

**ANALISIS RESIKO KECELAKAAN KERJA PEMELIHARAAN
REFRIGENT COMPRESOR MENGGUNAKAN METODE
FMEA DAN HIRADC
(Studi Kasus PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap)**

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 : Doni Refa Septian
No. Mahasiswa : 19522241

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil kerja orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas. Apabila di kemudian hari ditemukan laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian – bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang – undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 18 Agustus 2023

A handwritten signature in black ink is written over a yellow postage stamp. The stamp features a portrait of a man and the text '2000', 'KEMENTERIAN PERKOTAMADYAN DAN TRANSPORTASI', and 'PENERAI TAMPEL'. The serial number 'EEB62AKK549556115' is visible at the bottom of the stamp.

(Doni Refa Septian)
19522241

SURAT BUKTI PENELITIAN**SURAT KETERANGAN**
No. Ket-045 /KPI47800/2023-S8

Yang bertanda tangan dibawah ini, Manager Human Capital PT. Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit IV Cilacap menerangkan bahwa mahasiswa dengan data sebagai berikut :

Nama : Doni Refa Septian
Nrp/Nim : 19522241
Jurusan : Teknik Industri
Universitas : Universitas Islam Indonesia

Telah menyelesaikan kerja praktek dan penelitian tugas akhir pada tanggal 10 Januari 2023 s.d. 2 Maret 2023. Adapun dalam menyusun laporan mengambil judul :

ANALISIS RESIKO KECELAKAAN KERJA PEMELIHARAAN REFRIGENT COMPRESOR PADA AREA KILANG SULFUR RECOVERY UNIT (SRU) MENGGUNAKAN FMEA DAN HIRADC.

Demikian surat keterangan ini di buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Cilacap, 8 Maret 2023
Direktorat Operasi
PT Kilang Pertamina Internasional
Manager Human Capital RU IV


Yudhistiro Tri Prakoso

Refinery Unit IV
Jalan Letjen Haryono Mt. 77 Lomanis
Cilacap 53221 Jawa Tengah – Indonesia
T +62 282 531633, 535333 F +62 282 531920, 531922
www.pertamina.com

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

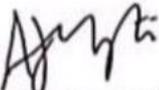
**ANALISIS RESIKO KECELAKAAN KERJA PEMELIHARAAN *REFRIGENT*
COMPRESOR MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN HIRADC
(Studi Kasus PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap)**



Disusun Oleh :
Nama : Doni Refa Septian
No. Mahasiswa : 19522241

Yogyakarta, 18 Agustus 2023

Dosen Pembimbing


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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**ANALISIS RESIKO KECELAKAAN KERJA PEMELIHARAAN *REFRIGENT*
COMPRESOR MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN HIRADC
(Studi Kasus PT. Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap)**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Doni Refa Septian
No. Mahasiswa : 19522241

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

Yogyakarta, 11 September 2023

Tim Penguji

Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc.
Ketua

Elanjati Worldailmi, ST, MSc
Anggota I

Ir. Vembri Noor Helia, S.T., M.T., IPM
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

Karya tulis ini saya persembahkan kepada orang tua saya yang sudah saya bebani dari segi materi dan non materi.

Bapak H. Prawoto dan Ibu Nurul Hidayati

Karya tulis ini saya persembahkan juga untuk para dosen sang pilar ilmu pengetahuan, yang telah menuntun saya hingga mencapai impian tertinggi.

Dosen Teknik Industri

Teruntuk kakak saya yang selalu mendukung proses belajar saya selama ini.

Nuke Melati Anindea

MOTTO

“Barang siapa yang menempuh perjalanan untuk mencari ilmu maka akan Allah mudahkan jalannya menuju surga”

(HR. Muslim)

“OK siip....sukses lancar”

(Mamah)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil'alamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sesuai dengan waktu yang diharapkan. Shalawat dan salam semoga tercurah pada Rasulullah Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat, dan pengikutnya, semoga kita diberikan syafaatnya di yaumul akhir kelak.

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah meluangkan waktu dan perhatiannya, sehingga baik langsung maupun tidak langsung turut membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih ini penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir., Hari Purnomo, M.T., IPU, 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 Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Atyanti Dyah Prabaswari, S.T., M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk membimbing dengan memberikan petunjuk, saran, dan informasinya selama pembuatan tugas akhir ini.
4. Bapak Moch. Arifin selaku Kepala Bagian *Safety* HSSE di PT. Kilang Pertamina Internasional *Refinery Unit IV* Cilacap yang telah memberikan kesempatan saya untuk melakukan penelitian selama 2 bulan.
5. Bu Niar Kurnia Julianti selaku pembimbing lapangan yang telah memberikan kesempatan untuk belajar, membimbing serta memberikan saran dalam penelitian tugas akhir ini.
6. Kedua orang tua saya Bapak Prawoto, Ibu Nurul Hidayati dan kakak saya tercinta yang tak hentinya selalu memberikan doa, semangat, memberi nasihat, membimbing, perhatian, kasih sayang, cinta, dukungan baik moril dan materil, memotivasi untuk saya hingga saat ini.
7. Sahabat-sahabat perjuangan saya selama kuliah di kontrakan the raid dan group insan ulil albab yang senantiasa kebersamai saya dalam keadaan duka maupun

- suka.
8. Teman-teman organisasi saya semasa kuliah yakni HMI, BPA dan IMAKTA yang mengajarkan saya tanggung jawab dan dedikasi.
 9. Semua teman penulis dari dulu hingga sekarang yang tak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas segala bentuk kebaikan dan kemurahan hatinya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini, untuk itu penulis memohon maaf sebesar-besarnya. Harapan terakhir, semoga tugas akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya. Amiin Yaa Robbal 'Aalamin.

Wassalamu 'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 18 Agustus 2023

ABSTRAK

Industri migas yang menyumbang pemasukan negara terbesar namun memiliki potensi kecelakaan dan risiko yang tinggi (*high risk*). Hal ini dikarenakan industri migas berkaitan dengan zat-zat yang berbahaya berpotensi terjadinya paparan gas toxic H₂S yang dipacu oleh udara panas sekitar yang sangat berbahaya terhadap tubuh pekerja. Titik penyebaran gas H₂S paling tinggi di kilang PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap dan banyak ditemukan berada di area *Sulfur Recovery Unit* (SRU). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memberikan penilaian tingkat risiko (*risk rating*) terhadap potensi bahaya yang dapat terjadi pada aktivitas pekerjaan pemeliharaan *refrigent compresor* menggunakan metode FMEA dan HIRADC. Berdasarkan analisis data menggunakan FMEA dari 42 risiko yang telah diidentifikasi, 9 risiko diantaranya masuk ke dalam kategori *very high risk*, 26 risiko masuk ke dalam *highrisk*, 7 risiko masuk ke dalam *medium risk*. Nilai RPN diatas nilai kritis RPN sebanyak 9 potensi bahaya dengan nilai kritis 146,38 dan prioritas perbaikan terdapat 9 risiko yang memiliki kategori risiko (dari tabel *probability impact matrix*) *very high*. Selanjutnya analisis *risk priority* menggunakan metode HIRADC untuk menentukan langkah-langkah pengendalian dilakukan didapatkan hasil untuk tingkat risiko *high/tinggi* sebesar 44,44%, Tingkat risiko *moderate to high/* sedang ke tinggi sebesar 55,5 %. Setelah adanya pengendalian dilakukan ada perubahan pada beberapa tingkat risiko, kategori tingkat risiko *low to moderate/* rendah sedang menjadi sebesar 100%. Rencana tindak pengendalian risiko yang dilakukan pada penelitian ini sesuai dengan hierarki K3 yaitu dengan cara rekayasa teknik, administrasi, dan alat pelindung diri (APD) memperbanyak sistem pendeteksian untuk melakukan pemantauan kadar konsentrasi gas H₂S serta menyediakan *Emergency Response Plan*.

Kata Kunci: Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Risiko, HIRADC, FMEA, Hidrogen Sulfida

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	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kajian Literatur	8
2.1.1 HIRADC	8
2.1.2 FMEA	11
2.2 Landasan Teori	24
2.2.1 Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)	24
2.2.2 Kecelakaan Kerja	24
2.2.3 Bahaya (Hazard)	25
2.2.4 Risiko (Risk)	26
2.2.5 HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control)	27
2.2.6 FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)	32
2.2.7 Hidrogen Sulfida	35
2.2.8 Refrigerant Compressor	35

BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1 Lokasi Penelitian	37
3.2 Objek Penelitian	37
3.3 Subjek Penelitian	37
3.4 Sumber Data	37
3.4.1 Data Primer.....	37
3.4.2 Data Sekunder.....	38
3.5 Metode Pengumpulan Data	38
3.6 Alur Penelitian.....	40
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	44
4.1 Pengumpulan Data.....	44
4.1.1 Profil Perusahaan	44
4.1.2 Deskripsi Pekerjaan	46
4.1.3 Subjek Penelitian	48
4.2 Pengolahan Data	48
4.2.1 Objek Penelitian	48
4.2.2 Identifikasi Risiko.....	49
4.2.3 FMEA	56
4.2.4 Perhitungan Nilai Risk Priority Number (RPN).....	64
4.2.5 Evaluasi Risiko	66
4.2.6 Mitigasi menggunakan HIRADC	69
4.2.7 Analisis Risiko Sebelum Dilakukan Pengendalian	69
4.2.8 Penilaian Risiko Setelah dilakukan Pengendalian Bahaya.....	72
4.2.9 Menyusun HIRADC	73
4.2.10 Pengendalian Risiko	82
BAB V PEMBAHASAN	84
5.1 FMEA	84
5.1.1 Analisis Risk Priority Number	84
5.1.2 Mitigasi Risk Priority	84
5.2 HIRADC.....	85
5.2.1 Identifikasi Risiko.....	85
5.2.2 Penilaian Risiko Sebelum Dilakukan Pengendalian.....	86
5.2.3 Penilaian Risiko Setelah Dilakukan Pengendalian	88
5.2.4 Perbandingan tingkat risiko sebelum dan setelah dilakukan pengendalian..	90
5.3 Pengendalian Risiko H2S	91

BAB VI PENUTUP	94
6.1 Kesimpulan.....	94
6.2 Saran.....	95
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN.....	1

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Jumlah Insiden pada Pegawai Tetap dan Kontraktor	3
Tabel 1. 2 <i>Lesson Learn</i> Akibat H2S di RU IV	4
Tabel 2. 1 <i>State of The Arts</i>	15
Tabel 2. 2 <i>Qualitative Measures of Consequence or Impact</i>	28
Tabel 2. 3 <i>Qualitative Measure of Likelihood</i> ²⁹	
Tabel 2. 4 <i>Qualitative Risk Analysis Matriks Level of Risk</i>	29
Tabel 2. 5 <i>Rating Severity (S)</i>	33
Tabel 2. 6 <i>Rating Occurrence (O)</i>	34
Tabel 2. 7 <i>Rating Detection (D)</i>	34
Tabel 4. 1 Identifikasi Risiko	50
Tabel 4. 2 <i>Rating Occurrence (O)</i>	56
Tabel 4. 3 <i>Rating Severity (S)</i>	56
Tabel 4. 4 <i>Rating Detection (D)</i>	57
Tabel 4. 5 Skala RPN	58
Tabel 4. 6 Identifikasi dan penilaian risiko	59
Tabel 4. 7 <i>Risk Priority Number (RPN)</i>	64
Tabel 4. 8 <i>Probability impact matrix/Peta Risiko</i>	66
Tabel 4. 9 Hasil RPN dan <i>Probability Impact Matrix</i>	69
Tabel 4. 10 Tabel Nilai Tingkat Kemungkinan (<i>Likelihood</i>).....	70
Tabel 4. 11 Tabel Nilai Tingkat Akibat (<i>Consequences</i>).....	70
Tabel 4. 12 <i>Qualitative Risk Analysis Matriks Level of Risk</i>	70
Tabel 4. 13 Penilaian Risiko Sebelum Dilakukan Pengendalian	71
Tabel 4. 14 Penilaian risiko setelah dilakukan pengendalian.....	72
Tabel 4. 15 Tabel HIRADC	74
Tabel 4. 16 pengendalian resiko.....	82
Tabel 4. 18 Tabel HIRADC	3

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Statistik Kecelakaan Kerja Migas Hilir.....	2
Gambar 2. 1 Piramida Hirarki Pengendalian	31
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	41
Gambar 4. 1 Logo Perusahaan	45

Gambar 4. 2 Lokasi Perusahaan	46
Gambar 4. 3 <i>Refrigent Compressor</i>	47
Gambar 4. 4 <i>Probability Impact Matrix</i>	68

BAB I

PENDAHULUAN

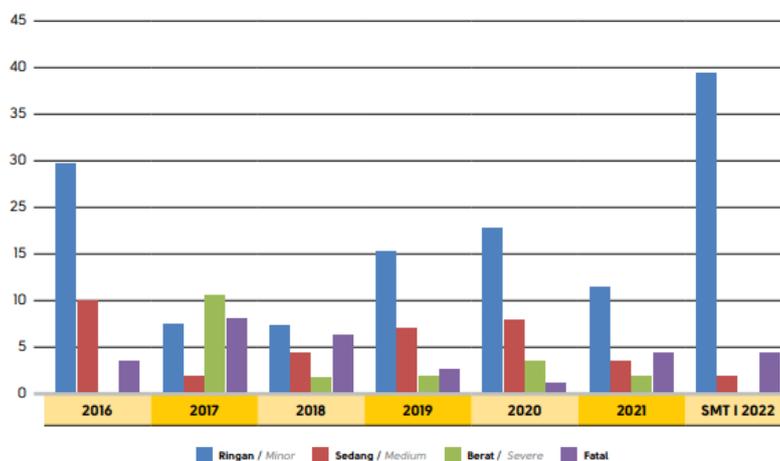
1.1 Latar Belakang

Minyak bumi merupakan sumber energi yang hasil olahannya digunakan sebagai bahan bakar, pembangkit listrik dan sebagai bahan baku pelumas (Suwanto & Hasan, 2018). Di Indonesia, minyak bumi menjadi sumber daya alam yang sangat penting, dimana terdapat permintaan yang tinggi akan hasil olahan minyak bumi untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari masyarakat Indonesia dan juga kebutuhan industri. Sebagai sumber energi dan devisa negara, minyak dan gas masih menjadi andalan bagi perekonomian Indonesia. Dari laporan SKK Migas 2022, batubara, mineral, gas alam dan minyak bumi menjadi kontributor terbesar Pemasukan Negara Bukan Pajak (PNBP), pada tahun 2022 menyumbang sebesar \$18,19 milyar atau setara Rp270 triliun (SKK MIGAS, 2022).

Industri migas yang menyumbang pemasukan negara terbesar tentunya memiliki potensi kecelakaan dan risiko yang tinggi (*high risk*). Hal ini dikarenakan industri migas berkaitan dengan zat-zat yang berbahaya dan mudah terbakar (gas dan *oil*), proses eksploitasi yang berisiko tinggi, menggunakan fasilitas dan konstruksi yang besar serta menggunakan banyak pekerja. Risiko kecelakaan kerja tersebut harus menjadi tanggung jawab untuk menerapkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Perusahaan. Banyak potensi bahaya diberbagai aktivitas kerja dalam pelaksanaan operasi maupun perbaikan peralatan, dengan demikian indsutri migas mengemban beban berat untuk memastikan keselamatan pekerjanya (Prastiyo & Ashari, 2022).

Risiko (*risk*) adalah suatu gabungan kemungkinan dari suatu peristiwa yang dapat mengancam keselamatan diri atau keparahan cedera yang disebabkan oleh peristiwa tersebut (Puspasari & Koesyanto, 2020). Sedangkan kecelakaan kerja adalah satu kejadian yang jelas tidak dikehendaki dan sering kali tidak terduga semua yang dapat menimbulkan kerugian baik waktu, harta benda, atau properti maupun korban jiwa terjadi di dalam suatu proses kerja industri atau yang berkaitan dengannya (Ghaffar Ismail et al., 2022). Pernyataan tersebut selaras dengan hasil penelitian dari Framulya. (2022) bahwa keselamatan dan kesehatan kerja merupakan faktor yang paling penting dalam menciptakan tempat kerja yang aman dan

melindungi pekerja bebas dari kecelakaan maupun risiko potensi bahaya yang akan ditimbulkan di tempat kerja.



Gambar 1. 1 Statistik Kecelakaan Kerja Migas Hilir

(Sumber data: Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral)

Statistik kecelakaan kerja pada kegiatan pengolahan migas yang dikeluarkan oleh Migas.esdm. (2023) di hilir sebagaimana dijelaskan pada gambar 1.1 pada semester 1 2022 menunjukkan bahwa peristiwa kecelakaan ringan yang terjadi sebanyak 39, sedang 2 dan kejadian fatal yang mengakibatkan kematian sebanyak 4. Sedangkan menurut data dari (SKK MIGAS, 2023) mencatat bahwa terdapat 36 pekerja di hulu migas nasional yang mengalami kecelakaan kerja pada 2023. 36 korban kecelakaan kerja tersebut terdiri dari 6 kecelakaan yang sebabkan kematian, 6 insiden sebabkan *lost workday case*, 1 kecelakaan sebabkan *restricted work case*, 5 kasus sebabkan *medical treatment case*, 14 kasus *first aid case* dan 4 lainnya adalah *illness fatality*.

PT Pertamina (Persero) sebagai perusahaan yang aktif mengolah migas pada kegiatan hilir juga menjadi sebuah perusahaan milik negara yang bergerak di bidang usaha minyak, gas, serta energi baru dan terbarukan secara terintegrasi, berdasarkan prinsip-prinsip komersial yang kuat beserta kegiatan usaha terkait lainnya baik di dalam maupun luar negeri (Pertamina, 2023). *Subholding* PT Pertamina (Persero) untuk menjadi *strategic holding company* dalam investasi dan usaha bisnis Pertamina terkait bisnis mega proyek kilang pengolahan dan petrokimia, terutama dalam menjalankan skema kerja sama dan untuk strategi pendanaan proyek. Salah satu bagian pecahan pengolahan migas dari PT Pertamina (Persero) yaitu PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap, dimana perusahaan ini mengolah

minyak dan gas nasional terbesar di Asia Tenggara, mengelola bahan baku yang digunakan oleh unit kilang lainnya di Indonesia untuk diproses kembali menjadi bahan bakar (Fajrin, 2020).

Wujud tanggung jawab terhadap tenaga kerja, PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap menyadari kebutuhan dan pentingnya menerapkan K3 dalam bisnis untuk menghindari kerugian dan mencegah terjadinya insiden berskala besar melalui penggunaan prosedur yang dapat diukur dan sesuai dengan semua undang-undang yang berlaku. Komitmen *Top Management* yang tercantum dalam Kebijakan HSSE PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap melingkupi bisnis di Unit Operasi dan Unit Proyek yaitu “Mengurangi risiko serendah mungkin untuk mencegah terjadinya insiden pada personil, aset, informasi dan lingkungan” (Pertamina Annual Report, 2023).

Tabel 1. 1 Jumlah Insiden pada Pegawai Tetap dan Kontraktor

Tahun	Kategori	<i>Fatality</i>	Perawatan medis
2020	Pegawai	0	2
	Kontraktor	3	37
2021	Pegawai	0	0
	Kontraktor	3	53
2022	Pegawai	0	0
	Kontraktor	4	49

(Sumber data: Laporan Keberlanjutan 2022 *Sustainability Report* Pertamina)

Komitmen bersama terkait *zero accident* menjadi landasan bagi semua pekerja PT Pertamina (Persero), namun kenyataannya berdasarkan Laporan Keberlanjutan 2022 *Sustainability Report* Pertamina sebagaimana yang ditunjukkan oleh table 1.1 yang mencakup pegawai perusahaan dan kontraktor menunjukkan informasi terkait peristiwa-peristiwa keselamatan proses. Pada tahun 2020 masih terdapat insiden *fatality* yang menimpa 3 kontraktor dan perawatan medis 2 pegawai dan 37 kontraktor membutuhkan perawatan medis. Pada tahun 2021 juga terjadi insiden *fatality* menimpa 3 Kontraktor dan sebanyak 53 kontraktor membutuhkan perawatan medis. Sedangkan pada tahun 2022 terdapat 4 insiden *fatality* yang menimpa kontraktor dan sebanyak 49 kontraktor membutuhkan perawatan medis. (Sustainability Report, 2023).

Aktiitas pengeboran dan produksi minyak, gas atau panas bumi sangat berpotensi terjadinya paparan gas toxic H₂S yang dipacu oleh udara panas sekitar yang sangat berbahaya terhadap tubuh pekerja. Titik penyebaran gas H₂S paling tinggi di kilang PT Kilang

Pertamina Internasional RU IV Cilacap dan banyak ditemukan berada di area *Sulfur Recovery Unit* (SRU), unit ini dibuat bertujuan untuk mengolah gas H₂S yang dihasilkan sebagai *by product proses* produksi yang berpotensi mencemari lingkungan dengan mengkonversi menjadi suatu senyawa sulfur yang dapat dijadikan bahan baku industry seperti produk sulfur cair, LPG dan condensate. Sehingga berdasarkan data evaluasi resiko tugas tahun 2022 yang dilakukan oleh HSSE pada bagian SRU yang memiliki sumber area bahaya H₂S yang tinggi dan risiko kecelakaan kerja.

Tabel 1. 2 *Lesson Learn* Akibat H₂S di RU IV

Tahun	<i>Lesson Learn</i> Akibat H ₂ S di RU IV
2007	4 orang pingsan di FOC I, 2 orang di OM
2008	1 orang hampir pingsan di tangki 47
2009	1 orang hampir pingsan di FOC II
2010	1 orang pingsan di tangki 1, 1 orang pingsan di colom FOC II
2011	3 orang meninggal dan 2 orang dirawat
2016	1 orang pingsan di SRU, 1 orang pingsan di RFCC
2018	1 orang pingsan di tangki K-102
2020	1 orang meninggal di FOC II

(Sumber data: Materi *Safety Induction* 2023)

PT. Pertamina Kilang Internasional RU IV Cilacap)

Berdasarkan data yang disampaikan pada *Safety Induction* 2023 fungsi HSSE, pada tahun 2007 hingga 2020 tercatat kejadian yang menimpa baik pegawai perusahaan maupun kontraktor sebanyak 2 orang hampir pingsan, 9 orang pingsan dan 4 orang meninggal dunia. Faktor yang ikut kontribusi terjadinya kecelakaan adalah tidak adanya pengetahuan dari pekerja akan potensi bahaya H₂S tanggap darurat penanganannya.

Kilang *Sulfur Recovery Unit* (SRU) bertujuan untuk mengolah gas H₂S ini membutuhkan *Refrigerant compressors* di unit produksi pengolahan memiliki peranan untuk menaikkan tekanan dan suhu gas refrigeran yang masuk ke dalamnya untuk diteruskan ke dapur produksi kilang. Mesin-mesin penunjang proses produksi kilang seperti halnya *Refrigerant compressors* diharapkan selalu terjaga kondisinya dalam keadaan prima, menuntut adanya kegiatan perawatan dan pemeliharaan. Namun, pada saat aktivitas pekerjaan pemeliharaan (*maintenance*) *Refrigerant compressors* terdapat bahaya dan risiko kecelakaan kerja, seperti kontak dengan bagian mesin yang bergerak seperti gigi roda sehingga dapat menyebabkan luka atau cedera serius. Penggunaan peralatan listrik yang tidak aman dapat

menyebabkan tersengat listrik saat pemeliharaan. Kegagalan kompresor juga dapat menyebabkan fatality kepada pekerja akibat keracunan paparan gas H₂S.

Penelitian ini dilakukan pada bagian SRU (*Sulphur Recovery Unit*). Berdasarkan hasil observasi peneliti bersama *safety officer* HSSE yang mana temuan inspeksi dilapangan masih terdapat beberapa pekerja maupun kotraktor yang abai terhadap keselamatan kerjanya. Data observasi pada 2023 terdapat 2 terdapat temuan pekerja yang tidak menggunakan pakaian personal H₂S dan APD sudah tidak layak digunakan saat melakukan pekerjaan pemeliharaan *Refrigerant compressors* di area SRU. Objek pada penelitian ini yaitu mengidentifikasi suatu bahaya, penilaian terhadap risiko-risiko yang ada, dan memberikan upaya pengendalian terhadap risiko-risiko dengan cara menerapkan hipotesis tentang keselamatan kerja menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) serta HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control*).

Menurut Marimin et al., (2013) FMEA adalah sebuah metode yang digunakan untuk memeriksa penyebab cacat atau kegagalan yang terjadi saat proses produksi, mengevaluasi prioritas risiko yang menyebabkan timbulnya kecelakaan kerja, dan membantu mengambil tindakan untuk menghindari masalah yang teridentifikasi sebagai bahaya kecelakaan kerja. Manfaat metode FMEA berdasarkan penelitian Fajar & Nurul, (2022) dapat membantu mengidentifikasi semua aktivitas yang menimbulkan risiko kecelakaan, yang kemudian dapat diketahui penyebab mana yang menjadi prioritas dan membuat tindakan perbaikan yang bisa diambil untuk mencegah atau mengurangi peluang terjadinya kecelakaan kerja yang akan terjadi. Metode HIRADC merupakan salah satu persyaratan yang harus ada dalam menerapkan SMK3 berdasarkan ISO 45001:2018. yang berguna untuk membedakan suatu potensi bahaya dengan cara membuat definisi karakteristik suatu bahaya yang mungkin akan terjadi serta membuat evaluasi terkait risiko yang dapat timbul melalui sebuah penilaian risiko menggunakan matriks penilaian risiko (Saputro & Lombardo, 2021).

Pada penelitian ini Metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi semua potensi risiko bahaya dan memberikan penilaian tingkat risiko terjadi berdasarkan data-data nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* pada tiap mode kegagalan potensial yang telah dianalisis sehingga didapatkan RPN (*Risk Priority Number*) pada pekerjaan pemeliharaan *refrigerant compressor* dan memberikan panduan untuk mengimplementasikan tindakan perbaikan yang sesuai. HIRADC digunakan untuk mengidentifikasi bahaya potensial (*hazard*) yang terkait dengan pekerjaan pemeliharaan *refrigent compressor* berdasarkan hasil nilai RPN (*Risk*

Priority Number) yang didapatkan menggunakan FMEA seperti faktor-faktor yang dapat menyebabkan kecelakaan atau cedera pada pekerja, kemudian menilai tingkat risiko yang terkait dengan masing-masing bahaya yang diidentifikasi. Risiko diukur berdasarkan probabilitas terjadinya bahaya dan tingkat dampaknya terhadap pekerja sehingga menyediakan kerangka kerja untuk mengendalikan risiko tersebut. Sedangkan hasil analisis menggunakan HIRADC dan FMEA dapat memberikan rekomendasi upaya pengendalian terkait risiko bahaya yang tepat untuk meminimalisir potensi terjadinya kecelakaan kerja terhadap keselamatan pekerja, peralatan, dan proses mitigasi terhadap paparan bahaya H₂S. Maka penelitian ini mengambil judul **“Analisis Resiko Kecelakaan Kerja Pekerjaan Pemeliharaan *Refrigent Compressor* Menggunakan Dan FMEA Serta Pengendalian Bahaya Paparan H₂S (Hidrogen Sulfida)”**.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Bagaimana identifikasi risiko kecelakaan kerja (*risk Identification*) pekerjaan pemeliharaan *refrigent compresor* pada *Sulfur Recovery Unit* menggunakan FMEA dan HIRADC?
2. Berapa nilai tingkat risiko (*risk rating*) terhadap potensi bahaya yang dapat terjadi pada pekerjaan pemeliharaan *refrigent compresor* pada *Sulfur Recovery Unit* (SRU)?
3. Bagaimana upaya pengendalian bahaya K3 serta mitigasi terhadap paparan bahaya H₂S hasil identifikasi menggunakan FMEA dan HIRADC?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka berikut merupakan tujuan dari penelitian ini:

1. Dapat mengidentifikasi risiko bahaya yang dapat terjadi dari proses operasional pada aktivitas pekerjaan pemeliharaan *refrigent compresor* menggunakan FMEA dan HIRADC.
2. Dapat menghitung serta menganalisis tingkat nilai suatu risiko terhadap keselamatan kerja pada aktivitas pekerjaan pemeliharaan *refrigent compresor* pada *Sulfur Recovery Unit* (SRU).

3. Dapat memberikan rekomendasi upaya pengendalian terkait risiko bahaya untuk meminimalisir potensi terjadinya kecelakaan kerja mitigasi dan paparan bahaya H₂S pada aktivitas pekerjaan pemeliharaan *refrigent compresor* pada *Sulfur Recovery Unit*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Perusahaan

Dapat dijadikan rekomendasi peningkatan dalam upaya pengendalian risiko-risiko terjadinya kecelakaan pada proses pekerjaan pemeliharaan *refrigent compresor* pada *Sulfur Recovery Unit* (SRU) di PT. Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap.

2. Bagi Penulis

Dapat meningkatkan pengetahuan penulis dan dapat menimplementasikan penerapan ilmu Teknik Industri terutama pada bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dalam sektor migas.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Objek penelitian dikhususkan pada pekerjaan pemeliharaan *refrigent compresor* pada *Sulfur Recovery Unit* (SRU).
2. Metode dalam mengidentifikasi, menilai tingkat risiko, dan tindakan pengendalian menggunakan pendekatan sistem HIRADC dan FMEA.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian berisi tentang kajian yang sudah dilakukan peneliti sebelumnya yang mana tujuannya adalah agar dapat diketahui arah penelitian dan mengetahui kajian-kajian yang pernah dilakukan sebelumnya

2.1.1 HIRADC

Terdapat beberapa penelitian menggunakan metode HIRADC, penelitian yang dilakukan oleh Nur Syawal (2023) untuk mengidentifikasi dan mengukur risiko yang ada di PT. Indonesia Thailand *Summit Plastech* (ITSP) menggunakan *Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control* (HIRADC). Dalam proses produksi di PT. ITSP banyak menggunakan mesin-mesin berat seperti mesin mold, crane dan yang lainnya. Mesin-mesin besar tersebut tentu ada potensi terjadinya kecelakaan kerja karena adanya risiko bahaya ketika melakukan pekerjaan. Bagian *section injection* di PT. ITSP menjadi salah satu departemen yang memiliki potensi bahaya yang cukup tinggi dibandingkan departemen lain. Sehingga metode HIRADC diharapkan mampu mengidentifikasikan risiko bahaya yang ada sekaligus meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja. Dari hasil analisis menggunakan metode HIRADC tersebut kemudian dapat diusulkan perbaikan untuk menekan risiko bahaya yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja. Namun perlu penegasan kembali penggunaan APD karena hal dasar ini menjadi penting dalam upaya mencegah dan meminimalisir bahaya yang ada.

Penelitian yang dilakukan oleh Saputro & Lombardo (2021) terkait usulan pengendalian risiko pada proses kerja pembubutan di PT. Zae Elang Perkasa yang dilakukan menggunakan metode HIRADC. HIRADC merupakan elemen penting dalam SMK3 karena berkaitan dengan upaya pengendalian risiko yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja K3 perusahaan. Penyusunan HIRADC pada penelitian ini diawali dengan tahapan identifikasi potensi bahaya dan potensi peluang pada seluruh aktivitas di proses kerja pembubutan pada PT. Zae Elang Perkasa. Setiap potensi bahaya dan peluang yang ditemukan akan dianalisa dan dilakukan penilaian risiko. Hasil dari penilaian risiko kemudian dijadikan acuan untuk menentukan

pengendalian risiko yang tepat sehingga dapat memberikan keuntungan atau manfaat bagi perusahaan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hidayat & Hardono (2021) mengenai aktivitas di PT. CA memiliki potensi kecelakaan kerja yang cukup besar. Penerapan HIRADC guna mencegah terjadinya kecelakaan kerja pada proses penerimaan barang untuk disimpan sebelum didistribusikan ke berbagai Dealer di daerah. Penelitian ini bertujuan yaitu mengendalikan bahaya dalam proses penerimaan pada area *receiving* dan menetapkan standard keamanan baku dalam proses penerimaan pada area *receiving* dengan mengidentifikasi bahaya, menilai resiko, dan menentukan bentuk pengendaliannya. Hasil penelitian ini menunjukkan area kerja pada *receiving* memiliki 7 aktivitas yang terdapat 20 potensi bahaya. Tingkat resiko tertinggi yaitu substantial pada aktivitas memindahkan muatan menuju penyimpanan sementara atau area pemeriksaan dengan potensi bahaya menabrak pekerja yang berdampak pada cedera anggota tubuh, patah tulang, hingga meninggal dunia, sehingga aktivitas ini menjadi perhatian agar tidak terjadi kecelakaan kerja. Berdasarkan penelitian ini HIRADC membantu dalam pemberian rekomendasi pengendalian bahaya yang tepat berupa menetapkan SOP.

Penelitian yang dilakukan oleh Endrizal et al., (2022) membahas tentang pengendalian keselamatan kerja dan kesehatan di Kapal Sedot Produksi (KIP) 16 Samudera Bangka Unit Pertambangan PT Timah (Persero) Tbk menggunakan metode (HIRADC). Jenis pekerjaan yang merupakan pekerjaan galian, yaitu proses pencucian, pekerjaan las, pekerjaan yang bertugas mengontrol mesin dan pekerjaan di ruang terbatas. Setiap jenis pekerjaan memiliki tingkat resiko yang berbeda. Namun, jenis pekerjaan yang memiliki tingkat resiko paling tinggi akan ditangani terlebih dahulu daripada bekerja dengan tingkat resiko yang rendah. Hal ini dikarenakan tingkat resiko yang paling tinggi memiliki nilai yang sangat berdampak besar, sehingga diperlukan pengendalian yang tepat untuk meminimalisir kecelakaan kerja. Sehingga Langkah pertama sebelum melakukan analisis HIRADC adalah menghitung jumlah kecelakaan, hilangnya jam kerja saat kecelakaan, dan tingkat keparahan kecelakaan menggunakan rumus FR, SR, dan IR.

Lazuardi et al., (2022) pernah melakukan penelitian tentang implementasi dan manajemen risiko berkelanjutan untuk keselamatan dan Kesehatan pekerja dengan metode HIRADC (*hazard identification, risk assessment and determining control*) pada departemen *Assembly* di PT. Hirose Electric Indonesia. Metode analisis yang digunakan berupa analisis

kualitatif, pengumpulan data menggunakan wawancara, dan observasi. Hasilnya identifikasi risiko menggunakan HIRADC didapatkan 18 jenis pekerjaan. Kesimpulan penelitian ini bahwa pada departemen *Assembly* teridentifikasi terdapat bahaya dengan nilai risiko 1-2 (*Trivial*), 3-4 (*Acceptable*), dan 5-9 (*Moderate*). Fokus rekomendasi penelitian ini berdasarkan table HIRADC harus pada kebutuhan untuk APD yang lebih komprehensif, sosialisasi K3 dan pemberian rambu K3 pada bagian mesin peralatan kerja.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Soesilo (2022) dengan tujuan mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan kecelakaan kerja pada proses penggantian cetakan pada *Inject Machine Stretch Blow* (ISBM) dengan menggunakan *Job Safety Analysis* (JSA) dan *Hazard Identification Risk Assessment and Determining Metode kontrol* (HIRADC). Hasil penilaian risiko yang dilakukan adalah 23 risiko dengan peringkat risiko terdiri dari 6 risiko dengan peringkat risiko tinggi, 11 risiko menengah, 6 risiko rendah. Pengendalian resiko untuk pekerja dalam penggantian mold mesin ISBM pengendalian risiko kerja yang tepat untuk mencegah pekerjaan yaitu dengan alat pelindung diri seperti penggunaan sarung tangan, pelindung kepala, dan penggunaan sepatu keselamatan. Selain itu, pekerja selalu diminta untuk memeriksa kondisi alat kerja sebelum mulai bekerja. Untuk selanjutnya, proses analisis JSA dan HIRADC juga harus diterapkan pada proses dan mesin lain, dimana hal ini akan mengurangi potensi kecelakaan kerja yang pada akhirnya dapat merugikan perusahaan jika terjadi.

Ihsan et al., (2020) meneliti terkait peristiwa terjadinya kecelakaan kerja pada perusahaan PT IGASAR. Pada Tahun 2017–2018 terdapat 5 kali peristiwa kecelakaan kerja. Hasil analisis risiko menggunakan pendekatan HIRADC yang dilakukan, PT IGASAR termasuk pada berisiko sedang yakni sebesar 100%. PT. IGASAR memiliki *risk assessment* untuk kegiatannya memiliki tingkat risiko sedang (*medium risk*) dengan 5 potensi bahaya yaitu jatuh dari kendaraan pada saat berangkat bekerja, tertimpa alat pada area produksi *batching plan*, terpeleset pada area produksi beton cetak, terjepit saat pengecekan kendaraan dan terluka akibat adanya aki yang meledak pada saat memasang pengamanan aki mobil. Pengendalian risiko dapat dilakukan dengan memberi alat pelindung diri; mengadakan dan menempatkan *safety sign*; melakukan perawatan peralatan; dan membuat batas area jalan.

Penelitian oleh Fauziah et al., (2020) mengenai identifikasi untuk mengurangi risiko tingkat untuk meminimalkan risiko yang dapat mempengaruhi Keselamatan dan Kesehatan menggunakan HIRADC di Laboratorium Histologi Anatomi. Penelitian hasil penelitian

menunjukkan bahwa dari lima kegiatan yang seperti eksperimen oleh mahasiswa kedokteran, pembentukan mayat kering, baru Pembentukan mayat, pemeliharaan mayat dan pembakaran barang oleh pekerja laboratorium, ada 16 bahaya ditemukan, Kontrol dan rekomendasi asalkan memberikan sosialisasi tentang pentingnya memakai APD (sarung tangan karet, kaca mata pengaman, dan jas laboratorium), memberikan penjelasan tentang pekerjaan kepada pekerja serta penjelasan tentang SOP laboratorium dan penyediaan alat pemadam kebakaran.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Ekayogiharso et al., (2022) untuk mengevaluasi dan melakukan pengendalian risiko yang dapat terjadi saat instalasi lift menggunakan Teknik JSA dan HIRADC. Dilihat dari beberapa data mengenai banyaknya kecelakaan lift pada beberapa bangunan tersebut karena kurang diperhatikannya K3, maka perlu diadakannya Evaluasi Risiko dalam aspek K3 menggunakan teknik JSA dan HIRADC sebagai alat untuk melindungi perusahaan dari setiap kemungkinan yang merugikan terutama pada proyek konstruksi dalam instalasi lift. Metode yang digunakan yaitu survey lapangan serta menganalisis dengan metode kualitatif matrik, peringkat risiko rendah hingga paling tinggi dengan standart AS/NZS 4360, pengamatan dilakukan hingga instalasi selesai dan layak dioperasikan. Hasil prosentase wawancara 30 pekerja lift untuk penerapan sistem manajemen keselamatan kerja yaitu: tingkat risiko kecil (70%), tingkat risiko sedang (7%), tingkat risiko berat (5%), tingkat risiko sangat tinggi (18%). Hal tersebut dikarenakan PT XYZ sudah menerapkan manajemen K3.

2.1.2 FMEA

Penelitian tentang *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pernah dilakukan oleh Rahmatullah Hanif et al., (2022) guna menganalisis tingkatan resiko dalam proses pekerjaan pembangunan Kapal Bantu Rumah Sakit (BRS). *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan dalam sebuah system, desain, proses dan pelayanan (*service*). Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan pemberian nilai atau skor masing masing kegagalan berdasarkan tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*) dan tingkat deteksi (*detection*). Hasil yang didapat menunjukkan jika terdapat 7 potensi sumber bahaya yang telah teridentifikasi, dan terdapat dua risiko/sumber bahaya yang mempunyai nilai RPN (*Risk Priority Number*) paling tinggi. Dengan resiko paling tinggi ialah pada proses pekerjaan Fit up pada material panas dari pemotongan/ pengelasan. Pencegahan serta melakukan perbaikan (*maintenance*) yang bisa

dicoba yang merupakan mengadakan pengecekan teratur saat sebelum aktivitas berlangsung terhadap perlengkapan, serta mengharuskan pekerja yang ikut serta dalam proses tersebut memakai perlengkapan pelindung diri (APD) yang meliputi helm, sepatu safety, dan perlengkapan pelindung diri yang lain guna kurangi akibat yang terdapat dalam proses pekerjaan pembangunan kapal bantu rumah sakit (BRS).

Penelitian selanjutnya oleh Rama & Bhaskara (2022) menjelaskan tentang perbandingan risiko kecelakaan pelaksanaan suatu proses pembangunan menggunakan dua metode yaitu metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dan HAZOP (*Hazard Analysis and Operability Study*), penerapan penelitian secara kuantitatif penelitian ini adalah dengan melakukan pengamatan langsung di proyek pembangunan lalu menganalisis risiko kecelakaan sesuai dengan data K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) dan sesuai dengan hasil pengamatan yang telah dilakukan di Proyek Pembangunan Pasar Johar Selatan, Semarang. Analisis risiko yang didapat berdasarkan metode FMEA dengan nilai RPN paling tinggi pada pekerjaan pembesian. Sehingga diperlukan tindakan mitigasi yang dilakukan sesuai dengan metode FMEA dan HAZOP yaitu dengan sering melakukan arahan kepada para pekerja untuk rajin menggunakan APD sesuai standar K3, memberikan penyuluhan tentang pentingnya APD, dan Penataan kepada para pekerja untuk keselamatan kerja.

Hasil penelitian Rana Yosaka & Basuki (2022) pada pembangunan *Barge Mounted Power Plant* (BMPP) 60MW di PT. PAL Indonesia Persero menggunakan FMEA dapat disimpulkan bahwa proses identifikasi risiko pada bagian pembangunan *Barge Mounted Power Plant* (BMPP) ini menghasilkan 20 jenis risiko. Tindakan Mitigasi Risiko dilakukan setelah didapatkannya nilai dari prioritas risiko yang menurut perhitungan memiliki potensi memiliki nilai terbesar dan potensi terjadinya cukup tinggi. Dari hasil prioritas langkah mitigasi diatas diketahui bahwa prioritas pertama adalah pada jenis kegiatan Fabrikasi dan Sub Assembly sebagaimana yang tertera di atas maka perlu dilakukan tindakan seperti memastikan akurasi atau *Check Accuracy* biasanya dengan bantuan theodolite sebelum nantinya dilakukan kegiatan assembly.

Penelitian selanjutnya oleh Yanda et al., (2021) bertujuan untuk mengetahui sumber risiko kecelakaan kerja yang mengacu pada konsep Manajemen Risiko JSA AS/NZS: 4360 dan metode FMEA. Desain penelitian yang dilakukan adalah analitik observasional. Hasil observasi dan wawancara mendalam dengan informan diketahui lima risiko pada setiap tahapan proses pertanian dalam hal ini penanaman cabe diantaranya penyiapan lahan

pertanian dengan risiko luka akibat komponen cangkul yang tajam RPN 27 berada pada tingkat risiko *Very High*. Risiko gatal dan kutu air pada tahap penanaman RPN 8 tingkat risiko *High*, risiko luka akibat sabit saat pemeliharaan RPN 18 tingkat risiko *High*. Terabsorpsi zat kimia saat pengendalian OPT RPN 18 tingkat risiko *High* dan risiko diserang hewan berbisa RPN 8 tingkat risiko Medium pada proses panen, saran bagi kelompok tani harus lebih aktif dalam meningkatkan kesadaran terhadap K3, dan juga bagi instansi terkait memberikan perhatian pada K3 terutama dinas kesehatan dan pertanian yang berada diwilayah kerja Kecamatan Rumbai Bukit.

Penelitian yang dilakukan oleh Fajar & Nurul (2022) Metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi semua aktivitas yang menimbulkan risiko kecelakaan di CV CKS yang kemudian dapat diketahui penyebab mana yang menjadi prioritas dan membuat tindakan perbaikan yang bisa diambil untuk mencegah atau mengurangi peluang terjadinya kecelakaan kerja yang akan terjadi. Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi yaitu sebesar 43,8 diperoleh dari jenis kecelakaan kerja jari tangan terjepit mesin. Terjadinya kecelakaan kerja dapat diminimalisir dengan penanganan yang tepat, termasuk pengawasan yang ketat, penanganan prosedur kerja yang sesuai, dan mengingatkan pentingnya menggunakan Alat Pelindung Diri (APD).

Tujuan penelitian yang dilakukan oleh Mohammad & Minto (2022) mengidentifikasi risiko, menganalisis peringkat risiko dan mitigasi risiko yang terjadi pada perkerjaan produksi kapal di Divisi Kapal Niaga PT.PAL Indonesia. Penelitian ini difokuskan pada departemen *Erection*, metode yang digunakan FMEA. Sehingga dapat diketahui bahwa yang memiliki nilai RPN tertinggi yaitu pada aktivitas *welding*/pengelasan, menyebabkan kebakaran dengan nilai RPN sebesar 140. Prioritas kecelakaan kerja yang harus ditangani terlebih dahulu adalah kebakaran akibat proses pengelasan. Pada nantinya diberikan tindakan pengendalian sesuai dari sumber bahaya menggunakan matrik risiko, sehingga hasil dari mitigasi menggunakan matrik risiko diharapkan dapat menurunkan angka kecelakaan kerja pada Divisi Kapal Niaga di Departemen *Erection*. Dan diketahui bahwa *failure mode* yang harus diprioritaskan untuk ditangani perusahaan adalah 3 kategori yang nilainya begitu tinggi yakni kebakaran dari proses pengelasan, Tersengat aliran listrik, dan jatuh dari ketinggian.

Penelitian yang dilakukan oleh Pratama & Basuki (2022) bertujuan untuk mengidentifikasi faktor bahaya atau potensi bahaya, penilaian risiko, dan melakukan mitigasi risiko yang fokus pada pekerjaan pemeliharaan dan perbaikan di area kamar mesin kapal

general cargo. Data primer didapatkan melalui survey, wawancara dan dokumentasi yang dilakukan di galangan kapal PT. Tambangan Raya Permai Surabaya. Hasil penelitian teridentifikasi 6 komponen berpotensi bahaya dan berisiko meliputi mesin induk, mesin bantu, pompa general system, sistem got kamar mesin, tangga kamar mesin, dan lantai kamar mesin. Terdapat 16 mode kegagalan/potensi bahaya yang teridentifikasi. Potensi bahaya ini terdapat pada 10 kegiatan kerja pemeliharaan dan perbaikan komponen dan sisanya 2 pada aspek fungsinya. Kemudian penilaian risiko FMEA didapatkan *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi pada 2 komponen yaitu (Sistem got kamar mesin dan mesin induk). Mitigasi risiko yang diusulkan yaitu penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) secara lengkap seperti (Sarung tangan, sepatu safety, safety helmet, wearpack/katelpak, masker/jenis masker respirator, dll) yang sesuai standar perlu ditaati dan dilaksanakan. Lakukan pengecekan area kerja, pengecekan kelayakan peralatan sebelum digunakan, dan penggantian alat jika terjadi kerusakan.

Hasil analisis risiko yang dilakukan oleh Nasir & Andesta (2022) pada kecelakaan kerja unit fabrikasi baja PT. XYZ dengan menggabungkan dua tools yaitu metode fishbone diagram dan metode FMEA dapat ditarik 3 poin kesimpulan yaitu yang pertama terdapat 42 indikator risiko kecelakaan kerja dalam proses produksi manufaktur di unit fabrikasi baja PT. XYZ. Kedua, nilai RPN pada setiap risiko kecelakaan kerja akan dibandingkan dengan nilai RPN rata-rata untuk mengetahui indikator risiko kecelakaan kerja apa saja yang terkategori kritis dan tidak kritis. Dalam penelitian ini, didapatkan nilai 43,18 sebagai nilai dari RPN rata-rata. Setelah memahami risiko kecelakaan kerja kritis, rekomendasi untuk mengatasi risiko kecelakaan kerja yang ada di unit fabrikasi baja PT. XYZ dapat diberikan.

Tabel 2. 1 *State of The Arts*

No.	Judul penelitian	Penulis, Tahun	Subjek Penelitian	Fokus penelitian			Metode		
				Identifikasi risiko	Risk rating	Pengendalian bahaya	H2S	HIRADC	FMEA
1.	<i>Analisis Potensi Bahaya dengan Metode HIRADC untuk Mencegah Terjadinya Kecelakaan Kerja di Departemen Injection PT. Indonesia Thai Summit Plastech</i>	(Nur Syawal, 2023)	pekerja di departemen injection PT. Indonesia Thai Summit Plastech	√	√	√		√	
2.	<i>Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control (HIRADC) Dalam Mengendalikan</i>	(Saputro & Lombardo, 2021a)	Seluruh operator mesin bubut yang ada di area produksi PT. Zae Elang Perkasa	√	√	√		√	

No.	Judul penelitian	Penulis, Tahun	Subjek Penelitian	Fokus penelitian			Metode		
				Identifikasi risiko	Risk rating	Pengendalian bahaya	H2S	HIRADC	FMEA
	<i>Risiko Di Pt. Zae Elang Perkasa</i>								
3.	<i>Penerapan Metode HIRADC pada Bagian Proses Penerimaan di PT. CA Application of the HIRADC Method in the Receiving Process Section at PT. CA</i>	(Hidayat & Hardono, 2021)	Pekerja bagian receiving	√	√	√		√	
4.	<i>Determining control in production suction vessels (KIP) 16 Bangka Ocean mining units PT Timah (Persero)</i>	(Endrizal et al., 2022)	Kepala seksi K3, seksi keselamatan kerja, pemadam kebakaran,	√	√	√		√	

No.	Judul penelitian	Penulis, Tahun	Subjek Penelitian	Fokus penelitian			Metode		
				Identifikasi risiko	Risk rating	Pengendalian bahaya	H2S	HIRADC	FMEA
	<i>Tbk</i>		petugas lapangan, dan pekerja.						
5.	<i>Analisis Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode HIRADC pada Departemen Assembly Listrik</i>	(Lazuardi et al., 2022)	<i>Departemen Assembly di PT. Hirose Electric Indonesia</i>	√	√	√		√	
6.	<i>JSA and HIRADC Analysis of Mold Replacement Process on Inject Stretch Blow Machine</i>	(Soesilo, n.d.)	<i>Pekerja inject stretch blow machine</i>	√	√	√		√	

No.	Judul penelitian	Penulis, Tahun	Subjek Penelitian	Fokus penelitian			Metode		
				Identifikasi risiko	Risk rating	Pengendalian bahaya	H2S	HIRADC	FMEA
7.	<i>Analisis Risiko Potensi Bahaya dan Pengendaliannya Dengan Metode HIRADC pada PT. IGASAR Kota Padang Sumatera Barat</i>	(Ihsan et al., 2020)	Karyawan, PT. IGASAR	√	√	√		√	
8.	<i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) Method in a University Laboratory in Surabaya,</i>	(Fauziah et al., 2020)	Pekerja laboratorium	√	√	√		√	

No.	Judul penelitian	Penulis, Tahun	Subjek Penelitian	Fokus penelitian			Metode		
				Identifikasi risiko	Risk rating	Pengendalian bahaya	H2S	HIRADC	FMEA
<i>Indonesia</i>									
9.	<i>Manajemen Pengendalian Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Untuk Mencegah Terjadinya Kecelakaan Kerja Saat Instalasi Lift Menggunakan Teknik Jsa Dan Hiradc Di Gedung Xyz Jakarta Selatan</i>	(Ekayogiharso et al., 2022)	30 responden dari tenaga instalasi lift	√	√	√		√	
10.	<i>Penilaian Risiko K3 pada Proses Pembangunan</i>	(Rahmatullah Hanif et al., 2022)	Pekerja pembangunan kapal bantu	√	√	√			√

No.	Judul penelitian	Penulis, Tahun	Subjek Penelitian	Fokus penelitian			Metode		
				Identifikasi risiko	Risk rating	Pengendalian bahaya	H2S	HIRADC	FMEA
	<i>Kapal Bantu Rumah Sakit (BRS) menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Matrik Risiko</i>		rumah sakit (BRS)						
11.	<i>Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Pembangunan Dengan Metode FMEA dan HAZOP</i>	(Rama & Bhaskara, 2022)	Kontraktor dan coreteam pada proyek pembangunan underpass Jatingaleh Semarang	√	√	√			√
12.	<i>Analisa Risiko Pembangunan Barge Mounted Power Plant</i>	(Rana Yosaka & Basuki, 2022)	Pekerja pembangunan <i>Barge Mounted Power Plant</i>	√	√	√			√

No.	Judul penelitian	Penulis, Tahun	Subjek Penelitian	Fokus penelitian			Metode		
				Identifikasi risiko	Risk rating	Pengendalian bahaya	H2S	HIRADC	FMEA
	<i>(Bmpp) 60 Mw Di Pt. PAL Indonesia (Persero) Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Dan Matrik Risiko</i>		(BMPP).						
13.	<i>Identifikasi Dan Analisa Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) Pada Kelompok Tani Palas Baru Rumbai</i>	(Yanda et al., 2021)	Kelompok tani Palas Baru Kecamatan Rumbai Bukit Kota Pekanbaru	√	√	√			√
14.	<i>Usulan Perbaikan</i>	(Fajar &	Pekerja CV	√	√				√

No.	Judul penelitian	Penulis, Tahun	Subjek Penelitian	Fokus penelitian			Metode		
				Identifikasi risiko	Risk rating	Pengendalian bahaya	H2S	HIRADC	FMEA
	<i>Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Dan Fishbone Diagram</i>	Nurul, 2022)	CKS						
15.	<i>Risk Assessment K3 Pada Divisi Kapal Niaga Pt. Pal Indonesia Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)</i>	(Mohammad & Minto, 2022)	Pekerja divisi kapal niaga pada departemen erection	√	√	√			√
16.	<i>Mitigasi Risiko K3 Pada Pekerjaan Pemeliharaan Dan</i>	(Pratama & Basuki, 2022)	Pekerjaan pemeliharaan dan perbaikan di	√	√	√			√

No.	Judul penelitian	Penulis, Tahun	Subjek Penelitian	Fokus penelitian			Metode		
				Identifikasi risiko	<i>Risk rating</i>	Pengendali an bahaya	H2S	HIRADC	FMEA
	<i>Perbaikan di Area Kamar Mesin Kapal General Cargo Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis</i>		area kamar mesin kapal <i>general cargo</i>						
17.	<i>Pendekatan Metode Failure Mode and Effect Analysis dalam Analisis Risiko Kecelakaan Kerja di Unit Fabrikasi Baja PT. XYZ</i>	(Nasir & Andesta, 2022)	Pekerja proses manufaktur di unit fabrikasi baja PT. XYZ.	√	√	√			√

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Menurut Pasal 1 Ayat 2 Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 50 Tahun 2012, Kesehatan dan Keselamatan Kerja Indonesia (2012) adalah aktifitas untuk melindungi dan menjamin kesehatan dan keselamatan karyawan melalui upaya untuk mencegah kecelakaan dan penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan. Mengikuti Dwi Jatmiko (2016) definisi Kesehatan dan Keselamatan kerja (K3) terbagi menjadi tiga, yakni berdasarkan.

1. Standar OHSAS 18001:2007, situasi yang berpengaruh di tempat kerja pada kesehatan dan keselamatan kerja, pekerja dan variabel pendukung lingkungan pekerjaan.
2. Keilmuan, bagian ilmu pengetahuan dan penerapan yang meninjau mengenai antisipasi kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja atau PAK, dan bencana alam.
3. Filosofi, kesehatan dan keselamatan kerja merupakan situasi aman dan sehat bagi pekerja, lingkungan kerja dan dalam pekerjaan.

Menurut jurnal penelitian dari Jilcha & Kitaw (2017) “Kesehatan bukanlah segalanya, tapi tanpa kesehatan, semuanya bukan apa-apa”. Mengacu pada Undang-undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Depnaker (2005) bahwa setiap tenaga kerja berhak mendapat perlindungan dan keselamatan dari perusahaan dalam melaksanakan pekerjaan untuk mensejahterakan hidup pekerjaannya serta peningkatan produksi dan produktivitas nasional. Berdasarkan pengertian diatas dapat diartikan bahwa keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan suatu ilmu pengetahuan yang mempelajari hal hal terkait faktor – faktor penyebab kecelakaan dan penyakit akibat kerja yang bertujuan untuk mencegah adanya risiko terjadinya kecelakaan kerja serta menciptakan keamanan dan kenyamanan bagi pekerja di tempat kerja.

2.2.2 Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja merupakan suatu kejadian yang tidak diinginkan atau dikehendaki dan tidak terjadi secara kebetulan, melainkan ada penyebabnya. Dikarenakan kecelakaan kerja ada penyebabnya, maka diperlukan identifikasi mengenai penyebab tersebut untuk dilakukan evaluasi dan selanjutnya dicari tindakan preventif lebih lanjut agar kecelakaan serupa tidak terjadi di kemudian hari (Suma'mur, 2013). Berdasarkan Undang-Undang No. 1 tahun 1970

tentang keselamatan kerja, kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang tidak diduga dan tidak dikehendaki yang mengacaukan proses yang telah diatur dari suatu aktivitas dan dapat menimbulkan kerugian baik korban manusia maupun harta benda. Sedangkan menurut Undang-Undang No. 3 Ketenagakerjaan (1992) tentang Jaminan Sosial Tenaga Kerja, kecelakaan kerja merupakan kecelakaan yang terjadi dalam pekerjaan sejak berangkat dari rumah menuju ke tempat kerja dan pulang ke rumah melalui jalan yang biasa dilalui. Kecelakaan kerja didefinisikan suatu kejadian tiba-tiba yang tidak diinginkan yang dapat mengakibatkan luka-luka, kerusakan harta benda atau kerugian waktu, hingga kematian.

Sehingga menurut Sen et al., (2023) perhatian terhadap K3 memiliki pengaruh yang signifikan terhadap jumlah dan tingkat keparahan kecelakaan. Jika peraturan kesehatan dan keselamatan kerja kurang diperhatikan, maka angka kecelakaan akan semakin tinggi karena pemahaman tentang K3 yang minim. Akibat kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja dapat terjadi tidak hanya untuk pekerja itu sendiri, tetapi juga bagi perusahaan itu sendiri, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pelaksanaan K3 sangat erat kaitannya dengan jumlah dan tingkat keparahan kecelakaan.

2.2.3 Bahaya (*Hazard*)

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia KBBI (2023) bahaya ialah suatu kejadian yang dapat mendatangkan kecelakaan, kesengsaraan, kerugian dan lain sebagainya. Bahaya atau yang biasa dikenal dengan *hazard* dapat terjadi di kehidupan sehari-hari dan akan selalu ada dimana saja, kapan saja, dan oleh siapa saja. Sedangkan bahaya kerja ialah suatu kejadian yang dapat menimbulkan kerugian yang terjadi di area kerja. Bahaya tidak akan menimbulkan akibat pada aktivitas jika bahaya tersebut tidak bersinggungan dengan manusia, benda, alam dan lainnya.

Bahaya merupakan suasana dalam area kerja yang bisa disebabkan atau tidak disebabkan adanya hubungan bersama variabel lain dan hal itu bisa memicu peristiwa yang tidak diharapkan dengan adanya kerugian baik itu pada pekerja maupun alat kerja. Bahaya dapat kita cegah jika dapat mengetahui bahaya dengan baik. Untuk dapat mengetahui bahaya dengan baik berikut jenis-jenis bahaya yang kerap ditemukan ada pada area kerja (Erliana & Azis, 2020)

1. Bahaya Fisik (*Physical Hazard*), Bahaya ini memberikan dampak pada kesehatan pekerja dan berasal dari faktor fisika seperti radiasi, kebisingan, penerangan, getaran, dan lain sebagainya. Yang mana sumbernya ialah mesin, komputer, lampu, dll.

2. Bahaya Kimia (*Chemical Hazard*), Bahaya ini berasal dari faktor kimia seperti bahan atau material yang digunakan pada aktivitas kerja yang bersifat kimia. Pada jenis bahaya ini bisa mempengaruhi kesehatan pekerja melalui pernafasan, kulit, dan lain sebagainya.
3. Bahaya Biologi (*Biological Hazard*), Bahaya biologi timbul oleh faktor makhluk hidup yang memberikan dampak negatif terhadap pekerja seperti virus, binatang, tanaman, dan lain sebagainya.
4. Bahaya Fisiologis (*Physiological Hazard*), Bahaya ini timbul oleh faktor gangguan psikologi pekerja yang disebabkan tekanan dari area kerja maupun di luar area kerja.
5. Bahaya Psiko-sosial (*Psycho-social Hazard*), Bahaya psiko-sosial ditimbulkan oleh keadaan psikologis pekerja yang kurang baik dengan rekan kerja dan area kerja seperti penempatan kerja yang tidak sebanding dengan minat, kurang mahirnya pekerja dalam bekerja, hubungan antar pekerja yang tidak baik, dan lain sebagainya, yang mana hal tersebut dapat menimbulkan stress akibat kerja.
6. Risiko proses produksi (*Production Process Hazard*) adalah risiko yang timbul dari kegiatan di tempat kerja, dan dapat ditimbulkan oleh persediaan, peralatan, alat, atau mesin yang digunakan dalam kegiatan tersebut atau dalam proses produksi.

2.2.4 Risiko (*Risk*)

Risiko adalah peristiwa yang akan datang tetapi belum pasti dari ketentuan yang sudah dibuat dengan berbagai pertimbangan Indra Siswanti et al., (2020) oleh karena itu risiko atau Risk dapat disebut sebagai elemen yang tidak dapat lepas dari aktivitas keseharian manusia.

Menurut Therese Vaughan & Emmett Vaughan (1978) risiko didefinisikan sebagai :

1. Potensi kerugian (*the possibility of loss*).
2. Ketidakpastian (*uncertainty*).
3. Hasil yang tidak sesuai dengan yang diinginkan (*the dispersion of actual from expected result*).
4. Kemungkinan bahwa suatu hasil dapat berbeda dari yang diharapkan (*the probability of any outcome different from the one expected*).

Dibutuhkan proses mengatasi risiko-risiko untuk mencapai tujuan pada manajemen risiko, maka pada pengelolaan risiko tidak timbul kecelakaan (Walujodjati & Rahadian, 2021). Proses yang dimaksud ialah menyusun konteks, lalu *risk assessment* penilaian risiko yang

pada proses kali ini terbagi menjadi tiga proses yaitu melakukan identifikasi risiko, melakukan analisis risiko, melakukan evaluasi risiko, kemudian selanjutnya tanggapan risiko atau bisa juga disebut pengendalian risiko. Kelima proses tersebut secara terus menerus dilakukan audit dengan melakukan monitoring dan juga review risiko.

2.2.5 HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control*)

Sebagai komponen penting dari sistem manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), HIRADC memiliki hubungan dekat dengan proses pencegahan dan pengurangan bahaya dalam sebuah organisasi. HIRADC adalah teknik untuk risiko mengidentifikasi bahaya, peningkatan risiko dan tindakan pengendaliannya. Terdapat tiga tahapan dalam menyusun HIRADC yakni: mengidentifikasi bahaya (*hazard identification*), menilai risiko (*risk assessment*), dan mengendalikan potensi bahaya (*determining control*) (Pranata & Sukwika, 2022). Keuntungan menggunakan HIRADC yaitu :

1. Perusahaan atau industri dapat mengembangkan pendekatan yang sistematis untuk mengelola kesehatan dan keselamatan kerja (K3) yang mempertimbangkan risiko, peluang, dan persyaratan berdasarkan hukum.
2. Mampu mengenali risiko dan bahaya yang terkait dengan semua aktivitas di perusahaan atau industri dan mengontrol kemungkinan kecelakaan kerja yang dapat mengakibatkan kerugian material.
3. Perusahaan atau industri dapat mengevaluasi efektivitas manajemen kesehatan dan keselamatan kerja (K3).
4. Perusahaan atau industri dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam kaitannya dengan menurunkan tingkat ketidakhadiran dan pendapatan karyawan, waktu berhenti dari kecelakaan atau penyakit, biaya asuransi akibat kecelakaan kerja.

Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control yang selanjutnya disebut HIRADC merupakan salah satu persyaratan yang harus ada dalam menerapkan SMK3. Berdasarkan OHSAS 18001 (2007) HIRADC di bagi menjadi 3 tahap yaitu identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian risiko (*risk assessment*), dan pengendalian risiko (*determining control*).

2.2.5.1 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Berdasarkan OHSAS 18001 (2007), organisasi perusahaan wajib menetapkan prosedur mengenai identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian risiko (*risk assessment*), dan menentukan pengendalian risiko (*risk control*). Bahaya adalah segala aspek yang terdiri atas kondisi dan aktivitas yang bersifat memicu kecelakaan kerja atau penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan itu sendiri OHSAS 18001 (2007) Terdapat beberapa proses identifikasi bahaya menurut :

1. Membuat daftar semua objek (mesin, peralatan kerja, bahan, proses kerja, sistem kerja, kondisi kerja) yang ada di tempat kerja.
2. Memeriksa semua objek yang ada di tempat kerja dan sekitarnya.
3. Melakukan wawancara dengan tenaga kerja yang bekerja di tempat kerja berhubungan dengan objek-objek tersebut.
4. Mencatat seluruh bahaya yang ada.

2.2.5.2 Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Tujuan dari analisis yaitu memisahkan risiko kecil yang dapat diterima dari risiko utama dan menyediakan data untuk membantu dalam evaluasi serta pengendalian risiko. Analisis risiko berdasarkan pertimbangan sumber – sumber risiko, konsekuensi dari bahaya dan kemungkinan bahwa konsekuensi tersebut dapat diidentifikasi. Faktor yang memengaruhi konsekuensi dan kemungkinan dapat diidentifikasi. Analisis risiko menggunakan kombinasi estimasi dari konsekuensi dan kemungkinan dalam konteks ukuran kontrol yang sudah ada (AS/NZ Standart 4360, 2004).

Pedoman penilaian risiko berdasarkan Australian Standard/New Zealand Standard for Risk Management atau biasa disingkat menjadi AS/NZ Standart 4360 (2004) Pengukuran penilaian risiko terdapat dua parameter yang digunakan yaitu konsekuensi (*consequences*) dan kemungkinan (*likelihood*). Berikut ini skala penilaian risiko dan keterangan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.1, Tabel 2.2, dan Tabel 2.3.

Tabel 2. 2 *Qualitative Measures of Consequence or Impact*

Tingkat	Penjelasan	Definisi
1	<i>Insignificant</i>	Tidak ada kecelakaan, sedikit kerugian financial
2	<i>Minor</i>	P3k, penanganan ditempat, kerugian <i>financial</i> sedang,

3	<i>Moderate</i>	Penanganan kecelakaan tingkat sedang, penanganan ditempat dengan bantuan pihak luar, kerugian <i>financial</i> cukup besar
4	<i>Major</i>	Cedera berat lebih dari satu orang, menimbulkan kerugian akibat berkurangnya kemampuan produksi, efeknya mempengaruhi tetapi tidak merugikan lingkungan sekitar, kerugian finansial besar
5	<i>Catastrophic</i>	Merugikan lingkungan sekitar, kerugian finansial besar

(Sumber: (AS/NZ Standart 4360, 2004))

Tabel 2. 3 *Qualitative Measure of Likelihood*

Tingkat	Penjelasan	Definisi
1	<i>Rare</i>	Mungkin pernah terjadi pada keadaan-keadaan tertentu saja
2	<i>Unlikely</i>	Sewaktu-waktu dapat terjadi
3	<i>Possible</i>	Sewaktu-waktu mungkin akan terjadi
4	<i>Likely</i>	Akan terjadi apabila kejadian tersebut terjadi
5	<i>Almost Certain</i>	Pasti terjadi apabila kejadian tersebut pernah terjadi

(Sumber: (AS/NZ Standart 4360, 2004))

Tabel 2. 4 Qualitative Risk Analysis Matriks Level of Risk

<i>Likelihood</i> (L)		<i>Consequences (S)</i>				
		<i>Insignificant</i> 1	<i>Minor</i> 2	<i>Moderate</i> 3	<i>Major</i> 4	<i>Catastrophic</i> 5
<i>Almost certain</i>	5	H	H	E	E	E
<i>likely</i>	4	M	H	H	E	E

<i>moderate</i>	3	L	M	H	E	E
<i>unlikely</i>	2	L	L	M	H	E
<i>rare</i>	1	L	L	M	H	H

(Sumber: (AS/NZ Standart 4360, 2004))

dengan:

E = *extreme risk, immediate action required*

H = *high risk, senior management attention needed*

M = *moderate risk, management responsibility must be specified*

L = *low risk, manage by routin prosedures*

Nilai tingkat risiko berdasarkan AS/NZ Standart 4360 (2004) dapat didapatkan pada tabel matriks risiko.

Tingkat Risiko (RR) = (L) x (S)..... 2.1

Keterangan:

RR = *Risk Rating* (tingkat risiko)

L = *Likelihood* (kemungkinan)

S = *Consequences* (keparahan)

2.2.5.3 Pengendalian Bahaya (*Determining Control*)

Yuda et al., (2018) mengatakan bahwa Pengendalian risiko atau risk control merupakan tahapan dalam pengendalian timbulnya peluang bahaya dan pengamatan secara berkala untuk meyakinkan bahwa aktivitas pekerjaan dapat dilakukan dengan amanHal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam pengendalian risiko menurut (Tarwaka., 2015.).

1. Tingkat keparahan potensi bahaya atau risiko
2. Adanya pengetahuan mengenai potensi bahaya atau risiko dan cara megendalikan potensi bahaya atau risiko
3. Ketersediaan dan kesesuaian sarana untuk memindahkan/ meniadakan potensi bahaya.
4. Biaya untuk memindahkan atau meniadakan potensi bahaya atau risiko

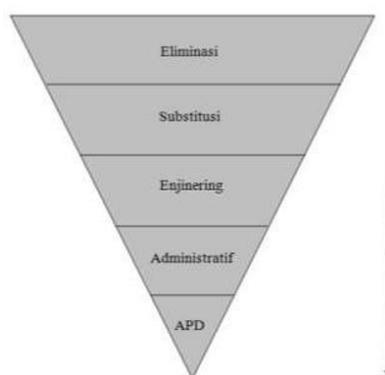
Proses pengendalian risiko yang terjadi menurut AS/NZ Standart 4360 (2004) adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisa dan evaluasi risiko dapat ditentukan apakah suatu risiko dapat ditentukan apakah suatu risiko dapat diterima atau tidak. Pengendalian lebih

lanjut tidak dilakukan jika risiko dapat diterima (*Generally Acceptable*).

2. Dalam peringkat risiko, dikategorikan sebagai risiko yang dapat ditoleransi (*Tollerable*) maka risiko dapat dikendalikan menggunakan konsep ALARP. Jika risiko berada diatas batas yang dapat diterima toleransi (*Generally Unacceptable*) maka perlu dilakukan pengendalian lebih lanjut.

Menurut Tarwaka (2008), pengendalian risiko dapat mengikuti pendekatan hierzaki pengendalian (*Hierarchy of Controls*). Hirarki pengendalian risiko yang mungkin timbul terdiri dari beberapa tingkatan secara berurutan dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini adalah piramida hirarki pengendalian dan juga penjelasannya.



Gambar 2. 1 Piramida Hirarki Pengendalian

- a. Eliminasi (*Elimination*) merupakan suatu pengendalian risiko yang bersifat permanen dan harus dicoba untuk diterapkan sebagai pilihan prioritas pertama.
- b. Penggantian (*Substitution*) adalah proses menggantikan bahan dan peralatan yang berpotensi berbahaya dengan alternatif yang lebih aman sudah disetujui.
- c. Rekayasa Teknik (*Engineering Control*), pengendalian atau rekayasa teknik meliputi mengubah struktur obyek kerja untuk melindungi seseorang dari paparan potensi bahaya, seperti menyediakan keselamatan mesin, penutup ban berjalan, pembuatan dasar struktur mesin dengan cor beton, penyediaan alat bantu mekanis, dan penyediaan penyerap suara pada dinding ruang mesin yang menghasilkan kebisingan tinggi.
- d. Pengendalian Administrasi (*Administration Control*), Menyediakan sistem fungsional yang dapat yang mengurangi risiko seseorang terkena potensi bahaya. Untuk mematuhi kontrol administratif ini, yang sangat bergantung pada tindakan pekerjanya dengan pemantauan konstan diperlukan

- e. Alat Pelindung Diri (*Personal Protective Equipment*) secara umum merupakan sarana pengendalian yang digunakan untuk jangka pendek dan bersifat sementara ketika sistem pengendalian yang lebih permanen belum dapat diimplementasikan. APD merupakan pilihan terakhir dari suatu sistem pengendalian risiko di tempat kerja

2.2.6 FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*)

FMEA merupakan sebuah metodologi yang digunakan dalam manajemen pengembangan dan operasi produk guna menganalisis mode kegagalan untuk mengklasifikasikan tingkat keparahan dan kegagalan dalam suatu sistem (Syahitaria et al., 2018). FMEA menggunakan tiga input penting, yaitu *severity* (S), *occurrence* (O), *detection* (D) yang akan digunakan untuk menghitung *risk priority number* (RPN) di mana perhitungan RPN dilakukan dengan cara mengalikan nilai *severity* (S), *occurrence* (O), *detection* (D) (Mutlu & Altuntas, 2019). FMEA banyak digunakan dalam industri manufaktur di berbagai fase siklus hidup produk dan sekarang banyak digunakan dalam berbagai industri termasuk pengolahan semikonduktor, layanan makanan, plastik, pembangkit listrik, perangkat lunak, dan perawatan kesehatan.

Tujuan FMEA Berikut merupakan tujuan dari penerapan FMEA dalam suatu perusahaan menurut (Dina & Darminto, 2018).

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

Tahapan FMEA dalam melakukan analisis menggunakan metode FMEA menurut Multi et al., (2019) adalah sebagai berikut.

- a. Mengidentifikasi produk, desain, atau sistem yang akan dianalisis.
- b. Mengidentifikasi potensi failure mode pada produk, desain, atau sistem yang akan dianalisis.
- c. Mengidentifikasi potensi efek kegagalan pada produk, desain, atau sistem yang akan dianalisis.
- d. Mengidentifikasi penyebab kegagalan pada produk, desain, atau sistem yang akan dianalisis.

- e. Mengidentifikasi mode-mode deteksi.
- f. Menentukan rating pada *severity* (S), *occurrence* (O), *detection* (D), dan *risk priority number* (RPN)

Severity (S) merupakan sebuah penilaian dari tingkat keseriusan suatu akibat pada suatu komponen yang memberikan pengaruh pada suatu hasil kerja mesin yang dianalisis. Adapun *occurrence* (O) merupakan penilaian terhadap frekuensi terjadinya cacat pada suatu produk. Sementara itu, *detection* (D) berfungsi menemukan potensi penyebab mekanis yang berakibat pada kerusakan serta tindakan perbaikan (Prayogi et al., 2016). RPN merupakan indikator yang digunakan untuk menentukan tindakan perbaikan yang tepat pada suatu mode kegagalan atau kecacatan (Dina & Darminto, 2018). Adapun cara menghitung RPN adalah dengan mengalikan *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) ($RPN = S \times O \times D$). Setelah dikalikan maka akan diurutkan nilai RPN dari tertinggi hingga terendah. Semakin tinggi nilai RPN maka urutan prioritas perbaikannya semakin tinggi (Prayogi et al., 2016). Adapun rentang penilaian *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) adalah sebagai berikut.

- a. *Severity* (S)

Berikut merupakan rentang penilaian *Severity* (S) menurut (Dina & Darminto, 2018).

Tabel 2. 5 *Rating Severity* (S)

Rat ing	Kriteria
1	Terkena serpihan, tersengat serangga, tergigit serangga
2	Tersengat matahari, memar, teriris ringan, tergores
3	Melepuh, tersengat panas, keseleo ringan, tergelincir atau terpeleset ringan
4	Luka bakar ringan, luka gores/tersayat, frosnip (radang dingin/panas)
5	Keseleo/terkilir, retak/patah ringan, keram atau kejang Dirawat lebih dari 12 jam, patah tulang, tulang bergeser, radang
6	dingin, luka bakar, susah bernafas dan lupa ingatan sementara, jatuh/terpeleset
7	Dirawat lebih dari 12 jam, dengan luka pecah pembuluh darah, hilang ingatan hebat, kerugian besar, dll
8	Perlu perawatan seirus dan menimbulkan cacat permanen
9	Kematian individu (seseorang)

10 Kematian beberapa individu (masal)

b. *Occurrence* (O)

Berikut merupakan rentang penilaian *Occurrence* (O) menurut (Dina & Darminto, 2018).

Tabel 2. 6 *Rating Occurrence* (O)

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

c. *Detection* (D)

Berikut merupakan rentang penilaian *Detection* (D) menurut (Dina & Darminto, 2018).

Tabel 2. 7 *Rating Detection* (D)

Rating	Kategori	Tingkat Mendeteksi
1	Sangat Tinggi	Sangat besar kemungkinan untuk mendeteksi
2		penyebab yang berpotensi merusak
3	Tinggi	Besar kemungkinan untuk mendeteksi penyebab
4		yang berpotensi merusak
5	Sedang	Sedang kemunginan untuk mendeteksi penyebab
6		yang berpotensi merusak
7	Rendah	Kecil, kemungkinan untuk mendeteksi penyebab
8		yang berpotensi merusak
9	Sangat Rendah	Mustahil, kemungkinan untuk mendeteksi penyebab
10		yang berpotensi merusak

2.2.7 Hidrogen Sulfida

Hidrogen Sulfida (H₂S) merupakan gas beracun yang sangat berbahaya. Dalam waktu yang singkat dapat melumpuhkan sistem pernafasan hingga merusak indera penciuman seseorang yang menghirupnya. Pada konsentrasi yang rendah, Hidrogen Sulfida (H₂S) tercium bau seperti bau telur busuk, namun pada konsentrasi yang tinggi tidak dapat tercium lagi karena bisa melumpuhkan sistem syaraf dan mematikan indera penciuman (Adia, 2009). Sumber pembentukan H₂S adalah melalui elemen sulfur dan senyawa yang mengandung sulfur kemudian kontak dengan material organik dengan temperatur tinggi. Gas H₂S bersifat ekstim racun yang menempati kedudukan kedua setelah hidrogen sianida (HCN), dan sekitar lima kali lebih berbahaya daripada karbon monoksida (CO).

Sangat berbahaya jika gas H₂S terhirup masuk ke dalam sistem paru-paru. (Gian, 2015). Keracunan sistem saraf terjadi jika jumlah kadar H₂S yang terserap ke dalam sistem peredaran darah melebihi kemampuan darah untuk mengoksidasinya. Kekurangan nafas dan kelumpuhan kesadaran mulai muncul setelah itu pada jumlah yang tinggi. Jika tidak segera dipindahkan ke ruangan berudara segar dan diberikan bantuan pernafasan mengakibatkan kematian akibat kelemahan. Gas H₂S pada konsentrasi rendah dapat mengakibatkan gejala pusing, mual, rasa melayang, batuk, gelisah, mengantuk, dan rasa sakit di dada, hidung, dan tenggorokan (Sianipar, 2009).

Gas H₂S dengan konsentrasi 500 ppm menyebabkan kematian, edema pulmonary dan asphyxiant. Hidrogen sulfida termasuk dalam golongan asphyxiant karena efek utamanya dapat melumpuhkan pusat pernapasan yang mengakibatkan kematian. Pada konsentrasi 0,0005 sampai dengan 0,3 ppm, manusia dapat dengan mudah mengenali bau H₂S. Namun pada konsentrasi lebih tinggi akan menyebabkan seseorang kehilangan kemampuan penciuman. Gas ini dapat bertahan di udara rata-rata 18 jam sampai 3 hari. Selama rentang waktu tersebut, H₂S bisa berubah menjadi sulfur dioksida (SO₂) (Palini & Ar, 2022).

2.2.8 Refrigerant Compressor

Refrigerant Compressor, atau disebut juga kompresor refrigeran, adalah komponen penting dalam sistem refrigerasi yang bertugas untuk menghisap, mengompresi, dan memompa refrigeran melalui siklus pendinginan. Kompresor refrigeran bertanggung jawab untuk meningkatkan tekanan dan suhu refrigeran sehingga energi dapat ditransfer secara efisien dari

ruang pendingin ke lingkungan luar. Kompresor refrigeran bekerja berdasarkan prinsip kerja dasar yang dikenal sebagai siklus kompresi uap. Refrigeran dalam bentuk gas mengalir ke dalam kompresor melalui hisapan. Kemudian, kompresor meningkatkan tekanan dan suhu refrigeran dengan mengurangi volumenya. Refrigeran yang dikompresi kemudian dipompa ke kondensor, di mana panas dihilangkan, dan refrigeran berubah menjadi cairan. Cairan refrigeran kemudian mengalir ke katup ekspansi, di mana tekanan dan suhunya diturunkan. Setelah itu, refrigeran menguap di evaporator, menyerap panas dari ruang yang akan didinginkan, dan siklus dimulai kembali (Antimonov et al., 2021).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini yang berjudul “Analisis Resiko Kecelakaan Kerja Pekerjaan Pemeliharaan *Refrigent Compressor* Pada *Sulfur Recovery Unit* (SRU) Menggunakan HIRADC dan FMEA Serta Pengendalian Bahaya Paparan H₂S (Hidrogen Sulfida)” dilakukan di PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap yang bertempat di bagian fungsi HSSE dep *Safety*. Kemudian untuk pengambilan data dilaksanakan pada 10 Januari hingga 1 Maret 2023.

3.2 Objek Penelitian

Dalam penelitian yang dilaksanakan kali ini objek yang menjadi fokus ialah risiko bahaya pada pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* di area Kilang Sulfur Recovery Unit (SRU).

3.3 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah mengidentifikasi bahaya, memberi penilaian resiko dan pengendalian risiko menggunakan *Hazard Identification Risk Assessment & Determining Control* (HIRADC) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* di area Sulfur Recovery Unit (SRU) berdasarkan objek dan batasan penelitian yang telah ditentukan.

3.4 Sumber Data

3.4.1 Data Primer

Pada pengumpulan data primer, penelitian dilakukan dengan pengumpulan data dengan cara observasi secara langsung di lapangan. Observasi dilakukan dengan cara mengamati K3 di lingkungan kerja dan aktivitas pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* Pada *Sulfur Recovery Unit* (SRU). Wawancara dilakukan kepada :

Nama	Jabatan	Masa Kerja
------	---------	------------

Muchtar Hidayat	Jr. Officer II	20 tahun
Mubarooq	Safetyman	15 tahun

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data pendukung yang mengandung informasi yang didapatkan secara tidak langsung. Penelitian ini dilakukan dengan pengumpulan data-data atau aturan-aturan mengenai SMK3 yang diperoleh dari internet, catatan, laporan pemerintah, dan sumber lainnya.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian kali ini terdapat beberapa metode pengumpulan data yang digunakan seperti penjelasan di bawah ini.

1. Observasi

Observasi adalah salah satu metode pengumpulan data dalam penelitian ini yang dilakukan pada aktivitas melalui pengamatan secara langsung (Sukamdinata, 2010). Observasi dilakukan untuk mengetahui dan mengumpulkan data mengenai potensi bahaya risiko pada proses aktivitas pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* Pada *Sulfur Recovery Unit* (SRU).

2. Wawancara

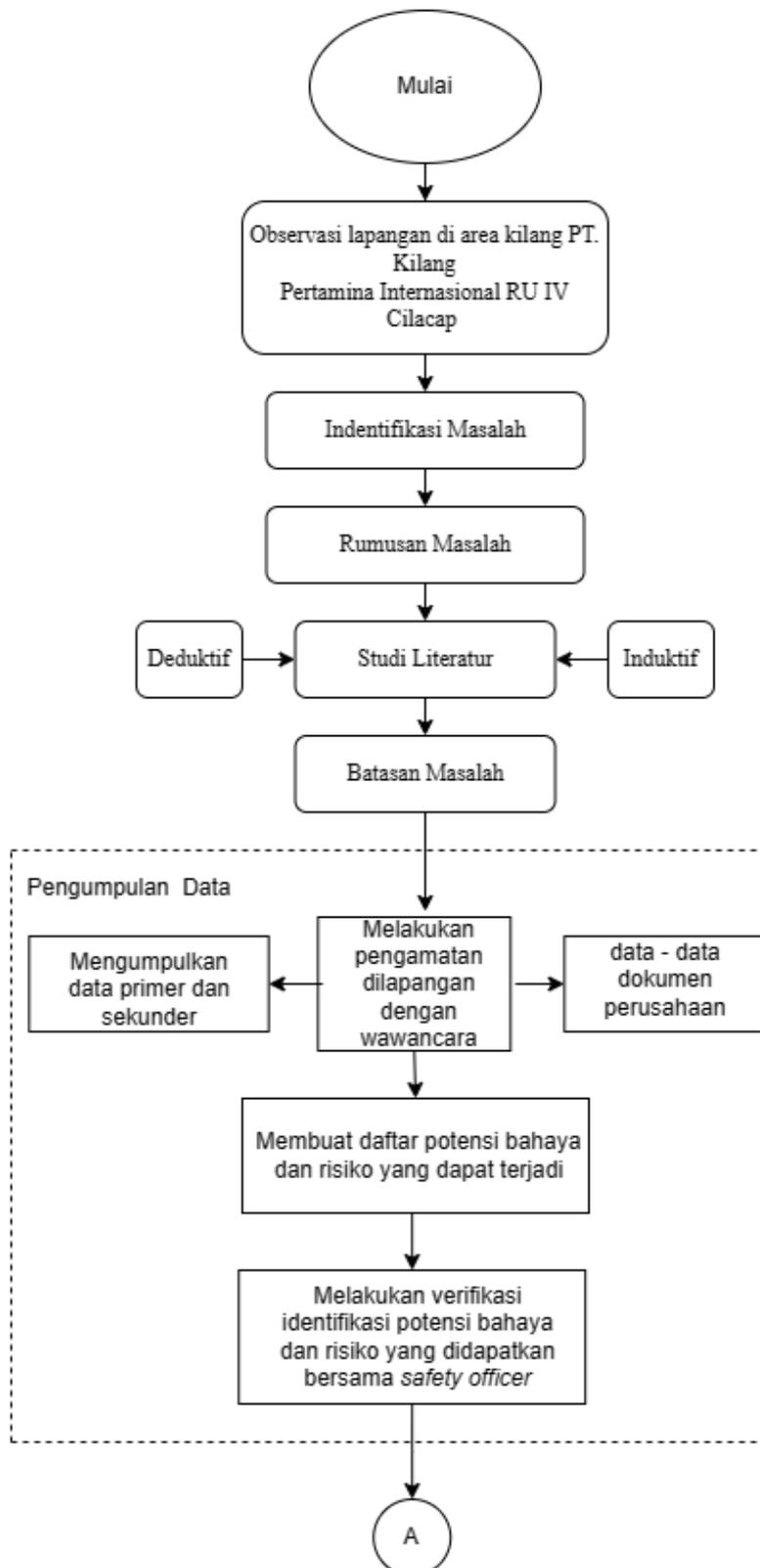
Wawancara adalah proses bertukar informasi antara dua orang atau melakukan tanya jawab sehingga dihasilkan konstruksi makna terkait topik yang sedang diangkat. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi pelengkap yang lebih tepat dan benar (Surjaweni, 2014). Metode wawancara memiliki tujuan untuk menggali informasi lebih detail mengenai bagaimana kondisi pada pada proses aktivitas pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* Pada *Sulfur Recovery Unit* (SRU). Pada wawancara pertanyaan yang ditanyakan adalah seputar kondisi K3, jumlah kecelakaan kerja, jumlah produksi, jumlah pekerja, serta bagaimana sistem kerja yang dilakukan.

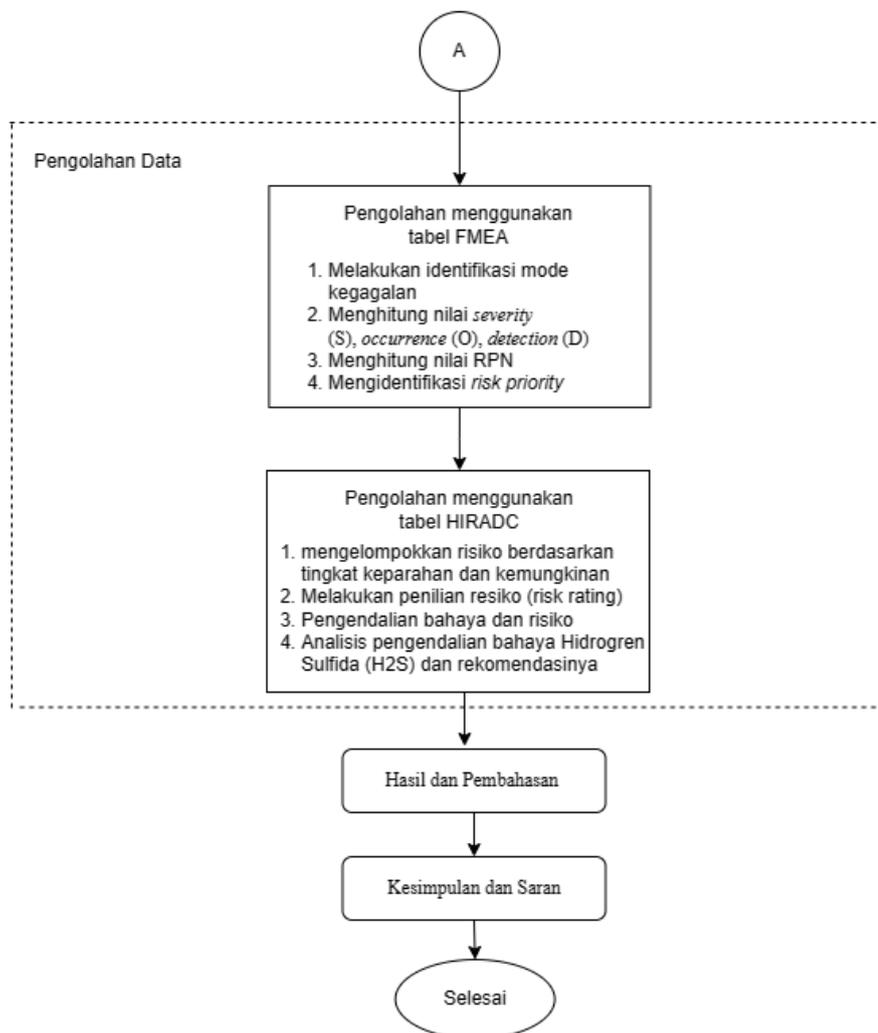
3. Studi Literatur

Studi literatur adalah salah satu metode pengumpulan data dalam penelitian ini yang dilakukan untuk memperoleh informasi data secara tidak langsung dan dijadikan sebagai data pendukung. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan teori-teori

yang didapatkan pada buku, jurnal, dokumen perusahaan dan juga referensi lainnya yang berkaitan dengan penelitian ini

3.6 Alur Penelitian





Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1, berikut merupakan penjelasan tahapan penelitian yang akan dilakukan:

1. Mulai

Memahami hal hal berkaitan dengan penelitian, mulai dari alur penelitian hingga output yang akan dihasilkan.

2. Observasi lapangan

Pada tahap ini dilakukan observasi langsung di PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap yang bertempat di bagian fungsi HSSE untuk menggali permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan. Tahap ini dilakukan pengamatan terhadap proses dan

lingkungan kerja pada divisi packing guna mengidentifikasi potensi permasalahan yang dimungkinkan terjadi.

3. Identifikasi Masalah

Tahap ini adalah mengidentifikasi permasalahan yang akan dijadikan studi kasus. Setelah dilakukan observasi maka didapatkan salah satu permasalahan pada aktivitas pekerjaan pemeliharaan *Refrigerant Compressor* pada *Sulfur Recovery Unit (SRU)*. yang perlu diteliti dan diatasi yaitu mengenai risiko kecelakaan kerja yang membahayakan keselamatan dan kesehatan kerja (K3).

4. Rumusan Masalah

Setelah dilakukan identifikasi masalah, maka dilakukan perumusan masalah. Pada tahap ini masalah – masalah yang telah ditemukan sebelumnya akan dikerucutkan agar lebih spesifik dan rumusan masalah tersebut akan diselesaikan pada penelitian ini.

5. Studi Literatur

Peneliti mengumpulkan beberapa studi literatur yang terdiri dari kajian deduktif dan induktif yang digunakan sebagai dasar teori dalam melakukan penelitian, studi literatur berisi beberapa penelitian terdahulu, hal ini bertujuan sebagai landasan referensi pada penelitian yang dilakukan. Selain itu, studi literatur juga berisi tentang landasan teori pendukung dari penelitian yang dilakukan, landasan teori dapat berisi mengenai beberapa metode, definisi, mekanisme dan lain sebagainya.

6. Batasan Masalah

Setelah menentukan tujuan penelitian, selanjutnya peneliti menentukan batasan masalah penelitian agar dapat berfokus pada masalah yang sudah ditentukan dan pembahasan masalah tidak meluas. Pengumpulan Data

7. Pengumpulan Data

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

8. Pengolahan Data

Setelah seluruh data yang diperlukan telah terkumpul, selanjutnya melakukan pengolahan data mulai dari tahapan metode FMEA, lalu tahapan metode HIRADC. Setelah itu dari masing-masing metode diberikan rekomendasi upaya pengendalian risiko berdasarkan uraian pekerjaan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Setelah teridentifikasi risiko

potensi keracunan gas berbahaya yakni H₂S selanjutnya pengembangan langkah-langkah pengendalian bahaya H₂S dan memberikan rekomendasi.

9. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis terkait hasil identifikasi bahaya, evaluasi risiko, pengendalian, dan analisis FMEA selanjutnya terkait pemberian mitigasi pengendalian bahaya dan pengendalian bahaya paparan H₂S.

10. Kesimpulan dan saran

Setelah analisis dan pembahasan dilakukan, maka dapat disimpulkan hasil dari penelitian yang menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian. Saran diberikan untuk menyempurnakan penelitian dan sebagai referensi untuk penelitian terkait selanjutnya

11. Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan di PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap yang bertempat di bagian fungsi HSSE *departemen safety* yang dimulai pada tanggal 10 Januari 2022 hingga 03 Maret 2023. Pengumpulan data dilakukan pada kilang unit Sulfur Recovery Unit (SRU) dikarenakan pada kilang tersebut memiliki risiko pekerjaan yang paling banyak. Kemudian dilakukan observasi langsung di perusahaan melalui pembimbing lapangan yang menjelaskan mengenai beberapa pekerjaan yang membutuhkan analisis identifikasi risiko yang belum dibuat. Selanjutnya pengumpulan data dilakukan dengan melakukan wawancara kepada pembimbing lapangan, Jr. Officer II HSSE dan satu safetyman yang bertugas di area tersebut. Selanjutnya melakukan observasi secara langsung di lapangan untuk pengambilan data-data yang dibutuhkan pada metode HIRADC.

4.1.1 Profil Perusahaan

PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap merupakan salah satu dari 7 jajaran unit pengolahan di tanah air, yang memiliki kapasitas produksi terbesar yakni 348.000 barrel/hari, dan terlengkap fasilitasnya. Kilang ini bernilai strategis karena memasok 34% kebutuhan BBM nasional atau 60% kebutuhan BBM di Pulau Jawa. Selain itu kilang ini merupakan satu-satunya kilang di tanah air saat ini yang memproduksi aspal dan base oil untuk kebutuhan pembangunan infrastruktur di tanah air. Kilang di PT PERTAMINA (PERSERO) Refinery Unit IV Cilacap terdiri atas: Kilang Minyak I dibangun tahun 1974 dengan kapasitas semula 100.000 barrel/hari. Kilang Minyak I ini beroperasi sejak diresmikan Presiden RI tanggal 24 Agustus 1976. Sejalan dengan peningkatan kebutuhan konsumen, tahun 1998/1999 ditingkatkan kapasitasnya melalui *Debottlenecking project* sehingga menjadi 118.000 barrel/hari. Kilang ini dirancang untuk memproses bahan baku minyak mentah dari Timur Tengah, dengan maksud selain mendapatkan BBM sekaligus untuk mendapatkan produk NBM yaitu bahan dasar minyak pelumas (*lube oil base*) dan aspal. Sedangkan Kilang Minyak II ini dibangun tahun 1981, dengan pertimbangan untuk pemenuhan kebutuhan BBM dalam negeri yang terus meningkat. Kilang yang mulai beroperasi 4 Agustus 1983 setelah

diresmikan Presiden RI, memiliki kapasitas awal 200.000 barrel/hari. Kilang Paraxylene Cilacap dibangun tahun 1988 menghasilkan produk NBM dan Petrokimia.



Gambar 4. 1 Logo Perusahaan
(Sumber: Pertamina, 2023)

4.1.1.1 Visi Misi Perusahaan

Visi dan misi sebuah perusahaan adalah hal yang penting dan harus ditentukan dalam sebuah bisnis. Sama halnya dengan PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap untuk membangun kilang minyak terbaik di dunia memiliki visi dan misi sebagai berikut:

Visi:

“To be Digital & World Class Refinery in 2028.”

Misi:

- *To achieve high valuable product yield more than 78,71 % in 2028*
- *To achieve EII performance less than 83 in 2028*
- *To produce Gasoline and diesel which comply with EURO V in 2028*
- *To achieve Operational Availability more than 97,75 in 2028*
- *HSSE Compliance, SUPREME with green achievement in 2020.*

4.1.1.2 Lokasi Perusahaan

PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit IV memiliki 2 lokasi utama area operasional kilang, yaitu kilang utama yang disebut *Refinery Area* serta lokasi pertangkian bahan baku yang disebut dengan Area 70. PT. Kilang Pertamina Internasional (KPI) *Refinery Unit IV* Cilacap berlokasi di Jl. M.T. Haryono No.77, Rawakeong, Lomanis, Kec. Cilacap Tengah, Kab. Cilacap, Jawa Tengah 53221.



Gambar 4. 2 Lokasi Perusahaan
(Sumber: <https://www.pertamina.com/>)

4.1.2 Deskripsi Pekerjaan

Pemeliharaan *Refrigent Compressor* yang berlokasi di kilang *Sulfur Recovery Unit* (SRU) merupakan aktivitas pekerjaan rutin yang dilakukan oleh PT. Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap. Pekerjaan ini dilakukan oleh para *maintenance* selama 1 tahun sekali atau menjelang kegiatan Turn Around. Perkiraan waktu pengerjaan selama bulan Januari-Februari 2023. Untuk mesin yang dilakukan pemeliharaan sebanyak 2 mesin yaitu *Compressor 95K-401 BM*, *Compressor KO Drum 91V-403*. Pekerjaan pemeliharaan mesin refrigerant kompresor oleh perusahaan pengolahan migas bukan hanya penting untuk kelangsungan operasional dan keamanan fasilitas, tetapi juga untuk mencapai efisiensi, mematuhi regulasi, dan meminimalkan dampak negatif pada lingkungan sehingga target pengerjaan harus mendapatkan perhatian khusus mengenai keselamatan kerja baik untuk pekerja, lingkungan, maupun aset.

4.1.2.1 Profil Kilang *Sulphur Recovery Unit* (SRU)

Pembangunan kilang SRU (*Sulphur Recovery Unit*) merupakan salah satu proyek PT. Pertamina, yaitu Kilang Langit Biru Cilacap (KLBC). Dimana proyek tersebut dimaksudkan untuk mengurangi polusi udara yang dihasilkan perusahaan. Untuk mendukung komitmen perusahaan terhadap kelestarian lingkungan, pada tanggal 27 Februari 2002, PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap membangun kilang SRU, dengan luas area proyek adalah 24.200 m² yang terdiri dari unit proses dan unit penunjang. Kilang ini mulai beroperasi pada tahun 2005, dengan tujuan untuk mengurangi emisi gas (SO₂, S) dari sisa proses pengolahan, sehingga emisi yang dibuang ke udara akan lebih ramah terhadap

lingkungan. Umpan dari kilang ini adalah sembilan *stream sour gas* yang sebelumnya hanya dikirim ke *fuel gas system* sebagai bahan bakar kilang atau sekedar dibakar di flare. Dengan adanya kilang SRU ini, sembilan *Stream Sour Gas* tersebut dapat diolah menjadi bahan baku LPG, Naphtha (*Condensate*), dan *Molten Sulphur (Sulfur cair)*. Hasil tersebut merupakan salah satu penerapan dari mengubah unvaluable product menjadi valuable product, dimana hal tersebut dapat meningkatkan profit perusahaan dan mengurangi dampak kerusakan terhadap lingkungan.

4.1.2.2 Profil *Refrigent Compressor*

Mesin *refrigent compressor* berperan penting dalam kilang untuk mengendalikan suhu dan tekanan dalam sistem pemrosesan gas dan minyak. Pemeliharaan yang tepat akan memastikan bahwa mesin berfungsi dengan efisien dan handal, sehingga membantu menjaga kelangsungan operasional fasilitas pengolahan minyak. Berikut profil nama dan spesifikasi *refrigent compressor*:



Gambar 4. 3 *Refrigent Compressor*

- | | |
|--------------------|-------------------------------------|
| 1. Nama | : <i>Refrigent Compressor</i> |
| 2. Spesifikasi | |
| Ukuran Motor | : 1.865 Kw |
| Keluaran | : 2250HP/ 300 Volt / 50 Hz (3 Fase) |
| Ampere Beban Penuh | : 340 A |
| Kecepatan. | : 3000 rpm/80°C |
| Maks. Suhu Sekitar | : 40°C |
| Pelumas Bantalan | : Turbolub T-32 |

Pemanas ruangan	: 670 Watt / 220 Volt/ 50 Hz (1 Fasa)
Berat bersih	: 5.080 Kg
3. Kompresor	
Kapasitas	: 5.080 Kg 29,438 Kg/jam (tahap 1) 42,027 Kg/jam (tahap 2)
Di tekan Tahap 1	: 1,86 kg/cm ² A
Di tekan 2 Tahap	: 5,62 kg/cm ² A
Di Temp. Tahap ½	: -24,5 / 0,3 °C
Tekan pelepasan	: 16,6 kg/cm ² A
Suhu Pelepasan	: 73,2 °C
Nilai BHP	: 1842 HP
Kecepatan Kritis Pertama	: 7061 rpm
Maks. Kecepatan Kontinu	: 2730 rpm
Pelumas Bantalan	: Kluber Summit PGI 100

4.1.3 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah mengidentifikasi bahaya, memberi penilaian resiko dan pengendalian risiko menggunakan *Hazard Identification Risk Assessment & Determining Control* (HIRADC) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* di area Sulfur Recovery Unit (SRU) berdasarkan objek dan batasan penelitian yang telah ditentukan.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* di area Sulfur Recovery Unit (SRU). Adapun tahapan pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* sebagai berikut.

1. Mobilisasi *general tools, equipment*, dan material
2. Memeriksa *level glass* dan *line transmitter* di *site* dengan *chemical*
3. Memeriksa dan *cleaning line up* sirkulasi pelumas
4. Memeriksa kondisi dan *general cleaning slide valve*
5. Memeriksa kondisi *vibrasi compressor*

6. Memeriksa kondisi kelistrikan
7. Pembersihan area kerja

4.2.2 Identifikasi Risiko

Pada penelitian ini pengumpulan data identifikasi bahaya yang ada pada aktivitas pemeliharaan *Refrigent Compressor* di area *Sulfur Recovery Unit (SRU)*. Identifikasi bahaya disusun berdasarkan urutan kegiatan pekerjaan dirancang berdasarkan beberapa sumber, baik dari literatur maupun dari wawancara dengan pengawas lapangan serta dari observasi secara langsung. Adapun hasil dari identifikasi risiko yang digunakan untuk mendukung dalam membuat FMEA dan HIRADC. Hasil dari identifikasi risiko berupa langkah kerja yang terdapat *hazard* dan urainnya dapat dilihat pada table 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Identifikasi Risiko

No	Aktivitas	<i>Tools Equipment</i>	Eksternal/Internal	Rutin/NonRutin	Sumber Pengenalan Bahaya	Kode	Hazard/Aspect	Uraian temuan/Hazard	Deskripsi dampak/ risk
A. PERSIAPAN									
1.	Mobilisasi <i>general tool, equipment,</i> dan material	Kendaraan & peralatan kerja	Internal	R	S	R1	<i>Driving Hazard</i>	Tidak kompetennya operator dalam berkendara	Fatality
						WPR	R2	<i>Moving, Falling, or Flying Objects Hazard</i>	Peralatan atau material terjatuh
B. PROSES									
1.	Memeriksa <i>level glass</i> dan <i>line transmitter</i> di Site dengan chemical	Tang, obeng, atau kunci pipa, Mechanical Tool, Electrical, APD	Internal	R	WPR	R3	<i>Extreme Temperature Hazard</i>	Kondisi operasi <i>line transmitter</i> pada temperatur 120° C	Luka bakar
					S	R4	<i>Slips, trips, or falls on the same level hazard</i>	Terpeleset, terjatuh	Terluka, terkilir
					WPR	R5	<i>Fire Hazard</i>	kebocoran fluida line transsmiter	Luka Bakar
					S	R6	<i>Moving, Falling, or Flying Objects Hazard</i>	lokasi alat instrumentasi terjatuh dari ketinggian	Cedera tangan
					WPR	R7	<i>Noise Hazard</i>	Suara bising mesin saat pelaksanaan pengecekan peralatan (running test)	<i>Noise Induced Hearing Loss (NIHL)</i>
					S	R8	<i>Electrical Hazard</i>	Kabel short dari kerusakan <i>line transmitter</i>	<i>Fatality</i>
2.	Memeriksa dan <i>cleaning line up</i>	Manometer, Termometer,	Internal	R	H	R9	<i>Chemical Hazard</i>	Kebocoran bahan kimia benzen dan fluida	Iritasi di mata atau kulit

No	Aktivitas	<i>Tools Equipment</i>	Eksternal/Internal	Rutin/NonRutin	Sumber Pengendalian Bahaya	Kode	Hazard/Aspect	Uraian temuan/Hazard	Deskripsi dampak/ risk
	sirkulasi pelumas	Sight Glass, Pipa pengukur, APD, kain, solvent based cleaner			H	R10	<i>Toxic Gas Hazard</i>	Kebocoran H2S dan SO2 saat proses <i>cleaning</i>	<i>Fatality</i>
					H	R11	<i>Extreme Temperature Hazard</i>	Kondisi operasi <i>line up</i> sirkulasi pelumas pada temperatur 120° C	Luka bakar
					S	R12	<i>Pressurized Systems Hazard</i>	kenaikan temperatur tekanan tinggi saat <i>cleaning line up</i>	Cedera
					S	R13	<i>Ergonomic/ Equipment Design Hazard</i>	Sandaranudukan yang rendah	Musculoskeletal Disorders (MSDs)
					E	R14	<i>Hazardous Waste Generation, Management, and Disposal Hazard</i>	Adanya bocoran HC/ proses pengedrainan	Tercemarnya tanah dan air
					S	R15	<i>Electrical Hazard</i>	Kabel terkelupas atau grounding yang tidak baik	<i>Fatality</i>
3.	Memeriksa kondisi dan <i>general cleaning slide valve</i>	Tang, obeng, atau kunci pipa, Mechanical Tool, Electrical,	Internal	R	H	R16	<i>Chemical Hazard</i>	Paparan gas propane dari kebocoran <i>general cleaning slide valve</i>	Iritasi di mata atau kulit
					S	R17	<i>Moving, Falling, or Flying Objects Hazard</i>	Peralatan atau material terjatuh	Cedera tangan
					S	R18	Fire Hazard	Bocoran pada <i>general</i>	Luka bakar

No	Aktivitas	<i>Tools Equipment</i>	Eksternal/Internal	Rutin/NonRutin	Sumber Pengendalian Bahaya	Kode	Hazard/Aspect	Uraian temuan/Hazard	Deskripsi dampak/ risk
		Pressure gauge, solvent based cleaner, APD			H	R19	<i>Extreme Temperature Hazard</i>	Radiasi panas <i>slide valve</i>	Luka bakar
					S	R20	<i>Dust Hazard</i>	Sisa debu dari proses pembersihan berpotensi terpaparnya pekerja	Iritasi pada mata dan Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)
					E	R21	<i>Hazardous Waste Generation, Management, and Disposal Hazard</i>	Pengambilan sample/ membuka general untuk kepentingan pembersihan	Tercemarnya tanah dan air
					S	R22	<i>Asphyxiation Hazard</i>	Menghirup gas nitrogen disekitar <i>slide valve</i> yang sedang dipurging	Sesak nafas hingga pingsan
					S	R23	<i>Toxic Gas Hazard</i>	Paparan H2S dan CO dari <i>general</i> berpotensi terpaparnya pekerja	<i>Fatality</i>
4.	Memeriksa kondisi vibrasi compressor	Analisis Getaran, Stetoskop atau Sensor Suara, APD	Internal	R	S	R24	<i>Chemical Hazard</i>	Proses pengkalibrasian terjadi kebocoran <i>flange/ accumulator</i>	Iritasi di mata atau kulit
					S	R25	<i>Fire Hazard</i>	Bocoran pada compressor	Luka bakar
					H	R26	<i>Extreme Temperature Hazard</i>	Terpapar panas dari compressor	Luka bakar

No	Aktivitas	<i>Tools Equipment</i>	Eksternal/Internal	Rutin/NonRutin	Sumber Pengendalian Bahaya	Kode	Hazard/Aspect	Uraian temuan/Hazard	Deskripsi dampak/ risk
					S	R27	<i>Ergonomic/ Equipment Design Hazard</i>	Posisi pengukuran vibrasi yang sempit	Musculoskeletal Disorders (MSDs)
					S	R28	<i>Electrical Hazard</i>	Kabel listrik untuk pengkalibrasian terkelupas	<i>Fatality</i>
					S	R29	<i>Slips, trips, or falls on the same level hazard</i>	Lantai yang licin, kabel dan material yang berserakan	Terluka, terkilir
					H	R30	<i>Toxic Gas Hazard</i>	Paparan H2S dan CO dari vibrasi	<i>Fatality</i>
					H	R31	Noise Hazard	Suara bising yang dari compressor saat dikalibrasi	Noise Induced Hearing Loss (NIHL)
5.	Memeriksa kondisi Kelistrikan	Multimeter, APD	Internal	R	H	R32	<i>Manual Handling Hazard</i>	Penerapan LOTO yang tidak <i>comply</i>	Terluka
					S	R33	<i>Fire Hazard</i>	Terjadi konslet arus dari <i>power utilities</i>	Luka bakar
					S	R34	<i>Electrical Hazard</i>	Kabel <i>short</i> dan <i>grounding</i> yang tidak baik	<i>Fatality</i>
					H	R35	<i>Toxic Gas Hazard</i>	Paparan H2S dan CO	<i>Fatality</i>

C. HOUSEKEEPING

No	Aktivitas	<i>Tools Equipment</i>	Eksternal/Internal	Rutin/NonRutin	Sumber Pengendalian Bahaya	Kode	Hazard/Aspect	Uraian temuan/Hazard	Deskripsi dampak/ risk
1.	Pembersihan area kerja	Sapu, karung, drum sampah, Kain	Internal	R	Q	R36	<i>Physiological or stress related hazard</i>	Penyelesaian pekerjaan secara terburu-buru menyebabkan kesalahan prosedur	Kerusakan peralatan dan <i>asset existing</i>
					E	R37	<i>Hazardous Waste Generation, Management, and Disposal Hazard</i>	Hasil limbah dari proses pembersihan berpotensi mencemari lingkungan dan terpaparnya pekerja	Tercemarnya tanah dan air
					S	R38	<i>Moving Machinery Hazard</i>	Penggunaan mesin untuk <i>transfer</i> limbah ke dalam drum / <i>container</i> berpotensi menabrak pekerja	cidera
					S	R39	<i>Chemical Hazard</i>	Proses pemindahan, penyimpanan, dan penggunaan bahan kimia berpotensi terpaparnya pekerja	Iritasi di mata atau kulit
					H	R40	<i>Dust Hazard</i>	Debu yang dihasilkan dari proses pembersihan berpotensi terpaparnya pekerja	Iritasi pada mata dan Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)
					H	R41	<i>Toxic Gas Hazard</i>	Terhirupnya H ₂ S dan CO saat <i>housekeeping</i>	<i>Fatality</i>

No	Aktivitas	<i>Tools Equipment</i>	Ekstern al/Inter nal	Rutin/ NonR utin	Sumber Pengen alan Bahaya	Kode	Hazard/Aspect	Uraian temuan/Hazard	Deskripsi dampak/ risk
					S	R42	<i>Slips, trips, or falls on the same level hazard</i>	Lantai yang licin akibat tumpahan minyak	Terluka, terkilir

Keterangan: Sumber Pengenalan Bahaya

WPR : *Work Process Review*

S : *Safety / Keselamatan (People/Process/Equipment)*

H : *Health / Kesehatan*

Q : *Quality / Mutu*

E : *Environment / Lingkungan*

4.2.3 FMEA

Selanjutnya peneliti menggunakan metode FMEA untuk mengidentifikasi mode kegagalan terhadap risiko kecelakaan kerja dan efeknya pada aktivitas pekerjaan pemeliharaan *Refrigerant Compressor* di area *Sulfur Recovery Unit* (SRU dengan menghitung nilai *Risk priority number* (RPN). Pada proses penilaian risiko menggunakan FMEA, komponen penilaian dibagi menjadi 3 komponen yakni Tingkat keseringan (*Occurrence*) pada Tabel 4.2, dampak risiko (*Severity*) pada Tabel 4.3, dan deteksi risiko (*Detection*) pada Tabel 4.4. Ketiga komponen tersebut selanjutnya akan dikali untuk mendapat *Risk Priority Number* (RPN) yang digunakan untuk menentukan level risiko (Dina & Darminto, 2018). Standar penilaian (*Rating*) yang digunakan untuk menentukan skor pada setiap komponen adalah sebagai berikut:

a. *Occurrence* (O)

Berikut merupakan rentang penilaian *occurrence* (O) menurut (Dina & Darminto, 2018).

Tabel 4. 2 *Rating Occurrence* (O)

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

b. *Severity* (S)

Berikut merupakan rentang penilaian *severity* (S) menurut (Dina & Darminto, 2018).

Tabel 4. 3 *Rating Severity* (S)

Rating	Kriteria
1	Terkena serpihan, tersengat serangga, tergigit serangga
2	Tersengat matahari, memar, teriris ringan, tergores
3	Melepuh, tersengat panas, keseleo ringan, tergelincir atau terpeleset ringan
4	Luka bakar ringan, luka gores/tersayat, frosnip (radang dingin/panas)

5	Keseleo/terkilir, retak/patah ringan, keram atau kejang Dirawat lebih dari 12 jam, patah tulang, tulang bergeser, radang dingin,
6	luka bakar, susah bernafas dan lupa ingatan sementara, jatuh/terpeleset
7	Dirawat lebih dari 12 jam, dengan luka pecah pembuluh darah, hilang ingatan hebat, kerugian besar, dll
8	Perlu perawatan seirus dan menimbulkan cacat permanen
9	Kematian individu (seseorang)
10	Kematian beberapa individu (masal)

c. *Detection (D)*

Berikut merupakan rentang penilaian *detection (D)* menurut (Dina & Darminto, 2018).

Tabel 4. 4 *Rating Detection (D)*

Rat ing	Kategori	Tingkat Mendeteksi
1	Sangat Tinggi	Sangat besar kemungkinan untuk mendeteksi
2		penyebab yang berpotensi merusak
3	Tinggi	Besar kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang
4		berpotensi merusak
5	Sedang	Sedang kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang
6		berpotensi merusak
7	Rendah	Kecil, kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang
8		berpotensi merusak
9	Sangat Rendah	Mustahil, kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang
10		berpotensi merusak

Setelah dilakukan penilaian terhadap severity, occurency, detection dilakukan perhitungan nilai Risk Priority Number atau RPN. Nilai RPN diperoleh dari persamaan berikut:

$$RPN = Severity * Occurrence * Detection \quad (1)$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai RPN maka dilakukan penentuan level risiko berdasarkan nilai RPN. Level risiko ini kemudian dibuat skala untuk menentukan risiko mana yang paling tinggi. Skala ini digunakan untuk menentukan tindakan organisasi atau perusahaan untuk mencegah risiko yang bernilai tinggi. (Aditya et al., 2020)

Tabel 4. 5 Skala RPN

RPN	Level Risiko
≥ 200	Sangat Tinggi
120-199	Tinggi
80-119	Sedang
20-79	Rendah
0-19	Sangat Rendah

Pada Tabel. 4.6 di bawah ini merupakan hasil penelitian didapatkan melalui survey / pengamatan, diskusi / wawancara, dan dokumentasi di lapangan, kemudian dilakukan penilaian terhadap tiap risiko yang teridentifikasi pada aktivitas pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* di area *Sulfur Recovery Unit (SRU)*.

Tabel 4. 6 Identifikasi dan penilaian risiko

No	Langkah Pekerja/Prosedur	Nomor Risiko	Efek Failure Mode	S	Penyebab Failure Mode	O	Pendeteksian Yang Sudah Dilakukan	D
1.	Mobilisasi <i>general tool, equipment, dan material</i>	R1	Cidera anggota tubuh	6	Tidak kompetennya operator dalam berkendara	6	memastikan pekerja melaksanakan uji teori dan praktik kepada pengemudi untuk mendapatkan Izin	2
		R2	Cedera tangan	5	Peralatan atau material terjatuh	5	Melaksanakan inspeksi kelaikan peralatan / mesin sebelum operasi serta memastikan pengikatan peralatan yang benar untuk mencegah terjatuhnya benda/peralatan	3
2.	Memeriksa <i>level glass dan line transmitter di Site dengan chemical</i>	R3	Luka bakar	6	Kondisi operasi <i>line transmitter</i> pada temperatur 120° C	6	Mematuhi prosedur untuk isolasi tekanan dan tidak menerapkan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai hazardous material	2
		R4	Terluka, terkilir	6	Terpeleset, terjatuh	6	Pelaksanaan <i>Good Housekeeping</i> secara berkala, memastikan permukaan lantai terbebas dari lubang / hambatan (<i>obstruction</i>)	2
		R5	Luka Bakar	6	kebocoran <i>fluida line transsmiter</i>	6	Pekerjaan dilengkapi dengan SIKALISTRIK & Instrumentasi dan Tersedianya prosedur, sistem komunikasi, dan tim keadaan darurat kebakaran	3
		R6	Cedera tangan	5	lokasi alat instrumentasi terjatuh dari ketinggian	5	Melaksanakan inspeksi kelaikan peralatan / mesin sebelum operasi serta memastikan pengikatan peralatan yang benar untuk mencegah terjatuhnya benda/peralatan	3
		R7	<i>Noise Induced Hearing Loss (NIHL)</i>	6	Suara bising mesin saat pelaksanaan pengecekan peralatan (<i>running test</i>)	5	Penerapan pengaturan jarak pekerja dari sumber kebisingan dan melakukan pengukuran kebisingan secara berkala	3
		R8	<i>Fatality</i>	8	Kabel short dari kerusakan PLC	8	Pemasangan grounding / bonding system untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan dan Pemasangan alat ELCB (<i>Earth Leakage Circuit Breaker</i>) untukantisipasi terjadi <i>electrical short</i> pada sumber power hand tool equipment serta menggunakan APD standar yang dilengkapi dengan sarung tangan karet, rubber shoes, rubber mat	5
3.	Memeriksa dan <i>cleaning line up sirkulasi pelumas</i>	R9	Iritasi di mata atau kulit	5	Kebocoran bahan kimia benzen dan fluida	5	Petugas yang melaksanakan Identifikasi bahaya kesehatan harus pernah mendapatkan pelatihan atau sosialisasi tentang jenis-jenis bahaya kesehatan kerja serta metode pengendaliannya	3

No	Langkah Pekerjaan/Prosedur	Nomor Risiko	Efek Failure Mode	S	Penyebab Failure Mode	O	Pendeteksian Yang Sudah Dilakukan	D
		R10	Fatality	8	Kebocoran H2S dan SO2 saat proses cleaning	8	Pemasangan barricade untuk daerah yang berpotensi terexposurennya pekerja dan melaksanakan gas test sebelum bekerja dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm)	5
		R11	Luka bakar	6	Kondisi <i>operasi line up</i> sirkulasi pelumas pada temperatur 120° C	6	Mematuhi prosedur untuk isolasi tekanan dan tidak menerapkan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai <i>hazardous material</i>	3
		R12	Cedera	7	kenaikan temperatur tekanan tinggi saat <i>cleaning line up</i>	7	Menggunakan <i>pressure safety device (safe working pressure sign)</i> dan membuat prosedur penggunaan peralatan bertekanan	4
		R13	<i>Musculoskeletal Disorders (MSDs)</i>	6	Sandaran dudukan yang rendah	5	Memastikan pekerja dalam kondisi <i>fit to Work</i> serta pembatasan durasi kerja sehingga tersedianya waktu istirahat untuk melakukan peregangan	2
		R14	Tercemarnya tanah dan air	7	Adanya bocoran HC/ proses pengedrainan	6	Penggunaan penampung / drum untuk menampung limbah untuk mengidentifikasi dan klasifikasi jenis limbah sehingga bisa memasang label/symbol Untuk limbah B3 dan pengkategorian sampah	4
		R15	Fatality	8	Kabel terkelupas atau <i>grounding</i> yang tidak baik	8	Pemasangan <i>grounding / bonding system</i> untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan dan Pemasangan alat ELCB (<i>Earth Leakage Circuit Breaker</i>) untukantisipasi terjadi <i>electrical short</i> pada sumber power hand tool equipment serta menggunakan APD standar yang dilengkapi dengan sarung tangan karet, <i>rubber shoes, rubber mat</i>	5
4.	Memeriksa kondisi dan <i>general cleaning slide valve</i>	R16	Iritasi di mata atau kulit	5	Paparan <i>gas propane</i> dari kebocoran <i>general cleaning slide valve</i>	5	Petugas yang melaksanakan Identifikasi bahaya kesehatan harus pernah mendapatkan pelatihan atau sosialisasi tentang jenis-jenis bahaya kesehatan kerja serta metode pengendaliannya	3
		R17	Cedera tangan	5	Peralatan atau material terjatuh	5	Melaksanakan inspeksi kelaikan peralatan / mesin sebelum operasi serta memastikan pengikatan peralatan yang benar untuk mencegah terjatuhnya benda/peralatan	3
		R18	Luka bakar	6	Bocoran pada <i>general</i>	6	Memastikan tidak adanya bahan / material mudah terbakar disekitar area kerja dan Pelaksanaan inspeksi kelaikan alat dan sistem pengamannya	3

No	Langkah Pekerjaan/Prosedur	Nomor Risiko	Efek Failure Mode	S	Penyebab Failure Mode	O	Pendeteksian Yang Sudah Dilakukan	D
		R19	Luka bakar	6	Radiasi panas <i>slide valve</i>	6	Mematuhi prosedur untuk isolasi tekanan dan tidak menerapkan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai hazardous material	3
		R20	Iritasi pada mata dan Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)	6	Sisa debu dari proses pembersihan berpotensi terpaparnya pekerja	5	Penggunaan <i>cover</i> (terpal/plastik) untuk melokalisir area berdebu dan menyediakan siraman air yang cukup disekitar area pembersihan	3
		R21	Tercemarnya tanah dan air	7	Pengambilan sample/ membuka general untuk kepentingan pembersihan	6	Penggunaan penampang / drum untuk menampung limbah untuk mengidentifikasi dan klasifikasi jenis limbah sehingga bisa memasang label/symbol Untuk limbah B3 dan pengkategorian sampah	4
		R22	Sesak nafas hingga pingsan	7	Menghirup gas nitrogen disekitar <i>slide valve</i> yang sedang dipurging	6	Penggunaan gas detection instrument ketika bekerja disekitar area exhaust gas nitrogen dan penerapan safe zone area (tidak ada pekerja di area kerja pada saat pelaksanaan purging	4
		R23	<i>Fatality</i>	8	Paparan H2S dan CO dari <i>general</i> berpotensi terpaparnya pekerja	8	Pemasangan <i>barricade</i> untuk daerah yang berpotensi terexposurennya pekerja dan melaksanakan gas test sebelum bekerja dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm)	5
5.	Memeriksa kondisi vibrasi compressor	R24	Iritasi di mata atau kulit	5	Proses pengkalibrasian terjadi kebocoran <i>flange/ accumulator</i>	5	Petugas yang melaksanakan Identifikasi bahaya kesehatan harus pernah mendapatkan pelatihan atau sosialisasi tentang jenis-jenis bahaya kesehatan kerja serta metode pengendaliannya	3
		R25	Luka bakar	6	Bocoran pada <i>compressor</i>	6	Pekerjaan dilengkapi dengan SIKAListrik & Instrumentasi dan Tersedianya prosedur, sistem komunikasi, dan tim keadaan darurat kebakaran	3
		R26	Luka bakar	6	Terpapar panas dari <i>compressor</i>	6	Mematuhi prosedur untuk isolasi tekanan dan tidak menerapkan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai hazardous material	3
		R27	<i>Musculoskeletal Disorders (MSDs)</i>	6	Posisi pengukuran vibrasi yang sempit	5	Memastikan pekerja dalam kondisi <i>fit to work</i> serta pembatasan durasi kerja sehingga tersedianya waktu istirahat untuk melakukan peregangan	2

No	Langkah Pekerjaan/Prosedur	Nomor Risiko	Efek Failure Mode	S	Penyebab Failure Mode	O	Pendeteksian Yang Sudah Dilakukan	D
		R28	<i>Fatality</i>	8	Kabel listrik untuk pengkalibrasian terkelupas	8	Pemasangan grounding / bonding system untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan dan pemasangan alat ELCB (<i>Earth Leakage Circuit Breaker</i>) untukantisipasi terjadi electrical short pada sumber power hand tool equipment serta menggunakan APD standar yang dilengkapi dengan sarung tangan karet, rubber shoes, rubber mat	5
		R29	Terluka, terkilir	6	Lantai yang licin, kabel dan material yang berserakan	6	Pelaksanaan <i>Good Housekeeping</i> secara berkala, memastikan permukaan lantai terbebas dari lubang / hambatan (<i>obstruction</i>)	2
		R30	<i>Fatality</i>	8	Paparan H2S dan CO dari vibrasi	8	Pemasangan <i>barricade</i> untuk daerah yang berpotensi terexposuranya pekerja dan melaksanakan gas test sebelum bekerja dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm)	4
		R31	<i>Noise Induced Hearing Loss (NIHL)</i>	6	Suara bising yang dari compressor saat dikalibrasi	5	Penerapan pengaturan jarak pekerja dari sumber kebisingan dan melakukan pengukuran kebisingan secara berkala	3
6.	Memeriksa kondisi Kelistrikan	R32	Terluka	7	Penerapan LOTO yang tidak <i>comply</i>	7	Penerapan LOTO pada energi listrik dan melaksanakan physical checks dan harus dilakukan komunikasi sesama pekerja	4
		R33	Luka bakar	7	Terjadi konslet arus dari power <i>utilities</i>	7	Pastikan tidak adanya bahan / Material mudah terbakar disekitar area kerja dan penggunaan APD standar yang dilengkapi dengan safety gloves	4
		R34	<i>Fatality</i>	8	Kabel <i>short</i> dan <i>grounding</i> yang tidak baik	8	Pemasangan grounding / bonding system untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan dan Pemasangan alat ELCB (<i>Earth Leakage Circuit Breaker</i>) untukantisipasi terjadi electrical short pada sumber power hand tool equipment serta menggunakan APD standar yang dilengkapi dengan sarung tangan karet, rubber shoes, rubber mat	5
		R35	<i>Fatality</i>	8	Paparan H2S dan CO	8	Pemasangan <i>barricade</i> untuk daerah yang berpotensi <i>terexposuranya</i> pekerja dan melaksanakan gas test sebelum bekerja dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm)	4

No	Langkah Pekerjaan/Prosedur	Nomor Risiko	Efek Failure Mode	S	Penyebab Failure Mode	O	Pendeteksian Yang Sudah Dilakukan	D
7.	Pembersihan area kerja	R36	Kerusakan peralatan dan <i>asset existing</i>	6	Penyelesaian pekerjaan secara terburu-buru menyebabkan kesalahan prosedur	5	Pelaksanaan sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya kesehatan kerja (<i>psychosocial hazard</i>)	2
		R37	Tercemarnya tanah dan air	7	Hasil limbah dari proses pembersihan berpotensi mencemari lingkungan dan terpaparnya pekerja	6	Penggunaan penampang / drum untuk menampung limbah untuk mengidentifikasi dan klasifikasi jenis limbah bisa memasang label/symbol Untuk limbah B3 dan pengkategorian sampah	4
		R38	cidera	7	Penggunaan mesin untuk transfer limbah ke dalam drum / container berpotensi menabrak pekerja	7	Pelaksanaan Storage Arrangement dan menggunakan APD standar termasuk <i>safety helmet</i> dan <i>safety gloves</i> , dan <i>safety googles</i>	3
		R39	Iritasi di mata atau kulit	5	Proses pemindahan, penyimpanan, dan penggunaan bahan kimia berpotensi terpaparnya pekerja	5	Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai <i>hazardous material</i>	3
		R40	Iritasi pada mata dan Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)	6	Debu yang dihasilkan dari proses pembersihan berpotensi terpaparnya pekerja	5	Penggunaan cover (terpal/plastik) untuk melokalisir area berdebu dan menyediakan siraman air yang cukup disekitar area pembersihan	3
		R41	<i>Fatality</i>	8	Terhirupnya H2S dan CO saat housekeeping	8	Penggunaan gas detection instrument ketika bekerja disekitar area exhaust gas nitrogen dan penerapan <i>safe zone area</i> (tidak ada pekerja di area kerja pada saat pelaksanaan purging	5
		R42	Terluka, terkilir	6	Lantai yang licin akibat tumpahan minyak	6	Pelaksanaan <i>Good Housekeeping</i> secara berkala, memastikan permukaan lantai terbebas dari lubang / hambatan (<i>obstruction</i>)	3

4.2.4 Perhitungan Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

Selanjutnya yaitu menghitung nilai *Risk Priority Number* dengan cara mengalikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Dimana tujuan dilakukan perhitungan nilai RPN adalah untuk mengetahui urutan failure mode yang harus diprioritaskan untuk ditangani terlebih dahulu. Hasil perkalian tersebut untuk mengetahui risiko-risiko yang menjadi prioritas penanganan. Berikut ini Tabel 4.7 merupakan hasil nilai RPN dari masing-masing risiko:

Tabel 4. 7 *Risk Priority Number* (RPN)

No	Langkah Pekerjaan/Prosedur	Nomor Risiko	Penyebab <i>Failure Mode</i>	RPN
1.	Mobilisasi <i>general tool, equipment, dan material</i>	R1	Tidak kompetennya operator dalam berkendara	72
		R2	Peralatan atau material terjatuh	75
2.	Memeriksa <i>level glass dan line transmitter di Site dengan chemical</i>	R3	Kondisi operasi <i>line transmitter</i> pada temperatur 120° C	72
		R4	Terpeleset, terjatuh	72
		R5	kebocoran <i>fluida line transsmiter</i>	108
		R6	lokasi alat <i>instrumentasi</i> terjatuh dari ketinggian	75
		R7	Suara bising mesin saat pelaksanaan pengecekan peralatan (<i>running test</i>)	90
		R8	Kabel short dari kerusakan PLC	320
3.	Memeriksa dan <i>cleaning line up</i> sirkulasi pelumas	R9	Kebocoran bahan kimia benzen dan <i>fluida</i>	75
		R10	Kebocoran H2S dan SO2 saat proses <i>cleaning</i>	320
		R11	Kondisi operasi line up sirkulasi pelumas pada temperatur 120° C	108
		R12	kenaikan temperatur tekanan tinggi saat <i>cleaning line up</i>	136
		R13	Sandaran dudukan yang rendah	60
		R14	Adanya bocoran HC/ proses pengedrainan	168
		R15	Kabel terkelupas atau <i>grounding</i> yang tidak baik	320
4.	Memeriksa kondisi dan <i>general cleaning slide valve</i>	R16	Paparan gas propane dari kebocoran <i>general cleaning slide valve</i>	75
		R17	Peralatan atau material terjatuh	75
		R18	Bocoran pada <i>general</i>	108
		R19	Radiasi panas <i>slide valve</i>	108
		R20	Sisa debu dari proses pembersihan berpotensi terpaparnya pekerja	30

No	Langkah Pekerjaan/Prosedur	Nomor Risiko	Penyebab <i>Failure Mode</i>	RPN
		R21	Pengambilan sample/ membuka general untuk kepentingan pembersihan	168
		R22	Menghirup gas nitrogen disekitar <i>slide valve</i> yang sedang dipurging	168
		R23	Paparan H2S dan CO dari <i>general</i> berpotensi terpaparnya pekerja	320
5.	Memeriksa kondisi vibrasi compressor	R24	Proses pengkalibrasian terjadi kebocoran <i>flange/ accumulator</i>	75
		R25	Bocoran pada <i>compressor</i>	108
		R26	Terpapar panas dari <i>compressor</i>	108
		R27	Posisi pengukuran vibrasi yang sempit	60
		R28	Kabel listrik untuk pengkalibrasian terkelupas	320
		R29	Lantai yang licin, kabel dan material yang berserakan	72
		R30	Paparan H2S dan CO dari vibrasi	256
		R31	Suara bising yang dari compressor saat dikalibrasi	90
6.	Memeriksa kondisi Kelistrikan	R32	Penerapan LOTO yang tidak <i>comply</i>	196
		R33	Terjadi konslet arus dari <i>power utilities</i>	196
		R34	Kabel <i>short</i> dan grounding yang tidak baik	320
		R35	Paparan H2S dan CO	256
7.	Pembersihan area kerja	R36	Penyelesaian pekerjaan secara terburu-buru menyebabkan kesalahan prosedur	60
		R37	Hasil limbah dari proses pembersihan berpotensi mencemari lingkungan dan terpaparnya pekerja	168
		R38	Penggunaan mesin untuk transfer limbah ke dalam drum / container berpotensi menabrak pekerja	147
		R39	Proses pemindahan, penyimpanan, dan penggunaan bahan kimia berpotensi terpaparnya pekerja	75
		R40	Debu yang dihasilkan dari proses pembersihan berpotensi terpaparnya pekerja	90
		R41	Terhirupnya H2S dan CO saat <i>housekeeping</i>	320
		R42	Lantai yang licin akibat tumpahan minyak	108

Perhitungan RPN didapatkan dari perkalian antara *severity*, *occurrence*, *detection*. Pada R1 nilai RPN didapatkan dari perkalian pada tabel 4.6 (Tabel Pembobotan *Severity*, *Occurrence*

dan *Detection*). 6 (*nilai severity*) x 6 (*nilai occurrence*) x 2 (*nilai detection*) sehingga nilai RPN R1 adalah 72, dan seterusnya sampai dengan perhitungan RPN R42.

4.2.5 Evaluasi Risiko

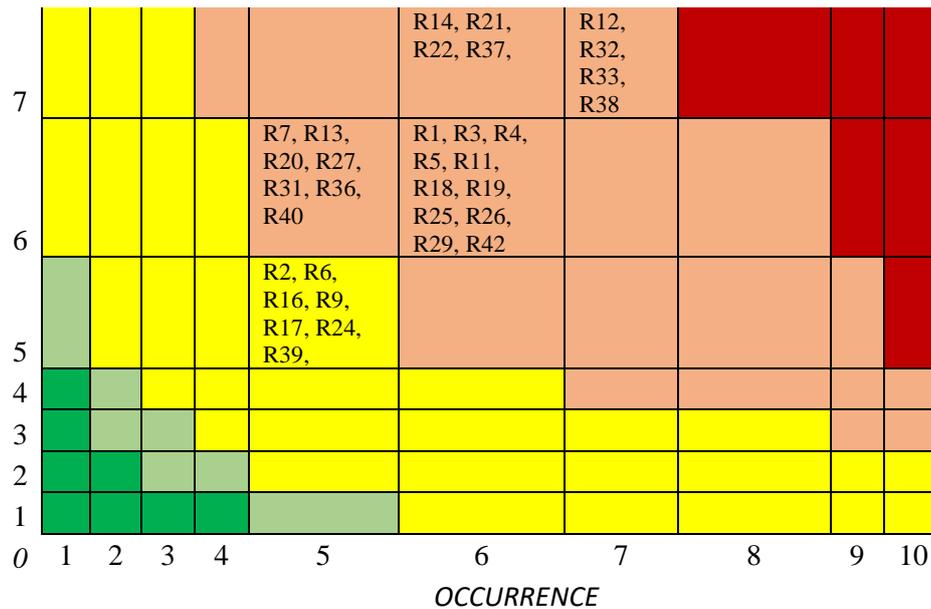
Tahap evaluasi risiko ini dilakukan dengan menentukan ranking terhadap risiko-risiko berdasarkan nilai dari RPN-nya serta dilakukan *Probability Impact Matrix* melalui peta risiko berdasarkan pada nilai *severity* dan *occurrence*.

4.2.5.1 Probability impact matrix/Peta Risiko

Perhitungan *probability impact matrix*/Peta Risiko berdasarkan perkalian nilai *severity*, *occurrence* digunakan sebagai dasar dalam pembuatan peta risiko. Sebelum membuat peta risiko terlebih dahulu membuat *risk register*-nya. Tabel *risk register* dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 4. 8 *Probability impact matrix*/Peta Risiko

Nomor Risiko	Efek Failure Mode	S	O	S X D
R1	Kabel short dari kerusakan PLC	6	6	36
R2	Kebocoran H2S dan SO2 saat <i>proses cleaning</i>	5	5	25
R3	Kabel terkelupas atau grounding yang tidak baik	6	6	36
R4	Paparan H2S dan CO dari <i>general</i> berpotensi terpaparnya pekerja	6	6	36
R5	Kabel listrik untuk pengkalibrasian terkelupas	6	6	36
R6	Kabel <i>short</i> dan grounding yang tidak baik	5	5	25
R7	Terhirupnya H2S dan CO saat <i>housekeeping</i>	6	5	30
	Paparan H2S dan CO dari vibrasi	8	8	64
R9	Paparan H2S dan CO	5	5	25
R10	Penerapan LOTO yang tidak <i>comply</i>	8	8	64
R11	Terjadi konslet arus dari <i>power utilities</i>	6	6	36
R12	Adanya bocoran HC/ proses pengedrainan	7	7	49
R13	Pengambilan sample/ membuka <i>general</i> untuk kepentingan pembersihan	6	5	30
R14	Menghirup gas nitrogen disekitar <i>slide valve</i> yang sedang <i>dipurging</i>	7	6	42
R15	Hasil limbah dari proses pembersihan berpotensi mencemari lingkungan dan terpaparnya pekerja	8	8	64
R16	Penggunaan mesin untuk <i>transfer</i> limbah ke dalam drum / <i>container</i> berpotensi menabrak pekerja	5	5	25
R17	kenaikan temperatur tekanan tinggi saat <i>cleaning line up</i>	5	5	25
R18	kebocoran <i>fluida line transsmiter</i>	6	6	36



Gambar 4. 4 Probability Impact Matrix

Keterangan:

	Criticality Level	Risk Factor
Green	Very Low	$1 \leq R \leq 4$
Light Green	Low	$5 \leq R \leq 9$
Yellow	Medium	$10 \leq R \leq 25$
Light Orange	High	$26 \leq R \leq 49$
Red	Very High	$50 \leq R \leq 100$

Dari 42 risiko yang telah diidentifikasi, 9 risiko diantaranya masuk ke dalam kategori *very high risk*, 26 risiko masuk ke dalam *high risk*, 7 risiko masuk ke dalam *medium risk*. Risiko dengan kategori *very high risk* dijadikan sebagai prioritas untuk ditangani terlebih dahulu. Sedangkan risiko dengan kategori *medium risk* dapat dikelola dan dilakukan dengan monitoring secara berkala supaya kategorinya tidak naik menjadi *high risk*.

Berdasarkan tabel 4.9 risiko yang membutuhkan perbaikan adalah 9 risiko yang memiliki nilai RPN diatas nilai kritis RPN yaitu 146,38 dan prioritas perbaikan terdapat 9 risiko yang memiliki kategori risiko (dari tabel *probability impact matrix*) *very high*.

Tabel 4. 9 Hasil RPN dan *Probability Impact Matrix*

Kode	Penyebab <i>Failure Mode</i>	RPN	RPN > Nilai Kritis RPN	Probability Impact Matrix
R8	Kabel <i>short</i> dari kerusakan PLC	320	√	Very High
R10	Kebocoran H ₂ S dan SO ₂ saat proses <i>cleaning</i>	320	√	Very High
R15	Kabel terkelupas atau grounding yang tidak baik	320	√	Very High
R23	Paparan H ₂ S dan CO dari <i>general</i> berpotensi terpaparnya pekerja	320	√	Very High
R28	Kabel listrik untuk pengkalibrasian terkelupas	320	√	Very High
R34	Kabel <i>short</i> dan grounding yang tidak baik	320	√	Very High
R41	Terhirupnya H ₂ S dan CO saat <i>housekeeping</i>	320	√	Very High
R30	Paparan H ₂ S dan CO dari vibrasi	256	√	Very High
R35	Paparan H ₂ S dan CO	256	√	Very High

Berdasarkan tabel 4.9 ditemukan 9 risiko High dari perhitungan RPN dan perhitungan Peta risiko. Maka terdapat 9 risiko yang akan dimitigasi untuk penanganan terhadap risiko yang memiliki tingkat risiko *very high*. Risiko tersebut yakni risiko *fatality* akibat arus listrik dan potensi *fatality* dikarenakan paparan dari H₂S dan CO.

4.2.6 Mitigasi menggunakan HIRADC

Hasil dari perhitungan FMEA diatas didapatkan dari risiko-risiko yang terjadi pada aktivitas pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* yang berlokasi di kilang *Sulfur Recovery Unit* (SRU) yang dibagi melalui 5 kategori yaitu *very high*, *high*, *medium*, *low*, dan *very low* yang menghasilkan prioritas risiko yang akan ditangani terlebih dahulu (kategori *very high*) dengan melakukan mitigasi menggunakan HIRADC untuk mengidentifikasi bahaya potensial di tempat kerja, menilai risikonya, dan menentukan langkah-langkah pengendalian yang diperlukan untuk mengurangi atau menghilangkan risiko tersebut. Risiko tersebut yakni risiko *fatality* akibat arus listrik dan potensi *fatality* dikarenakan paparan dari H₂S dan CO.

4.2.7 Analisis Risiko Sebelum Dilakukan Pengendalian

Analisis risiko ini berfungsi untuk menentukan tingkatan dari suatu risiko (*Level of Risk*) dari setiap aktifitas yang memiliki potensi bahaya, yaitu melalui penentuan dari kemungkinan (*Probability*) risiko itu dapat terjadi dengan konsekuensi (*Consequences*) yang dimiliki oleh risiko tersebut berdasarkan (AS/NZ Standart 4360, 2004). Hasil dari Hasil dari table

probability dan consequences dari setiap risiko dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan analisis terhadap risiko, sehingga akan menghasilkan hasil akhir yang diperoleh berbentuk tingkatan dari setiap risiko yang terdapat disana.

Tabel 4. 10 Tabel Nilai Tingkat Kemungkinan (*Likelihood*)

Tingkat	Penjelasan	Definisi	Penjelasan
1	<i>Rare</i>	Hampir tidak mungkin terjadi	Terjadi ≤ 5 dalam setahun
2	<i>Unlikely</i>	Kadang terjadi	Terjadi ≤ 20 dalam setahun
3	<i>Possible</i>	Mungkin Terjadi	Terjadi ≤ 52 dalam setahun
4	<i>Likely</i>	Sangat mungkin terjadi	Terjadi ≤ 104 dalam setahun
5	<i>Almostcertain</i>	Hampir pasti terjadi	Terjadi ≤ 208 dalam setahun

(AS/NZ Standart 4360, 2004).

Tabel 4. 11 Tabel Nilai Tingkat Akibat (*Consequences*)

Rating	Severity	Deskripsi
5	<i>Catastrophic</i> (sangat tinggi)	Kerugian finansial yang sangat besar dan/atau dapat mengakibatkan kematian para pekerja atau kebakaran.
4	<i>Major</i> (tinggi)	Kerugian finansial yang besar dan/atau menyebabkan cedera yang cukup luas sehingga perlu diatasi di luar area terjadinya kejadian.
3	<i>Moderate</i> (sedang)	perawatan medis; terganggunya pekerjaan; dapat diatasi di tempat kejadian risiko.
2	<i>Minor</i> (rendah)	Kerugian finansial kecil; terganggunya konsentrasi; butuh pertolongan P3K; dapat diatasi di tempat kejadian langsung.
1	<i>Insignificant</i> (sangat rendah)	Kerugian finansial sangat kecil; tidak menyebabkan cedera; tidak mengganggu proses kerja.

(AS/NZ Standart 4360, 2004).

Tabel 4. 12 *Qualitative Risk Analysis Matriks Level of Risk*

<i>Likelihood</i>	<i>Consequences (S)</i>
--------------------------	--------------------------------

(L)		<i>Insignificant</i>	<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Major</i>	<i>Catastrophic</i>
		1	2	3	4	5
<i>Almost certain</i>	5	MH	MH	H	H	H
<i>likely</i>	4	M	MH	MH	H	H
<i>moderate</i>	3	L	M	MH	H	H
<i>unlikely</i>	2	L	L	M	MH	H
<i>rare</i>	1	L	L	M	MH	MH

(AS/NZ Standart 4360, 2004).

Kemudian dilanjutkan dengan melakukan penilaian risiko terhadap risiko yang telah diidentifikasi. Penilaian risiko bertujuan untuk mengetahui tingkat nilai risiko dari masing-masing pekerjaan pada aktivitas pemeliharaan *Refrigerant Compressor* di area *Sulfur Recovery Unit* (SRU) sebelum dilakukan pengendalian.

Contoh pada aktivitas pekerjaan mengajukan perijinan kendaraan dan peralatan terdapat dua risiko yang telah diidentifikasi. Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan di lapangan, didapatkan beberapa penilaian risiko berupa:

- a. Memeriksa level glass dan *line transmitter* di *Site* dengan *chemical* dengan nomor risiko R8.

Nilai Kemungkinan (*Likelihood*) = 4

Nilai Akibat (*Consequences*) = 4

L x C = 16

Tingkat risiko = *High*/tinggi

- b. Memeriksa dan *cleaning line up* sirkulasi pelumas dengan nomor risiko R10.

Nilai Kemungkinan (*Likelihood*) = 3

Nilai Akibat (*Consequences*) = 4

L x C = 12

Tingkat risiko = *Moderate to High* /sedang ke tinggi

Sementara untuk tahap pekerjaan selanjutnya diperoleh penilaian risiko dengan cara yang serupa. Hasil penilaian tersebut diuraikan secara lengkap dalam table 4.5 sebagai berikut ini:

Tabel 4. 13 Penilaian Risiko Sebelum Dilakukan Pengendalian

No	Langkah Pekerjaan/Prosedur	Nomor Risiko	Risk/Risiko	Penilaian Risiko			
				L	C	Matriks Risiko	Risk

No	Langkah Pekerjaan/Prosedur	Nomor Risiko	Risk/ Risiko	Penilaian Risiko			
				L	C	Matriks Risiko	Risk
1.	Memeriksa level glass dan <i>line transmitter</i> di Site dengan <i>chemical</i>	R8	<i>Fatality</i>	4	4	16	<i>High</i>
2.	Memeriksa dan <i>cleaning line up</i> sirkulasi pelumas	R10	<i>Fatality</i>	3	4	12	<i>Moderate to High</i>
		R15	<i>Fatality</i>	4	4	16	<i>High</i>
3.	Memeriksa kondisi dan <i>general cleaning slide valve</i>	R23	<i>Fatality</i>	4	3	12	<i>Moderate to High</i>
4.	Memeriksa kondisi vibrasi compressor	R28	<i>Fatality</i>	4	4	16	<i>High</i>
		R30	<i>Fatality</i>	4	3	12	<i>Moderate to High</i>
5.	Memeriksa kondisi Kelistrikan	R34	<i>Fatality</i>	4	4	16	<i>High</i>
		R35	<i>Fatality</i>	4	3	12	<i>Moderate to High</i>
6.	Pembersihan area kerja	R41	<i>Fatality</i>	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>

Dalam penilaian risiko dengan total 9 *risk priority* telah diidentifikasi, ditemukan sejumlah jenis tingkat risiko bahaya sebelum dilakukan pengendalian yaitu tingkat bahaya bahaya dengan tingkat risiko *moderate to high*/ sedang ke tinggi sebanyak 5 bahaya dan juga dengan tingkat risiko *high*/ tinggi sebanyak 4.

4.2.8 Penilaian Risiko Setelah dilakukan Pengendalian Bahaya

Penilaian risiko setelah dilakukan pengendalian dapat disebut juga dengan penilaian sisa risiko. Penilaian sisa risiko ini digunakan untuk mengetahui besarnya penurunan risiko setelah dilakukan pengendalian berdasarkan hierarki pengendalian risiko. Pengendalian yang digunakan, yaitu eliminasi, rekayasa teknis, administratif, dan alat pelindung diri (APD). Tabel tingkat risiko dari hasil penilaian risiko setelah dilakukan pengendalian dapat dilihat pada 4.8 sebagai berikut:

Tabel 4. 14 Penilaian risiko setelah dilakukan pengendalian

No	Langkah Pekerjaan/Prosedur	Nomor Risiko	Risk/ Risiko	Penilaian Risiko			
				L	C	Matriks Risiko	Risk
1.	Memeriksa level glass dan <i>line transmitter</i> di Site dengan <i>chemical</i>	R8	<i>Fatality</i>	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>
2.	Memeriksa dan <i>cleaning line up</i>	R10	<i>Fatality</i>	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>
		R15	<i>Fatality</i>	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>

No	Langkah Pekerjan/Prosedur	Nomor Risiko	Risk/ Risiko	Penilaian Risiko			
				L	C	Matriks Risiko	Risk
	sirkulasi pelumas						
3.	Memeriksa kondisi dan <i>general cleaning slide valve</i>	R23	<i>Fatality</i>	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>
4.	Memeriksa kondisi vibrasi compressor	R28	<i>Fatality</i>	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>
		R30	<i>Fatality</i>	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>
5.	Memeriksa kondisi Kelistrikan	R34	<i>Fatality</i>	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>
		R35	<i>Fatality</i>	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>
6.	Pembersihan area kerja	R41	<i>Fatality</i>	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>

Dapat diketahui berdasarkan hasil penilaian risiko setelah dilakukan pengendalian pada semua pekerjaan mengalami penurunan risiko. Penilaian tingkat risiko pada 9 *risk priority* yang telah diidentifikasi setelah dilakukan pengendalian yaitu *low to moderate*/rendah ke sedang sebanyak 9.

4.2.9 Menyusun HIRADC

Setelah mengumpulkan referensi data dari identifikasi bahaya beserta pengendalian risiko, langkah selanjutnya adalah menyusun tabel HIRADC. Pada tabel HIRADC dibuat lebih terperinci pada setiap pekerjaan beserta metode pekerjaan yang berdasarkan referensi analisis data untuk mendapatkan yang lebih detail. Dalam menyusun HIRADC penulis meminta verifikasi dan validasi oleh narasumber ahli K3 dan pihak ahli dalam pengerjaan pemeliharaan *Refrigerant Compressor*.

Tabel 4. 15 Tabel HIRADC

No	Langkah Pekerjaan/ Prosedur	Risk Identification			Rujukan Peraturan/ No. Regulation	Initial Risk Value				Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko Awal	Residual Risk				Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko Akhir
		Hazard / Aspect	Uraian temuan/ Hazard	Risiko/ Hazard Effect (Severity)		L	C	Total Score	(R)			L	C	Total Score	(R)		
B. PROSES																	
1.	Memeriksa level glass dan line transmitter di Site dengan chemical	<i>Electric Hazard</i>	Kabel short dari kerusakan PLC	Fatality	- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 12 Tahun 2015 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Listrik di Tempat Kerja	4	4	16	<i>High</i>	1.	NA	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>	1.	NA
										2.	NA					2.	NA
										3.	- Pemasangan grounding / bonding system untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan - Pemasangan alat ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker) untuk antisipasi terjadi electrical short pada sumber power hand tool equipment. - Pemasangan twisted lockk					3.	NA
										4.	- Melakukan LOTO - Pengawasan Pekerjaan oleh safetyman - pemeriksaan kelaikan peralatan dan Pemasangan safety Tag - Pemasangan rambu-rambu keselamatan - Pekerjaan dilengkapi dengan SIKA Listrik & Instrumentasi - Pelaksanaan electrical inspection secara berkala - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya Listrik					4.	- SIKA Listrik dan Instrumentasi harus ditandatangani oleh GM
										5.	- Penggunaan APD standar termasuk safety gloves					5.	NA
2	Memeriksa	<i>Toxic</i>	Kebocor	Fatality	- Peraturan	4	3	12	<i>Mod</i>	1.	NA	4	1	4	<i>Low</i>	1.	NA

No	Langkah Pekerjaan/ Prosedur	Risk Identification				Initial Risk Value				Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko Awal	Residual Risk				Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko Akhir		
		Hazard / Aspect	Uraian temuan/ Hazard	Risiko/ Hazard Effect (Severity)	Rujukan Peraturan/ No. Regulation	L	C	Total Score	(R)			L	C	Total Score	(R)				
dan cleaning line up sirkulasi pelumas	<i>Gas Hazard</i>	an H2S dan SO2 saat proses cleaning	Fatality	Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja - OSHA Standard 29 CFR 1910.134 <i>Respiratory Protection</i>			16	<i>erat e to High</i>	2.	NA				4	1	4	<i>to Moderate</i>	2.	NA
									3.	- Pemasangan barricade untuk daerah yang berpotensi terexposuranya pekerja - Tersedianya windsock direction and speed - Tersedianya anemometer								3.	NA
									4.	- Pengawasan Pekerjaan oleh safetyman - Pemasangan rambu-rambu keselamatan - Pelaksanaan gas test sebelum bekerja dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm) - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya gas beracun - Tersedianya prosedur emergency dan rescue plan								4.	- Stand by tim dan peralatan rescue
									5.	- Penggunaan APD standar yang dilengkapi air line respirator								5.	NA
	<i>Electrical Hazard</i>	Kabel terkelupas atau grounding yang tidak baik	Fatality	- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 12 Tahun 2015 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Listrik	4	4	16	<i>High</i>	1.	NA	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>	1.	NA			
									2.	NA					2.	NA			
									3.	- Pemasangan grounding / bonding system untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan - Pemasangan alat ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker) untuk antisipasi terjadi electrical short pada sumber power hand tool equipment. - Pemasangan twisted lock					3.	NA			

No	Langkah Pekerjaan/ Prosedur	Risk Identification			Rujukan Peraturan/ No. Regulation	Initial Risk Value				Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko Awal	Residual Risk				Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko Akhir
		Hazard / Aspect	Uraian temuan/ Hazard	Risiko/ Hazard Effect (Severity)		L	C	Total Score	(R)			L	C	Total Score	(R)		
					di Tempat Kerja					4.	- Melakukan LOTO - Pengawasan Pekerjaan oleh safetyman - pemeriksaan kelaikan Peralatan dan Pemasangan Safety Tag - Pemasangan rambu-rambu keselamatan - Pekerjaan dilengkapi dengan SIKA Listrik & Instrumentasi - Pelaksanaan electrical inspection secara berkala - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya Listrik					4.	- SIKA Listrik dan Instrumentasi harus ditandatangani oleh GM
										5.	- Penggunaan APD standar yang dilengkapi dengan sarung tangan karet, rubber shoes, rubber mat					5.	NA
3.	Memeriksa kondisi dan general cleaning slide valve	Toxic Gas Hazard	Paparan H2S dan CO dari general berpotensi terpaparnya pekerja	Fatality	- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja - OSHA Standard 29 CFR	4	3	12	Moderate to High	1.	NA	4	1	4	Low to Moderate	1.	NA
										2.	NA					2.	NA
										3.	-Pemasangan barricade untuk daerah yang berpotensi terexposuranya pekerja - Tersedianya windsock direction and speed - Tersedianya anemometer					3.	NA
										4.	- Pengawasan Pekerjaan oleh safetyman - Pemasangan rambu-rambu keselamatan - Pelaksanaan gas test sebelum bekerja dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm) - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM					4.	- Stand by tim dan peralatan rescue

No	Langkah Pekerjaan/ Prosedur	Risk Identification			Rujukan Peraturan/ No. Regulation	Initial Risk Value				Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko Awal	Residual Risk				Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko Akhir
		Hazard / Aspect	Uraian temuan/ Hazard	Risiko/ Hazard Effect (Severity)		L	C	Total Score	(R)			L	C	Total Score	(R)		
					1910.146 <i>App B Procedures for Atmospheric Testing</i> - OSHA Standard 29 CFR 1910.134 <i>Respiratory Protection</i>						bagi pekerja mengenai bahaya gas beracun - Tersedianya prosedur emergency dan rescue plan						
										5.	- Penggunaan APD standar yang dilengkapi air line respirator				5.	NA	
4.	Memeriksa kondisi vibrasi compressor	<i>Electrical Hazard</i>	Kabel listrik untuk pengkalian terkelupas	Fatality	-Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 12 Tahun 2015 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Listrik	4	4	16	<i>High</i>	1.	NA	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>	1.	NA
										2.	NA				2.	NA	
										3.	- Pemasangan grounding / bonding system untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan - Pemasangan alat ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker) untukantisipasi terjadi electrical short pada sumber power hand tool equipment. - Pemasangan twisted lock				3.	NA	

No	Langkah Pekerjaan/ Prosedur	Risk Identification			Initial Risk Value				Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko Awal	Residual Risk				Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko Akhir	
		Hazard / Aspect	Uraian temuan/ Hazard	Risiko/ Hazard Effect (Severity)	Rujukan Peraturan/ No. Regulation	L	C	Total Score			(R)	L	C	Total Score			(R)
					di Tempat Kerja				4.	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan LOTO - Pekerjaan dilengkapi dengan Task Risk Assessment (TRA)/JSA - Pengawasan Pekerjaan oleh safetyman - pemeriksaan kelaikan Peralatan dan Pemasangan Safety Tag - Pemasangan rambu-rambu keselamatan - Pekerjaan dilengkapi dengan SIKA Listrik & Instrumentasi - Pelaksanaan electrical inspection secara berkala - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya Listrik 					4.	- SIKA Listrik dan Instrumentasi harus ditandatangani oleh GM	
								5.	- Penggunaan APD standar yang dilengkapi dengan sarung tangan karet, rubber shoes, rubber mat					5.	NA		
		Toxic Gas Hazard	Paparan H2S dan CO dari vibrasi	Fatality	- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan	4	3	12	Moderate to High	1.	NA	4	1	4	Low to Moderate	1.	NA
									2.	NA					2.	NA	
									3.	<ul style="list-style-type: none"> - Pemasangan barricade untuk daerah yang berpotensi terexposuranya pekerja - Tersedianya windsock direction and speed - Tersedianya anemometer 					3.	NA	

No	Langkah Pekerjaan/ Prosedur	Risk Identification			Rujukan Peraturan/ No. Regulation	Initial Risk Value				Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko Awal	Residual Risk				Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko Akhir
		Hazard / Aspect	Uraian temuan/ Hazard	Risiko/ Hazard Effect (Severity)		L	C	Total Score	(R)			L	C	Total Score	(R)		
					dan Kesehatan Kerja - OSHA Standard 29 CFR 1910.134 <i>Respiratory Protection</i>					4.	- Pengawasan Pekerjaan oleh safetyman - Pemasangan rambu-rambu keselamatan - Pelaksanaan gas test sebelum bekerja dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm) - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya gas beracun - Tersedianya prosedur emergency dan rescue plan					4.	- Stand by tim dan peralatan rescue
										5.	- Penggunaan APD standar yang dilengkapi air line respirator					5.	NA
5.	Memeriksa kondisi Kelistrikan	<i>Electrical Hazard</i>	Kabel short dan grounding yang tidak baik	Fatality	- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 12 Tahun 2015 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Listrik di Tempat Kerja	4	4	16	<i>High</i>	1.	NA	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>	1.	NA
										2.	NA					2.	NA
										3.	- Pemasangan grounding / bonding system untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan - Pemasangan alat ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker) untuk antisipasi terjadi electrical short pada sumber power hand tool equipment. - Pemasangan twisted lock					3.	NA
										4.	- Melakukan LOTO - Pengawasan Pekerjaan oleh safetyman - pemeriksaan kelaikan Peralatan dan Pemasangan Safety Tag - Pemasangan rambu-rambu keselamatan - Pekerjaan dilengkapi dengan SIKA Listrik & Instrumentasi					4.	- SIKA Listrik dan Instrumentasi harus ditandata

No	Langkah Pekerjaan/ Prosedur	Risk Identification			Initial Risk Value				Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko Awal	Residual Risk				Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko Akhir
		Hazard / Aspect	Uraian temuan/ Hazard	Risiko/ Hazard Effect (Severity)	Rujukan Peraturan/ No. Regulation	L	C	Total Score			(R)	L	C	Total Score		
										- Pelaksanaan electrical inspection secara berkala - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya Listrik					ngani oleh GM	
									5.	- Penggunaan APD standar yang dilengkapi dengan sarung tangan karet, rubber shoes, rubber mat					5.	NA
		<i>Toxic Gas Hazard</i>	Paparan H2S dan CO dari vibrasi	Fatality	- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja - OSHA Standard 29 CFR 1910.134 <i>Respiratory Protection</i>	4	3	12	<i>Moderate to High</i>	1. NA 2. NA	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>	1. NA 2. NA	
									3.	- Pemasangan barricade untuk daerah yang berpotensi terexposuranya pekerja - Tersedianya windsock direction and speed - Tersedianya anemometer					3.	NA
									4.	- Pengawasan Pekerjaan oleh safetyman - Pemasangan rambu-rambu keselamatan - Pelaksanaan gas test sebelum bekerja dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm) - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya gas beracun - Tersedianya prosedur emergency dan rescue plan					4.	- Stand by tim dan peralatan rescue
									5.	- Penggunaan APD standar yang dilengkapi air line respirator					5.	NA
C.HOUSEKEEPING																

No	Langkah Pekerjaan/ Prosedur	Risk Identification			Rujukan Peraturan/ No. Regulation	Initial Risk Value				Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko Awal	Residual Risk				Pengendalian Risiko	Pengendalian Risiko Akhir
		Hazard / Aspect	Uraian temuan/ Hazard	Risiko/ Hazard Effect (Severity)		L	C	Total Score	(R)			L	C	Total Score	(R)		
1.	Pembersihan area kerja	<i>Toxic Gas Hazard</i>	Terhirupnya H2S dan CO dari compressor oleh pekerja yang bekerja disekitar saat housekeeping	Fatality	- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 9 Tahun 2016 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dalam Pekerjaan Pada Ketinggian - OSHA Standard 29 CFR 1926.759 Falling object protection	4	3	12	<i>Moderate to High</i>	1.	NA	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>	1.	NA
										2.	NA					2.	NA
										3.	- Pengikatan peralatan yang benar untuk mencegah terjatuhnya benda/peralatan - Pemasangan baricade di area kerja - Penggunaan toolbox / toolbelt - Penggunaan keranjang saat memindahkan equipment / tools - Pemasangan wire net dan baricade di area kerja					3.	NA
										4.	- Pelaksanaan inspeksi kelaikan peralatan / mesin sebelum operasi - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya fisik (mekanik) - Pemasangan safety sign di area kerja - Pelaksanaan Storage Arrangement - Pengawasan pekerjaan oleh safetyman - Memastikan pekerja memiliki SIM					4.	- Stand by tim dan peralatan rescue
										5.	- Penggunaan APD standar termasuk safety helmet dan safety gloves, dan safety googles					5.	NA

4.2.10 Pengendalian Risiko

Pengendalian yang memiliki tujuan untuk dapat mengurangi ataupun dapat menghilangkan risiko terhadap bahaya yang akan terjadi. Pengendalian risiko yang dilakukan sebagaimana yang sudah dijelaskan dalam landasan teori yaitu menggunakan hierarki K3 sebagai berikut

1. Eliminasi (*Elimination*)
2. Substitusi (*Substitution*)
3. Pengendalian administratif (*Administrative control*)
4. Rekayasa Teknik (*Engineering control*)
5. Alat pelindung diri (*Personal protective equipment*).

Dari lima tingkatan tersebut maka didapatkan analisis risiko bahaya serta pengendalian resiko yang telah didapatkan berdasarkan hasil dari identifikasi risiko dan penilaian risiko pada aktivitas pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* di area *Sulfur Recovery Unit (SRU)* pada Tabel 4.16 dibawah ini :

Tabel 4. 16 pengendalian resiko

Uraian temuan/ <i>Hazard</i>	Deskripsi dampak/ risiko	Mitigasi Pengendalian	Pengendalian Risiko
Kabel short dari kerusakan PLC	<i>Fatality</i>	<i>Engineering</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pemasangan <i>grounding / bonding system</i> untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan - Pemasangan alat ELCB (<i>Earth Leakage Circuit Breaker</i>) untukantisipasi terjadi <i>electrical short</i> pada sumber <i>power hand tool equipment</i> - Pemasangan <i>twisted lock</i>.
		<i>Administrative</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan LOTO. - Pengawasan Pekerjaan oleh <i>safetyman</i> - Pemeriksaan kelaikan Peralatan dan Pemasangan <i>Safety Tag</i> - Pemasangan rambu-rambu keselamatan - Pekerjaan dilengkapi dengan SIKALISTRIK & Instrumentasi - Pelaksanaan <i>electrical inspection</i> secara berkala - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya Listrik
		PPE	<ul style="list-style-type: none"> - Penggunaan APD standar yang dilengkapi dengan sarung tangan karet, rubber shoes, rubber mat
Kebocoran H ₂ S dan SO ₂ saat	<i>Fatality</i>	<i>Engineering</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pemasangan barricade untuk daerah yang berpotensi terexposurenya pekerja - Tersedianya <i>windsock direction and speed</i> - Tersedianya anemometer

Uraian temuan/ <i>Hazard</i>	Deskripsi dampak/ risiko	Mitigasi Pengendalian	Pengendalian Risiko
proses <i>cleaning</i>		<i>Administrative</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pengawasan Pekerjaan oleh safetyman - Pemasangan rambu-rambu keselamatan - Pelaksanaan gas test sebelum bekerja dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm) - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya gas beracun - Tersedianya prosedur <i>emergency dan rescue plan</i>
		PPE	<ul style="list-style-type: none"> - Penggunaan APD standar yang dilengkapi air line respirator

BAB V PEMBAHASAN

5.1 FMEA

5.1.1 Analisis Risk Priority Number

Dalam memberikan penilaian mengenai nilai *Risk priority number* dilakukan dengan wawancara kepada pihak yang dianggap expert oleh peneliti yang terdiri dari Jr. Officer II, operator, dan *safetyman*. Berdasarkan perhitungan *Risk priority number* (RPN) pada tabel 4.5 aktivitas pemeliharaan *Refrigent Compressor* di area *Sulfur Recovery Unit* (SRU) teridentifikasi berpotensi bahaya. Terdapat 42 risiko seperti analisis menggunakan metode HIRADC sebelumnya hasil tersebut akan diolah kembali menggunakan metode *failure mode and effect analysis* (FMEA) untuk dihitung nilai *risk priority number* (RPN).

Berdasarkan tabel 4.7 dapat diketahui bahwa jika *Risk Event* dengan nilai RPN melebihi nilai kritis RPN sebesar 146,38 ditemukan pada

- a. Kabel short dari kerusakan PLC (R8) dengan nilai RPN 320.
- b. Kebocoran H₂S dan SO₂ saat *proses cleaning* (R10) dengan nilai RPN 320.
- c. Kabel terkelupas atau *grounding* yang tidak baik (R15) dengan nilai RPN 320.
- d. Paparan H₂S dan CO dari general berpotensi terpaparnya pekerja (R23) dengan nilai RPN 320.
- e. Kabel listrik untuk pengkalibrasian terkelupas (R28) dengan nilai RPN 320.
- f. Kabel short dan *grounding* yang tidak baik (R34) dengan nilai RPN 320.
- g. Terhirupnya H₂S dan CO saat *housekeeping* baik (R41) dengan nilai RPN 320.
- h. Paparan H₂S dan CO dari vibrasi (R30) dengan nilai RPN 256.
- i. Paparan H₂S dan CO (R35) dengan nilai RPN 256.

5.1.2 Mitigasi Risk Priority

Berdasarkan Tabel 4.9 menjelaskan tentang penanganan/mitigasi risiko yang dihasilkan dari FGD (*Focus Group Discussion*) bersama expert atau ahli bidang dari perusahaan lain yang dapat dijadikan usulan perbaikan dari risiko yang timbul. Berdasarkan pemaparan risiko tersebut kategori RPN tinggi dengan nilai RPN sebesar 320 terdapat pada aktivitas pekerjaan memeriksa *level glass* dan *line transmitter* di *site* dengan *chemical*, memeriksa dan *cleaning line up* sirkulasi pelumas, memeriksa kondisi dan *general cleaning*

slide valve, memeriksa kondisi vibrasi compressor, memeriksa kondisi kelistrikan dan juga pembersihan area kerja yang berpotensi menyebabkan *fatality* karena tersengat arus listrik. Sehingga diperlukan pengendalian seperti penelitian yang dilakukan oleh (Rana Yosaka & Basuki, 2022) yaitu dengan pemasangan *grounding /bonding system* untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan dan pemasangan alat ELCB (*Earth Leakage Circuit Breaker*) untukantisipasi terjadi *electrical short* pada sumber *power hand tool equipment* serta menggunakan APD standar yang dilengkapi dengan sarung tangan karet, *rubber shoes*, *rubber mat*.

Kemudian aktivitas mematikan daya compressor, memeriksa dan *cleaning line up* sirkulasi pelumas, memeriksa kondisi dan *general cleaning slide valve*, memeriksa kondisi vibrasi compressor, memeriksa kondisi kelistrikan, dan pembersihan *house keeping* memiliki RPN yang tinggi juga sebesar 320 karena adanya risiko terhirupnya gas beracun seperti H₂S dan CO yang menyebabkan *fatality* sehingga pengendalian yang diperlukan yakni dengan pemasangan *barricade* untuk daerah yang berpotensi *terexposurennya* pekerja dan melaksanakan gas test sebelum bekerja dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm) (Khair & Sabani, 2022).

5.2 HIRADC

5.2.1 Identifikasi Risiko

Setelah dilakukan identifikasi bahaya dan verifikasi oleh tenaga ahli pada 7 aktivitas pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* pada *Sulfur Recovery Unit (SRU)*. Dalam penilaian risiko dengan total 9 nomor risiko bahaya yang telah diidentifikasi berdasarkan *risk priority* menggunakan table FMEA. Terdapat 2 kategori risiko yang terdapat pada setiap masing-masing aktivitas pekerjaan yang mungkin terjadi yaitu kategori tingkat risiko *moderate to high*/sedang ke tinggi dan juga dengan tingkat risiko *high*/tinggi dan dalam 7 aktivitas pekerjaan tersebut tidak terdapat tingkat risiko rendah/low. Adapun penjelasan tentang hal-hal yang mengakibatkan ancaman bahaya pada pekerjaan adalah sebagai berikut:

1. Aktivitas pekerjaan memeriksa *level glass* dan *line transmitter* di *site* dengan *chemical*, memeriksa dan *cleaning line up* sirkulasi pelumas, memeriksa kondisi vibrasi compressor dan memeriksa kondisi kelistrikan memiliki ancaman tingkat risiko bahaya berkategori *high*/tinggi. Pada tabel HIRADC dapat dilihat bahwa risiko bahaya kategori *high*/tinggi dapat terjadi adanya potensi *hazard* berupa *electrical hazard* hal ini

dikarenakan penggunaan energi listrik untuk pengoperasian peralatan, mesin, dan lampu berpotensi pekerja tersengat arus listrik yang menyebabkan *fatality*. Selengkapnya bisa dilihat pada tabel 4.16 di atas.

2. Pada aktivitas pekerjaan memeriksa *dan cleaning line up* sirkulasi pelumas, memeriksa kondisi *dan general cleaning slide valve*, memeriksa kondisi vibrasi compressor, memeriksa kondisi kelistrikan dan juga pembersihan area kerja memiliki ancaman tingkat risiko bahaya berkategori *moderate to high/* sedang ke tinggi. Pada tabel HIRADC dapat dilihat bahwa risiko bahaya *moderate to high/* sedang ke tinggi adanya potensi *hazard* berupa *toxic gas hazard* hal ini dikarenakan terhirupnya H2S dan CO dari compressor oleh pekerja yang bekerja yang menyebabkan *fatality*. Selengkapnya bisa dilihat pada tabel 4.16 di atas.

5.2.2 Penilaian Risiko Sebelum Dilakukan Pengendalian

Penilaian risiko ini bertujuan untuk menentukan tingkat risiko yang telah dilakukan setelah melakukan identifikasi bahaya. Analisis terkait risiko secara kualitatif berdasarkan AS/NZS 4360:2004. Analisis penilaian risiko ini berfungsi untuk menentukan tingkatan dari suatu risiko (*Level of Risk*) dari setiap aktifitas yang memiliki potensi bahaya. Hasil dari tingkat risiko yang sudah didapatkan dievaluasi untuk menentukan kategori risiko. Berikut tingkat risiko pada aktivitas pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* pada *Sulfur Recovery Unit* (SRU) sebelum dilakukan pengendalian dapat dilihat pada Tabel 5.1

Tabel 5. 1 Tabel rekap tingkat risiko sebelum dilakukan pengendalian

No	Langkah Pekerjaan/Prosedur	Kategori Risiko					Jumlah Bahaya
		Low	Low to Moderate	Moderate	Moderate to High	High	
1.	Mobilisasi <i>general tool, equipment, dan material</i>	0	0	0	0	0	0
2.	Memeriksa <i>level glass</i> dan <i>line transmitter di site</i> dengan <i>chemical</i>	0	0	0	0	1	1
3.	Memeriksa dan <i>cleaning line up</i> sirkulasi pelumas	0	0	0	1	1	2
4.	Memeriksa kondisi dan <i>general cleaning slide valve</i>	0	0	0	1	0	1

5.	Memeriksa kondisi vibrasi <i>compressor</i>	0	0	0	1	1	2
6.	Memeriksa kondisi kelistrikan	0	0	0	1	1	2
7.	Pembersihan area kerja	0	0	0	0	1	1

Dapat dilihat pada tabel di atas rekap jumlah risiko yang didapatkan dari setiap aktivitas pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* pada *Sulfur Recovery Unit (SRU)*. Berdasarkan hasil yang didapatkan melalui pendekatan menggunakan metode HIRADC dalam penilaian risiko dengan total 9 nomor risiko bahaya yang telah diidentifikasi berdasarkan *risk priority* menggunakan table FMEA pada pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* pada *Sulfur Recovery Unit (SRU)* sebelum dilakukan pengendalian didapatkan data sebagai berikut:

1. Aktivitas pekerjaan mobilisasi *general tools, equipment*, dan material tidak mempunyai risiko bahaya.
2. Aktivitas pekerjaan memeriksa *level glass* dan *line transmitter* di *site* dengan *chemical* mempunyai 1 risiko bahaya dengan tingkat risiko *high/tinggi* sebanyak 1.
3. Aktivitas pekerjaan memeriksa dan *cleaning line up* sirkulasi pelumas dengan *chemical* mempunyai 2 risiko bahaya dengan tingkat risiko *moderate to high/sedang* ke tinggi sebanyak 1 dan tingkat risiko *high/tinggi* sebanyak 1.
4. Aktivitas pekerjaan memeriksa kondisi dan *general cleaning slide valve* mempunyai 1 risiko bahaya dengan tingkat risiko *moderate to high/sedang* ke tinggi sebanyak 1.
5. Aktivitas pekerjaan memeriksa kondisi *vibrasi compressor* 2 risiko bahaya dengan tingkat risiko *moderate to high/sedang* ke tinggi sebanyak 1 dan tingkat risiko *high/tinggi* sebanyak 1.
6. Aktivitas pekerjaan memeriksa kondisi kelistrikan mempunyai 2 risiko bahaya dengan tingkat risiko *moderate to high/sedang* ke tinggi sebanyak 1 dan tingkat risiko *high/tinggi* sebanyak 1.
7. Aktivitas pekerjaan pembersihan area kerja mempunyai mempunyai 1 risiko bahaya dengan tingkat risiko *moderate to high/sedang* ke tinggi sebanyak 1.

Hasil keseluruhan apabila dikonversi ke dalam persentase akan didapatkan hasil seperti berikut:

a. Tingkat risiko *low/rendah*
$$= \frac{0}{9} \times 100\% = 0\%$$

- b. Tingkat risiko *moderate*/sedang $= \frac{0}{9} \times 100\% = 0\%$
- c. Tingkat risiko *moderate to high*/ sedang ke tinggi $= \frac{4}{9} \times 100\% = 44,4\%$
- d. Tingkat risiko *high*/ tinggi $= \frac{5}{9} \times 100\% = 55,5\%$

Dapat diketahui dari hasil persentase di atas bahwa masih ada pekerjaan yang berisiko besar dan masih banyak pekerjaan yang berisiko sedang. Hal tersebut dipengaruhi oleh bahaya yang dapat terjadi pada pekerjaan. Oleh sebab itu, diperlukan pengendalian risiko untuk meminimalisir risiko yang dapat terjadi saat bekerja.

5.2.3 Penilaian Risiko Setelah Dilakukan Pengendalian

Penilaian risiko setelah dilakukan pengendalian dapat disebut juga dengan penilaian sisa risiko. Penilaian sisa risiko ini digunakan untuk mengetahui besarnya penurunan risiko setelah dilakukan pengendalian berdasarkan hierarki pengendalian risiko. Pengendalian yang digunakan yaitu *elimination*/eleiminasi, *substitution*/subtitusi, *engineering*/rekayasa teknik, *administrative*/administrasi dan *personal protective equipment*/alat pelindung diri. Berikut merupakan tabel tingkat risiko dari hasil penilaian risiko setelah dilakukan pengendalian dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Tabel rekap tingkat risiko setelah dilakukan pengendalian

No	Langkah Pekerjaan/Prosedur	Kategori Risiko					Jumlah Bahaya
		Low	Low to Moderate	Moderate	Moderate to High	High	
1.	Mobilisasi <i>general tool, equipment, dan material</i>	0	0	0	0	0	0
2.	Memeriksa <i>level glass dan line transmitter di site</i> dengan <i>chemical</i>	0	1	0	0	0	1
3.	Memeriksa dan <i>cleaning line up</i> sirkulasi pelumas	0	2	0	0	0	2
4.	Memeriksa kondisi dan <i>general cleaning slide valve</i>	0	1	0	0	0	1
5.	Memeriksa kondisi vibrasi <i>compressor</i>	0	2	0	0	0	2
6.	Memeriksa kondisi Kelistrikan	0	2	0	0	0	2
7.	Pembersihan area kerja	0	1	0	0	0	1

Dari tabel HIRADC dalam penilaian risiko dengan total 9 nomor risiko bahaya yang telah diidentifikasi berdasarkan *risk priority* menggunakan table FMEA. Hasil penelitian tingkat risiko setelah dilakukan pengendalian didapatkan data sebagai berikut:

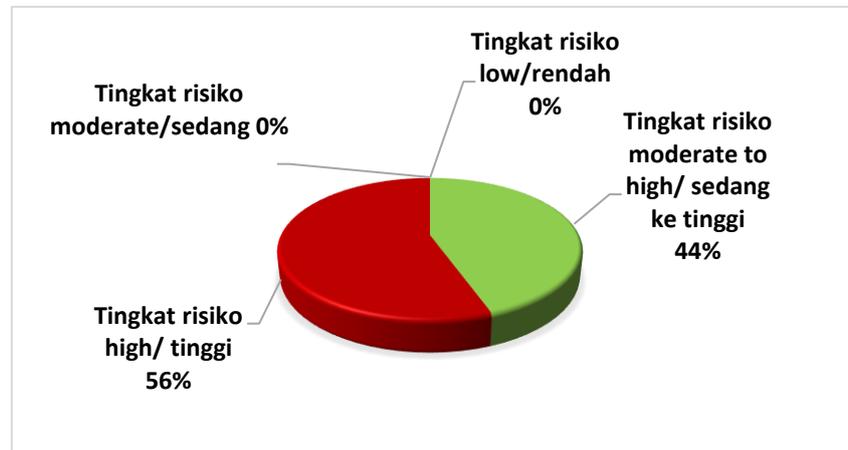
1. Aktivitas pekerjaan mobilisasi *general tools, equipment*, dan material tidak mempunyai risiko bahaya dengan tingkat risiko.
2. Aktivitas pekerjaan memeriksa *level glass* dan *line transmitter* di *site* dengan *chemical* mempunyai 1 risiko bahaya dengan tingkat risiko *low to moderate*/rendah ke sedang sebanyak 1.
3. Aktivitas pekerjaan memeriksa dan *cleaning line up* sirkulasi pelumas dengan *chemical* mempunyai 2 risiko bahaya dengan tingkat risiko *low to moderate*/rendah ke sedang sebanyak 2.
4. Aktivitas pekerjaan memeriksa kondisi dan *general cleaning slide valve* mempunyai 1 risiko bahaya dengan tingkat risiko *low to moderate*/rendah ke sedang sebanyak 1.
5. Aktivitas pekerjaan memeriksa kondisi *vibrasi compressor* mempunyai 2 risiko bahaya dengan tingkat risiko *low to moderate*/rendah ke sedang sebanyak 2.
6. Aktivitas pekerjaan memeriksa kondisi kelistrikan mempunyai 2 risiko bahaya dengan tingkat risiko *low to moderate*/rendah ke sedang sebanyak 2.
7. Aktivitas pekerjaan pembersihan area kerja mempunyai 1 risiko bahaya dengan tingkat risiko *low to moderate*/rendah ke sedang sebanyak 1.

Sehingga apabila hasil penilaian sisa risiko menggunakan metode HIRADC dikonversikan ke dalam persentase didapat sebagai berikut:

- | | |
|---|--------------------------------------|
| a. Tingkat risiko <i>low</i> /rendah | $= \frac{0}{9} \times 100\% = 0\%$ |
| b. Tingkat risiko <i>low to moderate</i> /rendah ke sedang | $= \frac{9}{9} \times 100\% = 100\%$ |
| c. Tingkat risiko <i>moderate</i> | $= \frac{0}{9} \times 100\% = 0\%$ |
| d. Tingkat risiko <i>moderate to high</i> /sedang ke tinggi | $= \frac{0}{9} \times 100\% = 0\%$ |
| e. Tingkat risiko <i>high</i> / tinggi | $= \frac{0}{9} \times 100\% = 0\%$ |

5.2.4 Perbandingan tingkat risiko sebelum dan setelah dilakukan pengendalian

Berdasarkan hasil verifikasi oleh ahli K3 dapat dilihat perbandingan antara tingkat risiko sebelum dilakukann pengendalian dengan tingkat risiko setelah dilakukan pengendalian pada Gambar grafik 5.1 dan Gambar grafik 5.2 sebagai berikut:



Gambar 5. 1 Grafik Tingkat Risiko Sebelum Pengendalian Dilakukan



Gambar 5. 2 Grafik Tingkat Risiko Setelah Pengendalian Dilakukan

Berdasarkan hasil gambar grafik 5.1 di atas tingkat risiko sebelum pengendalian dilakukan didapatkan hasil untuk tingkat risiko *high/tinggi* sebesar 55,5 %, Tingkat risiko *moderate to high/ sedang ke tinggi* sebesar 44,44 %. Setelah dilakukan pengendalian terdapat perubahan pada beberapa tingkat risiko seperti yang ditunjukkan pada Gambar. Hal ini membuktikan bahwa pengendalian yang ditetapkan menggunakan hierarki pengendalian risiko dapat menurunkan tingkat risiko dalam upaya menjaga keselamatan dan kesehatan kerja para pekerja pada pekerjaan pemeliharaan *Refrigerant Compressor* pada *Sulfur Recovery Unit* (SRU).

5.3 Pengendalian Risiko H2S

Pengendalian risiko mempunyai peran penting dalam meminimalkan dampak nyata risiko kecelakaan kerja dan juga meminimalkan tingkat risiko dalam HIRADC. Adapun pengendalian risiko yang digunakan ini berpedoman pada Permen No.10 Tahun 2021 mempertimbangkan unsur – unsur dalam hierarki pengendalian risiko yaitu *elimination/* eliminasi, *substitution/* substitusi, *engineering/* rekayasa teknik, *administrative/* administrasi dan *personal protective equipment/* alat pelindung diri. Pengendalian risiko dilakukan dengan menyesuaikan dengan kondisi dilapangan. pengendalian risiko juga sudah dilakukan proses identifikasi bahaya, analisis risiko dan penilaian risiko oleh tenaga ahli. Pengendalian risiko mengutamakan kategori *high/*tinggi yang menimbulkan dampak yang sangat besar untuk menurunkan tingginya tingkat risiko dari lima jenis potensi bahaya. Dalam melakukan pengendalian risiko ini penulis melakukannya dengan berdasarkan pengolahan data menggunakan HIRADC maupun FMEA dengan melihat masing-masing prioritas seperti pada Tabel 4.9 menggunakan metode HIRADC dan Tabel 4.5 analisis dengan metode FMEA. Titik penyebaran gas H2S paling tinggi di kilang PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap dan banyak ditemukan berada di area *Sulfur Recovery Unit* (SRU) pada pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor*. Berikut pengendalian risiko potensi bahaya paparan H2S yang dapat dilakukan di PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap meliputi:

1. Pengendalian Teknis

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Palini & Ar, 2022) pengendalian paparan bahaya H2S yaitu dengan isolasi, dimana pekerja hanya mengawasi jalannya proses produksi di dalam ruang kontrol (*control room*), selain itu juga dilakukan pemasangan barricade untuk daerah yang berpotensi *terexposurenya* pekerja. Eliminasi dengan <2 ppm (syarat produk), dan juga H2S yang terbuang pada lingkungan dengan Nilai Ambang Batas 10 ppm, melalui monitoring menggunakan anemometer. Semua area dimana konsentrasi melebihi 5 ppm harus diberi tanda pada jalan masuk dengan simbol gas beracun. Setiap unit proses dan produksi yang terdapat kandungan H2S di atas 100 ppm harus terdapat indikator arah angin (*windsock*). Memperbanyak ventilasi, untuk menghindari terakumulasinya H2S dengan konsentrasi sebesar > 10 ppm. Dan juga menerapkan LOTO otomatisasi, dilakukan untuk meminimalisasi kontak antara pekerja dengan proses kerjanya, sehingga proses kerja dilakukan dengan bantuan peralatan / mesin yang bersifat anti korosi.

2. Pengendalian Administrasi

Pengendalian secara administrasi berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Purnawati et al., 2022) yaitu dengan pengawasan pekerjaan oleh *safetyman* untuk mengidentifikasi potensi risiko dan bahaya di tempat kerja dan mengembangkan prosedur keselamatan yang tepat dan memberikan pedoman kepada pekerja tentang cara menghindari kecelakaan dan cedera. Selanjutnya pemasangan rambu-rambu keselamatan bertujuan untuk memberikan informasi dan peringatan kepada pekerja serta individu di sekitar area berpotensi bahaya paparan H₂S. Kemudian sebelum melakukan pekerjaan wajib melaksanakan *gas test* dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm). Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya gas beracun yang bertujuan meningkatkan kesadaran pekerja terhadap potensi bahaya yang mungkin terjadi akibat paparan gas beracun di lingkungan kerja sehingga pekerja akan lebih waspada dan berhati-hati dalam mengidentifikasi serta menghindari risiko terkait. Tersedianya prosedur *emergency dan rescue plan* jika ada kecelakaan kerja akibat menghirup gas beracun.

3. Alat Pelindung Pernapasan

APD seharusnya tidak diandalkan untuk melindungi pekerja dari bahaya pekerjaan sebagai garis pertahanan terakhir. Dalam pengendalian gas H₂S, peralatan perlindungan yang digunakan adalah alat pelindung pernafasan. Dalam hal ini terdapat tiga jenis alat pelindung pernafasan (*Breathing Apparatus*), diantaranya:

- a. Satuan untuk menyelamatkan diri (*Escape Unit*) yang digunakan untuk mengungsi dari daerah berbahaya dan tidak untuk bekerja disana.
- b. Satuan untuk bekerja (*Work Unit*) yang digunakan untuk bekerja di atmosfer yang beracun.
- c. Satuan untuk menyelamatkan orang lain (*Rescue Unit*) yang digunakan untuk penyelamatan pada orang yang terjebak pada lingkungan yang tercemar gas H₂S.

Peralatan ini haruslah ditempatkan pada daerah yang strategis, sehingga bisa secara cepat dan mudah untuk digunakan saat terjadi keadaan darurat. Selain itu pengguna *line respirator* harus sesuai standard dan juga harus diperiksa sebelum dan sesudah digunakan, serta dilakukan inspeksi paling sedikit tiap bulan untuk memastikan peralatan tersebut telah dirawat dengan baik. Catatan dari inspeksi tersebut, termasuk tanggal dan penemuan terhadap kerusakan harus segera ditindaklanjuti, paling lambat

selama 12 bulan sesuai dengan Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 7 Tahun 2019 tentang Penyakit Akibat Kerja.

4. Memperbanyak Sistem pendeteksian gas H₂S

Sistem pendeteksian gas H₂S adalah sistem yang berfungsi untuk melakukan pemantauan kadar konsentrasi gas H₂S yang terdapat di udara sekitar dengan memanfaatkan peralatan-peralatan pendeteksi keberadaan gas. Seperti Alat *Detektor Gas H₂S, Personal dan Portable Monitor, Fixed Detector* dan juga alarm (Palini & Ar, 2022).

5. *Emergency Response Plan* (Persiapan Keadaan Darurat).

PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap harus memiliki prosedur untuk menghadapi keadaan darurat atau bencana, yang diuji secara berkala untuk mengetahui keandalan pada saat kejadian yang sebenarnya dengan menyediakan fasilitas P3K dengan jumlah yang cukup dan sesuai sampai mendapatkan pertolongan medik. Pemberian tanda nomor- nomor penting saat keadaan darurat. Membuat prosedur rencana pemulihan keadaan darurat untuk secara cepat mengembalikan pada kondisi yang normal dan membantu pemulihan tenaga kerja yang mengalami trauma (Sahab & Syukri, 1997).

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan proses pengolahan hingga analisis data, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan metode identifikasi risiko dengan metode (FMEA) hasil penelitian yang telah dilakukan pada pekerjaan pemeliharaan *Refrigerant Compressor* di area *Sulfur Recovery Unit* (SRU) terdapat 7 aktivitas pekerjaan dengan 42 jenis potensi risiko bahaya, 9 risiko diantaranya masuk ke dalam kategori *very highrisk* yang memerlukan penanganan lebih lanjut menggunakan HIRADC.
2. Berdasarkan analisis data menggunakan FMEA dari 42 risiko yang telah diidentifikasi, 9 risiko diantaranya masuk ke dalam kategori *very high risk*, 26 risiko masuk ke dalam *highrisk*, 7 risiko masuk ke dalam *medium risk*. Berdasarkan tabel 4.17 risiko yang membutuhkan perbaikan adalah 9 risiko yang memiliki nilai RPN diatas nilai kritis RPN yaitu 146,38 dan prioritas perbaikan terdapat 9 risiko yang memiliki kategori risiko (dari tabel *probability impact matrix*) *very high*. Selanjutnya analisis *risk priority* menggunakan metode HIRADC untuk menentukan langkah-langkah pengendalian dilakukan didapatkan hasil untuk tingkat risiko *high/tinggi* sebesar 44,44%, Tingkat risiko *moderate to high/* sedang ke tinggi sebesar 55,5 %, Tingkat risiko *moderate/sedang* sebesar 0% dan tingkat risiko *low/rendah* sebesar 0%. Setelah adanya pengendalian dilakukan ada perubahan pada beberapa tingkat risiko, kategori tingkat risiko *low to moderate/* rendah sedang menjadi sebesar 100%. Sedangkan tingkat risiko *high/tinggi*, tingkat risiko *moderate to high/sedang* ke tinggi, tingkat risiko *moderate/sedang* turun menjadi 0%, tingkat risiko *low/rendah* tetap 0%.
3. Rencana tindak pengendalian risiko yang dilakukan pada penelitian ini sesuai dengan hierarki K3 yaitu dengan cara rekayasa teknik, administrasi, dan alat pelindung diri (APD). Setelah dilakukannya pengendalian risiko menggunakan table HIRADC didapatkan hasil sudah tidak terdapat jenis bahaya dengan tingkat risiko *high/* tinggi, *moderate to high/* sedang ketinggian dan tingkat risiko *moderate/* sedang. Berdasarkan analisis RPN menggunakan metode FMEA ditemukan 9 risiko dari perhitungan RPN

dan perhitungan peta risiko yang akan dimitigasi untuk penanganan terhadap risiko yang memiliki tingkat risiko *very high*. Risiko tersebut yakni risiko *fatality* akibat arus listrik dan potensi *fatality* dikarenakan paparan dari H₂S dan CO yang selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode HIRADC.

Kemudian kegiatan pengendalian gas H₂S yang dapat dilakukan oleh PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap meliputi :

- a. Pengendalian secara Teknis, yang meliputi Isolasi, Eliminasi, Ventilasi, dan Otomatisasi
- b. Pengendalian Administratif yang meliputi pengawasan pekerjaan oleh *safetyman*, pemasangan rambu-rambu keselamatan, melaksanakan *gas test*, pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya gas beracun, dan menyediakan *emergency* dan *resque plan*.
- c. Alat Pelindung Diri yang berupa alat pelindung pernafasan (*Breathing Apparatus*) berupa line respirator yang harus sesuai standard dan pelaksanaan inspeksi yang rutin.
- d. Memperbanyak sistem pendeteksian untuk melakukan pemantauan kadar konsentrasi gas H₂S.
- e. Menyediakan *Emergency Response Plan* (Persiapan Keadaan Darurat).

6.2 Saran

Berdasarkan dengan penelitian yang sudah peneliti lakukan pada perusahaan, berikut merupakan saran yang dapat digunakan sebagai masukan sebagai bentuk upaya dalam menanggulangi risiko-risiko yang sewaktu-waktu dapat terjadi, baik itu kerugian finansial maupun kecelakaan kerja, diantaranya adalah berikut ini :

1. Penelitian yang selanjutnya dapat mengembangkan dalam penggunaan metode HIRADC dan FMEA dengan cara yang lebih detail dan rinci dalam menganalisis dan mengidentifikasi bahaya pada setiap poin pekerjaan sesuai dengan pedoman dan peraturan-peraturan terbaru yang berlaku dengan mengaitkan objek penelitian yang belum pernah diamati sebelumnya.
2. Dalam upaya menciptakan zero accident divisi K3 atau HSE (health, safety and environment) supaya melakukan pengawasan secara tegas dan disiplin terhadap

pengawasan keselamatan kerja supaya terhindar dari potensi risiko bahaya yang akan terjadi pada proyek yang dikerjakan

3. Perlu dilakukan penyuluhan dan pelatihan tentang pentingnya penerapan K3 saat bekerja sehingga para pekerja dapat bekerja dengan selamat dan aman sesuai dengan prosedur keselamatan kerja.
4. Diharapkan perusahaan dapat mempertimbangkan rekomendasi perbaikan hasil penelitian ini sebagai referensi pengambilan keputusan khususnya dalam meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3).

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, P. W. R., Rahman Hakim, A., Tinggi Sandi Negara, S., & Korespondensi, P. (2020). *PERANCANGAN PERANGKAT AUDIT INTERNAL UNTUK SISTEM KEAMANAN INFORMASI PADA ORGANISASI XYZ*. 7(3), 435–442. <https://doi.org/10.25126/jtiik.202071940>
- Antimonov, M., Perevozchikov, M. M., Perevozchikov, M., & Ignatiev, K. (2021). *Horizontal scroll compressor for refrigeration applications Development of a multilayer monochromator system for the BioCAT beamline View project Horizontal scroll compressor for refrigeration applications*. <https://www.researchgate.net/publication/354849043>
- AS/NZ Standart 4360. (2004). *Risk Management Guidelines (4360)*. Australia/New Zealand Standart.
- Depnaker. (2005). Undang-Undang RI Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. In *Peraturan Perundang-undangan*. Departemen Tenaga Kerja RI.
- Dina, F. D., & Darminto, P. (2018). Analisis Penyebab Cacat Produk Kain Dengan menggunakan Metode Failure and Effect Analysis (FMEA). *Industrial Engineering Online Journal*, 6(no 4).
- Dwi Jatmiko. (2016). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Deepublish.
- Ekeyogiharso, E., Syafirin, A., & Soehatman, R. (2022). Manajemen Pengendalian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Untuk Mencegah Terjadinya Kecelakaan Kerja Saat Instalasi Lift Menggunakan Teknik JSA dan Hiradc di Gedung XYZ Jakarta Selatan. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*.
- Endrizal, E., Barlian, E., Dewata, I., & Joni, R. R. (2022). Determining control in production suction vessels (KIP) 16 Bangka Ocean mining units PT Timah (Persero) Tbk. *International Journal of Health Sciences*, 7649–7661. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS2.6878>
- Erliana, C. I., & Azis, A. (2020). IDENTIFIKASI BAHAYA DAN PENILAIAN RISIKO PADA STASIUN SWITCHYARD DI PT.PJB UBJ O&M PLTMG ARUN MENGGUNAKAN METODE HAZARD IDENTIFICATION, RISK ANALYSIS AND RISK CONTROL (HIRARC). *Industrial Engineering Journal*, 9(2). <https://doi.org/10.53912/iejm.v9i2.575>
- Fajar, K. M., & Nurul, A. F. (2022). *USULAN PERBAIKAN RISIKO KECELAKAAN KERJA DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN FISHBONE DIAGRAM*. 6(1).
- Fajrin, V. C. (2020). The Overview of Mental Workload of Health Safety and Environment Workers in Oil and Gas Industry. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 9(2), 154. <https://doi.org/10.20473/ijosh.v9i2.2020.154-162>

- Fauziah, R., Alayyannur, P. A., Haqi, D. N., Hidayat, S., & Alfin, W. F. (2020). Hazard identification, risk assessment, and determining control (HIRADC) method in a university laboratory in Surabaya, Indonesia. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, *14*(1), 380–385. <https://doi.org/10.37506/v14/i1/2020/ijfmt/192927>
- Framulya, N. (2022). Penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Proyek Konstruksi Laboratorium Kesehatan Daerah di Kabupaten Kerinci. *Buletin Poltanesa*, *23*(2), 887–892. <https://doi.org/10.51967/tanesa.v23i2.1981>
- Ghaffar Ismail, A., Salim Dahda, S., & Wasiur Rizqi, A. (2022). *ANALISIS PENYEBAB KECELAKAAN KERJA PADA PEKERJA KONSTRUKSI DI PT. STANDAR BETON INDONESIA DENGAN PENDEKATAN METODE BEHAVIOR BASED SAFETY*. *3*(2).
- Hidayat, D. F., & Hardono, J. (2021). Penerapan Metode HIRADC pada Bagian Proses Penerimaan di PT. CA Application of the HIRADC Method in the Receiving Process Section at PT. CA. *Journal Industrial Manufacturing*, *6*(2).
- Ihsan, T., Safitri, A., & Dharossa, D. P. (2020). Analisis Risiko Potensi Bahaya dan Pengendaliannya Dengan Metode HIRADC pada PT. IGASAR Kota Padang Sumatera Barat. *Serambi Engineering*, *5*(2).
- Indonesia. (2012). Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja. In *Peraturan Perundang-undangan*. Pemerintah Pusat.
- Indra Siswanti, Conie Nopinda Br Sitepu, Novita Butarbutar, Edwin Basmar, R., Saleh Sudirman, Mahyuddin Luthfi Parinduri, & Laura Prasasti xii. (2020). *Manajemen Risiko Perusahaan* (1st ed., Vols. 978-623-6761-22-9). Yayasan Kita Menulis.
- Jilcha, K., & Kitaw, D. (2017). Industrial occupational safety and health innovation for sustainable development. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, *20*(1), 372–380. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2016.10.011>
- KBBI. (2023). *Bahaya*. <https://kbbi.web.id/bahaya>
- Ketenagakerjaan. (1992). Undang-undang (UU) Nomor 3 Tahun 1992 tentang Jaminan Sosial Tenaga Kerja. In *Peraturan Perundang-undangan*. Pemerintah Pusat.
- Khair, F., & Sabani, R. (2022). EVALUASI RISK MANAGEMENT BAHAYA PENCEMARAN GAS MUDAH TERBAKAR DAN BERACUN MELALUI IMPLEMNTASI SISTIM KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA (K3) STUDI KASUS: PT XYZ OIL GAS COMPANY. *INDUSTRIAL ENGINEERING JOURNAL*.
- Lazuardi, M. R., Sukwika, T., & Kholil, K. (2022). Analisis Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode HIRADC pada Departemen Assembly Listrik. *JOURNAL OF APPLIED MANAGEMENT RESEARCH*, *2*(1), 11–20.
- Marimin, Taufik, D., Suharjito, Syarif, H., Didit, U., Retno, A., & Sri, M. (2013). *Teknik dan Analisis Pengambilan Keputusan Fuzzy dalam Manajemen Rantai Pasok*. IPB Press.

- migas.esdm. (2023). *Buku Statistik Migas Semester I 2022 (Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Minera.* <https://migas.esdm.go.id/uploads/uploads/FA--Statistik-Semester-I-2022-LOW.pdf>
- Mohammad, B. S., & Minto, B. (2022). RISK ASSESSMENT K3 PADA DIVISI KAPAL NIAGA PT. PAL INDONESIA MENGGUNAKAN METODE FMEA (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS). *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan.*
- Multi, N., Indra, G., & Tubagus, H. (2019). Analisa Perbaikan Produk NG Pada Proses Mixing dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Urnal Rekayasa Teknologi Dan Sains Terapan*, 2(1), 2–19.
- Mutlu, N. G., & Altuntas, S. (2019). HAZARD AND RISK ANALYSIS FOR RING SPINNING YARN PRODUCTION PROCESS BY INTEGRATED FTA-FMEA APPROACH. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 29(3), 208–218. <https://doi.org/10.32710/tektstilvekonfeksiyon.482167>
- Nasir, M. A., & Andesta, D. (2022). Pendekatan Metode Failure Mode and Effect Analysis dalam Analisis Risiko Kecelakaan Kerja di Unit Fabrikasi Baja PT. XYZ. *Serambi Engineering*, VII(4).
- Nur Syawal, S. (2023). *Analisis Potensi Bahaya dengan Metode HIRADC untuk Mencegah Terjadinya Kecelakaan Kerja di Departemen Injection PT. Indonesia Thai Summit Plastech.* VIII(1).
- OHSAS 18001. (2007). *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Terjemahan oleh Jack Matatula.* Usaha Mandiri.
- Palini, R. A., & Ar, H. (2022a). ANALISIS ALAT PENDETEKSI GAS HIDROGEN SULFIDA MENGGUNAKAN HAZARD AND OPERABILITY STUDY DI PERUSAHAAN MINYAK DAN GAS. 19(1), p-ISSN.
- Palini, R. A., & Ar, H. (2022b). ANALISIS ALAT PENDETEKSI GAS HIDROGEN SULFIDA MENGGUNAKAN HAZARD AND OPERABILITY STUDY DI PERUSAHAAN MINYAK DAN GAS. 19(1), p-ISSN.
- Pertamina. (2023). *Refinery Unit IV Cilacap.* Pertamina.
- Pertamina Annual Report. (2023). *Evolving PT Pertamina (Persero) Annual Report 2022.* <https://pertamina.com/id/dokumen/laporan-tahunan>
- Pratama, R., & Basuki, M. (2022). MITIGASI RISIKO K3 PADA PEKERJAAN PEMELIHARAAN DAN PERBAIKAN DI AREA KAMAR MESIN KAPAL GENERAL CARGO MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS. In *J. SEMITAN* (Vol. 1, Issue 1). <https://ejurnal.itats.ac.id/semitan>
- Prayogi, M. F., Sari, D. P., & Arvianto, A. (2016). Analisis Penyebab Cacat Produk Furniture Dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Dan Fault Tree Analysis (Fta) (Studi Kasus Pada PT. Ebako Nusantara). *Industrial Engineering Online Journal*, 5(4).

- Purnawati, E., Sekolah, R., Kesehatan, T. I., & Pekanbaru, H. T. (2022). *Analisis Manajemen Risiko dengan Metode AS/NZS 4360:2004 pada Tangki Timbun Minyak di Riau (Risk Management Analysis with AS/NZS 4360:2004 Method on Oil Storage Tank at Riau) Water Drinking Quality View project Acid Mine Drainage Treatment and Management View project*. <http://afiasi.unwir.ac.id>
- Puspasari, & Koesyanto. (2020). Potensi Bahaya dan Penilaian Risiko Menggunakan Metode HIRARC. *Journal of Public Health Research and Development*, 4(1), 43–51.
- Rahmatullah Hanif, Y., Basuki, M., Teknik Perkapalan, J., & Teknologi Adhi Tama Surabaya, I. (2022). Penilaian Risiko K3 pada Proses Pembangunan Kapal Bantu Rumah Sakit (BRS) menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Matrik Risiko. In *J. SEMITAN* (Vol. 1, Issue 1). <https://ejurnal.itats.ac.id/semitan>
- Rama, H. F. S., & Bhaskara, A. (2022a). ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA PROYEK PEMBANGUNAN DENGAN METODE FMEA DAN HAZOP. *Rang Teknik Journal*, 5(1), 110–115. <https://doi.org/10.31869/rtj.v5i1.2844>
- Rama, H. F. S., & Bhaskara, A. (2022b). ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA PROYEK PEMBANGUNAN DENGAN METODE FMEA DAN HAZOP. *Rang Teknik Journal*, 5(1), 110–115. <https://doi.org/10.31869/rtj.v5i1.2844>
- Rana Yosaka, A., & Basuki, M. (2022). Analisa Risiko Pembangunan Barge Mounted Power Plant (Bmpp) 60 Mw Di Pt. PAL Indonesia (Persero) Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Dan Matrik Risiko. In *J. SEMITAN* (Vol. 1, Issue 1). <https://ejurnal.itats.ac.id/semitan>
- Sahab, & Syukri. (1997). *Teknik Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. PT. Pustaka Binaman Pressindo.
- Saputro, T., & Lombardo, D. (2021a). METODE HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROL (HIRADC) DALAM MENGENDALIKAN RISIKO DI PT. ZAE ELANG PERKASA. *Jurnal Baut Dan Manufaktur*, 03(1).
- Saputro, T., & Lombardo, D. (2021b). METODE HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROL (HIRADC) DALAM MENGENDALIKAN RISIKO DI PT. ZAE ELANG PERKASA RISK CONTROL METHOD USING HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT AND DETERMINING CONTROL (HIRADC) IN PT. ZAE ELANG PERKASA. *Jurnal Baut Dan Manufaktur*, 03(1).
- Sen, J., Santo, C., & Kushartomo, W. (2023). *SOLUSI MENURUNKAN ANGKA KECELAKAAN KERJA PADA PROYEK KONSTRUKSI BERTINGKAT* (Vol. 6, Issue 2).
- SKK MIGAS. (2022). *Pendapatan Negara yang Diperoleh dari Migas pada Tahun 2022 Mencapai 270 Triliun Rupiah*. <https://www.skkmigas.go.id/>

- SKK MIGAS. (2023). *BERITA HARI INI! SKK MIGAS MENCATAT ADA 36 KORBAN KECELAKAAN KERJA DI 2023*. <https://www.multikridatraining.co.id/blog-berita-hari-ini-skk-migas-mencatat-ada-36-korban-kecelakaan-kerja-di-2023>
- Soesilo, R. (n.d.). *JSA and HIRADC Analysis Of Mold Replacement Process On Inject Stretch Blow Machine*. <https://doi.org/10.52088/ijesty.v1i4.398>
- Suryani, F., Marzuki, J. K., & Palembang, K. (2018). PENERAPAN METODE DIAGRAM SEBAB AKIBAT (FISH BONE DIAGRAM) DAN FMEA (FAILURE MODE AND EFFECT) DALAM MENGANALISA RESIKO KECELAKAN KERJA DI PT. PERTAMINA TALISMAN JAMBI MERANG. In *Journal Industrial Servicess* (Vol. 3, Issue 2).
- Sustainability Report. (2023). *Revolving PT Pertamina (Persero) Sustainability Report*. Sustainability Report
- Suwarto, & Hasan, B. (2018). Pengaruh Pencampuran Bahan Bakar Biosolar Dan Dextrite Terhadap Opasitas Gas Buang Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Internal Combustion Engine (ICE). *Prosiding SENIATI*.
- Syahtaria, I., Mashudi, A., & Suharjo, B. (2018). FAILURE RISK ANALYSIS GLASS BOWL PRODUCTION PROCESS USING FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS AND FAULT TREE ANALYSIS METHODS (A CASE STUDY). *JOURNAL ASRO*, 9(2), 1. <https://doi.org/10.37875/asro.v9i2.73>
- Therese Vaughan, & Emmett Vaughan. (1978). *Fundamentals of Risk and Insurance, 11th Edition*. John Willey & Sons Inc.
- Walujodjati, E., & Rahadian, S. P. (2021). Analisis Manajemen Risiko K3 Pekerjaan Jalan Tol Cismudawu Phase III. *Jurnal Konstruksi*, 19(1), 60–69. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.19-1.874>
- Yanda, P. P., Herniwanti, H., & Makomulamin, M. (2021). IDENTIFIKASI DAN ANALISA RISIKO KECELAKAAN KERJA DENGAN METODE FMEA (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS) PADA KELOMPOK TANI PALAS BARU RUMBAI. *Al-Tamimi Kesmas: Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat (Journal of Public Health Sciences)*, 9(1), 10–16. <https://doi.org/10.35328/kesmas.v9i1.930>
- Yuda, R., Endang, M., & Riyanny, P. (2018). PENERAPAN K3 KONSTRUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE HIRARC PADA PEKERJAAN AKSES JALAN MASUK (STUDI KASUS : JL. PROF. DR. H. HADARI NAWAWI). *Implementation of “Keselamatan Dan Kesehatan Kerja” (K3)*, 5(2).

LAMPIRAN

A- Protokol Wawancara

Dalam penelitian ini, peneliti akan melakukan wawancara kepada informan yang memberikan kontribusi dan informasi dalam penelitian ini. Mereka adalah petugas divisi fungsi HSSE dengan jabatan *jr. officer* II dan *safetyman* yang bertugas pada pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* di area *Sulfur Recovery Unit* (SRU) PT Kilang Pertamina Internasional RU IV Cilacap yang menjadi subjek dalam penelitian ini.

1. Apa saja proses pekerjaan dan *ceklis* yang harus dipenuhi dalam pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor* di area *Sulfur Recovery Unit* (SRU)?
2. Apakah sudah ada identifikasi setiap prosedur pengerjaan dalam pekerjaan ini?
3. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan pemeliharaan *Refrigent Compressor*?
4. Apa saja pekerjaan yang memiliki risiko kecelakaan kerja yang paling tinggi dan perlu dilakukan penilaian risiko?
5. Apakah perusahaan memiliki dokumen *task risk assesment* dan *permit-permit* yang harus dipenuhi?
6. Bagaimana perusahaan menanggapi apabila terjadi suatu insiden yang menyebabkan terjadinya suatu kecelakaan kerja?
7. Apa saja bahan kimia atau zat yang terlibat dalam pemeliharaan kompresor refrigerant?
8. Bagaimana karakteristik bahaya yang terkait dengan paparan hidrogen sulfida dalam lingkungan kerja ini?
9. Bagaimana langkah-langkah pengendalian bahaya dapat direncanakan dan diimplementasikan untuk mengurangi risiko paparan selama pekerjaan ini?
10. Apakah pernah dilaksanakan pelatihan untuk pekerja? Jika iya, apa saja pelatihan yang sudah pernah dilaksanakan?
11. Apakah perusahaan memiliki prosedur prioritas penanganan kemungkinan risiko kecelakaan?

B- Ceklist SOP Pemeliharaan Compressor Refrigerent

Ceklist SOP Pemeliharaan Compressor Refrigerent				
No.	Uraian Kegiatan	Keterangan	tanggal	PIC
1.	Mobilisasi <i>general tool, equipment</i> , dan material (memiliki izin dan <i>permit</i>)			
2.	Memeriksa dan <i>cleaning level glass</i> dan <i>line transmitter</i> di <i>site</i> dengan <i>chemical</i> (<i>level glass</i> bawah 100% dan <i>level glass</i> atas minimal 75%)			
3.	Memeriksa kondisi <i>line up</i> sirkulasi pelumas (semua kerangan) dari separator sampai kembali ke separator telah terbuka dan semua kerangan <i>drain</i> telah tertutup			
4.	Memeriksa kondisi dan <i>general cleaning slide valve</i> (<i>slide valve</i> kompresor menunjukkan < 10 %)			
5.	Memeriksa kondisi vibrasi compressor (pastikan panel york sampai <i>suction pressure</i> kompresor berada pada <i>set point</i> (> 1.8 barA) dan stabil dengan <i>mode auto</i>)			
6.	Memeriksa kondisi kelistrikan (pastikan tidak ada kabel yang terkelupas maupun krisis <i>power</i> , bila terdapat kelainan hubungi MA)			
7.	<i>House keeping</i> (pastikan kondisi area kompresor dalam kondisi bersih dan peralatan maupun material tidak ada yang tertinggal)			

C- Tabel Form HIRADC

No.	Langkah Pekerjan/ Prosedur	Risk Identification			Rujukan Peraturan/ No. Regulation	Initial Risk Value				Pengend alian Risiko	Pengendalian Risiko Awal	Residual Risk				Pengen dalian Risiko	Pengendalian Risiko Akhir
		Hazard/ Aspect	Uraian temuan/ Hazard	Risiko/ Hazard Effect (Severity)		L	C	Total Score	(R)			L	C	Total Score	(R)		
Urutan Pekerjaan																	
1.										1.						1.	
										2.						2.	
										3.						3.	
										4.						4.	
										5.						5.	

Keterangan :

<i>Likelihood</i>	<i>Consequences</i>
1 = <i>Rare</i> (jarang)	1 = <i>Insignificant</i> (sangat rendah)
2 = <i>Unlikely</i> (kemungkinan kecil)	2 = <i>Minor</i> (rendah)
3 = <i>Possible</i> (kemungkinan sedang)	3 = <i>Moderate</i> (sedang)
4 = <i>Likely</i> (kemungkinan besar)	4 = <i>Major</i> (tinggi)
5 = <i>Almostcertain</i> (hampir pasti)	5 = <i>Catastrophic</i> (sangat tinggi)

L : Kemungkinan (*Likelihood*)C : Akibat (*Consequences*)R : Risiko (*Risk*)

C1 - Hasil Verifikasi Data HIRADC

Tabel 4. 17 Tabel HIRADC

No	Langkah Pekerjaan/ Prosedur	Risk Identification				Initial Risk Value				P e n d a l i a n R i s i k o	Residual Risk				P e n d a l i a n R i s i k o	P e n d a l i a n R i s i k o
		Hazard / Aspect	Uraian temuan/ Hazard	Risiko/ Hazard Effect (Severity)	Rujukan Peraturan/ No. Regulation	L	C	Total Score	(R)		L	C	Total Score	(R)		
B. PROSES																
1.	Memeriksa level glass dan line transmitter di Site dengan chemical	<i>Electrical Hazard</i>	Kabel short dari kerusakan PLC	Fatality	- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 12 Tahun 2015 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Listrik di Tempat Kerja	4	4	16	<i>High</i>	1. NA	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>	1. NA	
										2. NA					2. NA	
										3. - Pemasangan grounding / bonding system untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan - Pemasangan alat ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker) untuk antisipasi terjadi electrical short pada sumber power hand tool equipment. - Pemasangan twisted lockk					3. NA	
										4. - Melakukan LOTO - Pengawasan Pekerjaan oleh safetyman - pemeriksaan kelaikan peralatan dan Pemasangan safety Tag					4. - SIKA Listrik dan Instrume	

					<i>Testing - OSHA Standard 29 CFR 1910.134 Respiratory Protection</i>					5.	- Penggunaan APD standar yang dilengkapi air line respirator					5.	NA	
4.	Memeriksa kondisi vibrasi compressor	<i>Electrical Hazard</i>	Kabel listrik untuk pengkalian brasi terkelupas	Fatality	-Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 12 Tahun 2015 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Listrik di Tempat Kerja	4	4	16	<i>High</i>	1.	NA	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>	1.	NA	
										2.	NA						2.	NA
										3.	- Pemasangan grounding / bonding system untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan - Pemasangan alat ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker) untuk antisipasi terjadi electrical short pada sumber power hand tool equipment. - Pemasangan twisted lock						3.	NA
										4.	- Melakukan LOTO - Pekerjaan dilengkapi dengan Task Risk Assessment (TRA)/JSA - Pengawasan Pekerjaan oleh safetyman - pemeriksaan kelaikan Peralatan dan Pemasangan Safety Tag - Pemasangan rambu-rambu keselamatan - Pekerjaan dilengkapi dengan SIKA Listrik & Instrumentasi - Pelaksanaan electrical inspection secara berkala - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya Listrik						4.	- SIKA Listrik dan Instrumentasi harus ditandatangani oleh GM
										5.	- Penggunaan APD standar yang dilengkapi dengan sarung tangan karet, rubber shoes, rubber mat						5.	NA
		<i>Toxic Gas</i>	Paparan H2S dan	Fatality	- Peraturan Menteri	4	3	12	<i>Moderat</i>	1.	NA	4	1	4	<i>Low to</i>	1.	NA	
										2.	NA						2.	NA

		<i>Hazard</i>	CO dari vibrasi		Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja - OSHA Standard 29 CFR 1910.134 <i>Respiratory Protection</i>				<i>e to High</i>	3.	- Pemasangan barricade untuk daerah yang berpotensi terexposurenya pekerja - Tersedianya windsock direction and speed - Tersedianya anemometer				<i>Moderate</i>	3.	NA
										4.	- Pengawasan Pekerjaan oleh safetyman - Pemasangan rambu-rambu keselamatan - Pelaksanaan gas test sebelum bekerja dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm) - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya gas beracun - Tersedianya prosedur emergency dan rescue plan					4.	- Stand by tim dan peralatan rescue
										5.	- Penggunaan APD standar yang dilengkapi air line respirator					5.	NA
5.	Memeriksa kondisi Kelistrikan	<i>Electrical Hazard</i>	Kabel short dan grounding yang tidak baik	Fatality	- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 12 Tahun 2015 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Listrik di Tempat Kerja	4	4	16	<i>High</i>	1.	NA	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>	1.	NA
										2.	NA					2.	NA
										3.	- Pemasangan grounding / bonding system untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan - Pemasangan alat ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker) untuk antisipasi terjadi electrical short pada sumber power hand tool equipment. - Pemasangan twisted lock					3.	NA
										4.	- Melakukan LOTO - Pengawasan Pekerjaan oleh safetyman - pemeriksaan kelaikan Peralatan dan Pemasangan Safety Tag - Pemasangan rambu-rambu keselamatan - Pekerjaan dilengkapi dengan SIKA Listrik & Instrumentasi - Pelaksanaan electrical inspection secara berkala - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya Listrik					4.	- SIKA Listrik dan Instrumentasi harus ditandatangani oleh GM

									5.	- Penggunaan APD standar yang dilengkapi dengan sarung tangan karet, rubber shoes, rubber mat					5.	NA	
	<i>Toxic Gas Hazard</i>	Paparan H2S dan CO dari vibrasi	Fatality	- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja - OSHA Standard 29 CFR 1910.134 <i>Respiratory Protection</i>	4	3	12	<i>Moderate to High</i>	1.	NA	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>	1.	NA	
									2.	NA					2.	NA	
									3.	- Pemasangan barricade untuk daerah yang berpotensi terexposuranya pekerja - Tersedianya windsock direction and speed - Tersedianya anemometer					3.	NA	
									4.	- Pengawasan Pekerjaan oleh safetyman - Pemasangan rambu-rambu keselamatan - Pelaksanaan gas test sebelum bekerja dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm) - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya gas beracun - Tersedianya prosedur emergency dan rescue plan					4.	- Stand by tim dan peralatan rescue	
									5.	- Penggunaan APD standar yang dilengkapi air line respirator					5.	NA	
C.HOUSEKEEPING																	
1.	Pembersihan area kerja	<i>Moving Machinery Hazard</i>	Penggunaan mesin untuk transfer / penampungan limbah ke dalam drum /	cedera	- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 9 Tahun 2016 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dalam Pekerjaan Pada	4	3	12	<i>Moderate to High</i>	1.	NA	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>	1.	NA
										2.	NA					2.	NA
										3.	- Pengikatan peralatan yang benar untuk mencegah terjatuhnya benda/peralatan - Pemasangan baricade di area kerja - Penggunaan toolbox / toolbelt - Penggunaan keranjang saat memindahkan equipment / tools - Pemasangan wire net dan baricade di area kerja					3.	NA

			container berpotensi menabrak pekerja						4.	- Pelaksanaan inspeksi kelaikan peralatan / mesin sebelum operasi - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya fisik (mekanik) - Pemasangan safety sign di area kerja - Pelaksanaan Storage Arrangement - Pengawasan pekerjaan oleh safetyman - Memastikan pekerja memiliki SIM					4.	- Stand by tim dan peralatan rescue
									5.	NA					5.	NA
	<i>Toxic Gas Hazard</i>	Fatality	Terhirupnya H2S dan CO dari compressor oleh pekerja yang bekerja disekitar saat housekeeping	4	3	12	<i>Moderate to High</i>		1.	NA	4	1	4	<i>Low to Moderate</i>	1.	NA
			- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 9 Tahun 2016 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dalam Pekerjaan Pada Ketinggian - OSHA Standard 29 CFR 1926.759 Falling object protection						2.	NA					2.	NA
									3.	- Pengikatan peralatan yang benar untuk mencegah terjatuhnya benda/peralatan - Pemasangan barricade di area kerja - Penggunaan toolbox / toolbelt - Penggunaan keranjang saat memindahkan equipment / tools - Pemasangan wire net dan barricade di area kerja					3.	NA
									4.	- Pelaksanaan inspeksi kelaikan peralatan / mesin sebelum operasi - Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya fisik (mekanik) - Pemasangan safety sign di area kerja - Pelaksanaan Storage Arrangement - Pengawasan pekerjaan oleh safetyman - Memastikan pekerja memiliki SIM					4.	- Stand by tim dan peralatan rescue -
									5.	- Penggunaan APD standar termasuk safety helmet dan safety gloves, dan safety goggles					5.	NA

D- Tabel Form FMEA

No	Langkah Pekerjan/Prosedur	Kode	Efek <i>Failure Mode</i>	<i>S</i>	Penyebab <i>Failure Mode</i>	<i>O</i>	Pendeteksian Yang Sudah Dilakukan	<i>D</i>
1.								

Dibuat oleh :

Disetujui oleh :

S : *Severity*

O : *Occurrence*

D : *Detection*

()

(

)

D1 - Tabel Form FMEA

No	Langkah Pekerja/Prosedur	Kode	Efek Failure Mode	S	Penyebab Failure Mode	O	Pendeteksian Yang Sudah Dilakukan	D
1.	Mobilisasi <i>general tool, equipment, dan material</i>	R1	Cidera anggota tubuh	6	Tidak kompetennya operator dalam berkendara	6	memastikan pekerja melaksanakan uji teori dan praktik kepada pengemudi untuk mendapatkan Izin	2
		R2	Cedera tangan	5	Peralatan atau material terjatuh	5	Melaksanaan inspeksi kelaikan peralatan / mesin sebelum operasi serta memastikan pengikatan peralatan yang benar untuk mencegah terjatuhnya benda/peralatan	3
2.	Memeriksa <i>level glass dan line transmitter di Site dengan chemical</i>	R3	Luka bakar	6	Kondisi operasi <i>line transmitter</i> pada temperatur 120° C	6	Mematuhi prosedur untuk isolasi tekanan dan tidak menerapkan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai hazardous material	2
		R4	Terluka, terkilir	6	Terpeleset, terjatuh	6	Pelaksanaan <i>Good Housekeeping</i> secara berkala, memastikan permukaan lantai terbebas dari lubang / hambatan (<i>obstruction</i>)	2
		R5	Luka Bakar	6	kebocoran <i>fluida line transsmiter</i>	6	Pekerjaan dilengkapi dengan SIKALISTRIK & Instrumentasi dan Tersedianya prosedur, sistem komunikasi, dan tim keadaan darurat kebakaran	3
		R6	Cedera tangan	5	lokasi alat instrumentasi terjatuh dari ketinggian	5	Melaksanaan inspeksi kelaikan peralatan / mesin sebelum operasi serta memastikan pengikatan peralatan yang benar untuk mencegah terjatuhnya benda/peralatan	3
		R7	Noise Induced Hearing Loss (NIHL)	6	Suara bising mesin saat pelaksanaan pengecekan peralatan (<i>running test</i>)	5	Penerapan pengaturan jarak pekerja dari sumber kebisingan dan melakukan pengukuran kebisingan secara berkala	3
		R8	Fatality	8	Kabel short dari kerusakan PLC	8	Pemasangan grounding / bonding system untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan dan Pemasangan alat ELCB (<i>Earth Leakage Circuit Breaker</i>) untuk antisipasi terjadi <i>electrical short</i> pada sumber power hand tool equipment serta menggunakan APD standar yang dilengkapi dengan sarung tangan karet, rubber shoes, rubber mat	5
3.	Memeriksa dan <i>cleaning line up sirkulasi pelumas</i>	R9	Iritasi di mata atau kulit	5	Kebocoran bahan kimia benzen dan fluida	5	Petugas yang melaksanakan Identifikasi bahaya kesehatan harus pernah mendapatkan pelatihan atau sosialisasi tentang jenis-jenis bahaya kesehatan kerja serta metode pengendaliannya	3

		R10	Fatality	8	Kebocoran H2S dan SO2 saat proses cleaning	8	Pemasangan barricade untuk daerah yang berpotensi terexposurenya pekerja dan melaksanakan gas test sebelum bekerja dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm)	5
		R11	Luka bakar	6	Kondisi <i>operasi line up</i> sirkulasi pelumas pada temperatur 120° C	6	Mematuhi prosedur untuk isolasi tekanan dan tidak menerapkan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai <i>hazardous material</i>	3
		R12	Cedera	7	kenaikan temperatur tekanan tinggi saat <i>cleaning line up</i>	7	Menggunakan <i>pressure safety device (safe working pressure sign)</i> dan membuat prosedur penggunaan peralatan bertekanan	4
		R13	<i>Musculoskeletal Disorders (MSDs)</i>	6	Sandaran dudukan yang rendah	5	Memastikan pekerja dalam kondisi <i>fit to Work</i> serta pembatasan durasi kerja sehingga tersedianya waktu istirahat untuk melakukan peregangan	2
		R14	Tercemarnya tanah dan air	7	Adanya bocoran HC/ proses pengedrainan	6	Penggunaan penampang / drum untuk menampung limbah untuk mengidentifikasi dan klasifikasi jenis limbah sehingga bisa memasang label/symbol Untuk limbah B3 dan pengkategorian sampah	4
		R15	Fatality	8	Kabel terkelupas atau grounding yang tidak baik	8	Pemasangan grounding / bonding system untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan dan Pemasangan alat ELCB (<i>Earth Leakage Circuit Breaker</i>) untuk antisipasi terjadi <i>electrical short</i> pada sumber power hand tool equipment serta menggunakan APD standar yang dilengkapi dengan sarung tangan karet, <i>rubber shoes, rubber mat</i>	5
4.	Memeriksa kondisi dan <i>general cleaning slide valve</i>	R16	Iritasi di mata atau kulit	5	Paparan gas propane dari kebocoran <i>general cleaning slide valve</i>	5	Petugas yang melaksanakan Identifikasi bahaya kesehatan harus pernah mendapatkan pelatihan atau sosialisasi tentang jenis-jenis bahaya kesehatan kerja serta metode pengendaliannya	3
		R17	Cedera tangan	5	Peralatan atau material terjatuh	5	Melaksanaan inspeksi kelaikan peralatan / mesin sebelum operasi serta memastikan pengikatan peralatan yang benar untuk mencegah terjatuhnya benda/peralatan	3
		R18	Luka bakar	6	Bocoran pada general	6	Memastikan tidak adanya bahan / Material mudah terbakar disekitar area kerja dan Pelaksanaan inspeksi kelaikan alat dan sistem pengamannya	3

		R19	Luka bakar	6	Radiasi panas <i>slide valve</i>	6	Mematuhi prosedur untuk isolasi tekanan dan tidak menerapkan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai hazardous material	3
		R20	Iritasi pada mata dan Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)	6	Sisa debu dari proses pembersihan berpotensi terpaparnya pekerja	5	Penggunaan cover (terpal/plastik) untuk melokalisir area berdebu dan menyediakan siraman air yang cukup disekitar area pembersihan	3
		R21	Tercemarnya tanah dan air	7	Pengambilan sample/ membuka general untuk kepentingan pembersihan	6	Penggunaan penampang / drum untuk menampung limbah untuk mengidentifikasi dan klasifikasi jenis limbah sehingga bisa memasang label/symbol Untuk limbah B3 dan pengkategorian sampah	4
		R22	Sesak nafas hingga pingsan	7	Menghirup gas nitrogen disekitar slide valve yang sedang dipurging	6	Penggunaan gas detection instrument ketika bekerja disekitar area exhaust gas nitrogen dan penerapan safe zone area (tidak ada pekerja di area kerja pada saat pelaksanaan purging	4
		R23	Fatality	8	Paparan H2S dan CO dari <i>general</i> berpotensi terpaparnya pekerja	8	Pemasangan barricade untuk daerah yang berpotensi terexposurennya pekerja dan melaksanakan gas test sebelum bekerja dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm)	5
5.	Memeriksa kondisi vibrasi compressor	R24	Iritasi di mata atau kulit	5	Proses pengkalibrasian terjadi kebocoran <i>flange/ accumulator</i>	5	Petugas yang melaksanakan Identifikasi bahaya kesehatan harus pernah mendapatkan pelatihan atau sosialisasi tentang jenis-jenis bahaya kesehatan kerja serta metode pengendaliannya	3
		R25	Luka bakar	6	Bocoran pada <i>compressor</i>	6	Pekerjaan dilengkapi dengan SIKAListrik & Instrumentasi dan Tersedianya prosedur, sistem komunikasi, dan tim keadaan darurat kebakaran	3
		R26	Luka bakar	6	Terpapar panas dari compressor	6	Mematuhi prosedur untuk isolasi tekanan dan tidak menerapkan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai hazardous material	3
		R27	<i>Musculoskeletal Disorders (MSDs)</i>	6	Posisi pengukuran vibrasi yang sempit	5	Memastikan pekerja dalam kondisi fit to Work serta pembatasan durasi kerja sehingga tersedianya waktu istirahat untuk melakukan peregangan	2

		R28	<i>Fatality</i>	8	Kabel listrik untuk pengkalibrasian terkelupas	8	Pemasangan grounding / bonding system untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan dan Pemasangan alat ELCB (<i>Earth Leakage Circuit Breaker</i>) untukantisipasi terjadi electrical short pada sumber power hand <i>tool equipment</i> serta menggunakan APD standar yang dilengkapi dengan sarung tangan karet, rubber shoes, rubber mat	5
		R29	Terluka, terkilir	6	Lantai yang licin, kabel dan material yang berserakan	6	Pelaksanaan <i>Good Housekeeping</i> secara berkala, memastikan permukaan lantai terbebas dari lubang / hambatan (obstruction)	2
		R30	<i>Fatality</i>	8	Paparan H2S dan CO dari vibrasi	8	Pemasangan barricade untuk daerah yang berpotensi terexposurenya pekerja dan melaksanakan gas test sebelum bekerja dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm)	4
		R31	<i>Noise Induced Hearing Loss (NIHL)</i>	6	Suara bising yang dari compressor saat dikalibrasi	5	Penerapan pengaturan jarak pekerja dari sumber kebisingan dan melakukan pengukuran kebisingan secara berkala	3
6.	Memeriksa kondisi Kelistrikan	R32	Terluka	7	Penerapan LOTO yang tidak <i>comply</i>	7	Penerapan LOTO pada energi listrik dan melaksanakan physical checks dan harus dilakukan komunikasi sesama pekerja	4
		R33	Luka bakar	7	Terjadi konslet arus dari power utilities	7	Pastikan tidak adanya bahan / Material mudah terbakar disekitar area kerja dan penggunaan APD standar yang dilengkapi dengan safety gloves	4
		R34	<i>Fatality</i>	8	Kabel <i>short</i> dan <i>grounding</i> yang tidak baik	8	Pemasangan grounding / bonding system untuk mencegah tegangan berbahaya pada peralatan dan Pemasangan alat ELCB (<i>Earth Leakage Circuit Breaker</i>) untukantisipasi terjadi electrical short pada sumber power hand tool equipment serta menggunakan APD standar yang dilengkapi dengan sarung tangan karet, rubber shoes, rubber mat	5
		R35	<i>Fatality</i>	8	Paparan H2S dan CO	8	Pemasangan barricade untuk daerah yang berpotensi terexposurenya pekerja dan melaksanakan gas test sebelum bekerja dan pada saat bekerja secara berkala (jika konsentrasi melebihi 10 ppm)	4
7.	Pembersihan area kerja	R36	Kerusakan peralatan dan <i>asset existing</i>	6	Penyelesaian pekerjaan secara terburu-buru menyebabkan kesalahan prosedur	5	Pelaksanaan sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai bahaya kesehatan kerja (<i>psychosocial hazard</i>)	2

	R37	Tercemarnya tanah dan air	7	Hasil limbah dari proses pembersihan berpotensi mencemari lingkungan dan terpaparnya pekerja	6	Penggunaan penampang / drum untuk menampung limbah untuk mengidentifikasi dan klasifikasi jenis limbah bisa memasang label/symbol Untuk limbah B3 dan pengkategorian sampah	4
	R38	cidera	7	Penggunaan mesin untuk transfer limbah ke dalam drum / container berpotensi menabrak pekerja	7	Pelaksanaan Storage Arrangement dan menggunakan APD standar termasuk safety helmet dan safety gloves, dan safety goggles	3
	R39	Iritasi di mata atau kulit	5	Proses pemindahan, penyimpanan, dan penggunaan bahan kimia berpotensi terpaparnya pekerja	5	Pelaksanaan pelatihan / sosialisasi / TBM bagi pekerja mengenai hazardous material	3
	R40	Iritasi pada mata dan Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)	6	Debu yang dihasilkan dari proses pembersihan berpotensi terpaparnya pekerja	5	Penggunaan cover (terpal/plastik) untuk melokalisir area berdebu dan menyediakan siraman air yang cukup disekitar area pembersihan	3
	R41	Fatality	8	Terhirupnya H2S dan CO saat housekeeping	8	Penggunaan gas detection instrument ketika bekerja disekitar area exhaust gas nitrogen dan penerapan safe zone area (tidak ada pekerja di area kerja pada saat pelaksanaan purging	5
	R42	Terluka, terkilir	6	Lantai yang licin akibat tumpahan minyak	6	Pelaksanaan <i>Good Housekeeping</i> secara berkala, memastikan permukaan lantai terbebas dari lubang / hambatan (obstruction)	3

E- Dokumentasi Penelitian

E1 - Tool Box Meeting



E2 - Tool Box Meeting



E3 - Refreshment Training Safetyman



E4 – Pelatihan Penggunaan SCBA (Lanjutan)



E5– Safety Inspection (Lanjutan)



E6 – Persiapan Gas Test (Lanjutan)

