan *top event* risiko kecelakaan kerja “tertimpa material pipa yang jatuh saat proses pengangkatan” atau *FM3* memiliki empat *basic events* atau akar penyebab risiko kecelakaan kerja

6.2 Saran

Berikut merupakan saran dari penelitian ini.

1. Rekomendasi untuk mengatasi risiko kecelakaan kerja “gangguan kesehatan pada organ tubuh” sebagai berikut.
 - a. Edukasi *SOP*
 - b. Merubah posisi tubuh saat melakukan pengelasan
 - c. Edukasi pentingnya penggunaan APD yang benar
 - d. Mengganti dan memperbanyak ketersediaan APD
2. Rekomendasi untuk mengatasi risiko kecelakaan kerja “gangguan pernafasan” sebagai berikut.

- a. Mengganti dan memastikan APD yang tersedia adalah APD yang memadai
 - b. Mengganti dan memastikan masker las sesuai standar
 - c. Mengganti dan memastikan peralatan pelindung sudah sesuai standar
 - d. Mengganti dan memperbaiki ventilasi bagian timut yang lama
3. Rekomendasi untuk mengatasi risiko kecelakaan kerja “tertimpa material pipa yang jatuh saat proses pengangkatan” sebagai berikut.
- a. Melakukan *double-check* saat melakukan pemasangan pipa
 - b. Memastikan dan melakukan *double-check* tagline sudah terpasang dengan erat
 - c. Melakukan pengecekan seluruh lapangan dan tidak melakukan kegiatan saat cuaca tidak mendukung
 - d. Melakukan *workshop* dan edukasi SOP kepada para pekerja
4. Diharapkan perusahaan dapat mempertimbangkan rekomendasi untuk menyempurnakan hasil penelitian ini sebagai dasar pengambilan keputusan, khususnya untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3).
5. Penelitian mengenai APD khusus pengelasan dan pemindahan pipa material dapat dijadikan saran studi kasus bagi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anthony, M.B., 2019. Analisis Risiko Kerja Pada Area Hot Metal Treatment Plant Divisi Blast Furnace Dengan Metode Hazard Identification And Risk Assessment (HIRA). *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 5(1), p.35.
- 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
- Darwis, A. M. et al., 2020. Kejadian kecelakaan kerja di industri percetakan kota Makassar. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Maritim*, 3(2), pp. 155-163.
- Data kecelakaan di Indonesia (Online) : <https://dataindonesia.id/tenaga-kerja/detail/ri-alami-265334-kasus-kecelakaan-kerja-hingga-november-2022> (2 Juli 2023)
- Desianna, D. and Yushananta, P., 2020. Penilaian Risiko Kerja Menggunakan Metode Hirarc Di PT. Sinar Laut Indah Natar Lampung Selatan. *Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 14(1), pp.26-32.
- 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.
- Faishal, N., 2019. ANALISA PENYEBAB KETERLAMBATAN PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL MASON PINE BANDUNG MENGGUNAKAN
- 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).
- Fauziyah, S., Susanti, R. and Nurjihad, F., 2021, March. Risk assessment for occupational health and safety of Soekarno-Hatta international airport accessibility project through HIRARC method. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 700, No. 1, p. 012048). IOP Publishing.
- 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.
- FTA (Studi kasus: CV. Citra Buana Mandiri Surabaya). (*Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Gresik*)
- Gul, M., Yucesan, M. and Celik, E., 2020. A manufacturing failure mode and effect analysis based on fuzzy and probabilistic risk analysis. *Applied Soft Computing*, 96, p.106689.
- 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: BPFE.
- Hidayat, A. A., Kholil, M., Hendri & Suhaeri, 2018. The Implementation of FTA (Fault Tree Analysis) and FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Methods to

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

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

International Journal of ASRO, 9(2), pp. 1-10.

International Journal of ASRO, 9(2), pp. 1-10.

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*.

Maritime Scientific Conference, pp. 46-50.

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

METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA). *Doctoral dissertation Universitas Mercubuana*.

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.

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.

Nurdiansyah, A., 2018. Analisa Risiko dan Pengendalian K3 Pada Area Warehouse PT.

- X Tahun 2018. *Doctoral dissertation: Institute of Health Science BINAWAN. NUSANTARA. Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1), p. 125–130.
- 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.
- Piątkowski, J. and Kamiński, P., 2017. Risk assessment of defect occurrences in engine piston castings by FMEA method. *Archives of foundry engineering*, 17.
- 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).
- Pratiwi, A.Y., Suryani, D. and Hendrawan, A., 2018. Kelelahan dan Kesehatan Kerja Nelayan. *Saintara: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim*, 2(2), pp.27-32.
- Sari, D. P. et al., 2018. ANALISIS PENYEBAB CACAT MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN FTA PADA DEPARTEMEN FINAL SANDING PT EBAKO
- 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.
- Stefanova, M. G., 2019. Determination Of HAZARDS And Assessment of Risks And.
- 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.
- 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).

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).

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Tabel Wawancara Penilaian *FMEA*

No	Aktivitas	Failure Mode	Cause Failure Mode	S	O	D	RPN	Kategori
1.	Setting Equipment at the job site	Terjatuh/ Terpel eset	Tanah lunak, permukaan jalan tidak rata					
		Tertimpa alat berat	Fasilitas tersenggol saat memposisikan alat					
2.	Loading/Unloading material at the job site	Tertimpa material pipa yang jatuh saat proses diangkat	Material pipa jatuh saat proses pengangkatan					
		Cedera pada tubuh saat proses mengangkat material	Posisi tubuh saat pengangkatan material salah					
3.	Fabricate frame fencing wellhead	Terbakar	Tabung/Selang acetylene dan oxygen bocor					
		Tekena percikan api	Percikan api dari pemotongan cutting torch					
		Terkena ledakan	Tabung dari oxygen dan acetylene bisa meledak					
		Tertimpa material	Material yang dipotong oleh pipe fitter terjatuh					
		Tersengat binatang berbisa	Adanya binatang liar disekitar area fabrication shop					
4.	Welding Frame fencing wellhead dan wire mesh	Gangguan Kesehatan pada organ tubuh	Terkena radiasi saat melakukan welding frame					
		Terkena percikan api	Melakukan welding frame fencing					

		Tertimpa material	Pergerakan welder saat melakukan pengelasan bisa membuat material terjatuh					
		Kebisingan	Suara bising mesin gerin dan welding yang cukup tinggi					
		Gangguan penafasan	Terkena debu saat melakukan pengelasan dan penggerindaan					
		Tersengat listrik	Kondisi kabel las, kabel gerinda, kabel extension					
5.	Penyelesaian pekerjaan	Tertimpa material dan tools	Sisa material berantakan dan tools yang berserakan didaerah kerja					



LAMPIRAN 2 Foto Bersama Narasumber