

**ANALISIS PENGENDALIAN RISIKO KEGAGALAN PROSES
PADA PEKERJAAN RIG DENGAN METODE *FAILURE MODES
AND EFFECTS ANALYSIS* (FMEA) DAN *FAULT TREE
ANALYSIS* (FTA) PT. XYZ**

TUGAS AKHIR

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



Nama : Putri Lintang Kusuma
No. Mahasiswa : 20522189

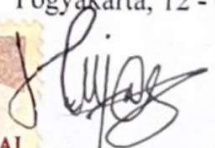
**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024**

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, 12 - 07 - 2024




(Putri Lintang Kusuma)

NIM 20522189

SURAT BUKTI PENELITIAN**SURAT KETERANGAN**

No.129/PHR51121/2024-S8

Yang bertandatangan dibawah ini, dengan ini menerangkan bahwa :

N a m a : Putri Lintang Kusuma
N I M : 20522189
Universitas : Universitas Islam Indonesia
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Industri Program Sarjana
Judul Proposal : *Analisis Pengendalian Resiko Keselamatan & Kesehatan Kerja (K3) Pada Pekerjaan Rig Dengan Metode Failure Modes & Effects Analysis (FMEA) (Studi Kasus: PT Pertamina EP Asset 1 Jambi Field)*

Telah menyelesaikan program kerja praktik di Fungsi Drilling PT Pertamina Hulu Rokan Zona 1 terhitung mulai tanggal 18 Maret – 17 Mei 2024.

Jambi, 24 Juni 2024

Assistent Manager HCBP Zona 1

7

Febry Sudyatmo



PT Pertamina Hulu Rokan
Jalan Kol.M.Kukuh Kenali Asam Atas
Kota Jambi, 36141
T+ 0741 41938-39 F+ 0741 42542
www.pertamina-ep.com

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ANALISIS PENGENDALIAN RISIKO KEGAGALAN PROSES
PADA PEKERJAAN RIG DENGAN METODE *FAILURE MODES
AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA) DAN FAULT TREE
ANALYSIS (FTA) PT. XYZ***



Yogyakarta, 12 Juli 2024

Dosen Pembimbing

(Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPM)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**ANALISIS PENGENDALIAN RISIKO KEGAGALAN PROSES PADA
PEKERJAAN RIG DENGAN METODE *FAILURE MODES AND EFFECTS
ANALYSIS* (FMEA) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) PT. XYZ**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Putri Lintang Kusuma
No. Mahasiswa : 20 522 189

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

Yogyakarta, 25 - 07 - 2024

Tim Penguji

Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPM
Ketua

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

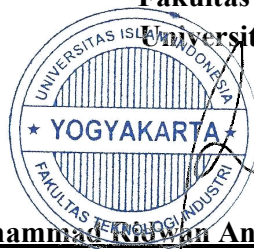
Dian Janari, S. T., M.T
Anggota II





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.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'amin

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT maha atas segalanya, yang telah memberikan kemudahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada Bapak Wartono Triyan Kusumo, S.E., M.H. dan Ibu Ismawati, kedua orang tua yang sangat saya sayangi, yang selalu mendukung secara moral dan material, mendoakan, dan memberikan kasih sayang. Terimakasih Bapak dan Ibu selalu mengapresiasi apapun yang saya dapatkan dan semoga pencapaian kali ini membuat Bapak dan Ibu bangga dan berbahagia. Tak lupa pula kakak sekaligus kakak ipar peneliti Dimas Cahya Kusuma, S.H., M.H. dan Amalina Apriliasari S.M., sahabat-sahabat terbaik, serta teman-teman Teknik Industri angkatan 2020 Universitas Islam Indonesia yang selalu memberikan motivasi dan dukungan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini. Terakhir, saya ucapkan terimakasih kepada Ibu Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPM atas ilmu dan bimbingan serta motivasi selama proses pengerjaan Tugas Akhir saya.

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.

Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan“

(Q.S Al-Insyirah,94:5-6)

“Long story short, I survived”

(Taylor Swift)

“It’s not always easy, but that’s life.

I want you to feel yourself grow and just to love yourself”

(Mark Lee, NCT)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah *rabbi' alamin*, segala puji dan syukur peneliti panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan kegiatan Magang di PT. XYZ pada 18 Maret 2024 - 17 Mei 2024, serta dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya. Shalawat serta salam selalu tucurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. sebagai Nabi terakhir sekaligus satu-satunya Uswatun Hasanah umat muslim.

Dalam pelaksanaan Magang di PT. XYZ dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, peneliti telah mendapat bimbingan, arahan, bantuan, dukungan, doa, serta kesempatan dari berbagai pihak yang telah berkontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga peneliti dapat menempuh program Magang dan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan lancar. Oleh karena itu, izinkan peneliti untuk menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., ASEAN, Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. 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.
3. Ibu Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPM., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan kepada peneliti selama pelaksanaan Magang hingga Penyusunan Laporan Tugas Akhir.
4. PT. XYZ yang telah memberikan kesempatan bagi peneliti untuk melaksanakan Magang.
5. Bapak Fauzi Yusra, S.T., selaku Superintendent Jambi HSSE Operations PT. XYZ.
6. Bapak Teguh Santoso, S.T., M.M., selaku pembimbing lapangan selama Magang di PT. XYZ.

7. Bapak Wartono Triyan Kusumo, S.E., M.H. dan Ibu Ismawati, selaku orang tua peneliti yang selalu memberikan do'a, perhatian, nasihat, dan dukungan sehingga peneliti dapat melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan lancar.
8. Teman-teman yang telah memberikan dukungan dan berbagai masukan kepada peneliti baik teman dari Universitas Islam Indonesia maupun dari luar Universitas Islam Indonesia.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu namun telah memberikan semangat dan dukungan penuh kepada peneliti.

Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, tentunya masih jauh dari kata sempurna. Peneliti sangat mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun dari pembaca, sehingga laporan ini dapat menjadi lebih baik. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat dipergunakan sebagaimana mestinya dan menambah wawasan ilmu pengetahuan bagi para pembaca. Dimana hal baik dan segala bantuan yang telah diberikan akan mendapat balasan dari Allah SWT.

Aamiin Yaa Robbal 'Alamiin

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 12 Juli 2024



(Putri Lintang Kusuma)

ABSTRAK

Kegagalan proses merupakan suatu proses dalam produksi yang tidak berjalan sesuai dengan standar atau harapan yang telah ditetapkan. PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan minyak dan gas di Indonesia. Peningkatan kasus kecelakaan kerja menjadi permasalahan pada perusahaan untuk melakukan pengkajian ulang terhadap manajemen risiko. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya risiko kegagalan proses yang terjadi pada PT. XYZ. Selanjutnya dilakukan penilaian terhadap kejadian risiko kegagalan proses yang muncul, kemudian dicari risiko yang dominan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), kemudian mengidentifikasi kejadian risiko kegagalan proses yang tertinggi berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Lalu pada risiko dengan nilai RPN tertinggi akan dianalisis kembali menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengetahui akar permasalahan pada risiko tersebut. Setelah itu memberikan usulan perbaikan. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat tujuh item pekerjaan pada kegiatan rig, nilai RPN tertinggi terdapat pada item pekerjaan pengeboran, yaitu sebesar 144. Kemudian, nilai RPN tertinggi akan dipilih untuk dianalisis kembali menggunakan metode FTA untuk dilakukan identifikasi faktor penyebab kegagalan. Pada metode *Fault Tree Analysis* (FTA), didapatkan 8 *top event* dan 20 *basic event*. Tindakan mitigasi yang direkomendasikan berdasarkan hasil wawancara yaitu perbaikan prosedur kerja, pelatihan yang lebih baik bagi pekerja, pemantauan kerja yang lebih cermat, dan peningkatan peralatan keselamatan.

Kata Kunci: Risiko, Proses, Rig, FMEA, FTA

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian	6
1.6 Sistematika Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kajian Literatur	8
2.2 Landasan Teori	19
2.2.1 Kegagalan Proses	19
2.2.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	19
2.2.3 Manajemen Risiko	20
2.2.4 Pekerjaan Rig	20
2.2.5 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	21
2.2.6 <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	24

BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Objek Penelitian.....	27
3.2 Subjek Penelitian	27
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	27
3.4 Alur Penelitian	28
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	32
4.1 Profil Perusahaan	32
4.2 Pengumpulan Data	34
4.2.1 Item Pekerjaan	34
4.2.2 Nilai Skala <i>Severity</i> , <i>Occurrence</i> , dan <i>Detection</i>	35
4.3 Pengolahan Data	35
4.3.1 Potensi Bahaya	35
4.3.2 <i>Failure Modes and Effects Analysis</i> (FMEA)	37
4.3.3 <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	38
4.3.4 Usulan Pengendalian Risiko.....	40
BAB V PEMBAHASAN	42
5.1 Potensi Bahaya.....	42
5.2 <i>Failure Modes and Effects Analysis</i> (FMEA).....	43
5.3 <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	45
5.4 Usulan Pengendalian Risiko	46
BAB VI PENUTUP	48
6.1 Kesimpulan	48
6.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State of Art</i>	14
Tabel 2. 2 Tingkat Keparahan (<i>Severity</i>).....	21
Tabel 2. 3 Tingkat Kejadian (<i>Occurrence</i>).....	22
Tabel 2. 4 Tingkat Deteksi (<i>Detection</i>)	23
Tabel 2. 5 Simbol Pada FTA	25
Tabel 4. 1 Nilai S, O, D	35
Tabel 4. 2 Potensi Bahaya	35
Tabel 4. 3 Pengolahan Data.....	37
Tabel 4. 4 Keterangan <i>Fault Tree</i>	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Data Kecelakaan Kerja	3
Gambar 2. 1 Proses Manajemen Risiko	20
Gambar 3. 1 Alur Penelitian	29
Gambar 4. 1 Logo Perusahaan.....	32
Gambar 4. 2 Peta Wilayah Kerja Perusahaan.....	33
Gambar 4. 3 Alur Kegiatan Migas PT. XYZ.....	34
Gambar 4. 4 <i>Fault Tree</i>	38

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 FMEA.....	24
Rumus 4.1 FMEA.....	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegagalan proses merupakan suatu proses dalam produksi yang tidak berjalan sesuai dengan standar atau harapan yang telah ditetapkan (Firsta Endah et al., 2024). Kegagalan proses ini dapat menyebabkan penurunan kualitas produk, penundaan produksi, peningkatan biaya produksi, dan potensi risiko kecelakaan kerja. Kegagalan proses dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu kesalahan manusia, kerusakan peralatan, kurangnya pemeliharaan, atau masalah dalam rantai pasokan.

Risk assessment merupakan sebuah kegiatan yang bertujuan untuk menilai sebuah risiko dari suatu pekerjaan atau kemungkinan bahaya yang akan timbul, baik secara kualitatif ataupun kuantitatif. *Risk assessment* yaitu berkaitan dengan menganalisis risiko untuk membantu dalam pengambilan keputusan di suatu organisasi (Management Federal Emergency Assessments, 2004). Tujuan dari *risk assessment* yaitu untuk memahami potensi bahaya, menilai kemungkinan terjadinya, serta dampak yang ditimbulkan, sehingga dapat diberikan pencegahan atau mitigasi yang tepat dan sesuai. Proses ini meliputi pengumpulan data, analisis risiko, serta penentuan prioritas risiko.

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah salah satu masalah penting pada setiap proses operasional, baik di sektor tradisional maupun sektor modern. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan upaya serta langkah yang dilakukan untuk melindungi kesejahteraan pekerja di tempat kerja (Situngkir et al., 2021). Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) meliputi identifikasi risiko, penilaian risiko, dan pengendalian risiko dan bahaya yang berpotensi mengakibatkan kecelakaan, cedera, penyakit akibat kerja, bahkan kematian pekerja. Tujuan utama dari Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yaitu menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat. Prinsip Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yaitu meliputi penerapan standar keselamatan, penggunaan alat pelindung diri (APD), pelatihan pekerja, pengawasan dan pengendalian risiko, serta pengembangan budaya K3 di lingkungan kerja.

Industri minyak dan gas merupakan salah satu sektor penting dalam peningkatan perekonomian dan pembangunan nasional di Indonesia. Kegiatan pada industri minyak dan gas berkaitan dengan eksplorasi, produksi, pengolahan, dan distribusi minyak bumi dan gas alam. Hasil produksi dari industri ini yaitu bahan bakar, LPG, dan petrokimia yang selanjutnya didistribusikan ke pasar domestik maupun internasional. Namun, industri minyak dan gas juga dihadapkan dengan beberapa tantangan, salah satunya adalah kecelakaan dan risiko kerja. Kegiatan pada sektor ini, seperti proses pengeboran sumur, pengoperasian alat berat, atau dalam proses pengolahan bahan kimia yang bisa berisiko terhadap pekerja. Sehingga, risiko kecelakaan kerja dan kesehatan juga akan semakin meningkat.

PT. XYZ adalah salah satu unit operasional dari PT. XYZ, yang bertanggung jawab mengenai pengelolaan minyak dan gas di provinsi Jambi, Indonesia. Lapangan Rokan adalah salah satu ladang minyak terbesar di Indonesia dengan produksi yang signifikan. Kegiatan di PT. XYZ adalah eksplorasi, produksi, dan pengolahan minyak dan gas di lapangan tersebut. Melalui aktivitas di lapangan Rokan, PT. XYZ berperan penting dalam mendukung pasokan energi nasional, kontribusi ekonomi, dan pembangunan daerah di sekitar wilayah aktivitasnya.

Pada PT. XYZ, pekerjaan Rig merupakan salah satu kegiatan yang memiliki risiko tinggi yang berkaitan dengan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Beberapa risiko pada pekerjaan di rig yaitu cuaca buruk, tekanan tinggi, dan bahan kimia berbahaya. Jika risiko-risiko ini tidak dikelola dengan baik, maka akan mengakibatkan kecelakaan kerja, seperti cedera, cacat, penyakit akibat kerja, dan bahkan kematian pekerja. Selain itu, kecelakaan ini juga dapat berdampak terhadap kerugian finansial perusahaan dan penundaan pekerjaan. Seperti yang diketahui, pekerjaan rig memiliki risiko kecelakaan yang tinggi. Salah satu penyebab utama kecelakaan kerja adalah kurangnya identifikasi potensi bahaya, evaluasi, dan pengendalian risiko.

Kecelakaan kerja pada PT. XYZ masih tergolong dalam kategori yang tinggi, dengan akibat yang berbeda-beda, seperti cedera, cacat, dan penyakit akibat kerja. Berikut merupakan data kecelakaan kerja PT. XYZ pada tiga tahun terakhir yang diambil dari data historis perusahaan:



Gambar 1. 1 Data Kecelakaan Kerja
(Sumber: Data Perusahaan)

Berdasarkan data kasus kecelakaan kerja yang dilaporkan, didapatkan bahwa jumlah kecelakaan kerja di PT. XYZ yaitu pada tahun 2021 terjadi sebanyak 1.207 kasus, tahun 2022 sebanyak 1.448 kasus, dan tahun 2023 sebanyak 1.854 kasus. Sehingga, pengendalian risiko terhadap kegagalan proses menjadi satu aspek penting yang harus ada pada seluruh sektor perindustrian yang terdapat di Indonesia, khususnya pada PT. XYZ.

Zero accident merupakan sebuah konsep penting yang menjadi tujuan utama PT. XYZ dalam menciptakan lingkungan kerja yang aman dan bebas dari kecelakaan kerja, khususnya dalam proses produksi. Dengan menerapkan prinsip *zero accident*, perusahaan tidak hanya melindungi keselamatan dan kesejahteraan karyawan, tetapi juga meningkatkan efisiensi dan kualitas hasil produksi perusahaan. Berdasarkan data kecelakaan kerja pada Gambar 1. 1, terdapat *gap* antara harapan dan kenyataan perusahaan. Harapan perusahaan yaitu *zero accident*, sedangkan pada kenyataannya masih ditemukan kasus kecelakaan kerja yang terjadi. Sehingga hal ini menjadi salah

satu faktor pendukung utama dilakukannya penelitian ini, karena keberhasilan untuk mencapai *zero accident* membutuhkan pemahaman mengenai manajemen risiko.

Pengendalian risiko pada PT. XYZ masih belum ada pembaharuan sejak tahun 2022. Selain itu, dari data kecelakaan kerja perusahaan, dapat dilihat bahwa terdapat peningkatan kasus kecelakaan kerja yang terjadi setiap tahunnya, sehingga dilakukan pengkajian ulang terhadap pengendalian risiko yang sesuai dan tepat sasaran agar kecelakaan kerja pada tahun selanjutnya dapat diminimalisir secara signifikan. Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengetahui potensi dan efek dari kegagalan pada pekerjaan rig, lalu menentukan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dari masing-masing kegagalan. Setelah mengetahui nilai RPN dari masing-masing kegagalan, maka nilai RPN yang tertinggi akan dipilih untuk dianalisis kembali menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengetahui akar permasalahan yang ada pada mode kegagalan tersebut.

Permasalahan yang disebutkan diatas, mendorong peneliti dalam melakukan analisis pengendalian risiko kegagalan proses terkait pekerjaan rig dengan menggunakan metode *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) pada PT. XYZ. Penelitian ini diharapkan memiliki urgensi yang tinggi dan dapat memberikan kontribusi untuk perusahaan dalam upaya mencapai *zero accident* serta mengurangi risiko kecelakaan kerja di industri minyak dan gas Indonesia, terkhususnya pada pekerjaan rig.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan, maka pokok permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja risiko kegagalan proses yang terjadi pada pekerjaan rig di PT. XYZ?
2. Bagaimana cara menentukan nilai RPN dari risiko kegagalan proses menggunakan metode *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) pada pekerjaan rig di PT. XYZ?

3. Bagaimana identifikasi sumber penyebab risiko kegagalan proses menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) pada pekerjaan rig di PT. XYZ?
4. Apa saja mitigasi risiko yang harus dilakukan dalam pekerjaan rig di PT. XYZ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi risiko kegagalan proses pada pekerjaan rig di PT. XYZ.
2. Mengetahui cara menentukan nilai RPN dari risiko kegagalan proses menggunakan metode *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) pada pekerjaan rig di PT. XYZ.
3. Mengidentifikasi sumber penyebab risiko kegagalan proses menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) pada pekerjaan rig di PT. XYZ.
4. Memberikan rekomendasi mitigasi risiko yang diperlukan dalam pekerjaan rig di PT. XYZ.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi mahasiswa, penelitian ini dapat memberikan kesempatan untuk menerapkan ilmu-ilmu pengetahuan yang telah dipelajari di bidang Teknik Industri. Selain itu, dapat pula menjadi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bagi perusahaan, penelitian ini dapat membantu dalam mengidentifikasi potensi bahaya, penilaian risiko, menentukan prioritas pengendalian risiko, hingga mengetahui rekomendasi mitigasi risiko pada pekerjaan rig di PT. XYZ.
3. Bagi pembaca, penelitian ini bisa dijadikan sebagai bahan bacaan untuk mengenal lebih dekat mengenai dunia industri terkait permasalahan pada perusahaan dengan menggunakan metode *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA).

1.5 Batasan Penelitian

Berikut merupakan batasan Tugas Akhir pada penelitian ini:

1. Magang dilaksanakan di PT. XYZ.
2. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 18 Maret 2024 hingga 17 Mei 2024.
3. Data pendukung yang digunakan adalah data historis mengenai HIRARC perusahaan yang diberikan oleh PT. XYZ.
4. Metode yang digunakan adalah *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA).
5. Tidak membahas mengenai risiko kerugian atau finansial perusahaan.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penelitian pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penelitian.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai kajian deduktif dan induktif yang digunakan pada penelitian ini. Bab ini juga menjelaskan terkait konsep dan metode yang dibutuhkan untuk mencari pemecahan masalah penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini, dijelaskan mengenai kerangka penelitian, metode yang digunakan, data yang akan dikumpulkan, dan bagan alur penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini memaparkan mengenai data yang didapatkan selama penelitian dan pengolahan data yang sesuai dengan metode yang telah ditetapkan untuk mencapai tujuan penelitian.

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai hasil yang didapatkan pada pengolahan data yang sesuai dengan tujuan penelitian serta memberikan rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Pada bab terakhir, dijelaskan mengenai kesimpulan yang sesuai pula dengan tujuan penelitian dan pemberian saran dari peneliti mengenai laporan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisi terkait sumber-sumber yang digunakan pada penelitian ini, bisa berupa jurnal, buku, ataupun dari sumber-sumber yang lainnya.

LAMPIRAN

Lampiran berisi tentang kelengkapan data, alat, dan hal lain yang perlu dilampirkan atau ditunjukkan untuk memperjelas uraian dalam penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Berikut merupakan kajian literatur dari penelitian terdahulu yang berhubungan dengan metode yang digunakan:

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Sotoodeh (2020) yang berjudul “*Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) of Pipeline Ball Valves in the Offshore Industry*”. Penelitian ini berisi tentang analisis mode kegagalan dan konsekuensi yang terkait dengan katup bola pipa. Didapatkan skor risiko tertinggi dikaitkan dengan dudukan katup, dengan nilai RPN sebesar 95. Risiko kegagalan dudukan utama disebabkan oleh masuknya lilin (minyak keras) ke susunan dudukan dengan nilai skor 56 dari 100. Skor RPN tertinggi kedua terkait dengan kerusakan badan katup akibat beban pipa dengan skor 54 dari 100.

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Esmailzadeh et al. (2022) dengan judul “*Risk Assessment in Quarries using Failure Modes and Effects Analysis Method (Case study: West-Azerbaijan Mines)*”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) membantu dalam mengidentifikasi dan memprioritaskan potensi risiko dalam proyek pertambangan, khususnya di tambang batu dimensional. Penelitian ini mengidentifikasi kegagalan dan benturan kawat berlian, pemasangan peralatan pemotong, jatuhnya batu, dan kecelakaan berkendaraan sebagai kejadian paling berbahaya di tambang batu dimensional. Penelitian ini menekankan pentingnya penilaian risiko dalam proyek pertambangan untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi dan strategi yang lebih baik untuk analisis risiko.

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Murtopo et al. (2023) dengan judul “Kajian Pengelolaan Kecelakaan Kerja Industri Minyak dan Gas Lepas Pantai (*Offshore*) dengan Metode *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA)”. Hasil yang diperoleh adalah mengidentifikasi kegiatan pada industri migas yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja, penilaian penanggulangan kecelakaan kerja pada industri migas lepas pantai dengan metode *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA), dan mengidentifikasi risiko

dan bahaya seperti kebocoran gas, kebocoran pipa bawah laut, semburan lumpur sumur, jatuh ke laut, cuaca ekstrem, kesalahan manusia, tumpahan bahan kimia, serta kurangnya istirahat dan rotasi personel. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi terdapat pada kegiatan semburan lumpur sumur dengan nilai 192 yang menunjukkan risiko kecelakaan kerja dan memiliki dampak risiko yang tinggi.

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Handoko et al. (2022) dengan judul “*Occupational Risk Assessment Using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method in the Production Room of Bearing Industry*”. Hasil penilaian risiko di ruang produksi PT X menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) menunjukkan nilai RPN untuk area kerja, area penyimpanan bahan baku sebesar 687, area pembakaran sebesar 30, area perakitan sebesar 1481, area pengemasan sebesar 296, dan area pengiriman sebesar 432. Area perakitan memiliki nilai RPN tertinggi, sehingga perlu diprioritaskan untuk tindakan pengendalian risiko.

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Utama et al. (2021) dengan judul “*Analisis Cacat Kempos pada Produk Cup dengan Metode Failure Modes and Effects Analysis (Studi Kasus di Salah Satu Perusahaan Plastic and Printing di Siduarjo, Jawa Timur)*”. Hasil analisis berdasarkan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) yang digunakan dalam penelitian, faktor penyebab cacat dengan nilai RPN tertinggi adalah cacat *bottom cup* kempos dengan potensi penyebab kegagalan berupa keausan penahan bawah O-ring. Nilai RPN yang diperoleh untuk cacat *bottom cup* kempos dengan potensi penyebab kegagalan berupa keausan penahan bawah O-ring adalah 180.

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Ullah et al. (2022) dengan judul “*Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) To Identify and Mitigate Failures In A Hospital Rapid Response System (RRS)*”. Hasil analisis dengan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) yaitu terdapat total 35 mode kegagalan dan 101 efek kegagalan yang diturunkan melalui 13 langkah proses. Penyebab kegagalan ini meliputi *human error*, kelupaan memori, jumlah staf, dan keterbatasan grafik tanda-tanda vital berbasis kertas. Sistem elektronik yang didemonstrasikan ditemukan berpotensi menghilangkan atau mengurangi kemungkinan terjadinya 71% kegagalan ini.

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Budiyanto et al. (2020) dengan judul “*Risk Assessment of Work Accident In Container Terminals Using the Fault Tree Analysis Method*”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama lima tahun terakhir, telah terjadi 117 kecelakaan di terminal kontainer, yang diklasifikasikan ke dalam 25 jenis kecelakaan. Kecelakaan yang paling banyak terjadi adalah kecelakaan lalu lintas, yang meliputi 41,88% dari total kecelakaan, yang menunjukkan bahwa mobilisasi kontainer, pergerakan truk, dan peralatan bongkar muat merupakan proses yang paling rentan menyebabkan kecelakaan. Selain itu, penelitian ini mengidentifikasi bahwa aktivitas manusia seperti kelalaian saat bekerja dan kesalahan pemanduan merupakan penyebab umum kecelakaan kerja tertinggi di terminal kontainer, yang masing-masing berkontribusi sebesar 64% dan 27,86%.

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Nugaraha et al. (2023) dengan judul “*Factors Affecting Delays In The Construction Project Of 5 Floor Parking Building Roemani Hospital, Semarang*”. Hasil penelitian mengenai keterlambatan proyek konstruksi menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) meliputi faktor penyebab keterlambatan seperti masalah keuangan dan masalah koordinasi. Keterlambatan pada proyek tertentu seperti Proyek Pembangunan Gedung Parkir Rumah Sakit Roemani di Semarang disebabkan oleh faktor-faktor seperti pekerjaan pemangku kepentingan, faktor kontraktor, kurangnya sumber daya manusia, dan infrastruktur yang tidak memadai. Keterlambatan tersebut mengakibatkan durasi proyek menjadi lebih lama dari jadwal yang direncanakan.

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Sherin et al. (2021) dengan judul “*Hazards Identification and Risk Analysis in Surface Mines of Pakistan Using Fault Tree Analysis Technique*”. Hasil penelitian mengidentifikasi 43 penyebab utama kecelakaan di tambang terbuka, termasuk kesalahan manusia, prosedur kerja yang tidak aman, kurangnya peralatan, tidak adanya alat pelindung diri, bahaya terkait lingkungan dan transportasi, serta pelanggaran hukum. Penyebab sekunder juga diidentifikasi, seperti runtuhnya batu, transportasi bahan peledak, dan rekomendasi dibuat untuk setiap tambang untuk menerapkan sistem penilaian risiko yang efektif guna mengidentifikasi bahaya untuk praktik yang aman dan lingkungan yang aman.

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Khilmy et al. (2022) dengan judul “*The Risk Assessment of Genset Installation Project Using Fault Tree Analysis In Indonesia*”. Berdasarkan penggunaan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) pada penelitian, *top event* yang teridentifikasi adalah “*Problem of Genset Failure*”. Hasil analisis menunjukkan bahwa permasalahan utama yang menyebabkan kegagalan genset adalah kesalahan pada komponen genset dan komponen sistem instalasi. Penyebab spesifik kesalahan diidentifikasi pada sistem mekanik dan elektrik. Penelitian ini mengidentifikasi total 154 permasalahan dalam proyek instalasi genset, yang terbagi dalam 13 *basic event*.

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Bakeli et al. (2020) dengan judul “*A Fault Tree (FTA) Based Approach for Construction Projects Safety Risk Management*”. Penelitian ini menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Hasil analisis pada penelitian ini yaitu terdapat faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kecelakaan dalam konstruksi, seperti stres tinggi, kondisi cuaca buruk, dan kegagalan dalam langkah-langkah pengerjaannya. Penyebab kecelakaan kontemporer dalam penelitian konstruksi berfokus pada tingkat perusahaan, manajemen, dan pekerjaan garis depan daripada faktor-faktor yang lebih luas di seluruh sistem.

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Wijyaningtyas et al. (2024) dengan judul “*Occupational Health and Safety Risk Analysis with The Fault Tree Analysis Method*”. pembahasan dari penelitian ini adalah bahaya yang dapat terjadi pada proyek pembangunan RSAU Abdurrahman Saleh. Didapatkan risiko bahaya tertinggi terjadi pada pekerjaan produksi tulangan dan fabrikasi serta pekerjaan plesteran. Terdapat 22 *basic event* yang ada pada pekerjaan produksi tulangan dan fabrikasi serta pekerjaan plesteran.

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Usada et al. (2024) dengan judul “Peningkatan Pengendalian Kualitas Produk Roti dengan Penerapan Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dan FTA (*Fault Tree Analysis*) di *Home Industry*”. Berdasarkan penelitian, masalah produksi yang teridentifikasi pada industri rumahan yang memproduksi roti adalah tiga jenis cacat utama, yaitu penjamuran, terbakar, dan tidak mengembang. Nilai RPN yang diperoleh dari analisis adalah pada penjamuran sebesar 224, terbakar sebesar 180, dan tidak mengembang sebesar 100. Hasil dari metode *Fault*

Tree Analysis (FTA) mengidentifikasi akar penyebab dari mode kegagalan dalam produksi roti, termasuk bahan baku berkualitas buruk, kemasan yang tidak memadai yang menyebabkan paparan udara, dan kondisi lingkungan yang tidak optimal untuk penyimpanan. Perbaikan yang diusulkan termasuk menyediakan waktu istirahat dan pengawasan yang cukup bagi karyawan, menghitung ulang beban adonan sebelum pencampuran, dan meningkatkan sirkulasi udara di area penyimpanan.

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Luo et al. (2021) dengan judul “*Failure Analysis of Asphalt Foaming Device Based on FMEA and FTA*”. Hasil analisis kegagalan alat pembusa aspal menunjukkan bahwa kegagalan terutama terjadi sebelum dan selama pembusaan aspal. Faktor kegagalan dengan tingkat keparahan tertinggi adalah kerusakan pemanas, kerusakan motor, dan kegagalan alat kontrol PLC. FMEA mencerminkan bahwa penyumbatan pipa aspal dan penyumbatan nosel air merupakan dua faktor kegagalan dengan nilai RPN terbesar. Metode FTA (*Fault Tree Analysis*) digunakan dalam kombinasi dengan metode FMEA untuk analisis kesalahan alat pembusa aspal.

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Wicaksono et al. (2022) dengan judul “Pengendalian Kualitas Produksi Sarden menggunakan Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) Dan *Fault Tree Analysis* (FTA) Untuk Meminimalkan Cacat Kaleng Di PT XYZ”. Berdasarkan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) yang dilakukan di PT XYZ, penelitian ini mengidentifikasi tujuh atribut kecacatan, dengan lima jenis cacat tertinggi yaitu cacat penyok, cacat bocor, *double seam false*, *double seam vee*, dan cacat *scuffed/ scratch can*. Nilai RPN yang diperoleh untuk cacat yang teridentifikasi adalah cacat penyok dengan RPN 448, cacat bocor dengan RPN 336, *double seam false* dengan RPN 150, *double seam vee* dengan RPN 150, dan cacat *scuffed/ scratch can* dengan RPN 100. Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk menentukan *top event* dan menganalisis pohon kesalahan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dan penyebabnya. Rekomendasi untuk mengatasi cacat ini termasuk tindakan seperti perawatan berkala pada mesin jahit dan menambahkan bantalan karet pada dinding konveyor.

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Ismail Iqbal et al., 2020 dengan judul "*Hazard Identification And Risk Assessment With Controls (HIRAC) In Oil Industry- A proposed Approach*" membahas kerangka kerja penilaian risiko kuantitatif yang dirancang khusus untuk industri minyak dan gas, dengan fokus pada evaluasi bahaya di tempat kerja. Peneliti menekankan pentingnya perencanaan awal dan langkah-langkah pengendalian untuk mengurangi risiko, serta menganjurkan strategi manajemen risiko yang komprehensif. Selain itu, pendekatan yang diusulkan untuk *Hazard Identification and Risk Assessment with Controls (HIRAC)* menekankan penilaian risiko sistematis untuk memastikan keselamatan selama operasi pengeboran. Pendekatan ini menyoroti perlunya mengidentifikasi potensi bahaya, menilai risiko, dan menerapkan langkah-langkah pengendalian berdasarkan tingkat keparahan, frekuensi, dan probabilitas, sekaligus mengatasi penyebab umum kecelakaan dalam industri minyak dan gas.

Jurnal penelitian ini dilakukan oleh Bogopolsky et al., 2023 dengan judul "*Hazard Identification And Risk Assessment Methods Used In The Oil And Gas Industry*" membahas mengenai penerapan metode analisis "*bow tie*" dalam industri minyak dan gas. Analisis pada penelitian ini menyimpulkan bahwa kontrol yang ada memadai untuk operasi fasilitas yang aman dan menyoroti peran penting penilaian risiko dalam mencegah kecelakaan pada industri. Selain itu, penelitian ini membahas berbagai metode untuk identifikasi bahaya dan penilaian risiko, termasuk penggunaan diagram *bow tie* dan prinsip Pareto, yang membantu dalam menentukan faktor risiko utama. Berikut merupakan tabel *state of art* dari penelitian terdahulu yang berhubungan dengan metode yang digunakan:

Tabel 2. 1 *State of Art*

No	Judul	Peneliti, Tahun	Metode Penelitian			Topik
			FMEA	FTA	Risk Assessment	
1	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) of Pipeline Ball Valves in the Offshore Industry</i>	(Sotoodeh, 2020)	√			Industri perminyakan
2	<i>Risk Assessment in Quarries using Failure Modes and Effects Analysis Method (Case study: West-Azerbaijan Mines)</i>	(Esmailzadeh et al., 2022)	√			Industri pertambangan
3	Kajian Pengelolaan Kecelakaan Kerja Industri Minyak dan Gas Lepas Pantai (<i>Offshore</i>) dengan Metode <i>Failure Mode Effect and Analysis</i>	(Murtopo et al., 2023)	√			Industri minyak dan gas
4	<i>Occupational Risk Assessment Using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	(Handoko et al., 2022)	√			Ruang produksi

No	Judul	Peneliti, Tahun	Metode Penelitian			Topik
			FMEA	FTA	Risk Assessment	
	<i>Method in the Production Room of Bearing Industry</i>					
5	Analisis Cacat Kempos pada Produk Cup dengan Metode <i>Failure Modes and Effects Analysis</i> (Studi Kasus di Salah Satu Perusahaan Plastik dan Printing di Siduarjo, Jawa Timur)	(Hutama et al., 2021)	√			Produksi <i>cup</i>
6	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) To Identify and Mitigate Failures In A Hospital Rapid Response System (RRS)</i>	(Ullah et al., 2022)	√			Sistem
7	<i>Risk Assessment of Work Accident In Container Terminals Using the Fault Tree</i>	(Budiyanto et al., 2020)		√		Terminal <i>container</i>

No	Judul	Peneliti, Tahun	Metode Penelitian			Topik
			FMEA	FTA	Risk Assessment	
<i>Analysis Method</i>						
8	<i>Factors Affecting Delays In The Construction Project Of 5 Floor Parking Building Roemani Hospital, Semarang</i>	(Nugaraha et al., 2023)		√		Konstruksi rumah sakit
9	<i>Hazards Identification and Risk Analysis in Surface Mines of Pakistan Using Fault Tree Analysis</i>	(Sherin et al., 2021)		√		Industri pertambangan
10	<i>The Risk Assessment of Genset Installation Project Using Fault Tree Analysis In Indonesia</i>	(Khilmy et al., 2022)		√		Produksi genset
11	<i>A Fault Tree (FTA) Based Approach for Construction Projects Safety Risk Management</i>	(Bakeli et al., 2020)		√		Risiko K3

No	Judul	Peneliti, Tahun	Metode Penelitian			Topik
			FMEA	FTA	Risk Assessment	
12	<i>Occupational Health and Safety Risk Analysis with The Fault Tree Analysis Method</i>	(Wijaya ningtyas et al., 2024)		√		Konstruksi rumah sakit
13	Peningkatan Pengendalian Kualitas Produk Roti dengan Penerapan Metode FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>) dan FTA (<i>Fault Tree Analysis</i>) di <i>Home Industry</i>	(Usada et al., 2024)	√	√		Produksi roti
14	<i>Failure Analysis of Asphalt Foaming Device Based on FMEA and FTA</i>	(Luo et al., 2021)	√	√		Konstruksi jalan
15	Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA) Dan	(Wicaksono et al., 2022)	√	√		Produksi sarden

No	Judul	Peneliti, Tahun	Metode Penelitian			Topik
			FMEA	FTA	Risk Assessment	
	<i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>					
	Untuk Meminimalkan Cacat Kaleng Di PT XYZ					
16	<i>Hazard Identification And Risk Assessment With Controls (HIRAC) In Oil Industry- A proposed Approach</i>	(Ismail Iqbal et al., 2020)			√	Industri perminyakan
17	<i>Hazard Identification And Risk Assessment Methods Used In The Oil And Gas Industry</i>	(Bogopolsky et al., 2023)			√	Industri minyak dan gas
18	Analisis Pengendalian Risiko Kegagalan Proses Pada Pekerjaan Rig Dengan Metode <i>Failure Modes And Effects Analysis</i> (FMEA) Dan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) PT. XYZ	Penelitian ini	√	√		Kegagalan proses

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Kegagalan Proses

Kegagalan proses merupakan kondisi pada suatu aktivitas atau proses dalam produksi tidak sesuai dengan standar atau harapan yang telah ditetapkan oleh perusahaan (Firsta Endah et al., 2024). Kegagalan ini dapat menyebabkan penurunan kualitas produk, penundaan produksi, peningkatan biaya produksi, serta potensi risiko kecelakaan kerja. Kegagalan proses dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kesalahan manusia, kerusakan peralatan, kurangnya pemeliharaan alat, atau masalah dalam rantai pasokan. Mengidentifikasi, menganalisis, dan memahami penyebab kegagalan proses sangat penting dalam mengurangi dan mencegah kesalahan yang sama di masa mendatang. Dalam konteks *zero accident*, mengidentifikasi, menganalisis, serta memahami kegagalan proses dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan sistem keselamatan kerja dan memastikan bahwa semua aspek operasional pada perusahaan berjalan secara aman dan efisien.

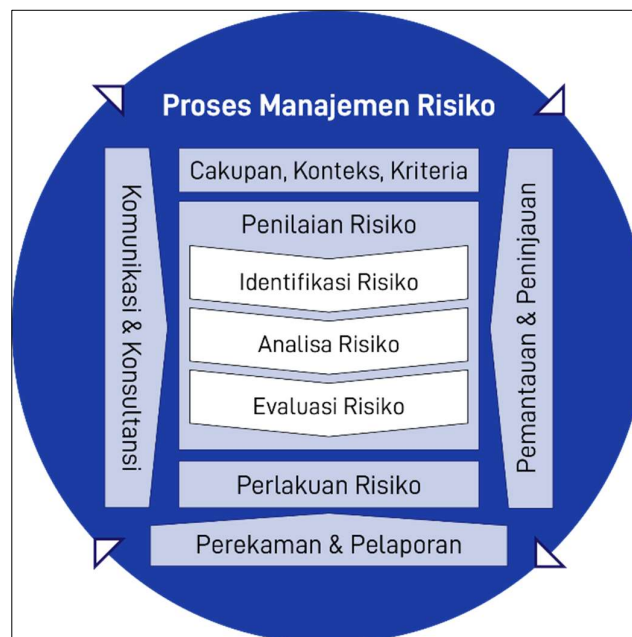
2.2.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan suatu upaya yang digunakan untuk mencegah dan menjaga keselamatan dan kesehatan yang berada di sekitar lingkungan kerja (Situngkir et al., 2021). Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) meliputi identifikasi risiko, penilaian risiko, dan pengendalian risiko dan bahaya yang berpotensi mengakibatkan kecelakaan, cedera, penyakit akibat kerja, bahkan kematian pekerja. Tujuan utama dari Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yaitu menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat. Sesuai dengan Undang-Undang Republik Indonesia No. 1 tahun 1970 mengenai ketentuan umum tentang keselamatan kerja yang disesuaikan dengan perkembangan masyarakat, industri, teknik, dan teknologi. Peraturan terbaru mengenai K3 di lingkungan kerja terdapat pada Peraturan Menteri Ketenagakerjaan (Permenaker) RI No. 5 Tahun 2018 tentang K3 Lingkungan Kerja, mengenai mewujudkan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan nyaman dalam rangka mencegah kecelakaan kerja dan PAK. Sehingga, keselamatan dan kesehatan kerja menjadi salah satu faktor utama yang harus diperhatikan saat bekerja.

2.2.3 Manajemen Risiko

Manajemen risiko merupakan suatu proses yang berjalan secara kontinu, yang berisi mengenai identifikasi, analisis, evaluasi, pelaporan risiko, dan beberapa strategi yang dijalankan untuk pengelolaan suatu risiko dan potensi bahaya. Peran pengelolaan manajemen risiko sangat besar, karena mampu meminimalisir dampak terhadap risiko dan bahaya yang akan terjadi pada suatu perusahaan (Ghika et al., 2021).

Dalam penerapannya pada perusahaan, manajemen risiko harus dilakukan secara terstruktur yaitu dari proses identifikasi risiko, evaluasi risiko, dan cara mengelola risiko tersebut. Selain itu, manajemen risiko harus dilakukan secara terus menerus serta harus dalam pantauan sehingga penerapannya menjadi efektif.



Gambar 2. 1 Proses Manajemen Risiko
(Sumber: ISO 31000: 2008)

2.2.4 Pekerjaan Rig

Pekerjaan rig merupakan kegiatan pengeboran minyak dan gas bumi. Rig adalah struktur besar yang digunakan untuk melakukan pengeboran ataupun pemeliharaan dan perbaikan sumur minyak atau gas bumi. Pekerjaan rig melibatkan berbagai tugas dan

aktivitas, seperti pekerjaan rig membutuhkan keterampilan teknis yang baik, memiliki pengetahuan yang mendalam tentang industri minyak dan gas bumi, serta kepatuhan terhadap standar keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang ketat.

2.2.5 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) merupakan salah satu metode yang dapat membantu dalam menganalisis suatu risiko dan memberikan penilaian untuk menentukan skala prioritas pada setiap risikonya (Murtopo et al., 2023). *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)* merupakan suatu metode yang mengidentifikasi akibat dan konsekuensi dari kegagalan pada suatu pekerjaan. Tahapan penilaian menggunakan metode *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)* adalah:

- a. Identifikasi sistem dan kegagalan, serta akibat yang ditimbulkan
- b. Menentukan tingkat keparahan (*severity*)

Berikut merupakan penentuan tingkat keparahan (*severity*):

Tabel 2. 2 Tingkat Keparahannya (*Severity*)

<i>Rank</i>	<i>Effect of Severity</i>	<i>Customer Effect</i>
1	Tidak ada dampak	Tidak ada dampak terhadap sistem produksi atau layanan jasa maupun produk atau hasil jasa
2	Sangat kecil	Dampak sangat kecil terhadap sistem produksi atau layanan jasa atau kinerja produk atau hasil jasa - masih ada keluhan hanya dari konsumen tertentu
3	Kecil	Dampak kecil terhadap sistem produksi atau layanan jasa atau kinerja produk atau hasil jasa - masih ada keluhan dari beberapa konsumen
4	Rendah	Kinerja produk atau hasil jasa menurun tetapi tidak memerlukan perbaikan
5	Sedang	Kinerja produk atau hasil jasa menurun tetapi masih bisa diperbaiki
6	Signifikan	Kinerja produk menurun karena beberapa fungsi

Rank	Effect of Severity	Customer Effect
		tertentu mungkin tidak beroperasi atau kinerja hasil jasa menurun karena fungsi kenyamanan tidak terpenuhi
7	Mayor	<ul style="list-style-type: none"> • Sedikit mengganggu kelancaran proses produksi atau layanan jasa • Kinerja produk tidak sempurna tetapi masih bisa difungsikan atau hasil jasa tidak cukup memuaskan tetapi masih bisa diterima konsumen
8	Ekstrem	<ul style="list-style-type: none"> • Mengganggu kelancaran sistem produksi atau layanan jasa • Produk tidak dapat dioperasikan (100% <i>scrap</i>) atau hasil jasa sangat tidak memuaskan (0% tingkat kepuasan)
9	Serius, Kegagalan terjadi dengan Peringatan	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah • Menghasilkan produk atau hasil jasa yang membahayakan konsumen
10	Bahaya, Kegagalan terjadi tanpa ada peringatan	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah • Menghentikan pengoperasian sistem produksi atau layanan jasa

(Sumber: Teknik Asesmen Risiko; FMEA)

c. Menentukan tingkat frekuensi kemungkinan risiko terjadi (*occurrence*)

Berikut merupakan penentuan tingkat kejadian (*occurrence*):

Tabel 2. 3 Tingkat Kejadian (*Occurrence*)

Rank	Likelihood of Occurrence	Possible Failure Rate
1	Hampir tidak mungkin terjadi kegagalan	1 dari 1.500.000 atau Hampir tidak pernah terjadi dalam sebulan (0-1 kali)

Rank	Likelihood of Occurrence	Possible Failure Rate
2	Sangat rendah	1 dari 150.000 atau Sangat jarang terjadi dalam sebulan (2 kali)
3	Rendah	1 dari 15.000 atau Cukup jarang terjadi dalam sebulan (3 kali)
4	Relatif rendah	1 dari 2.000 atau Sedikit jarang terjadi dalam sebulan (4 kali)
5	Sedang	1 dari 400 atau Jarang terjadi dalam sebulan (5 kali)
6	Sedang cenderung tinggi	1 dari 80 atau Sedikit sering terjadi dalam sebulan (6 kali)
7	Relatif tinggi	1 dari 20 atau Cukup sering terjadi dalam sebulan (7 kali)
8	Tinggi; kegagalan terus berulang	1 dari 8 atau Sering terjadi dalam sebulan (8 kali)
9	Sangat tinggi; kegagalan berhubungan dengan proses yang gagal sebelumnya	1 dari 3 atau Sangat sering terjadi dalam sebulan (9 kali)
10	Sangat tinggi dan ekstrem; kegagalan hampir tak terhindarkan	1 dari 2 atau Hampir selalu terjadi dalam sebulan (10 kali)

(Sumber: Teknik Asesmen Risiko; FMEA)

d. Menentukan tingkat deteksi (*detection*)

Berikut merupakan penentuan tingkat deteksi (*detection*):

Tabel 2. 4 Tingkat Deteksi (*Detection*)

Rank	Likelihood of Detection	Opportunity for Detection
1	Hampir pasti	Pengecekan selalu bisa mendeteksi kegagalan
2	Sangat tinggi	Pengecekan hampir selalu bisa mendeteksi

<i>Rank</i>	<i>Likelihood of Detection</i>	<i>Opportunity for Detection</i>
		kegagalan
3	Tinggi	Pengecekan bisa mendeteksi kegagalan
4	Agak tinggi	Pengecekan berpeluang sangat besar bisa mendeteksi kegagalan
5	Sedang	Pengecekan berpeluang besar bisa mendeteksi kegagalan
6	Rendah	Pengecekan kemungkinan bisa mendeteksi kegagalan
7	Sangat rendah	Pengecekan berpeluang kecil bisa mendeteksi kegagalan
8	Kecil	Pengecekan berpeluang sangat kecil bisa mendeteksi kegagalan
9	Sangat kecil	Pengecekan gagal sehingga tidak mampu mendeteksi kegagalan
10	Hampir mustahil	Kegagalan tidak mungkin terdeteksi melalui pengecekan

(Sumber: Teknik Asesmen Risiko; FMEA)

e. Menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN)

Setelah itu, dilakukan perhitungan nilai RPN dengan mengalikan nilai skala *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Rumus RPN adalah sebagai berikut:

$$RPN = Severity (S) \times Occurrence (O) \times Detection (D) \dots\dots\dots (2.1)$$

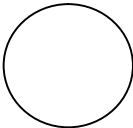

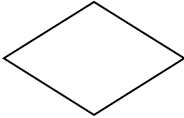
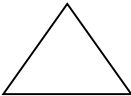
Memberikan rekomendasi tindakan yang dapat diimplementasikan agar dapat mengurangi tingkat risiko kegagalan.

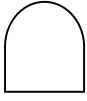
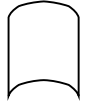
2.2.6 *Fault Tree Analysis* (FTA)

Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor penyebab suatu kegagalan. Metode ini menggunakan diagram pohon yang menggambarkan suatu kejadian dan kondisi yang

dapat menyebabkan kegagalan utama. Pada diagram pohon, di bagian puncak pohon adalah kegagalan utama dan bercabang ke bawah yang menunjukkan penyebab-penyebab yang lebih spesifik dan mendetail (Hardianto et al, 2023). Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk mencari sumber utama dari kecelakaan atau kegagalan proses, yang dikenal juga dengan analisis pohon kesalahan. Berikut merupakan simbol-simbol yang digunakan pada metode *Fault Tree Analysis* (FTA):

Tabel 2. 5 Simbol Pada FTA

Simbol	Istilah	Keterangan
	<i>Basic Event</i>	Simbol yang menyatakan penyebab risiko. Dengan kata lain simbol lingkaran merepresentasikan akar atau sumber penyebab dari suatu peristiwa risiko
	<i>Intermediate Event</i>	Simbol dari peristiwa yang masih memerlukan analisis lanjutan, biasanya setelah simbol ini akan diikuti <i>logic gates</i> untuk menggambarkan peristiwa selanjutnya
	<i>Undeveloped Event</i>	Simbol yang menyatakan bahwa peristiwa tersebut tidak dapat dianalisis lebih lanjut karena tidak cukup data atau tidak cukup informasi
	<i>Transfer Event</i>	Simbol dari peristiwa yang masih memerlukan analisis lanjutan, diluar dari peristiwa risiko utama pada analisis yang sedang dikerjakan

Simbol	Istilah	Keterangan
	<i>AND Gate</i>	Sebuah peristiwa risiko dapat terjadi apabila seluruh <i>input</i> peristiwa di bawahnya terjadi
	<i>OR Gate</i>	Sebuah peristiwa risiko dapat terjadi apabila salah satu atau lebih dari <i>input</i> peristiwa di bawahnya terjadi

(Sumber: Teknik Asesmen Risiko; FTA)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini yaitu pekerjaan rig pada PT. XYZ. Penelitian ini akan mengidentifikasi potensi mode kegagalan, mengevaluasi efek dari kegagalan tersebut, kemudian memilih risiko yang paling tinggi untuk dilakukan identifikasi *risk agent* serta merancang langkah-langkah pengendalian risiko menggunakan metode *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA).

3.2 Subjek Penelitian

Subjek pada penelitian ini adalah fungsi HSSE PT. XYZ dan pekerja pada bagian *drilling*. Subjek penelitian memiliki fungsi sebagai sesuatu atau individu yang menjadi fokus pada sebuah penelitian atau menjadi sumber data dalam penelitian tersebut. Subjek penelitian berperan penting karena data yang diperoleh dapat membantu peneliti dalam mencapai tujuan penelitian yang telah ditentukan.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, terdapat dua metode yang digunakan yaitu:

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung di perusahaan atau lapangan.

- a. Observasi

Observasi dilakukan secara langsung untuk mengetahui kondisi secara nyata mengenai pekerjaan rig pada PT. XYZ. Dilakukannya observasi guna mengetahui permasalahan yang terdapat pada perusahaan.

- b. Wawancara

Wawancara dilakukan kepada 2 *officer operational* sebagai tenaga ahli yang bertanggung jawab pada pengendalian risiko pekerjaan rig. Wawancara dilakukan untuk menentukan potensi bahaya, nilai dari tingkat keparahan

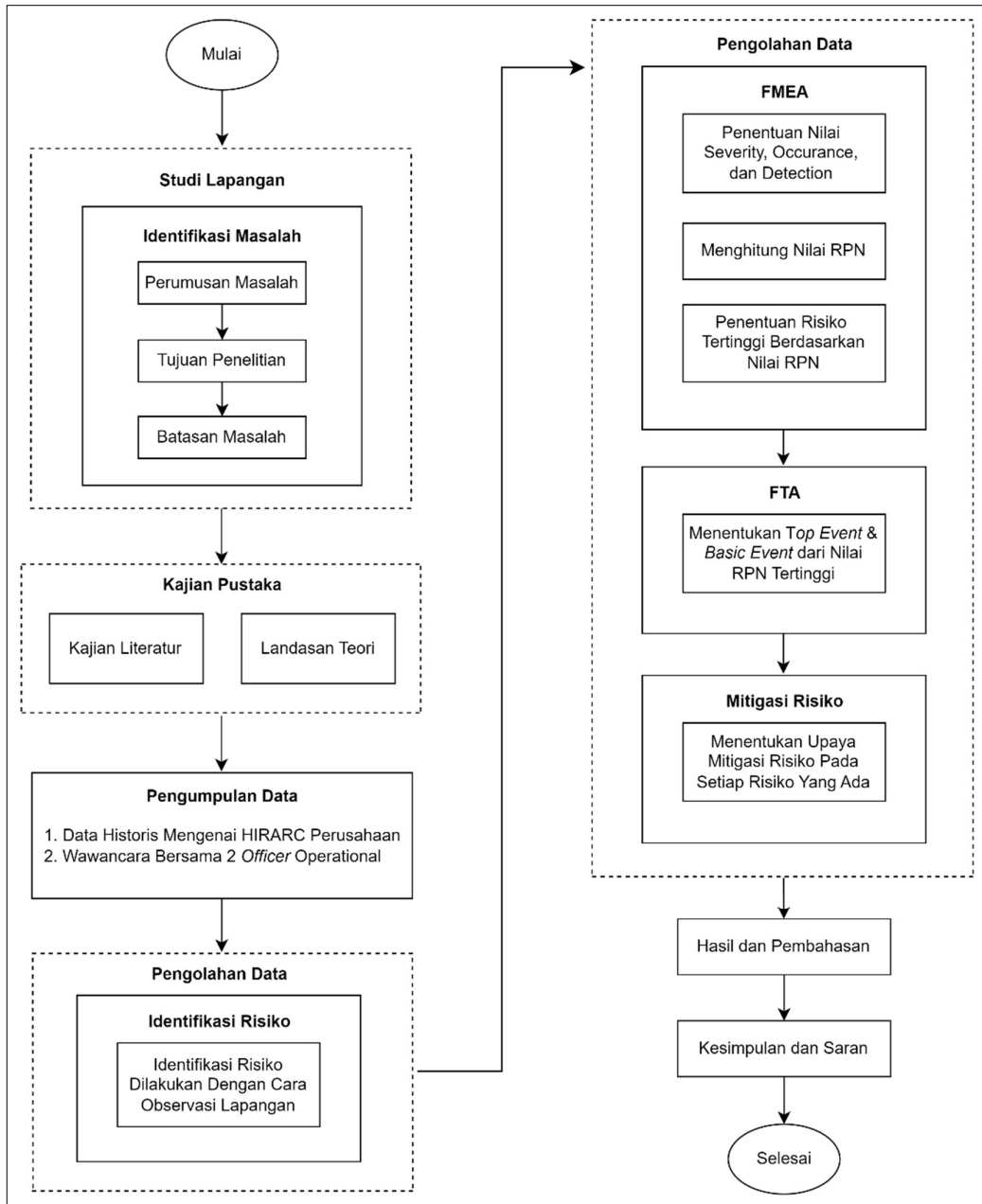
(*severity*), tingkat kejadian (*occurrence*), dan tingkat kejadian (*detection*), hingga usulan perbaikan pada pekerjaan rig di PT. XYZ.

2. Data sekunder

Data sekunder berfungsi untuk mendukung hasil dari penelitian yang dilakukan, yaitu sebagai acuan peneliti dalam melakukan pengolahan atau perbandingan data. Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini yaitu data historis mengenai HIRARC perusahaan dan studi literatur terkait metode *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA).

3.4 Alur Penelitian

Berikut merupakan alur pada penelitian ini:



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berdasarkan *flowchart* di atas, berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini :

1. Mulai
2. Identifikasi masalah

Langkah pertama dalam penelitian adalah mengidentifikasi masalah yang ada pada perusahaan, meliputi pengenalan awal terhadap masalah yang harus diselesaikan atau dipahami lebih lanjut. Peneliti melakukan studi lapangan yang bertujuan untuk menentukan rumusan masalah, tujuan, batasan, serta metode yang akan digunakan pada permasalahan yang ada di perusahaan. Permasalahan yang akan diteliti yaitu pengendalian risiko terhadap kegagalan proses yang terjadi pada pekerjaan rig di PT. XYZ.

3. Kajian pustaka

Kajian pustaka bertujuan untuk mengulas dan menganalisis beberapa sumber terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Terdiri dari kajian literatur untuk memahami perkembangan penelitian dan landasan teori yang membahas teori-teori dasar yang mendukung penelitian. Kajian literatur terkait dengan metode yang digunakan, yaitu metode *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA)

4. Pengumpulan data

Penelitian memerlukan data yang relevan untuk menjawab pertanyaan atau permasalahan penelitian. Pada penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dengan pihak internal. Selain itu, data historis berupa HIRARC perusahaan juga menjadi salah satu data yang diperlukan pada penelitian ini.

5. Pengolahan data

Data yang telah dikumpulkan, kemudian diolah, dianalisis, dan diinterpretasikan.

a. Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko dilakukan melalui studi lapangan, meliputi proses mengenali potensi bahaya di tempat kerja dengan mengamati langsung aktivitas dan kondisi lingkungan. Metode observasi ini dilakukan untuk melihat kondisi secara nyata mengenai pekerjaan rig pada PT. XYZ.

b. *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA)

Metode ini digunakan untuk menentukan risiko apa yang memiliki nilai RPN tertinggi. Penilaian pada metode ini yaitu *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). Kemudian dilakukan pengolahan data yaitu menghitung nilai

Risk Priority Number (RPN) dari masing-masing kejadian risiko dengan cara mengalikan nilai *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). Selanjutnya, menentukan nilai RPN tertinggi yang nantinya dianalisis kembali pada metode *Fault Tree Analysis* (FTA).

c. *Fault Tree Analysis* (FTA)

Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi *top event* dan *basic event* dari nilai RPN tertinggi pada metode FMEA yaitu pada pekerjaan pengeboran.

d. Mitigasi Risiko

Mitigasi risiko adalah rekomendasi yang diberikan kepada perusahaan dalam mengurangi dampak dan kemungkinan terjadinya risiko melalui tindakan pencegahan dan pengendalian. Usulan pengendalian risiko berdasarkan hasil wawancara dengan 2 *officer* operasional.

6. Hasil dan pembahasan

Selanjutnya, analisis data akan dilakukan berdasarkan hasil dari pengolahan data yang mengacu pada metode yang digunakan. Selain itu, diberikan juga usulan perbaikan risiko yang sesuai pada setiap risiko yang ada. Memuat tentang identifikasi risiko, *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA), *Fault Tree Analysis* (FTA), serta mitigasi risiko.

7. Kesimpulan dan saran

Terakhir, pembuatan kesimpulan yang berdasarkan dengan tujuan penelitian. Serta memberikan saran untuk perusahaan dan peneliti selanjutnya dalam pengembangan penelitian lebih lanjut.

8. Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Profil Perusahaan

Pengeboran sumur minyak pertama di Indonesia yaitu pada tahun 1871 di daerah Cirebon. Pemerintah mendirikan perusahaan minyak nasional pada 10 Desember 1957 dengan nama PT. Perusahaan Minyak Nasional (Permina). Kemudian Permina bergabung dengan Pertamina dengan nama Pertamina pada tahun 1968.

Di sektor hulu, PT. Pertamina (Persero) memiliki beberapa anak perusahaan yang bertujuan untuk membantu dalam pengelolaan kegiatan eksplorasi migas, pengelolaan pipa migas, pengeboran, dan pengelolaan administrasi di sektor hulu. Dengan adanya UU No. 22 Tahun 2001 tentang minyak dan gas bumi, PT. Pertamina (Persero) memiliki anak perusahaan baik sektor hulu dan hilir. Sektor Hulu dijalankan oleh BPMIGAS dan sektor Hilir dijalankan oleh BPH MIGAS. Berikut merupakan logo PT. Pertamina:



Gambar 4. 1 Logo Perusahaan
(Sumber: Data Perusahaan)

PT. Pertamina EP adalah perusahaan yang berada di sektor hulu di bidang migas. Selain kegiatan eksplorasi migas, PT. Pertamina EP juga melakukan kegiatan usaha penunjang yang juga mendukung kegiatan usaha utama. Produksi minyak dan gas pada PT. Pertamina EP sekitar 100.258 *barrel oil per day* (BOPD) dan sekitar 1.016 *million standard cubic feet per day* (MMSCFD) untuk gas.

Wilayah kerja PT. Pertamina EP seluas ±113.613,9 km², dengan pengelolaan usaha yang dilakukan dengan cara dioperasikan sendiri (*own operation*) serta kerjasama dalam

bentuk kemitraan. Kemitraan tersebut adalah 4 proyek pengembangan migas, 7 area unitisasi, dan 44 area kontrak kerja sama kemitraan.

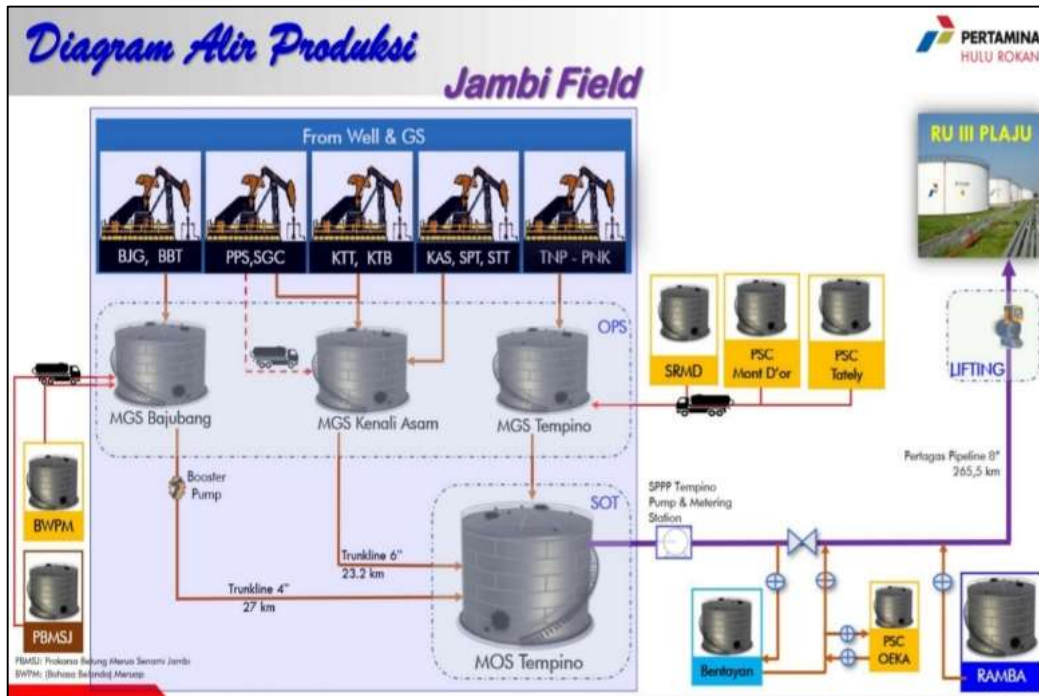


Gambar 4. 2 Peta Wilayah Kerja Perusahaan
(Sumber: Data Perusahaan)

PT. XYZ adalah salah satu perusahaan penghasil minyak dan gas bumi yang berada di Jambi. Hasil produksi minyak pada perusahaan ini rata-rata mencapai 3.730 BPOD dengan 257 sumur minyak aktif, 54 sumur injeksi (*zero discharge*), dan produksi gas sebanyak 4,53 MMSCFD. PT. XYZ mempunyai 11 lapangan minyak dan gas. Secara garis besar kegiatan operasi eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi yang sedang berlangsung adalah sebagai berikut.

- Pengambilan fluida dari sumur produksi dan dikirimkan ke *Gathering Station* (GS).
- Pemisahan minyak, gas, dan air terproduksi dilakukan di GS. Selain itu terdapat kegiatan penginjeksian air terproduksi ke sumur injeksi sebagai *pressure maintenance* di GS.
- Mekanisme transportasi minyak dari PT. XYZ ke Kilang melalui Sistem Pipa Saluran Minyak Mentah (SPSMM) dari *Booster Pompa*.

- d. Sementara gas yang dihasilkan dari lapangan di PT. XYZ digunakan sebagai bahan bakar mesin pembangkit listrik.



Gambar 4. 3 Alur Kegiatan Migas PT. XYZ
(Sumber: Data Perusahaan)

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Item Pekerjaan

Berikut merupakan item pekerjaan rig pada PT. XYZ:

1. Pengeboran
2. Pekerjaan pada ketinggian
3. *Chemical handling*
4. *Rig movement*
5. Sistem kelistrikan
6. Api dan ledakan
7. Pengendalian sumur

4.2.2 Nilai Skala *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*

Berikut merupakan hasil wawancara mengenai tingkat keparahan (*severity*), tingkat kejadian (*occurrence*), dan tingkat kejadian (*detection*):

Tabel 4. 1 Nilai S, O, D

<i>Process</i>	Kode Risiko	<i>Severity</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Detection</i>
Pengeboran	R1	9	4	4
Pekerjaan pada ketinggian	R2	10	3	4
<i>Chemical handling</i>	R3	8	4	3
<i>Rig movement</i>	R4	7	3	3
Sistem kelistrikan	R5	9	2	3
Api dan ledakan	R6	10	2	3
Pengendalian sumur	R7	10	2	3

4.3 Pengolahan Data

4.3.1 Potensi Bahaya

Berikut merupakan data potensi bahaya pada setiap item pekerjaan:

Tabel 4. 2 Potensi Bahaya

<i>Process</i>	Kode Risiko	<i>Potensial Failure Mode</i>	<i>Potensial Effects of Failure</i>	<i>Potensial Causes</i>	<i>Current Controls</i>
Pengeboran	R1	Kegagalan pada peralatan	Cedera pada pekerja, keterlambatan operasi	Kurangnya perawatan mesin	Perawatan, inspeksi
Pekerjaan pada ketinggian	R2	Terjatuh	Cedera serius, kematian	Kurangnya alat yang <i>proper</i> saat terjadinya kecelakaan	Terdapat tali pengaman, pelatihan kepada

<i>Process</i>	<i>Kode Risiko</i>	<i>Potensial Failure Mode</i>	<i>Potensial Effects of Failure</i>	<i>Potensial Causes</i>	<i>Current Controls</i>
<i>Chemical handling</i>	R3	Terkena tumpahan bahan kimia	Luka bakar, kontaminasi terhadap lingkungan	Penanganan yang tidak sesuai, kegagalan peralatan	operator Pemberian APD (helm, masker, kaca mata, <i>coverall</i> , sarung tangan, <i>safety shoes</i>)
<i>Rig movement</i>	R4	Terjadi tabrakan	Cedera, kerusakan pada struktural sumur	<i>Human error</i> , kurangnya visibilitas	Pelatihan pada operator
Sistem kelistrikan	R5	Hubungan arus pendek	Tersengat listrik, kebakaran	Kualitas kabel yang buruk, kurangnya perawatan	Inspeksi, penggunaan APD (helm, kaca mata, <i>coverall</i> , sarung tangan, <i>safety shoes</i>)
Api dan ledakan	R6	Terdapat nyala api, terbakar	Cedera parah, kematian, kerusakan struktural	Bahan yang mudah terbakar, terdapat sumber penyalaan	Disediakan APAR atau APAB, pelatihan terhadap <i>officer</i>

<i>Process</i>	<i>Kode Risiko</i>	<i>Potensial Failure Mode</i>	<i>Potensial Effects of Failure</i>	<i>Potensial Causes</i>	<i>Current Controls</i>
Pengendalian sumur	R7	<i>blowout</i>	Dampak lingkungan	Kegagalan pada peralatan, kesalahan dalam menjalankan prosedur	Pengendalian <i>blowout</i> , pelatihan terhadap <i>officer</i>

4.3.2 *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)*

Setelah dilakukannya identifikasi potensi bahaya, dampak, nilai skala *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Maka, dilakukan perhitungan nilai RPN dengan mengalikan nilai skala *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Rumus RPN adalah sebagai berikut:

$$RPN = Severity (S) \times Occurrence (O) \times Detection (D) \dots\dots\dots (4.1)$$

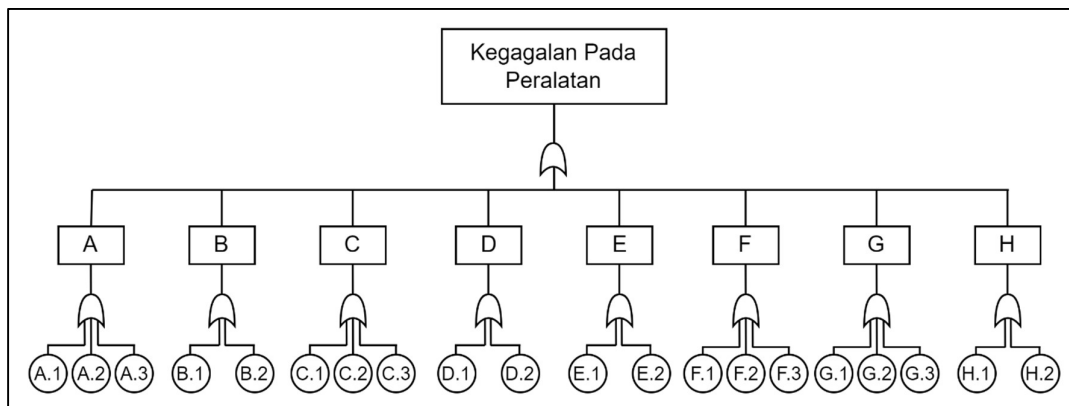
Berikut merupakan hasil pengolahan data *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)*, yaitu menghitung nilai RPN (*Risk Priority Number*):

Tabel 4. 3 Pengolahan Data

<i>Process</i>	<i>Severity (S)</i>	<i>Occurrence (O)</i>	<i>Detection (D)</i>	<i>Risk Priority Number (RPN)</i>
Pengeboran	9	4	4	144
Pekerjaan pada ketinggian	10	3	4	120
<i>Chemical handling</i>	8	4	3	96
<i>Rig movement</i>	7	3	3	63
Sistem kelistrikan	9	2	3	54
Api dan ledakan	10	2	3	60
Pengendalian sumur	10	2	3	60

4.3.3 *Fault Tree Analysis (FTA)*

Setelah melakukan perhitungan pada *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, maka didapatkan nilai RPN tertinggi yaitu pada item pekerjaan pengeboran dengan potensi kegagalan pada peralatan dengan nilai RPN sebesar 144. Hasil wawancara pada metode *Fault Tree Analysis (FTA)*, didapatkan 8 *top event* dan 20 *basic event*. Berikut merupakan hasil pengolahan data dengan metoda FTA:



Gambar 4. 4 *Fault Tree*

Berikut merupakan penjelasan mengenai nama peristiwa dan kode peristiwa dari Gambar 4. 4:

Tabel 4. 4 Keterangan *Fault Tree*

Kode Peristiwa	Nama Peristiwa	Kode Peristiwa	Nama Peristiwa
A	Kegagalan rig pengeboran	E	Kegagalan peralatan pengangkut
A.1	Kerusakan atau kegagalan pada bagian mekanis BOP, seperti katup, piston, atau segel	E.1	Kerusakan pada drum atau <i>winch</i> yang digunakan untuk mengangkut peralatan pengeboran
A.2	Masalah pada sistem kontrol elektrik BOP	E.2	Masalah pada peralatan pengangkut lainnya

Kode Peristiwa	Nama Peristiwa	Kode Peristiwa	Nama Peristiwa
			seperti <i>crane</i> atau <i>lift</i>
A.3	Kurangnya pemeliharaan rutin	F	Kegagalan peralatan pengukur
B	Kegagalan sistem hidrolik	F.1	Kerusakan pada instrumen pengukur seperti sensor tekanan atau temperatur
B.1	Kebocoran fluida, kegagalan pompa hidrolik, atau kerusakan pada silinder hidrolik	F.2	Masalah pada komponen elektrik dari peralatan pengukur
B.2	Masalah pada komponen elektrik yang mengontrol sistem hidrolik	F.3	Kesalahan dalam kalibrasi peralatan pengukur yang menyebabkan pembacaan yang tidak akurat
C	Kegagalan motor pengeboran	G	Kegagalan sistem ventilasi
C.1	Kesalahan dalam pengoperasian motor pengeboran	G.1	Kerusakan pada sistem ventilasi
C.2	Kerusakan pada komponen mekanis motor pengeboran	G.2	Masalah pada blower yang digunakan dalam sistem ventilasi
C.3	Masalah pada sistem elektrik yang mengontrol motor pengeboran	G.3	Kebocoran atau penyumbatan pada saluran ventilasi
D	Kegagalan sistem pemompaan	H	Kurangnya pemeliharaan peralatan

Kode Peristiwa	Nama Peristiwa	Kode Peristiwa	Nama Peristiwa
D.1	Kerusakan pada pompa yang digunakan dalam proses pengeboran	H.1	Kegagalan akibat kurangnya pelumasan pada komponen mekanis
D.2	Kebocoran atau kerusakan pada pipa yang mengalirkan fluida pengeboran	H.2	Jadwal pemeliharaan yang tidak dilakukan sesuai dengan kebutuhan

4.3.4 Usulan Pengendalian Risiko

Usulan pengendalian risiko ini berdasarkan hasil wawancara dengan 2 *officer* operasional pada PT. XYZ. Berikut merupakan usulan pengendalian risiko yang dapat diimplementasikan oleh perusahaan untuk mengurangi kejadian risiko pada setiap risiko yang ada:

a. Pengeboran

Langkah-langkah mitigasi pada pekerjaan pengeboran dapat mencakup:

- Meningkatkan frekuensi dan ruang lingkup dalam melakukan pemeriksaan dan perawatan.
- Memberikan pelatihan lanjutan mengenai teknik pengeboran kepada operator.

b. Pekerjaan pada ketinggian

Langkah-langkah mitigasi pada pekerjaan di ketinggian dapat mencakup:

- Memberikan pelatihan dan sertifikasi mengenai pekerjaan pada ketinggian.
- Melakukan inspeksi rutin alat pelindung jatuh untuk mengetahui keausan dan kerusakan peralatan.

c. *Chemical handling*

Langkah-langkah mitigasi pada item pekerjaan *chemical handling* dapat mencakup:

- Memberikan pelatihan lanjutan mengenai prosedur penanganan bahan kimia.
- Melakukan investasi peralatan penanganan yang lebih andal.

d. *Rig movement*

Langkah-langkah mitigasi pada item pekerjaan *rig movement* dapat mencakup:

- Menggunakan alat bantu visibilitas yang lebih baik seperti meningkatkan pencahayaan.
- Memberikan pelatihan untuk operator tentang praktik pergerakan rig yang aman.

e. Sistem kelistrikan

Langkah-langkah mitigasi pada item sistem kelistrikan dapat mencakup:

- Melakukan pembaruan terhadap sistem kelistrikan.
- Meningkatkan frekuensi pemeriksaan sistem kelistrikan.

f. Api dan ledakan

Langkah-langkah mitigasi pada item api dan ledakan dapat mencakup:

- Meningkatkan sistem pemadaman kebakaran yang lebih canggih.
- Melakukan kontrol yang lebih ketat pada bahan mudah terbakar dan sumber penyalaan.

g. Pengendalian sumur

Langkah-langkah mitigasi pada pengendalian sumur dapat mencakup:

- Melakukan pengujian pada pengendali *blowout*.
- Memastikan *officer* patuh terhadap prosedur pengendalian sumur melalui pelatihan berkelanjutan.

BAB V PEMBAHASAN

5.1 Potensi Bahaya

Berdasarkan ISO 31000: 2008, tahapan pertama pada proses manajemen risiko adalah identifikasi risiko. Identifikasi risiko bertujuan untuk mengetahui potensi risiko yang mungkin mempengaruhi proyek, bisnis, atau aktivitas tertentu. Setiap item pekerjaan ini memiliki potensi bahaya yang signifikan yang perlu dianalisis secara mendalam untuk mengidentifikasi sumber risiko, dampak potensial, serta langkah-langkah mitigasi yang efektif. Berdasarkan dari observasi lapangan, terdapat tujuh item pekerjaan pada kegiatan rig, diantaranya pengeboran, pekerjaan pada ketinggian, *chemical handling*, *rig movement*, sistem kelistrikan, api dan ledakan, dan pengendalian sumur. Kegagalan proses pada pekerjaan rig di PT. XYZ disebabkan karena kurangnya perawatan terhadap alat, kurangnya pemahaman *officer* terhadap pekerjaan yang dilakukan.

Pada item pekerjaan pengeboran, potensi mode kegagalannya yaitu kegagalan pada peralatan, lalu potensi efek yang dapat terjadi yaitu cedera pada pekerja dan keterlambatan operasi, potensi penyebabnya terdapat pada kurangnya perawatan mesin, dan kontrol yang telah dilakukan oleh perusahaan yaitu perawatan dan inspeksi alat. Pada item pekerjaan pada ketinggian, potensi mode kegagalannya yaitu terjatuh, lalu potensi efek yang dapat terjadi yaitu cedera serius pada pekerja hingga menyebabkan kematian, potensi penyebabnya terdapat pada kurangnya alat yang *proper* saat terjadinya kecelakaan, dan kontrol yang telah dilakukan oleh perusahaan yaitu sudah terdapat tali pengaman dan pelatihan kepada operator. Pada item pekerjaan *chemical handling*, potensi mode kegagalannya yaitu terkena tumpahan bahan kimia, lalu potensi efek yang dapat terjadi yaitu luka bakar dan kontaminasi terhadap lingkungan, potensi penyebabnya terdapat pada penanganan yang tidak sesuai serta kegagalan peralatan, dan kontrol yang telah dilakukan oleh perusahaan yaitu pemberian APD (helm, masker, kacamata, *coverall*, sarung tangan, *safety shoes*) dan pemberian pelatihan.

Kemudian, pada item pekerjaan *rig movement*, potensi mode kegagalannya yaitu terjadi tabrakan, lalu potensi efek yang dapat terjadi yaitu cedera dan kerusakan pada

struktural sumur, potensi penyebabnya terdapat pada *human error* dan kurangnya visibilitas, dan kontrol yang telah dilakukan oleh perusahaan yaitu pemberian pelatihan pada operator. Pada item pekerjaan sistem kelistrikan, potensi mode kegagalannya yaitu hubungan arus pendek, lalu potensi efek yang dapat terjadi yaitu tersengat listrik hingga kebakaran, potensi penyebabnya terdapat pada kualitas kabel yang buruk dan kurangnya perawatan, serta kontrol yang telah dilakukan oleh perusahaan yaitu inspeksi dan penggunaan APD (helm, kacamata, *coverall*, sarung tangan, *safety shoes*). Pada item pekerjaan api dan ledakan, potensi mode kegagalannya yaitu terdapat nyala api dan terbakar, lalu potensi efek yang dapat terjadi yaitu cedera parah, kematian hingga kerusakan struktural, potensi penyebabnya terdapat pada bahan yang mudah terbakar dan terdapat sumber penyalaan, serta kontrol yang telah dilakukan oleh perusahaan yaitu disediakannya APAR atau APAB di lokasi kerja dan pelatihan terhadap *officer*. Terakhir pada item pekerjaan pengendalian sumur, potensi mode kegagalannya yaitu *blowout*, lalu potensi efek yang dapat terjadi yaitu dampak lingkungan, potensi penyebabnya terdapat pada kegagalan pada peralatan dan kesalahan dalam menjalankan prosedur, serta kontrol yang telah dilakukan oleh perusahaan yaitu pengendalian *blowout* dan pelatihan terhadap *officer*.

5.2 Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

Berdasarkan hasil dari pengolahan data risiko pada pekerjaan rig, diperoleh bahwa setiap item pekerjaan memiliki potensi bahaya dan akibat yang berbeda-beda. Setelah itu, dilakukan pemberian nilai skala keparahan (*severity*), nilai skala kejadian (*occurrence*), dan nilai skala deteksi (*detection*). Berdasarkan Tabel 4. 3, dapat dilihat bahwa pekerjaan pada ketinggian memiliki nilai *severity* tertinggi yaitu 10, menandakan risiko cedera serius hingga kematian yang sangat tinggi. Sementara itu, penanganan bahan kimia dan sistem kelistrikan memiliki *occurrence* yang cukup tinggi, menunjukkan bahwa kejadian risiko tersebut relatif sering terjadi. Pada pekerjaan pengeboran dan pekerjaan pada ketinggian memiliki *detection* yang cukup tinggi juga, menandakan deteksi kegagalan risiko relatif susah dilakukan. Hal ini mengarahkan fokus pengendalian pada peningkatan frekuensi pemeriksaan dan pelatihan untuk

meningkatkan deteksi dini dan respon yang cepat. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai RPN (*Risk Priority Number*), yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menentukan seberapa tinggi risiko bahaya yang ada pada setiap item pekerjaannya serta menentukan item pekerjaan dengan nilai RPN tertinggi yang selanjutnya akan dianalisis kembali pada metode *Fault Tree Analysis* (FTA).

Pada operasi pengeboran, potensi kegagalan peralatan dapat menyebabkan cedera pada pekerjanya, keterlambatan operasi, dan kerusakan lingkungan. Penyebab potensial dari kegagalan pada proses ini adalah kurangnya perawatan rutin dan kelebihan beban pada peralatan. Untuk kontrol yang telah dilakukan yaitu sudah dilakukan perawatan secara rutin dan inspeksi alat, dengan nilai RPN sebesar 144. Kemudian untuk bekerja di ketinggian memiliki risiko jatuh yang bisa menyebabkan cedera serius. Penyebabnya adalah kurangnya alat yang memadai saat terjatuh. Untuk kontrol yang telah dilakukan yaitu diberikan tali pengaman dan pelatihan, dengan nilai RPN sebesar 120.

Lalu pada proses penanganan bahan kimia memiliki risiko tumpahan yang bisa menyebabkan luka bakar dan kontaminasi terhadap lingkungan. Penyebabnya yaitu penanganan yang tidak tepat dan kegagalan peralatan. Untuk kontrol yang telah dilakukan yaitu untuk memberikan APD khusus dan pelatihan lanjutan, dengan nilai RPN sebesar 96. Pada proses pergerakan rig, potensi kegagalannya yaitu risiko tabrakan yang dapat menyebabkan cedera dan kerusakan struktur sumur. Penyebab utamanya yaitu kesalahan pada operator dan visibilitas yang buruk. Untuk kontrol yang telah dilakukan yaitu pelatihan pada operator, dengan nilai RPN sebesar 63. Kemudian, sistem kelistrikan di rig memiliki risiko arus pendek yang bisa menyebabkan tersengat listrik dan kebakaran. Penyebab dari kegagalan ini adalah kualitas kabel yang buruk dan kurangnya perawatan. Untuk kontrol yang telah dilakukan yaitu dilakukan inspeksi terhadap kabel dan pemberian APD khusus, dengan nilai RPN sebesar 54.

Pada proses item api dan ledakan di rig memiliki risiko tinggi karena adanya bahan yang mudah terbakar dan sumber penyalaan. Untuk kontrol yang telah dilakukan yaitu disediakan APAR atau APAB dan diberikan pelatihan khusus dalam penggunaan peralatan pemadam api, dengan nilai RPN sebesar 60. Terakhir yaitu pengendalian sumur, memiliki risiko *blowout* yang dapat menyebabkan dampak lingkungan besar

atau pencemaran lingkungan. Penyebab terjadinya kegagalan ini yaitu kegagalan peralatan dan kelalaian dalam melakukan prosedur kerja. Untuk kontrol yang telah dilakukan yaitu pemberian pelatihan dan selalu memantau sumur agar tidak terjadi *blowout*, dengan nilai RPN sebesar 60.

Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) memberikan kerangka kerja sistematis untuk menganalisis mode kegagalan potensial, efek dari kegagalan tersebut, dan tindakan pencegahan yang ada saat ini. Nilai RPN tertinggi terdapat pada item pekerjaan pengeboran dengan nilai RPN sebesar 144, dengan nilai *severity* sebesar 9, *occurrence* sebesar 4, dan *detection* sebesar 4.

5.3 Fault Tree Analysis (FTA)

Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor penyebab suatu kegagalan. Setelah dilakukan analisis pada metode *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA), didapatkan nilai RPN tertinggi yaitu pada item pekerjaan pengeboran dengan potensi kegagalan pada peralatan dan nilai RPN sebesar 144. Dengan menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA), analisis lebih lanjut dilakukan khususnya pada proses pengeboran yang memiliki RPN tertinggi. FTA membantu dalam mengidentifikasi akar penyebab dari *top event*.

Pada metode *Fault Tree Analysis* (FTA), didapatkan 8 *top event* dan 20 *basic event*. *Top event* yang terdapat pada pengeboran yaitu kegagalan pada rig pengeboran, sistem hidrolik, motor pengeboran, sistem pemompaan, peralatan pengangkut, peralatan pengukur, dan sistem ventilasi, terakhir yaitu kurangnya pemeliharaan peralatan.

Pada kegagalan rig pengeboran terdapat 3 *basic event* diantaranya kerusakan atau kegagalan pada bagian mekanis BOP, seperti katup, piston, atau segel, masalah pada sistem kontrol elektrik BOP, dan kurangnya pemeliharaan rutin. Pada kegagalan sistem hidrolik terdapat 2 *basic event* diantaranya kebocoran fluida, kegagalan pompa hidrolik, atau kerusakan pada silinder hidrolik dan masalah pada komponen elektrik yang mengontrol sistem hidrolik. Pada kegagalan motor pengeboran terdapat 3 *basic event* diantaranya kesalahan dalam pengoperasian motor pengeboran, kerusakan pada komponen mekanis motor pengeboran, dan masalah pada sistem elektrik yang

mengontrol motor pengeboran. Pada kegagalan sistem pemompaan terdapat 2 *basic event* diantaranya kerusakan pada pompa yang digunakan dalam proses pengeboran dan kebocoran atau kerusakan pada pipa yang mengalirkan fluida pengeboran. Selanjutnya, pada kegagalan peralatan pengangkut terdapat 2 *basic event* diantaranya kerusakan pada drum atau *winch* yang digunakan untuk mengangkut peralatan pengeboran dan masalah pada peralatan pengangkut lainnya seperti *crane* atau *lift*. Pada kegagalan peralatan pengukur terdapat 3 *basic event* diantaranya kerusakan pada instrumen pengukur seperti sensor tekanan atau temperatur, masalah pada komponen elektrik dari peralatan pengukur, dan kesalahan dalam kalibrasi peralatan pengukur yang menyebabkan pembacaan yang tidak akurat. Pada kegagalan sistem ventilasi terdapat 3 *basic event* diantaranya kerusakan pada sistem ventilasi, masalah pada *blower* yang digunakan dalam sistem ventilasi, dan kebocoran atau penyumbatan pada saluran ventilasi. Terakhir, pada kurangnya pemeliharaan peralatan terdapat 2 *basic event* diantaranya kegagalan akibat kurangnya pelumasan pada komponen mekanis dan jadwal pemeliharaan yang tidak memadai atau tidak dilakukan sesuai dengan kebutuhan.

5.4 Usulan Pengendalian Risiko

Untuk mengatasi risiko pada PT. XYZ terkait kegagalan proses pada pekerjaan rig, maka diperlukan tindakan mitigasi yang harus segera dilakukan. Usulan pengendalian risiko ini berdasarkan hasil wawancara dengan 2 *officer* operasional pada PT. XYZ.

Risiko yang terdapat pada perusahaan minyak dan gas bisa berubah-ubah seiring berjalannya waktu. Oleh karena itu, pemantauan dan evaluasi risiko secara berkelanjutan akan membantu *officer* HSSE dalam mengidentifikasi perubahan kondisi atau faktor risiko baru yang mungkin akan ada pada saat proyek berlangsung. Keselamatan adalah prioritas utama dalam semua jenis industri, serta pemahaman terkait risiko serta tindakan yang efektif adalah kunci kesuksesan perusahaan tersebut. Usulan pengendalian risiko pada item pekerjaan pengeboran yaitu meningkatkan frekuensi dan ruang lingkup dalam melakukan pemeriksaan dan perawatan serta memberikan pelatihan lanjutan kepada operator. Usulan pengendalian risiko pekerjaan pada ketinggian mencakup memberikan pelatihan yang lebih sering dan komprehensif

terhadap *officer* dan melakukan inspeksi rutin alat pelindung jatuh untuk mengetahui keausan dan kerusakan peralatan.

Pada item pekerjaan *chemical handling*, langkah-langkah mitigasi yang dapat dilakukan yaitu memberikan pelatihan lanjutan mengenai prosedur penanganan bahan kimia dan melakukan investasi peralatan penanganan yang lebih andal. Usulan pengendalian risiko pada item pekerjaan *rig movement* mencakup menggunakan alat bantu visibilitas yang lebih baik seperti meningkatkan pencahayaan serta memberikan pelatihan untuk operator tentang praktik pergerakan rig yang aman. Kemudian, usulan pengendalian risiko pada item pekerjaan sistem kelistrikan yaitu melakukan pembaruan terhadap sistem kelistrikan dan meningkatkan frekuensi pemeriksaan sistem kelistrikan. Usulan pengendalian risiko pada item pekerjaan api dan ledakan mencakup meningkatkan sistem pemadaman kebakaran yang lebih canggih serta melakukan kontrol yang lebih ketat pada bahan mudah terbakar dan sumber penyalaan. Terakhir, usulan pengendalian risiko pada item pekerjaan pengendalian sumur yaitu melakukan pengujian pada pengendali *blowout* dan memastikan *officer* patuh terhadap prosedur pengendalian sumur melalui pelatihan berkelanjutan.

Usulan perbaikan ini bertujuan untuk mengurangi risiko dan potensi bahaya yang memiliki tingkat paling tinggi dalam pekerjaan rig. Implementasi perbaikan ini harus didukung dengan komitmen yang kuat terhadap keselamatan, pelatihan yang berkualitas, pemantauan yang cermat, dan perawatan peralatan yang baik. Keselamatan adalah prioritas utama dalam industri minyak dan gas, serta usaha bersama dalam mengurangi risiko sangat penting untuk menjaga kesejahteraan pekerja dan kelancaran industri.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang sudah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada identifikasi potensi bahaya, terdapat tujuh item pekerjaan pada kegiatan rig, diantaranya pengeboran, pekerjaan pada ketinggian, *chemical handling*, *rig movement*, sistem kelistrikan, api dan ledakan, dan pengendalian sumur. Hasil dari identifikasi potensi bahaya bisa dilihat pada “Tabel 4. 2 Potensi Bahaya”.
2. Pada operasi pengeboran, didapatkan nilai RPN sebesar 144, kemudian untuk bekerja di ketinggian memiliki nilai RPN sebesar 120. Lalu pada proses penanganan bahan kimia memiliki nilai RPN sebesar 96. Pada proses pergerakan rig, memiliki nilai RPN sebesar 63. Kemudian, sistem kelistrikan di rig memiliki nilai RPN sebesar 54. Pada proses item api dan ledakan di rig memiliki nilai RPN sebesar 60. Terakhir yaitu pengendalian sumur, memiliki nilai RPN sebesar 60. Sehingga, didapatkan nilai RPN tertinggi yaitu 144 yang terdapat pada item pekerjaan pengeboran.
3. Pada metode *Fault Tree Analysis* (FTA), didapatkan 8 *top event* dan 20 *basic event*. Pada kegagalan rig pengeboran terdapat 3 *basic event*, kegagalan sistem hidrolis terdapat 2 *basic event*, kegagalan motor pengeboran terdapat 3 *basic event*. Pada kegagalan sistem pemompaan terdapat 2 *basic event*, kegagalan peralatan pengangkut terdapat 2 *basic event*, kegagalan peralatan pengukur terdapat 3 *basic event*, kegagalan sistem ventilasi terdapat 3 *basic event*. Terakhir, pada kurangnya pemeliharaan peralatan terdapat 2 *basic event*.
4. Berdasarkan hasil wawancara bersama 2 *officer* operasional dan melakukan observasi lapangan, didapatkan mitigasi risiko pada setiap item pekerjaan atau proses. Sebagaimana yang bisa dilihat pada “4.3.4 Usulan Pengendalian Risiko”.

6.2 Saran

Berdasarkan dengan penelitian yang sudah peneliti lakukan pada perusahaan, berikut merupakan saran yang dapat diberikan oleh peneliti:

1. Bagi perusahaan, PT. XYZ adalah untuk dijadikan pertimbangan yaitu dokumen yang menyangkut SOP ataupun tahap-tahap pekerjaan yang ada sebaiknya ditambahkan potensi bahaya yang dapat terjadi dan bagaimana caranya untuk mencegah potensi bahaya tersebut agar tidak sampai menjadi insiden. Kemudian melakukan pembaharuan berkala terhadap seluruh hal yang berkaitan dengan Keselamatan, dan Kesehatan Kerja (K3) baik itu dalam bentuk dokumen tertulis maupun materi yang akan disampaikan kepada para pekerja, memberikan pelatihan khusus kepada HSSE di lapangan agar dapat menyikapi apabila terjadi suatu insiden yang tidak diharapkan, mempertegas aturan dan pengawasan agar tidak terjadi insiden kecelakaan akibat kelalaian dari HSSE lapangan maupun pekerja yang berwenang pada suatu pekerjaan seperti mempertegas dalam penggunaan APD, inspeksi alat kerja, pengecekan kesehatan pekerja dan kesiapan lahan kerja serta memberlakukan sanksi yang tegas dan memberikan efek jera kepada HSSE atau pekerja yang tidak mematuhi aturan dan SOP.
2. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah dengan melakukan observasi terhadap potensi bahaya dan risiko yang dapat terjadi dengan lebih rinci dan menggunakan lebih banyak pendapat *expert* sehingga dapat meminimalisir data-data yang bersifat subjektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alijoyo, Antonius dkk. (2020). *Teknik Asesmen Risiko*. Bandung: CRMS Indonesia
- Bakeli, T., & Hafidi, A. A. (n.d.). *A Fault Tree Analysis (FTA) Based Approach for Construction Projects Safety Risk Management*.
- Bogopolsky, V. O., Shirinov, M. M., Samedov, V. N., & Bagirov, A. A. (2023). Hazard identification and risk assessment methods used in the oil and gas industry. *Nafta - Gaz*, 79(8), 557–561. <https://doi.org/10.18668/NG.2023.08.07>
- Budyanto, M. A., & Fernanda, H. (2020). Risk assessment of work accident in container terminals using the fault tree analysis method. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/JMSE8060466>
- Esmailzadeh, A., Haghshenas, S. S., Mikaeil, R., Guido, G., Faradonbeh, R. S., Azghan, R. A., Jafarpour, A., & Taghizadeh, S. (2022). Risk Assessment in Quarries using Failure Modes and Effects Analysis Method (Case study: West-Azerbaijan Mines). *Journal of Mining and Environment*, 13(3), 715–725. <https://doi.org/10.22044/jme.2022.12117.2209>
- Federal Guidelines For Dam Safety. (2004). U.S. Dept. of Homeland Security, Federal Emergency Management Agency
- Field, Alan. (2023). *Risk Management and ISO 31000 : A pocket guide*. IT Governance Publishing.
- Nugaraha, Febyola Lova, A., Latif, B., Anggi, P. P., & H, I. T. (2023). Factors Affecting Delays In The Construction Project Of 5 Floor Parking Building Roemani Hospital, Semarang
- Firsta Endah, Emma Yuliani, & Tri Budi Prayogo. (2024). Identifikasi Risiko Kegagalan Proses Produksi Ipam Karangpilang II Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 4(1), 645–654. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2024.004.01.055>
- Ghika Smarandana, Ade Momon, & Jauhari Arifin. (2021). Penilaian Risiko K3 pada Proses Pabrikasi Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment

- and Risk Control (HIRARC). *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 7(1), 56–62. <https://doi.org/10.30656/intech.v7i1.2709>
- Handoko, Y., Rahman, A., Qonitan, F., & Bayu, S. (2022, September 12). *Occupational Risk Assessment Using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method in the Production Room of Bearing Industry*. <https://doi.org/10.4108/eai.31-3-2022.2320941>
- Hardianto, Rizky Dwi., Nuriyanto. (2023). Analisis Penyebab Reject Produk Paving Block Dengan Pendekatan Metode FMEA dan FTA. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, Vol.2, No.12
- Ismail Iqbal, M., Isaac, O., Al Rajawy, I., Khuthbuddin, S., & Ameen, A. (2020). Hazard identification and risk assessment with controls (Hirac) in oil industry-A proposed approach. *Materials Today: Proceedings*, 44, 4898–4902. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.800>
- Khilmy, Akhmad., Irawan, Mohammad Isa., & Lidiawaty, Berlian Rahmy. (2020). The Risk Assessment of Genset Installation Project Using Fault Tree Analysis In Indonesia. *IPTEK Journal of Proceedings Series No. (3)*
- Luo, Z., & Cheng, H. Y. (2021). Failure Analysis of Asphalt Foaming Device Based on FEMA and FTA. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1043(2). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1043/2/022019>
- Murtopo, S. A., Rachmi, Chimayati, L., Semabada, P. T., Mandiri, K., & Barat, J. (2023). Kajian Pengelolaan Kecelakaan Kerja Industri Minyak dan Gas Lepas Pantai (Offshore) dengan Metode Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) Assessment Of Occupational Accident Management of The Oil and Gas Offshore Industry Using Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) Method. In *UEEJ-Unbara Environmental Engineering Journal* (Vol. 03).
- Setya Utama, A., & Zainudin, A. (2021). *INDUSTRIAL ENGINEERING JOURNAL of the UNIVERSITY of SARJANAWIYATA TAMANSISWA Analisis Cacat Kempos Pada Produk Cup dengan Metode Failure Modes and Effects Analysis (Studi Kasus di Salah Satu Perusahaan Plastic and Printing di Sidoarjo, Jawa Timur)*

INFORMASI ARTIKEL ABSTRAK. 5(1), 58–66.

<https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/IEJST/index>

- Sherin, S., Zahid-Ur-rehman, Hussain, S., Mohammad, N., & Raza, S. (2021). Hazards identification and risk analysis in surface mines of Pakistan using fault tree analysis technique. *Mining of Mineral Deposits*, 15(1), 119–126. <https://doi.org/10.33271/mining15.01.119>
- Situngkir, D., Rusdy, M. D. R., Ayu, I. M., & Nitami, M. (2021). SOSIALISASI KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) SEBAGAI UPAYA ANTISIPASI KECELAKAAN KERJA DAN PENYAKIT AKIBAT KERJA (PAK). *JPKM: Jurnal Pengabdian Kesehatan Masyarakat*, 2(1), 64–72. <https://doi.org/10.37905/jpkm.v2i1.10242>
- Sotoodeh, K. (2020). Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) of Pipeline Ball Valves in the Offshore Industry. *Journal of Failure Analysis and Prevention*, 20(4), 1175–1183. <https://doi.org/10.1007/s11668-020-00924-8>
- Ullah, E., Baig, M. M., GholamHosseini, H., & Lu, J. (2022). Failure mode and effect analysis (FMEA) to identify and mitigate failures in a hospital rapid response system (RRS). *Heliyon*, 8(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08944>
- Usada, K. U., Afiyanto, M. R., & Usada, U. (2024). Artikel Nusantara Technology and Engineering Review Peningkatan Pengendalian Kualitas Produk Roti dengan Penerapan Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) dan FTA (Fault Tree Analysis) di Home Industry. *NTER*, 2(1), 7–13. <https://journal.unusida.ac.id/index.php/nter/>
- Wicaksono, A., Yuamita, F. (2022). Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Meminimalkan Cacat Kaleng Di PT XYZ. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 1(3), 145–154.
- Wijayaningtyas, M., Ilmi, N., & Winanda, L. A. R. (2024). Occupational Health and Safety Risk Analysis with The Fault Tree Analysis Method. *E3S Web of Conferences*, 476. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447601061>

LAMPIRAN

A-Observasi Lapangan



A-Observasi Lapangan (Lanjutan)



B-Kuesioner Penilaian Risiko

PENILAIAN RISIKO PADA PEKERJAAN RIG PADA PT. PERTAMINA HULU ROKAN ZONA 1 JAMBI FIELD

Kuesioner ini bertujuan untuk melakukan penilaian risiko pada pekerjaan rig. Hasil kuesioner akan diolah lebih lanjut dan digunakan untuk kepentingan akademik yaitu penelitian tugas akhir. Atas kerjasama dan kesediaan Bapak/Ibu dalam mengisi kuesioner ini, saya ucapkan terima kasih.

Penilaian Risiko

Kriteria dalam menilai risiko mengacu pada “Teknik Asesmen Risiko” oleh Dr. Antonius Aljioyo. Berikut merupakan kriteria-kriteria tersebut:

1. *Severity* (dampak dari kejadian risiko)

<i>Rank</i>	<i>Effect of Severity</i>	<i>Customer Effect</i>
1	Tidak ada dampak	Tidak ada dampak terhadap sistem produksi atau layanan jasa maupun produk atau hasil jasa
2	Sangat kecil	Dampak sangat kecil terhadap sistem produksi atau layanan jasa atau kinerja produk atau hasil jasa - masih ada keluhan hanya dari konsumen tertentu
3	Kecil	Dampak kecil terhadap sistem produksi atau layanan jasa atau kinerja produk atau hasil jasa - masih ada keluhan dari beberapa konsumen
4	Rendah	Kinerja produk atau hasil jasa menurun tetapi tidak memerlukan perbaikan
5	Sedang	Kinerja produk atau hasil jasa menurun tetapi masih bisa diperbaiki
6	Signifikan	Kinerja produk menurun karena beberapa fungsi tertentu mungkin tidak beroperasi atau kinerja hasil jasa menurun karena fungsi kenyamanan tidak terpenuhi
7	Mayor	<ul style="list-style-type: none"> • Sedikit mengganggu kelancaran proses produksi atau layanan jasa • Kinerja produk tidak sempurna tetapi masih bisa difungsikan atau hasil jasa tidak cukup memuaskan tetapi masih bisa diterima konsumen

B-Kuesioner Penilaian Risiko (Lanjutan)

<i>Rank</i>	<i>Effect of Severity</i>	<i>Customer Effect</i>
8	Ekstrem	<ul style="list-style-type: none"> • Mengganggu kelancaran sistem produksi atau layanan jasa • Produk tidak dapat dioperasikan (100% scrap) atau hasil jasa sangat tidak memuaskan (0% tingkat kepuasan)
9	Serius, Kegagalan terjadi dengan Peringatan	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah • Menghasilkan produk atau hasil jasa yang membahayakan konsumen
10	Bahaya, Kegagalan terjadi tanpa ada peringatan	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah • Menghentikan pengoperasian sistem produksi atau layanan jasa

2. Occurrence (frekuensi terjadinya penyebab risiko)

<i>Rank</i>	<i>Likelihood of Occurrence</i>	<i>Possible Failure Rate</i>
1	Hampir tidak mungkin terjadi kegagalan	1 dari 1.500.000 atau Hampir tidak pernah terjadi dalam sebulan (0-1 kali)
2	Sangat rendah	1 dari 150.000 atau Sangat jarang terjadi dalam sebulan (2 kali)
3	Rendah	1 dari 15.000 atau Cukup jarang terjadi dalam sebulan (3 kali)
4	Relatif rendah	1 dari 2.000 atau Sedikit jarang terjadi dalam sebulan (4 kali)
5	Sedang	1 dari 400 atau Jarang terjadi dalam sebulan (5 kali)
6	Sedang cenderung tinggi	1 dari 80 atau Sedikit sering terjadi dalam sebulan (6 kali)
7	Relatif tinggi	1 dari 20 atau Cukup sering terjadi dalam sebulan (7 kali)
8	Tinggi; kegagalan terus berulang	1 dari 8 atau Sering terjadi dalam sebulan (8 kali)
9	Sangat tinggi; kegagalan	1 dari 3 atau

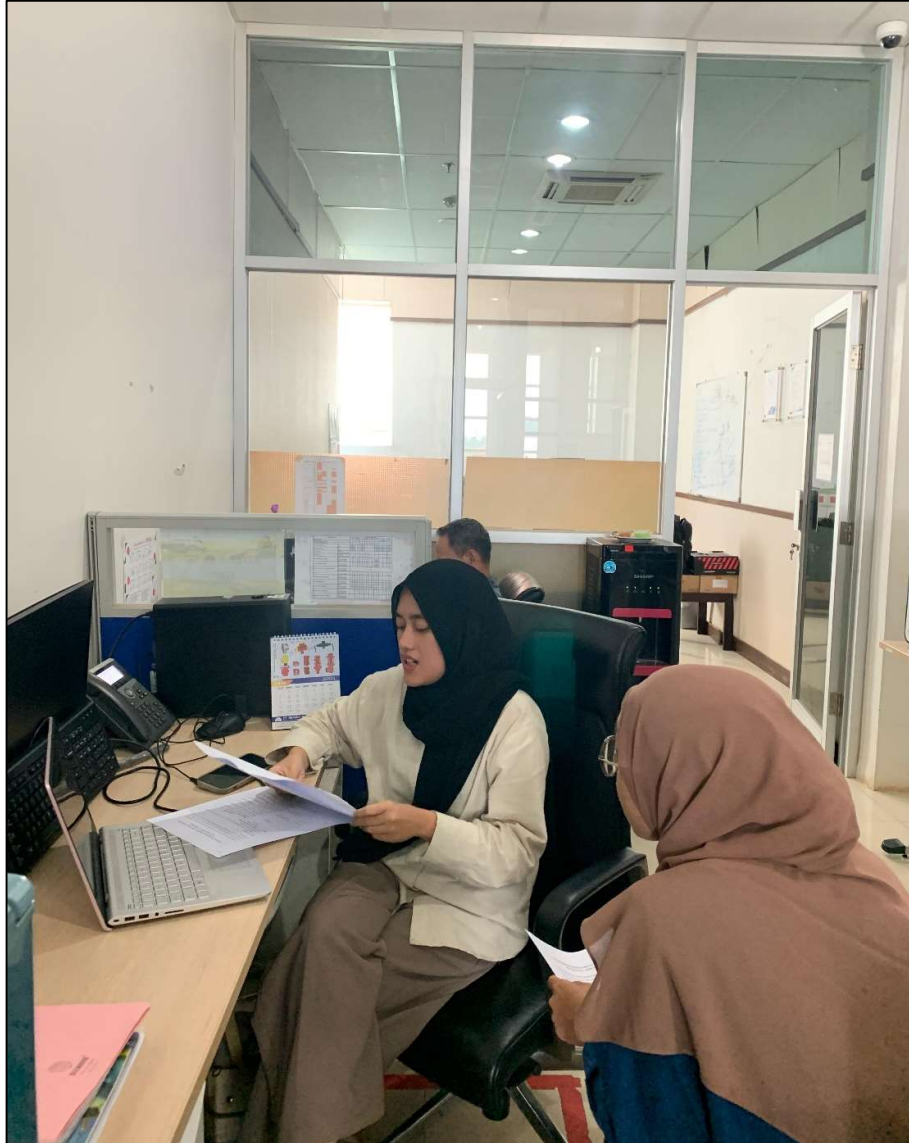
B-Kuesioner Penilaian Risiko (Lanjutan)

<i>Rank</i>	<i>Likelihood of Occurrence</i>	<i>Possible Failure Rate</i>
	berhubungan dengan proses yang gagal sebelumnya	Sangat sering terjadi dalam sebulan (9 kali)
10	Sangat tinggi dan ekstrem; kegagalan hampir tak terhindarkan	1 dari 2 atau Hampir selalu terjadi dalam sebulan (10 kali)

3. *Detection* (peluang risiko dapat terdeteksi)

<i>Rank</i>	<i>Likelihood of Detection</i>	<i>Opportunity for Detection</i>
1	Hampir pasti	Pengecekan selalu bisa mendeteksi kegagalan
2	Sangat tinggi	Pengecekan hampir selalu bisa mendeteksi kegagalan
3	Tinggi	Pengecekan bisa mendeteksi kegagalan
4	Agak tinggi	Pengecekan berpeluang sangat besar bisa mendeteksi kegagalan
5	Sedang	Pengecekan berpeluang besar bisa mendeteksi kegagalan
6	Rendah	Pengecekan kemungkinan bisa mendeteksi kegagalan
7	Sangat rendah	Pengecekan berpeluang kecil bisa mendeteksi kegagalan
8	Kecil	Pengecekan berpeluang sangat kecil bisa mendeteksi kegagalan
9	Sangat kecil	Pengecekan gagal sehingga tidak mampu mendeteksi kegagalan
10	Hampir mustahil	Kegagalan tidak mungkin terdeteksi melalui pengecekan

C-Wawancara



D-Pengolahan Data

<i>Process</i>	<i>Potensial Failure Mode</i>	<i>Potensial Effects of Failure</i>	<i>Severity (S)</i>	<i>Potensial Causes</i>	<i>Occurrence (O)</i>	<i>Current Controls</i>	<i>Detection (D)</i>	<i>RPN (Risk Priority Number)</i>
Pengeboran	Kegagalan pada peralatan	Cedera pada pekerja, keterlambatan operasi	9	Kurangnya perawatan mesin	4	Perawatan, inspeksi	4	144
Pekerjaan pada ketinggian	Terjatuh	Cedera serius, kematian	10	Kurangnya alat yang proper saat terjadinya kecelakaan	3	Terdapat tali pengaman, pelatihan kepada operator	4	120
<i>Chemical handling</i>	Terkena tumpahan bahan kimia	Luka bakar, kontaminasi terhadap lingkungan	8	Penanganan yang tidak sesuai, kegagalan peralatan	4	Pemberian APD khusus, diberikan pelatihan	3	96
<i>Rig movement</i>	Terjadi tabrakan	Cedera, kerusakan pada struktural sumur	7	Human error, kurangnya visibilitas yang memadai	3	Pelatihan pada operator	3	63
Sistem kelistrikan	Hubungan arus pendek	Tersengat listrik, kebakaran	9	Kualitas kabel yang buruk, kurangnya perawatan	2	Inspeksi, penggunaan APD khusus	3	54
Api dan ledakan	Terdapat nyala api, terbakar	Cedera parah, kematian, kerusakan struktural	10	Bahan yang mudah terbakar, terdapat sumber penyalaaan	2	Disediakan APAR/APAB, pelatihan terhadap officer	3	60
Pengendalian sumur	<i>blowout</i>	Dampak lingkungan	10	Kegaglan pada peralatan, kesalahan dalam menjalankan prosedur	2	Pengendalian blowut, pelatihan terhadap officer	3	60