



PROPOSAL TUGAS AKHIR (BM43350)

**ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO INSTALASI
LISTRIK DENGAN METODE FMEA DAN FTA PADA
DEPARTEMEN FASILITAS TERMINAL DI
PERUSAHAAN PENYEDIA JASA TERMINAL DAN
BONGKAR MUAT SURABAYA**

**STELLA AURELLIA LEVINA MOKOGINTA
NRP. 1121040005**

**DOSEN PEMBIMBING:
ADITYA MAHARANI, S.SI., M.T.
DEVINA PUSPITA SARI, S.T., M.T.**

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN BISNIS
JURUSAN TEKNIK BANGUNAN KAPAL
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
SURABAYA
2025**



PPNS POLITEKNIK
PERKAPALAN
NEGERI SURABAYA

PROPOSAL TUGAS AKHIR (BM43350)

ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO INSTALASI LISTRIK DENGAN METODE FMEA DAN FTA PADA DEPARTEMEN FASILITAS TERMINAL DI PERUSAHAAN PENYEDIA JASA TERMINAL DAN BONGKAR MUAT SURABAYA

**STELLA AURELLIA LEVINA MOKOGINTA
NRP. 1121040005**

**DOSEN PEMBIMBING:
ADITYA MAHARANI, S.SI., M.T.
DEVINA PUSPITA SARI, S.T., M.T.**

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN BISNIS
JURUSAN TEKNIK BANGUNAN KAPAL
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
SURABAYA
2025**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO INSTALASI LISTRIK DENGAN METODE FMEA DAN FTA PADA DEPARTEMEN FASILITAS TERMINAL DI PERUSAHAAN PENYEDIA JASA TERMINAL DAN BONGKAR MUAT SURABAYA

Disusun Oleh:
Stella Aurellia Levina Mokoginta
1121040005

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan
Program Studi Manajemen Bisnis
Jurusan Teknik Bangunan Kapal
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

Disetujui oleh Tim penguji Tugas Akhir Tanggal Ujian : 04 Agustus 2025
Periode Wisuda : Oktober 2025

Menyetujui,

Dosen Penguji

NIDN

Tanda Tangan

1. Aditya Maharani, S.Si., M.T.

(0715098302)

(.....)

2. Yugowati Praharsi, S.Si, M.Sc, Ph.D.

(0628088101)

(.....)

3. Ir. Gaguk Suhardjito, M.M.

(0014016107)

(.....)

4. Ir. Medi Prihandono, M.MT.

(-)

(.....)

Dosen Pembimbing

NIDN

Tanda Tangan

1. Aditya Maharani, S.Si., M.T.

(0715098302)

(.....)

2. Devina Puspita Sari, S.T., M.T.

(0015098801)

(.....)

Menyetujui
Ketua Jurusan



Priyambodo Nur Ardi Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 198103242014041001

Mengetahui
Koordinator Program Studi,

Danis Maulana, S.T., MBA.
NIP. 198910142019031015

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank



PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

No. : F.WD I. 021
Date : 3 Nopember
2015
Rev. : 01
Page : 1 dari 1

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Stella Aurellia Levina Mokoginta

NRP. : 1121040005

Jurusan/Prodi : Teknik Bangunan Kapal / D4 – Manajemen Bisnis

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

Tugas Akhir yang akan saya kerjakan dengan judul :

ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO INSTALASI LISTRIK DENGAN METODE
FMEA DAN FTA PADA DEPARTEMEN FASILITAS TERMINAL DI
PERUSAHAAN PENYEDIA JASA TERMINAL DAN BONGKAR MUAT
SURABAYA.

Adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah tersebut, maka
saya bersedia menerima **sanksi** sesuai ketentuan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggungjawab.

Surabaya, 17 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



(Stella Aurellia Levina Mokoginta)

NRP. 1121040005

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat dan hidayah serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Prodi D4-Manajemen Bisnis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya yang berjudul **“Analisis dan Mitigasi Risiko Instalasi Listrik Dengan Metode FMEA dan FTA Pada Departemen Fasilitas Terminal di Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya”**.

Dalam menyusun Tugas Akhir ini penulis menyadari bahwa terdapat banyak hambatan dan kesulitan yang dialami, akan tetapi penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat serta ucapan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Raymond Andrian Bernard Mokoginta dan Ibu Ninis Pariati serta Adik penulis, Calista Kiran Anggraina Mokoginta yang senantiasa memberikan segala dukungan, bantuan, hiburan, doa, materi, perhatian, dan motivasi yang menjadi kunci semangat bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Rachmad Tri Soelistijono, ST., MT., selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
3. Bapak Priyambodo Nur Ardi Nugroho, ST., MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Bangunan Kapal.
4. Bapak Danis Maulana, S.T., MBA selaku Koordinator Program Studi D4 Manajemen Bisnis.
5. Ibu Aditya Maharani, S.Si., M.T. dan Devina Puspita Sari, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing yang telah sabar dalam memberikan dukungan, bantuan, arahan, dan bimbingan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir. Bapak Ibu dosen penguji yang banyak memberi masukan pada Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen dan staff pengajar Program Studi D4-Manajemen Bisnis yang telah memberikan ilmu, pengetahuan, serta wawasan selama perkuliahan.

7. Seluruh pihak dan karyawan Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Petikemas di Surabaya atas kesempatan, bantuan, dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis untuk melakukan penelitian pada Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Petikemas di Surabaya.
8. Seseorang yang tidak kalah penting kehadirannya, M. Zainal Ihwan terima kasih telah menjadi bagian dalam proses perjalanan penulis menyusun Tugas Akhir ini. Berkontribusi baik tenaga, waktu, menemani, mendukung serta menghibur penulis, mendengarkan keluh kesah dan meyakinkan penulis untuk pantang menyerah hingga penyusunan Tugas Akhir ini terselesaikan.
9. Sahabat penulis yang selalu menemani keluh kesah penulis setiap harinya serta selalu menghibur penulis, Cindy Putri Septyani dan Elya Safanah.
10. Teman terdekat penulis semasa perkuliahan, Diah Ayu Febrianti dan Ahmad Zabrojadul Lucky yang telah menampung keluh kesah penulis selama masa perkuliahan dan berjuang bersama hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
11. Teman-teman kelas MB-A Angkatan 2021 yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama masa perkuliahan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
12. Seluruh teman seperjuangan Manajemen Bisnis Angkatan 2021 dan Himpunan Mahasiswa Manajemen Bisnis yang telah berjuang bersama dan memberikan dukungan selama masa perkuliahan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
13. Semua pihak terlibat yang telah memberikan motivasi dan membantu penulis selama pengerjaan Tugas Akhir.
14. Diri sendiri karena telah menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Untuk setiap pagi yang dimulai dengan keraguan, malam yang dihabiskan dengan rasa lelah, dan segala bentuk rasa ingin menyerah yang berhasil penulis taklukkan. *To the old me thank you. To the future me let's keep going.*

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan guna perbaikan dan pengembangan lebih lanjut. Penulis berharap semoga hasil penelitian pada Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembacanya serta dapat menjadi referensi penelitian selanjutnya.

Surabaya, 17 Juli 2025

Stella Aurellia Levina Mokoginta

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO INSTALASI LISTRIK DENGAN METODE FMEA DAN FTA PADA DEPARTEMEN FASILITAS TERMINAL DI PERUSAHAAN PENYEDIA JASA TERMINAL DAN BONGKAR MUAT SURABAYA

Stella Aurellia Levina Mokoginta

ABSTRAK

Perdagangan bebas dan kemajuan teknologi mendorong peningkatan arus barang, baik domestik maupun internasional. Transportasi laut menjadi sektor kunci, dengan terminal peti kemas sebagai simpul penting rantai pasok global. Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya berperan strategis dalam hal ini, namun gagal mencapai target arus peti kemas dapat mengganggu keberlanjutan bisnis. Salah satu tantangan utamanya adalah meningkatnya risiko kegagalan instalasi listrik, yang krusial dalam sistem operasional berbasis elektrifikasi dan digitalisasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko instalasi listrik yang dapat terjadi pada departemen Fasilitas Terminal, mengevaluasi serta memberikan rekomendasi mitigasi untuk mengurangi dampak dari risiko yang ditimbulkan. Penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dalam menentukan prioritas risiko dan *Fault Tree Analysis* untuk menentukan langkah mitigasi. Hasil dari penelitian ditemukan empat prioritas risiko dengan RPN tertinggi, yakni tersengat aliran listrik dengan RPN 342,00, keausan kabel pada jalur *crane* dan *reefer yard* dengan RPN 274,44, infrastruktur listrik terminal sudah tua dengan RPN 263,89 dan pekerja tidak mematuhi SOP dengan RPN 211,11. Keempat risiko tersebut menempati zona merah (*high risk*) pada evaluasi peta risiko. Berdasarkan perhitungan dengan metode FTA menempatkan risiko tersengat aliran listrik di peringkat pertama yang harus dilakukan upaya mitigasi dengan nilai probabilitas sebesar 25,6%. Langkah rekomendasi mitigasi risikonya yaitu, pemeriksaan dan penggantian kabel terbuka, peningkatan kepatuhan penggunaan APD, pengelolaan stok APD, penegakan prosedur kerja, serta pelatihan K3 rutin untuk menurunkan potensi kecelakaan dan membangun budaya keselamatan kerja.

Kata Kunci: FMEA, FTA, Instalasi Listrik, Manajemen Risiko, Risiko Operasional

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

ANALYSIS AND MITIGATION OF ELECTRICAL INSTALLATION RISKS USING THE FMEA AND FTA METHODS IN THE TERMINAL FACILITIES DEPARTMENT OF A TERMINAL AND STEVEDORING SERVICE COMPANY IN SURABAYA

Stella Aurellia Levina Mokoginta

ABSTRACT

Free trade and technological advancements have driven the increasing flow of goods, both domestically and internationally. Maritime transportation plays a key role, with container terminals serving as crucial nodes in the global supply chain. The Terminal and Stevedoring Service Company in Surabaya holds a strategic role in this system; however, failure to meet container throughput targets may threaten business sustainability. One of the main challenges is the growing risk of electrical installation failure, which is critical in an electrified and digitalized operational system. This study aims to identify potential electrical installation risks in the Terminal Facilities Department, evaluate them, and provide mitigation recommendations to reduce their impact. The research applies the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method to prioritize risks and the Fault Tree Analysis (FTA) method to determine mitigation steps. The results indicate four top-priority risks with the highest Risk Priority Numbers (RPN): electric shock (RPN 342.00), cable wear on crane and reefer yard lines (RPN 274.44), aging terminal electrical infrastructure (RPN 263.89), and non-compliance with SOPs (RPN 211.11). These four risks fall into the red zone (high risk) on the risk map evaluation. Based on FTA calculations, electric shock ranks first and requires immediate mitigation efforts, with a probability value of 25.6%. The recommended risk mitigation steps are: inspection and replacement of exposed cables, increased compliance with PPE use, PPE stock management, enforcement of work procedures, and routine K3 training to reduce the potential for accidents and build a work safety culture.

Keywords: *Electrical Installation, FMEA, FTA, Risk Management, Operational Risk*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	8
1.3 Tujuan	8
1.4 Manfaat Tugas Akhir	8
1.5 Batasan Masalah	9
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Profil Perusahaan	11
2.2 Alur Bisnis Perusahaan	13
2.3 Departemen Fasilitas Terminal	17
2.4 Instalasi Listrik Terminal Petikemas dan Dermaga	19
2.5 Manajemen Risiko	20
2.5.1 Identifikasi Risiko	21
2.5.2 Evaluasi dan Pengukuran Risiko	21
2.5.3 Pengelolaan Risiko	22
2.6 Risiko Operasional.....	23
2.7 Metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA).....	25
2.8 Metode Fault Tree Analysis (FTA).....	30
2.9 Penelitian Terdahulu	35

BAB 3 METODE PENELITIAN	41
3.1 Alur Penelitian.....	41
3.2 Tahapan Penelitian	42
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Identifikasi risiko.....	47
4.2 Pengukuran dan Evaluasi Risiko dengan Metode <i>Failure Mode Effect Analysis</i> (FMEA).....	48
4.2.1 Tabel Failure Mode and Effect Analysis	48
4.2.2 Perhitungan Risk Priority Number (RPN).....	52
4.2.3 Evaluasi Risiko	53
4.3 Analisa Risiko dengan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	59
4.3.1 Analisa Sub Risiko Tersengat Aliran Listrik.....	60
4.3.2 Analisa Sub Risiko Keausan Kabel Pada Jalur <i>Crane</i> dan <i>Reefer Yard</i>	63
4.3.3 Analisa Sub risiko Infrastruktur Listrik Terminal Sudah Tua	66
4.3.4 Analisa Sub Risiko Pekerja Tidak Mematuhi SOP	69
4.4 Upaya Pengendalian Risiko Instalasi Listrik.....	73
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	84
BIODATA PENULIS	115

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kategori Risiko	21
Tabel 2. 2 Kriteria Tingkat Risiko	27
Tabel 2. 3 Skala <i>Severity</i>	28
Tabel 2. 4 Skala <i>Occurrence</i>	28
Tabel 2. 5 Skala <i>Detection</i>	29
Tabel 2. 6 Simbol Simbol Gerbang (<i>gate</i>)	31
Tabel 2. 7 Simbol Simbol Kejadian (<i>event</i>)	32
Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu	35
Tabel 3. 1 Daftar <i>Expert</i>	43
Tabel 3. 2 Tabel Penilaian SOD	44
Tabel 4. 1 Identifikasi Risiko	47
Tabel 4. 2 Tabel Kerja FMEA Instalasi Listrik	49
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan RPN	52
Tabel 4. 4 Evaluasi Risiko Instalasi Listrik Departemen Fasilitas Terminal	54
Tabel 4. 5 Tingkat Probabilitas <i>Basic Event</i> Tersengat Aliran Listrik	61
Tabel 4. 6 Tingkat Probabilitas <i>Basic Event</i> Keausan Kabel Pada Jalur <i>Crane</i> dan <i>Reefer Yard</i>	64
Tabel 4. 7 Tingkat Probabilitas <i>Basic Event</i> Infrastruktur Listrik Terminal Sudah Tua	67
Tabel 4. 8 Tingkat Probabilitas <i>Basic Event</i> Pekerja Tidak Mematuhi SOP	71
Tabel 4. 9 Nilai Probabilitas <i>Top Event</i>	73

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Total Arus Peti Kemas (Data Perusahaan, 2020 – 2024).....	3
Gambar 1. 2 Panel Listrik Terminal Petikemas (Data Perusahaan, 2025).....	4
Gambar 1. 3 Kabel Plug Petikemas Reefer (Data Perusahaan, 2025)	5
Gambar 1. 4 Jumlah Kegagalan Instalasi Listrik (Data Perusahaan, 2022 – 2024)	6
Gambar 2. 1 Struktur Organisasi Perusahaan (Data Perusahaan, 2024)	12
Gambar 2. 2 Alur Bisnis Perusahaan (Data Perusahaan, 2022).....	13
Gambar 2. 3 Matriks Evaluasi Risiko	24
Gambar 2. 4 Keterangan Warna Risiko	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 4. 1 Peta Risiko Instalasi Listrik Departemen Fasilitas Terminal	56
Gambar 4. 2 Diagram FTA Tersengat Aliran Listrik.....	60
Gambar 4. 3 Diagram FTA Keausan Kabel Pada Jalur <i>Crane</i> dan <i>Reefer Yard</i> ..	63
Gambar 4. 4 Diagram FTA Infrastruktur Listrik Terminal Sudah Tua.....	66
Gambar 4. 5 Diagram FTA Pekerja Tidak Mematuhi SOP.	70

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

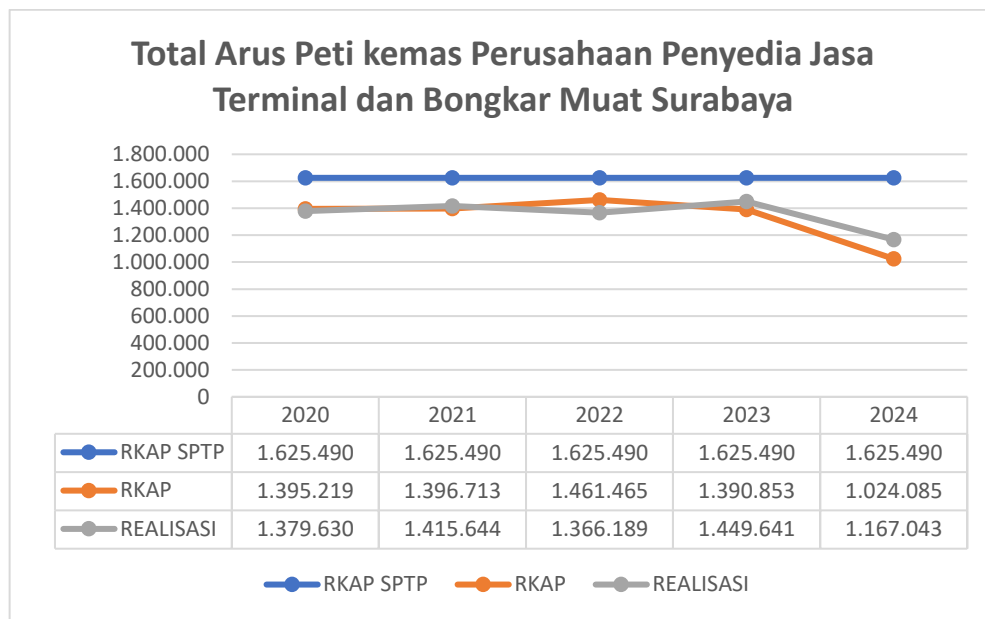
Meningkatnya ragam produk yang ada di pasar domestik saat ini tidak lepas dari peranan perdagangan bebas. Hal ini di tunjang dengan pesatnya pertumbuhan teknologi yang membuat semakin mudahnya pertukaran informasi, proses pembayaran hingga pengiriman barang yang cepat dan tepat. Pertumbuhan teknologi tersebut membuat arus perputaran barang dari luar maupun dalam negeri semakin tinggi. Perdagangan bebas diartikan dengan sistem perdagangan yang ada di luar negeri, dengan menerapkan konsep dari masing-masing negara dengan tanpa ada alasan halangan dari setiap negara (Keynes, *et al.*, 1891). Dalam menunjang perdagangan bebas, moda transportasi dirasa sangatlah penting. Transportasi adalah kegiatan pemindahan barang (muatan) dan atau penumpang dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam transportasi terdapat dua unsur penting yaitu pemindahan (*movement*) dan barang (*commodity*) (Salim, 2000).

Menurut data dari Badan Pusat Statistic Indonesia tahun 2023 dalam (Emo & Mira, 2024), Ekspor Indonesia pada tahun 2023 mencapai US\$258,77 miliar. Sebanyak 94,86 persen dari total nilai ekspor Indonesia tahun 2023 dimuat dengan menggunakan moda transportasi laut. Dengan demikian keberadaan terminal peti kemas sangat dibutuhkan sebagai tempat penghubung antara moda transportasi laut dengan darat. Dalam perjalanannya, bisnis terminal peti kemas telah mengalami perubahan baik dari segi perdagangan maupun transportasi, dimana hal ini dikarenakan oleh semakin naiknya arus peti kemas dari tahun ke tahun dan padatnya arus transportasi laut. Perubahan ini akan menimbulkan persaingan antar perusahaan terminal peti kemas. Persaingan dalam bisnis ini semakin ketat seiring dengan bertambahnya terminal-terminal peti kemas yang baru. Sehingga, perusahaan dituntut harus lebih kompetitif dengan memberikan pelayanan jasa dengan kualitas yang

terbaik untuk menghadapi persaingan bisnis yang ketat (Yunus, *et al.*, 2022).

Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya merupakan anak perusahaan dari Subholding Pelindo Terminal Peti kemas (SPTP) yang bergerak di bidang jasa terminal dan bongkar muat dalam skala internasional maupun domestik. Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya berkomitmen untuk menciptakan pelabuhan dan terminal yang ramah lingkungan melalui elektrifikasi *Rubber Tyred Gantry* (RTG). Oleh karena itu, untuk menunjang tingginya potensi perdagangan dan arus ekspor impor di Indonesia perusahaan ini selalu berinovasi dan menerapkan berbagai sistem yang sistematis dan efisien di setiap proses bisnisnya.

Arus peti kemas pada perusahaan penyedia jasa terminal dan bongkar muat Surabaya mengikuti dua target perusahaan. Target pertama adalah target arus peti kemas berdasarkan Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) standar perusahaan pusat (SPTP) sebesar 1.625.490 TEUs setiap tahunnya. Target kedua adalah arus peti kemas yang mengacu pada Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) perusahaan sendiri, yang disesuaikan dengan data historis realisasi arus peti kemas tahun-tahun sebelumnya. Arus peti kemas pada lima tahun terakhir dapat dilihat pada Gambar 1.1. Dari Gambar 1.1 dapat dilihat pada lima tahun terakhir jumlah arus peti kemas di perusahaan penyedia jasa terminal dan bongkar muat Surabaya setiap tahunnya masih belum mencapai RKAP arus petikemas standar perusahaan pusat (SPTP). Selain itu, terdapat dua tahun yang belum mencapai target perusahaan sendiri, yaitu pada tahun 2020 dan 2022. Untuk tahun 2024 hingga bulan September, jumlah arus peti kemas telah mencapai 1.167.043 TEUs dan melebihi RKAP perusahaan sendiri hingga bulan September sebesar 1.024.085 TEUs.



Gambar 1. 1 Total Arus Peti Kemas (Data Perusahaan, 2020 – 2024)
(Diolah Penulis 2024)

Ketidakmampuan mencapai target arus peti kemas dapat memengaruhi keberlanjutan perusahaan secara keseluruhan. Oleh karena itu, perusahaan perlu terus memantau kinerjanya, mengidentifikasi kendala, dan berinovasi dalam memberikan layanan yang kompetitif. Hal ini menjadi sangat relevan bagi Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya, yang memiliki berbagai departemen dengan tugas dan kewenangan masing-masing untuk mendukung pencapaian visi dan misi perusahaan. Salah satunya Departemen Fasilitas Terminal yang mempunyai peranan penting dalam keberlangsungan proses bisnis Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya. Salah satu tanggung jawab utama Departemen Fasilitas Terminal yaitu memastikan panel listrik dalam keadaan baik seperti pada Gambar 1.2. Panel listrik di terminal petikemas dan dermaga merupakan pusat distribusi tenaga listrik yang menyalurkan daya dari jaringan utama menuju peralatan operasional seperti *container crane*, *Rubber Tired Gantry* (RTG), sistem *reefer* container, hingga pencahayaan dermaga. Panel ini berisi komponen proteksi seperti MCB, MCCB, ELCB, dan relai, yang berfungsi untuk mengamankan sistem dari kelebihan beban, korsleting, atau gangguan arus bocor.



Gambar 1. 2 Panel Listrik Terminal Petikemas
(Data Perusahaan, 2025)

Kondisi fisik dan keandalan panel listrik sangat menentukan kontinuitas pasokan daya, sebab gangguan pada panel dapat menghentikan seluruh rantai operasional bongkar muat. Di lingkungan pelabuhan yang terpapar kelembapan tinggi, udara asin, dan getaran alat berat, panel listrik memiliki risiko kerusakan lebih cepat akibat korosi, longgarnya konektor, atau penurunan performa isolasi kabel. Selain itu, Departemen Fasilitas Terminal bertanggung jawab secara penuh atas segala fasilitas dan instalasi di terminal serta dermaga yang berperan sebagai alat penunjang utama dalam proses bongkar muat. Keberlanjutan dan efisiensi operasional perusahaan sangat bergantung pada keandalan fasilitas ini, terutama dalam memastikan kelancaran arus logistik yang melibatkan berbagai peralatan berat berbasis listrik, seperti *container crane*, *Rubber-Tired Gantry* (RTG), dan sistem pencahayaan dermaga. Dalam menjalankan tugasnya, Departemen Fasilitas Terminal menghadapi berbagai potensi risiko operasional yang dapat menghambat aktivitas bongkar muat, salah satunya adalah risiko kegagalan instalasi listrik. Kegagalan instalasi listrik merupakan kondisi di mana sistem kelistrikan tidak mampu menjalankan fungsi sebagaimana mestinya, baik secara sebagian maupun menyeluruh. Salah satu contoh kegagalan instalasi listrik dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1. 3 Kabel Plug Petikemas *Reefer*
(Data Perusahaan, 2025)

Kegagalan instalasi listrik merupakan kondisi ketika sistem kelistrikan tidak mampu menjalankan fungsi sebagaimana mestinya, baik secara sebagian maupun menyeluruh. Pada gambar 1.3 menunjukkan bahwa plug pada petikemas reefer belum terpasang sehingga mengakibatkan barang yang berada didalam container dapat rusak karena suhu yang tidak dingin. Kegagalan lainnya dapat berupa gangguan pada suplai daya, korsleting, kerusakan, serta kondisi berbahaya seperti percikan api atau sengatan listrik. Penyebabnya bisa berasal dari faktor teknis (seperti infrastruktur tua atau peralatan tidak sesuai spesifikasi), faktor lingkungan (seperti kelembapan atau suhu ekstrem), maupun faktor manusia (seperti kesalahan pemasangan atau pelanggaran SOP). Gangguan pada sistem kelistrikan tidak hanya berdampak pada terganggunya aktivitas bongkar muat, tetapi juga dapat menyebabkan keterlambatan pengiriman barang, meningkatnya biaya operasional akibat downtime yang tidak terduga, serta potensi kecelakaan kerja bagi teknisi di lapangan. Salah satu peristiwa risiko yang sudah pernah terjadi dan memberikan dampak signifikan terhadap proses bisnis perusahaan adalah kegagalan sistem listrik. Oleh karena itu, pemantauan serta pemeliharaan sistem kelistrikan menjadi aspek krusial dalam manajemen risiko di Departemen Fasilitas Terminal untuk memastikan kelangsungan operasional yang optimal. Frekuensi kegagalan instalasi listrik setiap tahunnya dapat dilihat pada gambar 1.4.



Gambar 1. 4 Jumlah Kegagalan Instalasi Listrik (Data Perusahaan, 2022 – 2024)
(Diolah Penulis 2024)

Berdasarkan Gambar 1.4, Kegagalan Instalasi listrik di perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya mengalami kenaikan setiap tahunnya. Instalasi listrik yang bermasalah dapat mengganggu proses bongkar muat, mengingat operasi perusahaan telah berbasis elektrifikasi. Dampaknya meliputi, downtime operasional, terganggunya jadwal kapal sandar, keterlambatan proses bongkar muat, penumpukan *container* di area *container yard*, serta antrian *container* di *gate in* dan *gate out*. Terhentinya aktivitas operasional akibat pemadaman mendadak atau kerusakan sistem, yang menyebabkan downtime dan keterlambatan layanan. Hal ini dapat mengakibatkan kerugian finansial, seperti denda keterlambatan, penalti kontraktual, hingga hilangnya kepercayaan pelanggan. Kondisi saat ini menunjukkan bahwa pemulihan sistem kelistrikan membutuhkan waktu 4–5 jam saat terjadi pemadaman. Dampak kerugian finansial akibat downtime menyebabkan kerugian sebesar Rp12.000.000 per jam, atau lebih tergantung jenis layanan dan volume petikemas. Sebaliknya, jika sistem instalasi berjalan optimal tanpa gangguan, perusahaan berpotensi memperoleh laba bersih harian sekitar Rp120.000.000, sehingga keandalan sistem kelistrikan memiliki dampak langsung terhadap profitabilitas perusahaan, Informasi lengkap mengenai

kerugian dan profit perusahaan dapat dilihat pada Lampiran 1. Selain itu, data investigasi kecelakaan menunjukkan bahwa pada tahun 2024 Departemen Fasilitas Terminal berada di peringkat keempat dari 13 departemen di perusahaan dengan tingkat ketidaksesuaian atau investigasi kecelakaan tertinggi. Hal ini menegaskan pentingnya mitigasi risiko yang efektif.

Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya harus melakukan upaya manajemen risiko untuk mengidentifikasi risiko yang mampu terjadi dan agar kedepannya tidak terjadi hal-hal yang dapat merugikan perusahaan. Menurut Susilo dan Kaho 2018 dalam (Hardiansah, 2023) Manajemen risiko merupakan suatu proses dimana berbagai risiko diidentifikasi, diukur, dan dikendalikan. Kemungkinan terjadinya risiko dan akibatnya terhadap aktivitas merupakan dua hal mendasar untuk diidentifikasi dan diukur. Melalui pengelolaan risiko terintegrasi, setiap keputusan strategi yang diambil selalu berdasarkan atas informasi yang valid dan *reliable*. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi risiko adalah dengan melakukan pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Pengelolaan risiko dapat dilakukan dengan dua pendekatan utama yaitu kuantitatif dengan menggunakan data numerik dan analisis statistik untuk menilai probabilitas dan dampak risiko, seperti simulasi Monte Carlo, analisis sensitivitas, analisis FMEA, FTA dan ETA, yang kedua yaitu kualitatif dengan menggunakan wawancara, penilaian pakar, atau brainstorming untuk menentukan risiko berdasarkan pengalaman dan intuisi (Hanafi, 2016).

Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yaitu metode terstruktur untuk menemukan dan mencegah mode kegagalan sebanyak mungkin dengan skala prioritas. Metode ini digunakan untuk menganalisis kegagalan apa saja yang dapat berpotensi untuk membuat kesalahan pada suatu proses produksi atau desain (Kadang, *et al.*, 2023). Berdasarkan penggolongan dari hasil perhitungan RPN, maka dilanjutkan menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA). FTA dilakukan dengan pendekatan *top down*, dimulai dari adanya asumsi kegagalan atau kerugian (biaya atau lainnya), selanjutnya dijelaskan penyebab-penyebab kejadian puncak sampai pada sumber kegagalan (*root cause*), serta diidentifikasi risiko yang berperan terhadap terjadinya

kegagalan (Shafiee, *et al.*, 2019) dalam (Purnomo, *et al.*, 2024). Dengan menggunakan metode FMEA dan FTA diharapkan dapat mencapai tujuan penelitian, yaitu membantu perusahaan dalam mengelola dan mengendalikan risiko instalasi listrik pada Departemen Fasilitas Terminal, sehingga dapat mempertahankan kualitas perusahaan dan mendukung pertumbuhan bisnis bagi Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian permasalahan yang terdapat pada latar belakang, maka disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana prioritas risiko instalasi listrik departemen fasilitas terminal dengan metode FMEA?
2. Bagaimana cara menentukan *basic event* dalam analisis risiko instalasi listrik menggunakan metode FTA?
3. Bagaimana mitigasi untuk risiko instalasi listrik prioritas yang terjadi pada departemen Fasilitas Terminal di Perusahaan Jasa Penyedia Terminal dan Bongkar muat Surabaya?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan adanya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan prioritas risiko instalasi listrik departemen fasilitas terminal dengan metode FMEA.
2. Menentukan *basic event* risiko instalasi listrik departemen fasilitas terminal dengan metode FTA.
3. Menentukan langkah mitigasi untuk risiko instalasi listrik prioritas di Departemen Fasilitas Terminal.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi Perguruan Tinggi

- a. Memberikan kontribusi terhadap pemahaman dalam bidang Manajemen Risiko
 - b. Sebagai literatur bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan topik sejenis khususnya penelitian dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dan *Fault Tree Analysis (FTA)*.
2. Bagi Perusahaan
 - a. Membantu perusahaan dalam meminimalkan risiko instalasi listrik pada Divisi Fasilitas Terminal
 - b. Membantu menentukan alternatif keputusan untuk meminimalisir risiko.
3. Bagi Penulis
 - a. Mengembangkan keterampilan penelitian, analisis data, dan pemahaman dalam bidang manajemen risiko
 - b. Menambah pengetahuan dan wawasan penulis mengenai manajemen risiko khususnya dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dan *Fault Tree Analysis (FTA)*.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan tujuan penelitian ini, maka penulis membatasi ruang lingkup permasalahan sebagai berikut:

1. Objek Penelitian berfokus pada instalasi listrik yang berada di area terminal petikemas dan dermaga dibawah wewenang Departemen Fasilitas Terminal
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data tahun 2020 – 2024
3. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)* dan *Fault Tree Analysis (FTA)*
4. Langkah mitigasi dilakukan pada sub risiko probabilitas tertinggi pada perhitungan *Fault Tree Analysis (FTA)*
5. Dikarenakan keterbatasan waktu, mitigasi dalam penelitian ini hanya sampai pada tahap rekomendasi tanpa implementasi langsung.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

BAB 2

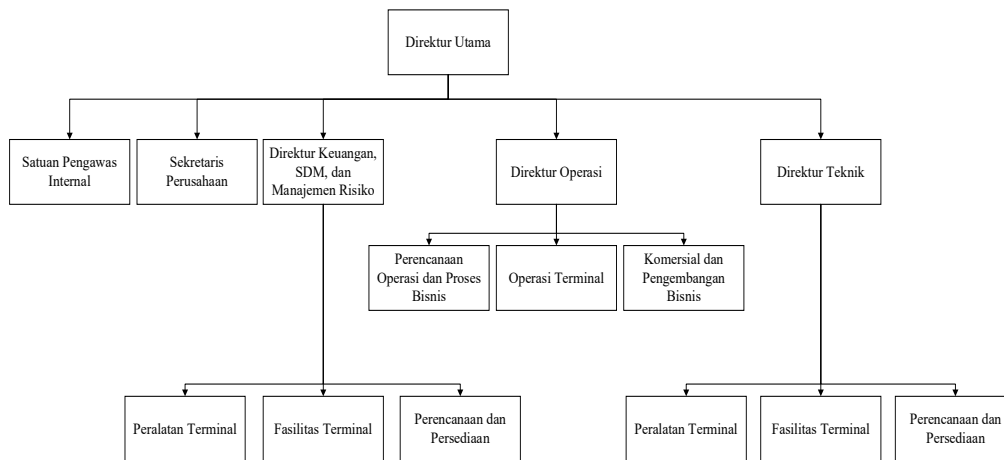
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Profil Perusahaan

Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya merupakan bagian dari anak perusahaan Terminal Peti Kemas Badan Usaha Milik Negara (BUMN). Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya berdiri sejak 1999 menyediakan pelayanan terminal pelabuhan untuk kapal-kapal internasional dan domestik sebagai upaya pemerintah untuk mewujudkan konektivitas nasional dan jaringan ekosistem logistik yang lebih kuat. Konektivitas maritim baik keterhubungan antar pelabuhan-pelabuhan di dalam negeri, maupun antara pelabuhan di dalam dan luar negeri akan meningkat.

Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya menyediakan berbagai layanan jasa terminal peti kemas antar pulau dan internasional kepada para pengguna jasa yang memiliki peran strategis dalam mendorong pertumbuhan dan pemerataan ekonomi nasional melalui standarisasi dan jaringan yang terintegrasi antar terminal. Beberapa layanan yang disediakan oleh Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya antara lain, yaitu: layanan penerimaan peti kemas, layanan pemuatan peti kemas, layanan pembongkaran peti kemas, layanan pengeluaran peti kemas layanan *container freight station*, dan *terminal service agreement*.

Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya memiliki fasilitas-fasilitas yang mendukung kegiatan bisnisnya antara lain: dermaga internasional sepanjang 1.000 meter dengan lebar 50 meter dan kedalaman -13 meter serta luas 50.000 meter. Dermaga domestik sepanjang 450 meter, lebar 45 meter dan kedalaman -8 meter serta luas 18.000 meter. Dengan peralatan berupa: 12 unit *container crane*, 30 unit *Rubber Tyred Gantry*, 7 unit *reach stacker*, 3 unit *side loader*, 1448 unit *reefer plug*, 29 unit *forklift*, 66 unit *dolly system*, 157 *head truck*, 194 *units chassis*, 3 unit *low bed chassis*, 90 unit *cassette*, 7 unit *translifter* dan masih banyak fasilitas lainnya.



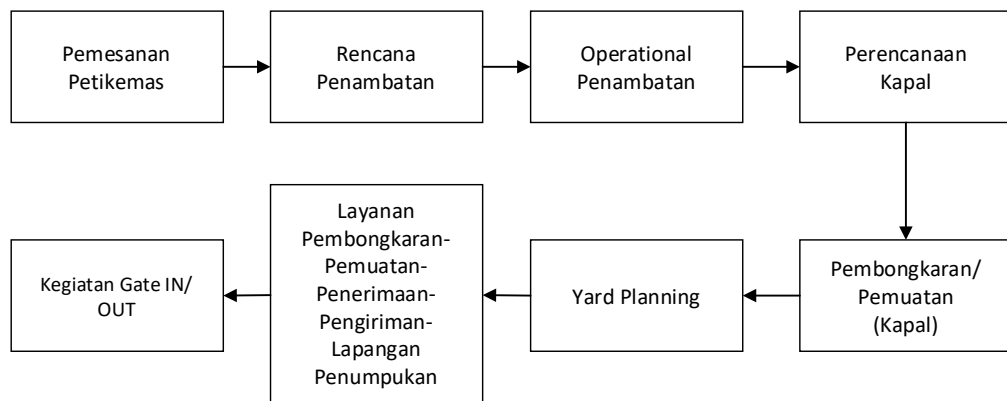
Gambar 2. 1 Struktur Organisasi Perusahaan (Data Perusahaan, 2024)
(Diolah Penulis 2024)

Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya dipimpin oleh Direktur Utama yang membawahi tiga bidang kerja, yaitu Operasi, Teknik, dan Keuangan. Direktorat Utama dibantu oleh Departemen Satuan Pengawasan Intern dan Departemen Sekretaris Perusahaan. Direktorat Utama memiliki fungsi untuk mengarahkan dan mengembangkan kegiatan visi, misi & nilai perusahaan dan kebijakan investasi (infrastruktur & suprastruktur) untuk memastikan pencapaian visi dan misi perusahaan dan aspirasi pemegang saham sesuai Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) dan ketentuan yang berlaku. Direktorat Operasi dibantu oleh Departemen Perencanaan Operasi dan Proses Bisnis, Departemen Operasi Terminal, dan Departemen Komersial dan Pengembangan Bisnis, memiliki fungsi untuk mengarahkan dan mengembangkan implementasi strategi terkait kegiatan operasi yang meliputi pengelolaan bisnis area, perencanaan standarisasi dan sistem operasi, pelaksanaan *pilot project* standarisasi dan sistem operasi, implementasi standarisasi dan sistem operasi serta konsultasi terkait kebijakan investasi (Infrastruktur & Suprastruktur) untuk memastikan pencapaian visi dan misi perusahaan dan aspirasi pemegang saham sesuai RKAP dan ketentuan yang berlaku. Direktorat Teknik dibantu oleh Departemen Peralatan Terminal, Departemen Fasilitas Terminal, dan Departemen Perencanaan dan Persediaan memiliki fungsi dalam mengarahkan

dan mengembangkan terkait kegiatan infrastruktur, peralatan, & pengelolaan proyek dan teknologi informasi untuk mendukung tercapainya tujuan perusahaan serta aspirasi pemegang saham. Direktorat Keuangan dibantu oleh Departemen Keuangan, Departemen Sumber Daya Manusia dan Umum, Departemen K3, Lingkungan dan Keamanan, dan Departemen Teknologi Informasi, memiliki fungsi dalam mengarahkan dan mengembangkan implementasi strategi terkait dengan penetapan Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) dan keuangan serta memberikan konsultasi terkait kebijakan investasi (Infrastruktur dan Suprastruktur), perencanaan usulan investasi infrastruktur & suprastruktur, dan kebijakan dan pedoman pemeliharaan untuk mendukung tercapainya tujuan perusahaan serta aspirasi pemegang saham (Data Perusahaan, 2025).

2.2 Alur Bisnis Perusahaan

Pada penelitian ini, alur bisnis perusahaan diuraikan melalui proses layanan jasa penyedia terminal dan bongkar muat pada proses bisnis seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Alur Bisnis Perusahaan (Data Perusahaan, 2022)

(Diolah Penulis 2024)

Berdasarkan Gambar 2.2. terdapat alur bisnis Perusahaan Penyedia Terminal dan Bongkar Muat Surabaya (Data Perusahaan, 2022) yang didefinisikan dalam diagram tersebut. Berikut penjelasan dari masing-masing

proses yang tertera dalam diagram alur bisnis perusahaan di atas.

1. Pemesanan Peti kemas

- a. Registrasi dan Permintaan layanan

Pengguna jasa (*shipping line* atau perusahaan logistik) mendaftarkan kebutuhan layanan, seperti bongkar muat, penyimpanan, atau dokumen terkait.

- b. Pembuatan Jadwal

Pihak perusahaan menjadwalkan kedatangan kapal dan alokasi dermaga berdasarkan slot waktu dan kapasitas.

- c. Sistem Digital

Biasanya menggunakan platform seperti Inaportnet atau aplikasi internal perusahaan untuk mempermudah koordinasi.

2. Rencana Penambatan

Pada tahapan ini perusahaan melakukan proses pengelolaan lokasi sandar kapal (*berth planning*) untuk mendukung kelancaran bongkar muat. Rencana ini mencakup pengaturan lokasi sandar kapal (*berthing plan*), jadwal kapal masuk dan keluar, serta alokasi sumber daya untuk memastikan kelancaran proses bongkar muat peti kemas. Dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Permintaan Jadwal atau *Estimated Time of Arrival* (ETA): Agen kapal mengajukan jadwal kedatangan dan informasi kapal.

- b. Penjadwalan Dermaga: Perusahaan mengalokasikan dermaga berdasarkan kapasitas, jenis kapal, dan prioritas layanan.

- c. Konfirmasi dan Persiapan: Jadwal disetujui, peralatan seperti quay crane dan RTG disiapkan.

- d. Pelaksanaan: Kapal dipandu ke dermaga, dan aktivitas bongkar muat diawasi sesuai jadwal.

3. Operational Penambatan

Pada tahapan ini terjadi kegiatan teknis dan operasional untuk memastikan kapal dapat sandar di dermaga sesuai jadwal yang telah direncanakan. Proses ini mencakup koordinasi antar-pihak, alokasi sumber daya, dan eksekusi kegiatan penambatan hingga bongkar muat dimulai.

Berikut adalah langkah-langkah utamanya:

- a. Persiapan Penambatan: Konfirmasi ETA kapal, koordinasi dengan petugas pandu dan kapal tunda, serta pemeriksaan kesiapan dermaga.
- b. Proses Penambatan: Pemanduan kapal ke dermaga, pengikatan kapal dengan tali tambat, dan pemeriksaan keselamatan.
- c. Aktivitas Bongkar Muat: Pengoperasian *quay crane* dan pengangkutan peti kemas ke lapangan atau truk.
- d. Pemantauan dan Penyelesaian: Aktivitas dipantau melalui sistem perusahaan.

4. Perencanaan Kapal

Dalam proses bisnis ini bertujuan mengatur kedatangan, penambatan, dan pengelolaan kapal secara efisien. Proses ini melibatkan jadwal kedatangan kapal, alokasi dermaga, dan persiapan operasional bongkar muat. Berikut langkah-langkahnya:

- a. Pengajuan Jadwal: Agen pelayaran mengirimkan ETA dan detail kapal.
- b. Penjadwalan: Perusahaan Jasa Penyedia Terminal dan Bongkar Muat Surabaya mengatur alokasi dermaga dan jadwal kapal menggunakan *berth planning system*.
- c. Persiapan: Memastikan dermaga, peralatan, dan tenaga kerja siap.
- d. Koordinasi: Melibatkan petugas pandu, kapal tunda, dan operator terminal.
- e. Pemantauan: Menggunakan *Terminal Operating System* (TOS) untuk memantau jadwal real-time.

5. Pembongkaran/Pemuatan (Kapal)

- a. Bongkar Peti kemas: *Crane* di dermaga mengangkat peti kemas dari kapal ke truk pengangkut atau langsung ke lapangan penumpukan.
- b. Muat Peti kemas: Proses serupa dilakukan untuk memuat peti kemas dari lapangan penumpukan ke atas kapal.

6. Yard Planning

pengelolaan dan perencanaan area penumpukan peti kemas (*container yard*) untuk memastikan efisiensi dan kelancaran arus barang. Proses ini mencakup penempatan, pengaturan, dan pengambilan peti kemas di

lapangan penumpukan. Berikut tahapannya:

- a. Perencanaan Penempatan: Mengatur lokasi sesuai jenis peti kemas (impor, ekspor, reefer, dll.).
- b. Penerimaan: Peti kemas diarahkan ke lokasi yang ditentukan dengan bantuan *Terminal Operating System* (TOS).
- c. Pengelolaan: Mengoptimalkan kapasitas lapangan dan mempermudah akses menggunakan alat seperti RTG.
- d. Pengambilan: Mengatur pengeluaran peti kemas berdasarkan jadwal truk atau kapal.

7. Layanan Pembongkaran-Pemuatan-Penerimaan-Pengiriman-Lapangan Penumpukan

Rangkaian kegiatan operasional utama yang memastikan kelancaran arus barang dari kapal ke lapangan penumpukan, hingga ke pelanggan, atau sebaliknya. Berikut tahapannya:

- a. Pembongkaran (*Unloading*)
 - Proses memindahkan peti kemas dari kapal ke dermaga menggunakan quay crane.
 - Peti kemas diteruskan ke lapangan penumpukan atau langsung dimuat ke truk/lori jika layanan *direct delivery* digunakan.
- b. Pemuatan (*Loading*)
 - Peti kemas yang akan diekspor atau dipindahkan (*transshipment*) diambil dari lapangan penumpukan dan dimuat ke kapal menggunakan *quay crane*.
 - Penjadwalan pemuatan dilakukan sesuai urutan kapal dan rencana stowage.
- c. Penerimaan (*Receiving*)
 - Proses masuknya peti kemas ekspor ke terminal dari truk atau kereta api.
 - Peti kemas ditempatkan di lokasi yang telah ditentukan di lapangan penumpukan berdasarkan rencana pemuatan.
- d. Pengiriman (*Delivery*)
 - Proses keluarnya peti kemas impor dari terminal melalui truk setelah

proses administrasi dan pembayaran selesai.

- Peti kemas diambil dari lapangan penumpukan dan diserahkan ke pelanggan.

e. Lapangan Penumpukan (*Container Yard*)

- Area untuk menyimpan peti kemas sementara, baik untuk barang impor, ekspor, maupun *transshipment*.
- Pengelolaan dilakukan menggunakan sistem seperti *Terminal Operating System* (TOS) untuk memantau lokasi, status, dan pergerakan peti kemas.

8. Kegiatan *Gate IN/OUT*

- a. Pemeriksaan Dokumen: Dokumen impor/ekspor seperti Bill of Lading dan Surat Keterangan Barang diperiksa oleh pihak perusahaan dan Bea Cukai.
- b. Pemeriksaan Fisik: Jika diperlukan, peti kemas dibuka untuk pemeriksaan fisik oleh petugas Bea Cukai.
- c. Penyelesaian Administrasi: Biaya jasa pelabuhan diselesaikan sebelum barang dapat dikeluarkan.

2.3 Departemen Fasilitas Terminal

Departemen Fasilitas Terminal adalah suatu departemen yang berperan penting dalam memastikan infrastruktur, instalasi, dan fasilitas di terminal peti kemas berfungsi dengan optimal untuk mendukung kelancaran operasional. Departemen ini memainkan peran penting dalam memastikan kelancaran layanan kepada pengguna jasa pelabuhan. Menurut Nugroho (2020), fasilitas terminal meliputi dermaga, lapangan penumpukan, gudang, dan peralatan bongkar muat seperti *quay crane*, *Rubber Tyred Gantry* (RTG), dan reach stacker. Fasilitas yang dikelola dengan baik akan meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing pelabuhan.

Perusahaan penyedia jasa terminal dan bongkar muat Surabaya sebagai salah satu terminal peti kemas terbesar di Indonesia mengandalkan Departemen Fasilitas Terminal untuk mengelola Infrastruktur (Dermaga, kanal pelayaran, lapangan penumpukan, dan fasilitas pendukung lainnya), Superstruktur

(Peralatan bongkar muat, seperti *quay crane* dan RTG), Instalasi (Kelistrikan, sistem pengelolaan air, komunikasi, keamanan dan digitalisasi), Keseimbangan kapasitas dan permintaan (Memastikan kapasitas terminal mencukupi untuk memenuhi volume barang yang terus meningkat). Departemen ini juga berperan penting dalam mendukung penerapan teknologi terbaru seperti *Terminal Operating System* (TOS) untuk memaksimalkan penggunaan fasilitas (Perusahaan Annual Report, 2022).

Terdapat aspek penting dalam pengelolaan fasilitas terminal yaitu, aspek Pemeliharaan *Preventif* dan *Korektif* hal ini meliputi pemeliharaan peralatan dan infrastruktur dilakukan untuk mencegah kerusakan yang dapat mengganggu operasional (Susanto, 2019), aspek pengembangan infrastruktur meliputi, Investasi dalam pengembangan dermaga, kanal, dan peralatan untuk meningkatkan kapasitas pelabuhan, dan aspek manajemen energi dan keberlanjutan yang mengharuskan departemen fasilitas terminal bertanggung jawab mengimplementasikan praktik ramah lingkungan, seperti pengelolaan limbah pelabuhan dan efisiensi energi. Menurut Priyanto (2021), tantangan utama dalam pengelolaan fasilitas terminal meliputi: Peningkatan volume barang (Pertumbuhan perdagangan global meningkatkan tekanan pada fasilitas terminal), Kondisi peralatan dan infrastruktur (Usia peralatan yang tua membutuhkan biaya pemeliharaan yang tinggi), dan Teknologi dan otomatisasi (Adopsi teknologi baru memerlukan investasi besar dan pelatihan tenaga kerja).

Kontribusi departemen Fasilitas Terminal terhadap kinerja perusahaan secara langsung mempengaruhi efisiensi operasional karena melalui perawatan fasilitas yang optimal waktu tunggu kapal dapat diminimalkan, mempengaruhi daya saing pelabuhan juga karena dengan fasilitas yang modern dan layanan berkualitas dapat meningkatkan daya tarik perusahaan kepada pengguna jasa, dan mempengaruhi keberlanjutan operasional karena dengan infrastruktur yang dirawat dengan baik secara berkala dapat menjadikan perusahaan memiliki keberlangsungan bisnis yang baik dalam jangka panjang. Menurut laporan UNCTAD (2020), pelabuhan dengan pengelolaan fasilitas yang baik cenderung memiliki arus petikemas lebih tinggi dan mampu bersaing di pasar global.

2.4 Instalasi Listrik Terminal Petikemas dan Dermaga

Instalasi listrik adalah suatu rangkaian komponen yang dirancang untuk menyalurkan energi listrik dari sumber tenaga ke perangkat atau sistem pengguna secara aman, efisien, dan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Instalasi listrik mencakup sistem distribusi daya, perangkat pelindung, kabel penghantar, dan peralatan listrik lainnya (Sayogo, et al., 2014). Instalasi listrik merupakan suatu bagian penting yang terdapat dalam sebuah bangunan gedung atau kegiatan operasional industri, yang berfungsi sebagai penunjang kenyamanan penghuninya serta kegiatan operasional. Untuk mencapai keandalan pada sistem instalasi listrik maka sangat perlu diperhatikan keamanan dan keandalan pada setiap bagian-bagian instalasinya terutama pada bagian pengaman dan penampang penghantar sistem instalasi tersebut. Suatu sistem dikatakan handal apabila keluaran sistem tidak mengalami penyimpangan seperti turunnya tegangan, serta seringnya mengalami gangguan penyaluran (pemutusan saluran) kepada konsumen baik industri maupun rumah tangga. Namun faktor keamanan peralatan juga menjadi penting, hal ini dimaksudkan untuk menjamin keselamatan manusia yang bekerja disekitarnya, maupun untuk menghindari kerugian terhadap peralatan yang digunakan sebagai akibat dari terjadinya gangguan (PUIL 2000).

Terminal petikemas merupakan fasilitas pelabuhan yang terdiri atas kolam sandar kapal, dermaga, serta lapangan penumpukan kontainer yang digunakan untuk kegiatan bongkar muat dan penumpukan petikemas, baik untuk keperluan domestik maupun internasional. Instalasi listrik di area terminal petikemas dan dermaga merupakan salah satu komponen infrastruktur penting yang menunjang kelancaran operasional bongkar muat, penerangan, serta suplai daya untuk peralatan utama seperti quay crane, rubber tyred gantry (RTG), reach stacker, hingga reefer container. Sistem instalasi ini mencakup jaringan distribusi tegangan menengah dan rendah, panel distribusi, sistem proteksi (MCB, ELCB, *grounding*), penerangan area, serta soket atau plug kelistrikan untuk kontainer berpendingin (Prasetiawan, Winarno dan Rohmah, 2017).

Di wilayah dermaga, kebutuhan listrik juga mencakup pasokan daya

untuk alat bantu sandar kapal (*mooring system*), sistem penerangan dermaga, serta kontrol listrik sistem navigasi dan komunikasi pelabuhan. Selain itu, terminal modern saat ini mulai menerapkan konsep shore power supply (*cold ironing*), yaitu suplai listrik langsung dari darat ke kapal untuk mengurangi emisi saat sandar. Departemen Fasilitas Terminal memiliki tanggung jawab penuh dalam merancang, memelihara, dan memastikan keandalan seluruh instalasi listrik tersebut. Wewenang departemen ini mencakup perencanaan teknis instalasi baru, inspeksi dan audit sistem secara berkala, pelaksanaan kegiatan preventive dan corrective maintenance, serta pengawasan terhadap kepatuhan teknis dan keselamatan kerja tenaga instalasi. Departemen ini juga bertugas menangani kondisi darurat kelistrikan dan menjamin sistem dapat bekerja optimal selama 24 jam operasional pelabuhan. Melalui pengelolaan instalasi listrik yang baik, Departemen Fasilitas Terminal berperan penting dalam menjaga kontinuitas layanan bongkar muat dan keselamatan seluruh proses kerja di kawasan terminal dan dermaga (Dokumen Profil Perusahaan, 2025).

2.5 Manajemen Risiko

Risiko merupakan suatu kejadian yang merugikan. Jika risiko terjadi pada suatu organisasi, maka dapat menimbulkan kerugian yang signifikan dan mengakibatkan kehancuran pada organisasi tersebut. Oleh karena itu, suatu risiko perlu untuk dikelola dengan baik pada suatu organisasi. Manajemen risiko bertujuan mengelola dan mengoptimalkan risiko pada suatu organisasi agar bisa bertahan. Manajemen risiko dilakukan melalui beberapa proses, yaitu identifikasi risiko, evaluasi dan pengukuran risiko, serta pengelolaan risiko (Hanafi, 2016). Manajemen risiko merupakan proses yang sangat penting dalam perusahaan. Seperti yang sudah dijelaskan risiko bersifat dinamis. Bisa saja risiko yang diidentifikasi sebagai risiko dengan dampak yang rendah bisa saja berubah menjadi risiko berdampak tinggi (Asir, *et al.*, 2023). Dengan adanya manajemen ini diharapkan risiko-risiko yang berhasil diidentifikasi dapat dikendalikan dengan baik dan tidak mendatangkan kerugian bagi perusahaan (Sirait & Susanty, 2016).

2.5.1 Identifikasi Risiko

Menurut Hanafi (2016), identifikasi risiko bertujuan untuk mengidentifikasi macam-macam risiko yang dihadapi oleh suatu organisasi. Risiko terbagi dalam dua jenis, yaitu risiko murni (*pure risks*) dan risiko spekulatif. Risiko murni merupakan risiko yang kemungkinan menimbulkan kerugian dan tidak ada keuntungannya, seperti risiko kecelakaan, bencana alam, dan sebagainya. Sedangkan risiko spekulatif disebut sebagai risiko bisnis, yaitu risiko dimana organisasi mengharapkan adanya sebuah keuntungan dibalik sebuah kerugian. Pada kegiatan bisnis, suatu organisasi mengharapkan keuntungan meskipun ada potensi kerugian. Risiko dapat diidentifikasi dengan menelusuri sumber risiko yang menjadi penyebab dari suatu kejadian yang tidak diinginkan.

2.5.2 Evaluasi dan Pengukuran Risiko

Setelah risiko diidentifikasi, langkah berikutnya adalah mengukur dan mengevaluasi risiko tersebut. Evaluasi risiko bertujuan untuk memahami karakteristik risiko dengan baik, sehingga risiko akan lebih mudah dikendalikan. Teknik yang dilakukan untuk mengukur risiko didasarkan pada jenis risiko yang ada. Misalnya dengan memperkirakan *probabilitas* (kemungkinan) risiko. Dengan menggunakan teknik probabilitas, suatu organisasi dapat menentukan prioritas risiko sehingga dapat memfokuskan pada risiko yang mempunyai tingkatan atau kemungkinan lebih 15 besar untuk terjadi, maka risiko tersebut perlu diberikan perhatian ekstra karena tingkat probabilitasnya lebih tinggi (Hanafi, 2016). Menurut Ouache, *et al.*, (2014), probabilitas peluang terjadinya risiko dikelompokkan kedalam 5 tingkat, Tabel kategori risiko dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Kategori Risiko

Kategori	Probabilitas (P)
Sangat rendah	<1%
Rendah	$1 \leq P < 20\%$
Medium	$20 \leq P < 50\%$
Tinggi	$50 \leq P < 85\%$
Sangat Tinggi	>85%

Sumber: Ouache, *et al.*, 2014

2.5.3 Pengelolaan Risiko

Langkah terakhir dalam manajemen risiko yaitu mengelola risiko. Apabila suatu organisasi gagal dalam mengelola risiko, maka dapat menimbulkan konsekuensi dan kerugian yang besar. Menurut Hanafi (2016), risiko dapat dikelola dengan berbagai cara yaitu:

1. Penghindaran

Penghindaran risiko berarti menghindari kegiatan atau situasi yang dapat menyebabkan risiko. Ini dapat dilakukan dengan mengubah rencana atau menghindari tindakan yang dapat membawa dampak negatif.

2. Penahanan (*Retention*)

Dalam beberapa situasi, cara pengelolaan risiko akan lebih baik dihadapi sendiri. Retensi risiko melibatkan keputusan untuk menahan risiko dalam organisasi tanpa mentransfernya ke pihak ketiga. Ini bisa dilakukan dengan menggunakan dana cadangan atau sumber daya internal lainnya untuk menangani konsekuensi risiko jika terjadi.

3. Diversifikasi

Diversifikasi risiko melibatkan penyebaran eksposur yang dimiliki organisasi sehingga tidak hanya berfokus pada satu atau dua eksposur saja. Dengan melakukan diversifikasi, dampak kerugian potensial dapat dikurangi karena tidak semua aset atau proyek terkena dampak yang sama. Sehingga jika terjadi kerugian pada satu aset, kerugian tersebut dapat dikompensasi oleh keuntungan dari aset lainnya.

4. Transfer Risiko

Transfer risiko melibatkan pemindahan risiko kepada pihak ketiga, seperti perusahaan asuransi. Dengan membeli polis asuransi, perusahaan dapat mentransfer sebagian atau seluruh risiko tertentu kepada asuransi.

5. Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko merupakan penerapan tindakan atau strategi untuk mencegah atau menurunkan probabilitas terjadinya risiko atau dampak negatifnya. Ini bisa mencakup pelaksanaan prosedur keamanan, pemantauan, atau perubahan dalam proses operasional.

6. Pendanaan Risiko

Pendanaan risiko melibatkan alokasi dana khusus untuk menangani risiko yang terjadi. Hal ini dapat mencakup pembentukan dana cadangan atau dana darurat yang dapat digunakan untuk menangani konsekuensi risiko jika terjadi.

2.6 Risiko Operasional

Menurut Hanafi (2016), risiko operasional didefinisikan sebagai risiko yang timbul karena kegagalan dari proses internal, manusia, sistem, dan dari kejadian eksternal. Berikut kategori risiko operasional:

1. Kegagalan proses internal

Merupakan risiko yang berkaitan dengan kegagalan proses atau prosedur internal organisasi. Beberapa contoh risiko adalah risiko yang diakibatkan kurang lengkapnya dokumentasi atau dokumentasi yang salah, kesalahan transaksi, pengawasan yang kurang memadai, dan pelaporan yang kurang memadai.

2. Risiko kegagalan mengelola manusia

Karyawan merupakan aset penting bagi perusahaan, tetapi juga merupakan sumber risiko operasional bagi perusahaan. Risiko dari karyawan tersebut akan terjadi baik secara sengaja maupun tidak sengaja. Contoh risiko adalah kecelakaan kerja, terlalu bergantung pada karyawan kunci tertentu, dan integritas karyawan yang kurang. Risiko manusia tersebut mengharuskan perusahaan untuk mempunyai karyawan yang memiliki kualifikasi, pengalaman, dan integritas yang diperlukan.

3. Risiko Sistem

Sistem teknologi dapat memberikan kontribusi yang signifikan bagi organisasi, di lain pihak sistem tersebut akan memunculkan risiko baru bagi organisasi. Contoh risiko adalah kerusakan data, kesalahan pemrograman,

sistem keamanan yang kurang baik, penggunaan teknologi yang belum teruji, terlalu mengandalkan model tertentu untuk keputusan bisnis.

4. Risiko Eksternal

Risiko eksternal berkaitan dengan kejadian yang bersumber dari luar organisasi dan diluar pengendalian organisasi.

Setiap risiko yang telah diidentifikasi dan kemudian dimasukkan dalam daftar risiko, selanjutnya akan memasuki tahapan analisis. Dalam bukunya, Hanafi (2016) menyebutkan bahwa kemungkinan dan dampak risiko dikombinasikan dalam empat kuadran pada risiko yang digunakan untuk mengetahui status risiko. Kemungkinan dampak dapat ditentukan dengan menggunakan analisis statistik dan perhitungan tertentu. Jika data tidak tersedia, penilaian subjektif dapat dibuat untuk mencerminkan tingkat keyakinan individu atau kelompok bahwa suatu kejadian bernilai tinggi atau rendah. Perhitungan tersebut dapat dilakukan dengan perhitungan angka absolut atau dapat melalui survei terhadap *expert* yang ada di Perusahaan.





Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk menggolongkan risiko adalah dengan menggunakan peta risiko. Peta risiko bertujuan untuk memetakan risiko yang ada dengan membagi risiko menjadi 3 tingkatan, yaitu low, medium, dan high untuk mengetahui risiko mana yang harus lebih dahulu ditindaklanjuti, dengan menghitung nilai *likelihood* dan *impactnya*, untuk mengetahui nilai risiko guna pemetaan risiko menggunakan matriks evaluasi risiko (Ivander dan Papilaya, 2023). Matriks Evaluasi Risiko dapat dilihat pada Gambar 2.3.

<i>Likelihood</i>	<i>Certain</i>	5	10	15	20	25
	<i>Likely</i>	4	8	12	16	20
	<i>Possible</i>	3	6	9	12	15
	<i>Unlikely</i>	2	4	6	8	10
	<i>Rare</i>	1	2	3	4	5
<i>Matriks Evaluasi</i>		<i>Insignificant</i>	<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Major</i>	<i>Catastrophic</i>
		<i>Impact</i>				

Gambar 2. 3 Matriks Evaluasi Risiko
(Ivander & Papilaya, 2023)

Berdasarkan Gambar 2.3, peta risiko dibagi menjadi empat warna, yaitu hijau untuk jenis risiko *low risk*, kuning untuk jenis risiko *medium risk*, oranye untuk jenis risiko medium *high risk*, dan merah untuk jenis risiko *high risk*.

Setiap warna mewakili keadaan/status risiko. Keterangan untuk setiap warna dapat dilihat melalui Gambar 2.4.

Warna	Jenis Risiko	Keterangan Risiko
	<i>Low Risk</i>	Risiko dengan pengaruh kecil terhadap perusahaan, dapat diatasi dengan menerapkan kebijakan tertentu.
	<i>Medium Risk</i>	Risiko mampu menyebabkan sedikit gangguan dalam bisnis, dapat diatasi dengan menerapkan kebijakan tertentu yang disertai dengan pengawasan.
	<i>Medium High Risk</i>	Risiko menyebabkan cukup gangguan yang dapat merugikan, sehingga memerlukan pengawasan dan membutuhkan penanganan.
	<i>High Risk</i>	Risiko berbahaya dan sangat merugikan, harus segera diatasi secepatnya.

Gambar 2. 4 Keterangan Warna Risiko
(Ivander & Papilaya, 2023)

2.7 Metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yaitu metode terstruktur untuk menemukan dan mencegah mode kegagalan sebanyak mungkin dengan skala prioritas. Metode ini digunakan untuk menganalisis kegagalan apa saja yang dapat berpotensi untuk membuat kesalahan pada suatu proses produksi atau desain (Kadang, *et al.*, 2023). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. FMEA digolongkan menjadi dua jenis yaitu (McDermott, *et al.*, 2009): Design FMEA yaitu alat yang digunakan untuk memastikan bahwa *pontential failure modes*, sebab dan akibatnya telah diperhatikan terkait dengan karakteristik desain, digunakan oleh *Design Responsible Engineer Team*.

1. Process FMEA yaitu alat yang digunakan untuk memastikan bahwa *pontential failure modes*, sebab dan akibatnya telah diperhatikan terkait dengan karakteristik prosesnya, digunakan oleh *Manufacturing Engineer/Team*.
2. Design FMEA akan menguji fungsi dari komponen, sub sistem dan sistem.

Modus pontensialnya dapat berupa kesalahan pemilihan jenis material, ketidaktepatan spesifikasi dan yang lainnya. Seharusnya dillakukan sejak dilakukannya desain produk awal. *Process* FMEA akan menguji kemampuan proses yang akan digunakan untuk membuat komponen, sub sistem dan sistem. Modus pontensialnya dapat berupa kesalahan operator dalam merakit *part*, adanya variasi proses yang terlalu besar sehingga produk diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan serta faktor yang lainnya. Seharusnya dilakukan desain proses manufaktur.

Ada beberapa alasan mengapa kita perlu menggunakan FMEA diantaranya lebih baik mencegah terjadinya kegagalan dari pada memperbaiki kegagalan, meningkatkan peluang kita untuk dapat mendeteksi terjadinya suatu kegagalan, mengidentifikasi penyebab kegagalan terbesar dan mengeliminasinya, mengurangi peluang terjadinya kegagalan dan membangun kualitas dari produk dan proses. FMEA akan sangat berguna sebagai suatu aktivitas "*before the event*". Keuntungan yang dapat diperoleh dari penerapan FMEA diantaranya Meningkatkan keamanan, kualitas dan keandalan, Nama baik perusahaan, Kepuasan pengguna jasa, Biaya pengembangan yang lebih murah dan adanya pencatatan historis dari peristiwa kegagalan (Aprianto, *et al.*, 2021).

Tujuan yang dapat dicapai oleh perusahaan dengan penerapan FMEA :

1. Untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan efeknya
2. Untuk mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan
3. Untuk mengurutkan pesanan desain potensial dan defisiensi proses
4. Untuk membantu fokus engineer dalam mengurangi perhatian terhadap produk dan proses, dan membantu mencegah timbulnya permasalahan.

Prosedur dalam pembuatan FMEA mengikuti sepuluh tahapan berikut ini (McDermott, *et al.*, 2009):

1. Melakukan peninjauan terhadap proses.
2. Mengidentifikasi *potential failure mode* (mode kegagalan potensial) pada proses.
3. Membuat daftar *potential effect* (akibat potensial) dari masing-masing mode kegagalan.
4. Menentukan peringkat *severity* untuk masing-masing cacat yang terjadi.

5. Menentukan peringkat *occurrence* untuk masing-masing mode kegagalan.
6. Menentukan peringkat *detection* untuk masing-masing mode kegagalan.
7. Menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk masing-masing cacat.
8. Membuat prioritas mode kegagalan berdasarkan nilai RPN untuk dilakukan tindakan perbaikan.
9. Melakukan tindakan mengeliminasi kegagalan yang paling banyak terjadi.
10. Mengkalkulasi hasil RPN sebagai mode kegagalan yang dikurangi atau dieliminasi.

Berikut dapat dilihat pada tabel 2.2 merupakan kriteria penentuan tingkat risiko dalam metode FMEA (Kadang, *et al.*, 2023):

Tabel 2. 2 Kriteria Tingkat Risiko

Kriteria	Keterangan
<i>Occurrence</i>	Kriteria ini dapat ditentukan dengan melihat seberapa banyak gangguan yang terjadi dalam selang waktu yang ditentukan agar kita dapat mengetahui apa yang menyebabkan sebuah kerusakan.
<i>Detection</i>	Kriteria ini dapat ditentukan bagaimana kegagalan tersebut dapat diketahui sebelum terjadi. Tingkat deteksi dipengaruhi dari banyaknya kontrol yang mengatur jalannya proses, semakin banyak kontrol dan prosedur maka diharapkan tingkat deteksi dari kegagalan dapat semakin tinggi.
<i>Severity</i>	Kriteria ini dapat ditentukan dengan melihat seberapa serius kerusakan yang dihasilkan dengan terjadinya kegagalan proses.

Sumber: Kadang, *et al.*, 2023

Pada Tabel 2.2 merupakan kriteria yang digunakan dalam perhitungan risk priority number (RPN) nantinya. Sebelum melakukan penilaian setiap parameter S, O, D terlebih dahulu diperlukan pembuatan kriteria untuk masing-masing parameter. Setiap parameter dapat disusun secara kualitatif kemudian ditafsirkan secara kuantitatif dengan menggunakan skala peringkat numerik. Berikut Tabel 2.3 merupakan contoh indikator *Severity* menurut McDermott *et al.*, (2009):

Tabel 2. 3 Skala *Severity*

<i>Effect Of Severity</i>	<i>Criteria Severity On Product (Customer Effect)</i>	<i>Rank</i>
<i>Failure to meet safety and/or regulatory requirement</i>	Kegagalan membahayakan tanpa adanya peringatan terlebih dahulu	10
	Kegagalan membahayakan dengan adanya peringatan terlebih dahulu	9
<i>Loss or degradation of primary fuction</i>	Kegagalan memberikan efek terhadap hilangnya fungsi utama	8
	Kegagalan memberikan efek terhadap penurunan fungsi utama	7
<i>Loss or degradation of secondary fuction</i>	Kegagalan memberikan efek terhadap hilangnya fungsi sekunder	6
	Kegagalan memberikan efek terhadap penurunan fungsi sekunder	5
<i>Annoyance</i>	Kegagalan memberikan efek yang berpengaruh pada mayoritas 2pekerjaan (>75%)	4
	Kegagalan memberikan efek yang berpengaruh pada separuh pekerjaan (>50%)	3
	Kegagalan memberikan efek yang berpengaruh pada minoritas pekerjaan (>25%)	2
<i>No effect</i>	Kegagalan tidak memberikan efek	1

Sumber: McDermott, *et al.*, 2009

Pada tabel 2.3 skala *Severity* digunakan untuk melihat seberapa serius kerusakan yang dihasilkan akibat kegagalan. Berikut Tabel 2.4 merupakan contoh indikator *Occurance* menurut McDermott *et al.*, (2009):

Tabel 2. 4 Skala *Occurrence*

<i>Likelihood Of Failure</i>	<i>Possible Failure Rate</i>	<i>Rank</i>
<i>Very High</i>	≥ 100 per 1.000 atau hampir selalu terjadi dalam sebulan (10 kali)	10
<i>High</i>	50 per 1.000 atau sangat sering dalam sebulan (9 kali)	9
<i>High</i>	20 per 1.000 atau sering dalam sebulan (8 kali)	8
	10 per 1.000 atau cukup sering dalam sebulan (7 kali)	7
<i>Moderate</i>	2 per 1.000 atau sedikit sering dalam sebulan (6 kali)	6
	0,5 per 1.000 atau jarang terjadi dalam sebulan (5 kali)	5
	0,1 per 1.000 atau sedikit jarang terjadi dalam sebulan (4 kali)	4
<i>Low</i>	0,01 per 1.000 atau cukup jarang terjadi dalam sebulan (3 kali)	3

<i>Likelihood Of Failure</i>	<i>Possible Failure Rate</i>	<i>Rank</i>
	0,001 per 1.000 atau sangat jarang terjadi dalam sebulan (2 kali)	2
<i>Very Low</i>	$\leq 0,001$ per 1.000 atau hampir tidak pernah terjadi dalam sebulan (0-1 kali)	1

Sumber: McDermott, *et al.*, 2009

Pada Tabel 2.4 skala *Occurrence* digunakan untuk melihat seberapa banyak gangguan yang terjadi dalam selang waktu yang ditentukan. Berikut Tabel 2.5 merupakan contoh indikator *Detection* menurut McDermott *et al.*, (2009).

Tabel 2. 5 Skala *Detection*

<i>Likelihood Of Detection</i>	<i>Opportunity For Detection</i>	<i>Rank</i>
Almost Impossible	Kegagalan tidak mungkin terdeteksi melalui pengecekan	10
Very Remote	Pengecekan gagal sehingga tidak mampu mendeteksi kegagalan	9
Remote	Pengecekan berpeluang sangat kecil bisa mendeteksi kegagalan	8
Very Low	Pengecekan berpeluang kecil bisa mendeteksi kegagalan	7
Low	Pengecekan kemungkinan bisa mendeteksi kegagalan	6
Moderate	Pengecekan berpeluang besar bisa mendeteksi kegagalan	5
Moderately High	Pengecekan berpeluang sangat besar bisa mendeteksi kegagalan	4
High	Pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	3
Very High	Pengecekan hampir selalu bisa mendeteksi kegagalan	2
Almost Certain	Pengecekan selalu bisa mendeteksi kegagalan	1

Sumber: McDermott, *et al.*, 2009

Pada tabel 2.5 skala *Detection* digunakan untuk mengetahui kegagalan sebelum terjadi dengan melihat banyaknya kontrol yang telah dilakukan. Nilai RPN yang didapatkan dari hasil perkalian S, O, dan D akan menghasilkan tingkatan risiko dari pekerjaan. Pekerjaan dengan nilai RPN tertinggi memiliki tingkat risiko yang tinggi, untuk selanjutnya akan mendapatkan prioritas utama dalam tindakan pencegahan (Kadang, *et al.*, 2023). Berikut rumus perhitungan RPN:

$$RPN = S \times O \times D \quad (2.1)$$

Adapun notasi S, O, dan D dijelaskan sebagai berikut:

S = *Severity* (Tingkat Keparahan)

O = *Occurrence* (Tingkat Kejadian)

D = *Detection* (Deteksi)

2.8 Metode Fault Tree Analysis (FTA)

Menurut Manullang dalam Admin (2024), *Fault Tree Analysis* adalah sebuah model grafis yang terdiri dari beberapa kombinasi kesalahan (*fault*) secara paralel dan secara berurutan yang menyebabkan awal dari *failure event* yang sudah ditetapkan. *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk melihat hubungan antara sebab dan akibat dari suatu kejadian dengan merinci faktor-faktor yang menyebabkan kejadian puncak (*top event*) sampai kegagalan dasar (*root cause*). Metode ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu risiko yang berperan langsung terhadap terjadinya kegagalan (Kadang, *et al.*, 2023). FTA dilakukan dengan pendekatan *top down*, dimulai dari adanya asumsi kegagalan atau kerugian (biaya atau lainnya), selanjutnya dijelaskan penyebab-penyebab kejadian puncak sampai pada sumber kegagalan (*root cause*), serta diidentifikasi risiko yang berperan terhadap terjadinya kegagalan (Shafiee, *et al.*, 2019) dalam (Purnomo, *et al.*, 2024).

Menurut Blachard dalam Indah (2019), langkah-langkah untuk menyusun FTA adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kejadian paling atas/utama dalam sistem.

Langkah pertama ini merupakan langkah penting dan mempengaruhi analisis sistem. Dibutuhkan pemahaman mengenai sistem serta jenis-jenis kerusakan untuk mengidentifikasi akar permasalahan pada sistem.

2. Buat pohon kesalahan.

Setelah permasalahan terpenting teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah menyusun urutan sebab akibat pohon kesalahan. Pembuatan pohon kesalahan menggunakan simbol-simbol Boolean.

3. Analisis pohon kesalahan untuk mengidentifikasi cara menghilangkan atau memperbaiki kejadian yang mengarah pada kegagalan. Tahap-tahap analisis pohon kesalahan dapat dibedakan menjadi 3, yaitu:

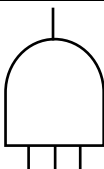
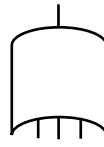
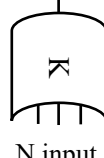
- a. Menyederhanakan pohon kesalahan. Dengan cara menghilangkan cabang-cabang yang memiliki kemiripan karakteristik.
- b. Menentukan peluang munculnya kejadian terpenting dalam sistem (*top level event*). Peluang semua input dan logika hubungan (*and/or*) digunakan sebagai pertimbangan menentukan peluang.
- c. Mereview hasil analisis, review hasil analisis digunakan untuk mengetahui kemungkinan perbaikan pada sistem.

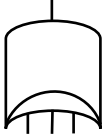
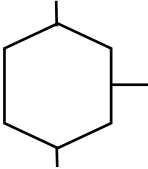
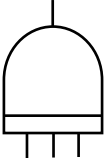
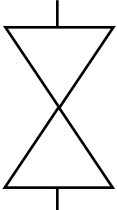
FTA ditampilkan dalam bentuk *fault tree* yang terdiri atas gerbang logika sederhana yaitu gerbang AND dan gerbang OR. Sebuah *fault tree* mengilustrasikan keadaan dari komponen-komponen sistem (*basic event*) dan hubungan antara *basic event* dan *top event*. Simbol grafis yang dipakai untuk menyatakan hubungan disebut gerbang logika (*logic gate*). *Output* dari sebuah gerbang logika ditentukan oleh *event* yang masuk kegerbang tersebut. Dalam menyusun *fault tree*, terdapat simbol-simbol khusus yang menggambarkan adanya sebab akibat dalam suatu kejadian, Simbol-simbol dalam FTA dibedakan menjadi 2, yaitu:

1. Simbol-simbol gerbang (*gate*)

Simbol *gate* digunakan untuk menunjukkan hubungan antar kejadian dalam sistem. Berikut Tabel 2.6 merupakan simbol gerbang (*gate*):

Tabel 2. 6 Simbol Simbol Gerbang (*gate*)

No	Simbol Gate	Keterangan
1.		And gate. Output event terjadi jika semua input event terjadi secara bersamaan
2.		Or gate. Output event terjadi jika paling tidak satu input event terjadi.
3.	 N input	K out of n gate. Output event terjadi jika paling sedikit k output dari n input event terjadi.

No	Simbol Gate	Keterangan
4.		Exclusive OR gate. Output event terjadi jika satu input event, tetapi tidak terjadi.
5.		Inhibit gate. Input menghasilkan output jika conditional event ada.
6.		Priority AND gate. Output event terjadi jika semua input event terjadi baik dari kanan maupun kiri.
7.		Not gate. Output event terjadi jika input event tidak terjadi.

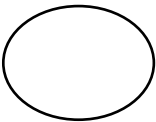
Sumber: Djamal dan Azizi


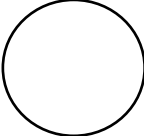
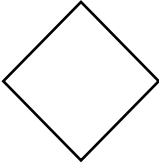
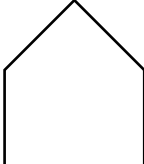
Pada Tabel 2.6 merupakan simbol gerbang menunjukkan hubungan pada masing-masing kejadian guna mempermudah dalam membaca pohon kesalahan.

2. Simbol-simbol kejadian (*event*)

Simbol kejadian digunakan untuk menunjukkan sifat dari setiap kejadian dalam sistem. Berikut Tabel 2.7 merupakan simbol kejadian (*event*) yang menunjukkan sifat pada masing-masing kejadian guna mempermudah dalam membaca pohon kesalahan:

Tabel 2. 7 Simbol Simbol Kejadian (*event*)

No	Simbol Gate	Keterangan
1.		Gambar elipse menunjukkan kejadian pada level paling atas (top level event) dalam pohon kesalahan.

No	Simbol Gate	Keterangan
2.		Gambar rectangle menunjukkan kejadian pada level menengah (intermediate fault event) dalam pohon kesalahan.
3.		Gambar circle menunjukkan kejadian pada level paling bawah (lowest level failure event) atau disebut kejadian paling dasar (basic event).
4.		Gambar diamond menunjukkan kejadian yang tidak terduga (undeveloped event). Kejadian - kejadian tak terduga dapat dilihat pada pohon kesalahan dan dianggap sebagai kejadian paling awal yang menyebabkan kerusakan.
5.		Gambar house menunjukkan kejadian input (input event) dan merupakan kegiatan terkendali (signal). Kegiatan ini dapat menyebabkan kerusakan.

Sumber: Djamal dan Azizi

Menurut Vesely *et al.*, (1981) Aljabar Boolean probabilistik merupakan pengembangan dari konsep aljabar Boolean klasik yang digunakan dalam logika matematika dan sistem digital. Pada sistem klasik, variabel logika hanya memiliki dua nilai, yaitu benar (1) dan salah (0). Namun dalam pendekatan probabilistik, setiap peristiwa logika memiliki nilai peluang (probabilitas) terjadinya, sehingga analisis logika dapat dilakukan secara kuantitatif. Pendekatan ini sangat bermanfaat dalam analisis risiko, khususnya dalam metode *Fault Tree Analysis* (FTA), yang memerlukan perhitungan probabilitas dari kombinasi beberapa peristiwa penyebab (basic event) untuk menentukan probabilitas terjadinya peristiwa puncak (*top event*), dalam *Fault Tree Handbook*, pendekatan probabilistik dalam aljabar Boolean sangat penting dalam menganalisis sistem teknik seperti instalasi listrik, karena mampu menggambarkan hubungan sebab-akibat dalam sistem secara kuantitatif.

Dalam aljabar Boolean probabilistik, gerbang logika seperti AND gate dan OR gate diterjemahkan ke dalam bentuk fungsi probabilitas dengan rumus sebagai berikut (Wicaksono dan Yuamita., 2022):

1. Untuk AND gate, yang menyatakan bahwa seluruh peristiwa harus terjadi secara bersamaan agar peristiwa puncak terjadi, probabilitasnya dirumuskan sebagai:

$$P(A \cap B) = P(A) \times P(B) \quad (2.2)$$

$$P(\text{Top Event}) \text{ dua himpunan} = P(A \cap B) = P(A) \times P(B) \quad (2.3)$$

$$P(\text{Top Event}) \text{ tiga himpunan} = P(A \cap B \cap C) = P(A) \times P(B) \times P(C) \quad (2.4)$$

2. Untuk OR gate, yang menyatakan bahwa cukup salah satu dari peristiwa terjadi agar peristiwa puncak terjadi, probabilitasnya dirumuskan sebagai:

$$P(A \cup B) = (P(A) + P(B)) - (P(A) \times P(B)) \quad (2.5)$$

$$\begin{aligned} P(\text{Top Event}) \text{ dua himpunan} &= P(A \cup B) \\ &= P(A) + P(B) - P(A \cap B) \end{aligned} \quad (2.6)$$

$$\begin{aligned} P(\text{Top Event}) \text{ tiga himpunan} &= P(A \cup B \cup C) \\ &= P(A) + P(B) + P(C) - P(A \cap B) - \\ &\quad P(A \cap C) - P(B \cap C) + P(A \cap B \cap C) \end{aligned} \quad (2.7)$$

Keterangan:

$P(A)$ = Probabilitas terjadinya peristiwa A

$P(B)$ = Probabilitas terjadinya peristiwa B

$P(C)$ = Probabilitas terjadinya peristiwa C

$P(A \cap B)$ = Probabilitas kedua peristiwa A dan B terjadi secara bersamaan

$P(A \cup B)$ = Probabilitas setidaknya salah satu dari A atau B terjadi

$P(A \cap B \cap C)$ = Probabilitas semua peristiwa terjadi secara bersamaan

$P(A \cup B \cup C)$ = Probabilitas setidaknya salah satu dari A, B atau C terjadi

2.9 Penelitian Terdahulu

Di bawah ini merupakan tabel penelitian terdahulu sebagai acuan dalam penelitian ini yaitu:

Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Analisis	Hasil	Persamaan	Perbedaan
1	(Purnomo dkk., 2024)	Analisis Biaya Risiko Proses Produksi Teh : Mitigasi Dengan Metode <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> dan <i>Fault Tree Analysis</i>	<i>Failure Mode And Effect Analysis</i> dan <i>Fault Tree Analysis</i>	Penelitian ini mengidentifikasi risiko produksi teh, seperti asap berlebih dan hasil gilingan tidak standar, yang menyebabkan kerugian Rp 11,8 miliar dalam 4 bulan. Solusi mencakup SOP, pelatihan kerja, dan perawatan mesin untuk meningkatkan kualitas produk dan efisiensi.	1. Penerapan metode <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan risiko berdasarkan <i>Risk Priority Number (RPN)</i> , serta metode <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> untuk menganalisis akar penyebab risiko. 2. Rekomendasi penelitian yang aplikatif	1. Penelitian Terdahulu: a. Penelitian ini berfokus pada industri manufaktur teh, khususnya risiko yang memengaruhi mutu produk selama proses produksi. b. Penelitian ini Mengestimasi dampak kerugian akibat produk gagal kualitas (Rp 11,8 miliar selama 4 bulan). 2. Penelitian Sekarang: a. Penelitian ini berfokus pada industri logistik dan pelabuhan, khususnya risiko

Sumber : Penulis 2025

Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Analisis	Hasil	Persamaan	Perbedaan
						instalasi listrik di Departemen Fasilitas Terminal b. Penelitian ini lebih fokus pada perbaikan efisiensi operasional tanpa estimasi langsung dampak finansial dalam penelitian
2	(Kadang dkk., 2023)	Implementasi Metode <i>Fault Tree Analysis</i> Dalam Meminimalkan Risiko Kecelakaan Kerja Pada Perawatan <i>Rubber Tyred Gantry</i> Di Terminal Peti Kemas Pt.Pelindo Iv Bitung	<i>Failure Mode And Effect Analysis</i> dan <i>Fault Tree Analysis</i>	Penelitian ini menunjukkan bahwa metode FMEA dan FTA efektif dalam mengidentifikasi dan menganalisis risiko kecelakaan kerja dalam perawatan RTG. Dengan implementasi strategi mitigasi yang tepat, perusahaan dapat mengurangi tingkat kecelakaan kerja, meningkatkan keselamatan karyawan, dan meningkatkan efisiensi operasional	Persamaan dari kedua penelitian adalah penggunaan FMEA dan FTA sebagai metode utama dalam manajemen risiko, fokus pada identifikasi risiko operasional dan keselamatan, serta hasil penelitian yang memberikan strategi mitigasi berbasis industri yang dapat diterapkan dalam dunia kerja.	1. Penelitian Terdahulu: Fokus pada meminimalkan risiko kecelakaan kerja melalui identifikasi dan mitigasi risiko dalam pemeliharaan <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) di terminal petikemas. 2. Penelitian Sekarang: Fokus pada pengelolaan risiko yang terkait dengan

Sumber : Penulis 2025 (Lanjutan)

Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Analisis	Hasil	Persamaan	Perbedaan
						instalasi listrik untuk mencegah kecelakaan dan kerusakan di departemen fasilitas terminal.
3	(Hardiansyah dkk., 2023)	Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode <i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA) Dan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) (Studi Kasus: Bengkel Dinamis)	<i>Failure Mode And Effect Analysis</i> dan <i>Fault Tree Analysis</i>	Penelitian ini membahas risiko kecelakaan kerja di Bengkel Dinamis dengan fokus pada identifikasi, analisis, dan mitigasi risiko menggunakan metode FMEA untuk menentukan nilai RPN (<i>Risk Priority Number</i>) dari setiap risiko kecelakaan kerja dan FTA untuk menganalisis akar penyebab risiko dengan pendekatan visual (<i>fault tree diagram</i>). Teridentifikasi 10 risiko kecelakaan kerja, dengan 3 risiko memiliki nilai RPN tertinggi untuk dilakukan mitigasi risikonya.	<ol style="list-style-type: none"> Kedua penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan memberikan solusi mitigasi terhadap risiko operasional, meskipun pada objek yang berbeda. Hasil penelitian diarahkan untuk meningkatkan efisiensi kerja dan keselamatan melalui pengelolaan risiko yang lebih baik. 	<ol style="list-style-type: none"> Penelitian Terdahulu: <ol style="list-style-type: none"> Jenis risiko yang dikaji yaitu Risiko personal seperti kelalaian pekerja, kurangnya APD, dan kelelahan Skala risiko bersifat mikro, terbatas pada aktivitas pekerja di bengkel. Penelitian Sekarang: <ol style="list-style-type: none"> Jenis risiko yang dikaji yaitu Risiko teknis dan infrastruktur seperti kerusakan alat berat, kegagalan sistem, dan ketidakoptimalan

Sumber : Penulis 2025 (Lanjutan)

Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Analisis	Hasil	Persamaan	Perbedaan
						operasional fasilitas terminal. b. Skala risiko bersifat makro, mencakup proses operasional terminal secara keseluruhan.
4	(Pangestuti dkk., 2022)	Analisis Risiko Operasional Dengan Metode FMEA	<i>Failure Mode And Effect Analysis</i>	Diperoleh masing masing 1 risiko kritis yang perlu diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan yaitu, risiko kegagalan proses saat sebelum pandemi <i>Covid-19</i> dan kontaminasi bahan baku dan produk saat setelah pandemi <i>Covid-19</i> .	1. Kedua penelitian menggunakan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) untuk mengidentifikasi, memprioritaskan, dan menghitung nilai RPN risiko. 2. Kedua penelitian bertujuan memitigasi risiko untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi potensi kegagalan sistem.	1. Penelitian Terdahulu: a. Objek penelitiannya yaitu, risiko operasional secara luas dan umum yang mencakup proses produksi, rantai pasok dan <i>human eror</i> . b. Langkah perbaikannya fokus pada sterilisasi bahan baku, dan pengelolaan rantai pasok selama pandemi. 2. Penelitian Sekarang: Objek penelitiannya

Sumber : Penulis 2025 (Lanjutan)

Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Analisis	Hasil	Persamaan	Perbedaan
						yaitu, risiko khusus pada instalasi listrik di Departemen Fasilitas Terminal, seperti kegagalan sistem kelistrikan yang memengaruhi operasional. a. Langkah mitigasinya yaitu, pemeriksaan berkala sistem kelistrikan, dan pelatihan teknis untuk mencegah bahaya kelistrikan.
5	(Suryomukti & Saragih, 2024)	Analisis Risiko di Area Switchyard PT. PLN Gardu Induk Kosambi Menggunakan Metode HIRARC	<i>Hazard Identification, Risk Analysis, and Risk Control (HIRARC)</i>	Penelitian ini mengidentifikasi 23 risiko dari 20 aktivitas pemeliharaan dan pengujian di area switchyard PT PLN Gardu Induk Kosambi menggunakan metode HIRARC. Hasilnya menunjukkan 17,5% risiko rendah, 69,5% risiko sedang,	Kedua penelitian sama-sama membahas pengelolaan risiko pada instalasi listrik dengan tujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengendalikan risiko dalam lingkungan kerja guna meningkatkan keselamatan kerja.	1. Penelitian Terdahulu: a. Mengidentifikasi risiko dalam pemeliharaan dan pengujian instalasi listrik di switchyard PT PLN Menggunakan metode HIRARC

Sumber : Penulis 2025 (Lanjutan)

Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Analisis	Hasil	Persamaan	Perbedaan
				dan 13% risiko tinggi. Risiko utama meliputi tersengat listrik, terjatuh, dan gangguan pernapasan. Pengendalian risiko dilakukan melalui eliminasi bahaya, pengendalian teknis, administratif, dan penyediaan APD untuk meningkatkan keselamatan kerja.		<ul style="list-style-type: none"> b. Risiko yang dikaji yaitu risiko operasional pekerja seperti tersengat listrik, terjatuh dan gangguan pernapasan 2. Penelitian Sekarang: <ul style="list-style-type: none"> a. Menganalisis kegagalan sistem instalasi listrik pada departemen fasilitas terminal perusahaan jasa bongkar muat b. Menggunakan metode FMEA dan FTA c. Jenis risiko yang dikaji yaitu, risiko sistematis pada instalasi listrik yang dapat menyebabkan kegagalan atau downtime

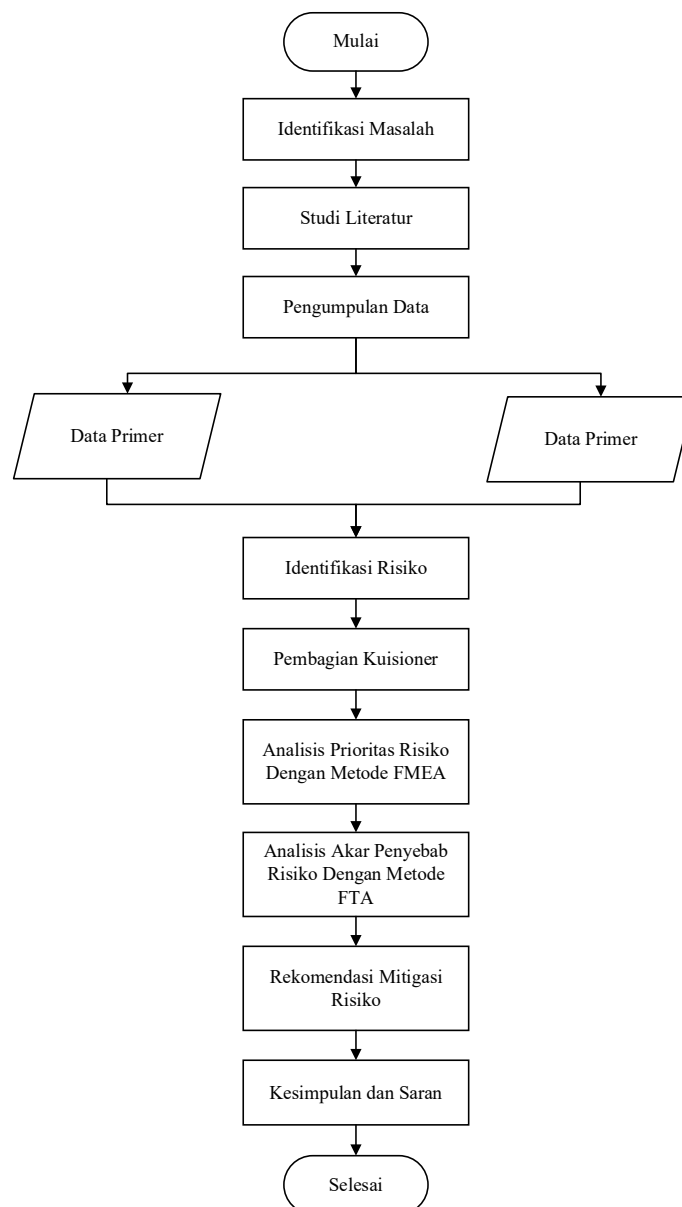
Sumber : Penulis

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini digambarkan pada diagram alir seperti pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian
(Penulis, 2024)

3.2 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat langkah-langkah sistematis yang diambil oleh peneliti yaitu sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah merupakan langkah pertama yang dilakukan dalam menentukan perumusan masalah yang akan diangkat dalam suatu penelitian. Dalam penelitian ini, permasalahan yang diangkat yaitu ketidaktercapainya arus peti kemas perusahaan setiap tahunnya dan peran instalasi listrik yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kelancaran proses bisnis perusahaan Jasa Penyedia Terminal dan Bongkar Muat Surabaya.

2. Studi Literatur

Studi literatur digunakan sebagai pengembangan wawasan pada sebuah penelitian. Studi literatur yang digunakan dalam penelitian ini yakni buku manajemen risiko, jurnal terkait, penelitian terdahulu, serta informasi lain yang berasal dari perusahaan dan sumber lain yang relevan. Pelaksanaan studi literatur pada penelitian ini dilakukan dengan cara-cara berikut.

- a. Kajian literatur sebagai penguat argumentasi terkait kewajiban pengelolaan risiko perusahaan BUMN pada PER-02/MBU/03/2023.
- b. Pencarian literatur terkait manajemen risiko dan risiko operasional pada buku dan jurnal terkait sebagai panduan bagi penulis dalam menentukan langkah - langkah dalam manajemen risiko pada Perusahaan.
- c. Pencarian literatur sebagai bahan rujukan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA).

3. Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data Primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumber yang relevan. Dalam penelitian ini, data primer berasal dari hasil observasi, wawancara, dan kuesioner bersama para *expert* untuk

menemukan risiko instalasi listrik pada Departemen Fasilitas Terminal pada perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya. Adapun kriteria dalam menentukan *expert* adalah sebagai berikut.

- 1) Memiliki pemahaman terkait bisnis proses di Departemen Fasilitas Terminal dan pengelolaan fasilitas serta instalasi di perusahaan.
- 2) Memiliki kewenangan atas pengambilan keputusan di Departemen Fasilitas Terminal.

Daftar *expert* pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.1. sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Daftar *Expert*

No	Jabatan	Jumlah <i>Expert</i>
1.	Manajer Fasilitas Terminal	1
2.	Asisten Manajer Fasilitas Terminal	1
3.	Superitenden Pengendalian Instalasi	1

Sumber: Penulis 2025

b. Data Sekunder

Data sekunder yang didapatkan berupa dokumen dokumen perusahaan, seperti RKAP dan Realisasi arus peti kemas perusahaan, profil perusahaan dan investigasi kecelakaan tiap departemen.

4. Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko dilakukan untuk mendapatkan risiko-risiko instalasi listrik yang terjadi pada departemen Fasilitas Terminal. Pada tahap ini dilakukan wawancara dengan *expert*. Formulir wawancara identifikasi risiko dapat dilihat pada Lampiran 3. Selanjutnya, mengklasifikasikan kejadian-kejadian tersebut dalam 4 klasifikasi risiko, yaitu Risiko Proses Internal, Risiko Eksternal, Risiko Sistem dan Risiko *Human Error*.

5. Pembagian Kuisisioner

Berdasarkan daftar risiko yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya, langkah selanjutnya menyusun dan menyebarkan kuisisioner kepada *expert*. Kuisisioner digunakan untuk mengetahui pendapat *expert* mengenai nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Dengan melakukan penyebaran kuisisioner, dapat diperoleh penilaian bobot *severity*, *occurrence*,

dan *detection* di setiap kejadian risiko. Pada tabel 3.2 terdapat tabel penilaian *Severity*, *Occurrence* dan *Detection* untuk penentuan nilai RPN tertinggi dari daftar peristiwa risiko instalasi listrik yang ada. Kuisisioner Penilaian SOD secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 3. 2 Tabel Penilaian SOD

Risiko	Kode	Sub Risiko	<i>Severity</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Detection</i>
Eksternal					
Internal					
Manusia (<i>Human Error</i>)					
Proses/Sistem					

Sumber: Penulis 2025

6. Pengolahan Data Menggunakan Metode FMEA

Setelah diperoleh data dari penyebaran kuesioner, tahap selanjutnya adalah pengolahan data dengan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk mencari nilai Risk Priority Number (RPN) yang dijadikan sebagai acuan dalam penentuan urutan skala prioritas. Tahapan analisa metode FMEA:

a. Menentukan Nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*

Menentukan kriteria peringkat keparahan, kejadian, dan pendeteksian pada pengisian tabel FMEA.

b. Membuat Tabel FMEA

- Identifikasi proses yang akan dianalisis
- Identifikasi potensi kegagalan pada setiap tahapan proses
- Identifikasi dampak dari masing masing kegagalan

c. Perhitungan nilai Risk Priority Number (RPN)

Perhitungan RPN didapat dari hasil perkalian *Severity*, *Occurance*, dan *Detection*.

7. Pengolahan Data Menggunakan Metode FTA

Tahap ini dilakukan setelah diperoleh nilai RPN dan tingkat risiko dari seluruh risiko operasional. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, dilakukan evaluasi terhadap sub risiko menggunakan peta risiko untuk mengidentifikasi risiko yang tergolong *high risk* (berwarna merah). Sub risiko dengan kategori high risk kemudian dijadikan top event dalam analisis akar penyebab suatu peristiwa risiko, dengan tujuan memahami bagaimana sistem dapat mengalami kegagalan, bagaimana risiko dapat terjadi, serta faktor-faktor penyebabnya. Proses penyusunan *Fault Tree Analysis* (FTA) dilakukan dengan pendampingan dari para ahli (*expert*) guna memastikan keakuratan analisis dan relevansi dalam penerapan mitigasi risiko.

8. Rekomendasi Mitigasi Risiko

Setelah diketahui akar penyebab risiko, maka dilakukan strategi penanganan risiko untuk usulan perbaikan agar kegiatan operasional di terminal dan dermaga pada perusahaan penyedia jasa terminal dan bongkar muat di Surabaya dapat memiliki kinerja secara optimal dengan mempertimbangkan kondisi yang ada. Formulir mitigasi risiko instalasi listrik menggunakan 5W+1H secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 6.

9. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap akhir pada penelitian ini, akan ditarik kesimpulan secara keseluruhan dari penelitian. Selanjutnya, memberikan saran penanganan berdasarkan hasil dari penelitian, sehingga diharapkan risiko yang ada dapat diminimalisir dan menghindari dampak yang dihasilkan dari risiko yang ada.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi risiko

Proses identifikasi risiko dilakukan untuk memperoleh informasi terkait potensi peristiwa dan kondisi di lapangan, yang diperoleh melalui kegiatan brainstorming dengan metode wawancara langsung terhadap tiga orang *expert judgement* dari PT. Jasa Penyedia Terminal dan Bongkar Muat Surabaya. Para ahli yang diwawancarai memiliki pemahaman mendalam mengenai manajemen risiko, proses kerja, instalasi listrik dan operasional perusahaan. Identifikasi risiko menggunakan empat kriteria utama dalam risiko operasional, yaitu kegagalan *internal*, kegagalan *eksternal*, kegagalan manusia, dan kegagalan sistem. Masing-masing kriteria ini kemudian diuraikan (*breakdown*) menjadi sub-kriteria risiko untuk mendapatkan gambaran yang lebih spesifik. Hasil wawancara identifikasi risiko dapat dilihat pada Lampiran 2. Berikut daftar risiko dan sub risiko pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Identifikasi Risiko

Kategori Risiko	Kode	Sub Risiko
Risiko Proses Internal	I1	Keausan kabel pada jalur crane dan reefer yard
	I2	Konektor panel yang longgar akibat getaran alat berat
	I3	Overload pada distribusi daya
	I4	Plug petikemas refer belum terpasang
	I5	Peralatan yang tidak tersertifikasi
	I6	Infrastruktur Listrik terminal sudah tua
Risiko Kegagalan Mengelola Manusia	M1	Kelalaian pekerja operator kabel petikemas reefer belum dilepas dari plug
	M2	Tersengat aliran Listrik
	M3	Pekerja melakukan pemasangan kabel tanpa mematikan panel utama
	M4	Pekerja sakit
	M5	Pekerja tidak mematuhi SOP
	M6	Kelalaian saat mengganti kabel reefer
Risiko Sistem	S1	Konsleting Listrik pada alat kerja yang digunakan
	S2	Step pekerjaan terlewat
	S3	Integrasi buruk antar sistem otomatis crane
	S4	Gagalnya proteksi panel saat lonjakan tegangan pada operasional malam

Sumber: Wawancara *expert* 2025

Tabel 4.1. Identifikasi Risiko (Lanjutan)

Kategori Risiko	Kode	Sub Risiko
Risiko Eksternal	E1	Cuaca ekstrem (hujan dan badai)
	E2	Pemadaman mendadak dari PLN
	E3	Sambaran petir
	E4	Banjir pasang yang dapat merendam sebagian instalasi di dekat dermaga

Sumber: Wawancara *expert* 2025

Berdasarkan identifikasi risiko pada Tabel 4.1 menggunakan *brainstorming* bersama para *expert judgement* menghasilkan 20 sub risiko. Pada hasil identifikasi kemudian dilakukan tahap pengukuran dan evaluasi risiko berdasarkan kriteria dari penyusunan FMEA untuk menghitung nilai RPN.

4.2 Pengukuran dan Evaluasi Risiko dengan Metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

Tahap pengukuran dan evaluasi risiko dilakukan setelah diperoleh daftar sub risiko yang terjadi pada departemen Fasilitas Terminal dari hasil wawancara identifikasi yang telah dilakukan. Daftar sub risiko yang telah didapatkan akan diukur dan dievaluasi berdasarkan kriteria Keparahan (S), Kemungkinan Terjadi (O) dan Deteksi (D). Pada bagian ini akan dilakukan pengukuran dengan menggunakan metode *Failure mode and effect analysis* (FMEA) yang terbagi menjadi tiga tahapan yakni membuat tabel *Failure Mode and Effect Analysis*, perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) dan selanjutnya adalah tahapan evaluasi risiko.

4.2.1 Tabel *Failure Mode and Effect Analysis*

Tabel *Failure Mode and Effect Analysis* digunakan untuk menganalisis kemungkinan efek, kemungkinan penyebab, dan kontrol yang dilakukan dari setiap risiko, tabel FMEA juga digunakan untuk memastikan jika termasuk risiko atau hanya sekedar penyebab risiko saja. Berikut Tabel 4.2 merupakan tabel kerja FMEA berupa hasil wawancara dengan para *expert judgement* dan hasil wawancara dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 4. 2 Tabel Kerja FMEA Instalasi Listrik

Kode Risiko	Sub Risiko / <i>Potential Failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Current Control</i>
I1	Keausan kabel pada jalur crane dan reefer yard	<ul style="list-style-type: none"> - Gangguan pada suplai daya ke alat berat - <i>Downtime</i> operasional <i>crane</i> dan <i>container reefer</i> 	Umur pakai kabel yang tinggi	Mengganti kabel yang telah aus dan memperkuat sistem pelabelan kabel
I2	Konektor panel yang longgar akibat getaran alat berat	<ul style="list-style-type: none"> - Terputusnya aliran listrik secara tiba-tiba - Menimbulkan panas berlebih yang berpotensi menyebabkan konsleting atau kebakaran 	<ul style="list-style-type: none"> - Getaran dari alat berat yang terus-menerus - Pemasangan konektor yang tidak terkunci sempurna 	Pemasangan pengunci mekanik pada konektor panel serta pemeriksaan pengencangan berkala
I3	Overload pada distribusi daya	<ul style="list-style-type: none"> - Gangguan operasional - Pemadaman sebagian system di terminal dan dermaga 	<ul style="list-style-type: none"> - Perencanaan kapasitas listrik tidak sesuai dengan beban aktual - Penambahan peralatan baru tanpa evaluasi ulang sistem 	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan audit sistem kelistrikan untuk mengetahui kapasitas aktual terhadap beban dan harus rutin melakukan evaluasi saat audit internal - Pemasangan MCB (<i>Miniature Circuit Breaker</i>) atau proteksi overload otomatis di tiap jalur distribusi
I4	Plug petikemas reefer belum terpasang	Kerusakan muatan (khususnya barang yang butuh pendingin)	<ul style="list-style-type: none"> - Kurangnya pengecekan harian, biasanya operator melewatkan konfirmasi saat pemasangan <i>plug</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Lebih mengetatkan SOP dan <i>checklist</i> harian pemasangan <i>plug</i> sebelum crane mulai bekerja - Implementasi sistem notifikasi atau alarm jika <i>plug</i> belum terpasang pada waktu tertentu
I5	Peralatan yang tidak tersertifikasi	<ul style="list-style-type: none"> - Meningkatkan potensi kerusakan alat - Kecelakaan kerja 	Pengadaan alat tanpa verifikasi kualitas dan standar nasional/internasional (SNI, IEC)	Audit dan penggantian peralatan listrik yang tidak tersertifikasi

Sumber: Wawancara *expert* 2025

Tabel 4.2. Tabel Kerja FMEA Instalasi Listrik (Lanjutan)

Kode Risiko	Sub Risiko / <i>Potential Failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Current Control</i>
I6	Infrastruktur Listrik terminal sudah tua	Frekuensi gangguan Listrik meningkat sehingga menimbulkan <i>downtime</i>	Kabel dan panel telah melewati umur pakai	Penggantian kabel, MCB, panel, dan konektor berdasarkan usia pakai dan hasil inspeksi
M1	Kelalaian pekerja operator kabel petikemas reefer belum dilepas dari plug	<ul style="list-style-type: none"> - Kerusakan kabel - Tertarik secara paksa saat petikemas dipindahkan - Konsleting 	Kurangnya pengawasan saat proses lepas/pasang kabel	Membuat <i>checklist</i> digital untuk pemasangan/lepas kabel reefer untuk pemantauan
M2	Tersengat aliran Listrik	Menyebabkan kecelakaan kerja serius	<ul style="list-style-type: none"> - Kurangnya pelatihan K3 - Tidak menggunakan APD - Kabel mesin yang terbuka 	Pengajuan pelatihan dan sertifikasi ulang teknisi kelistrikan setiap 6 bulan
M3	Pekerja melakukan pemasangan kabel tanpa mematikan panel utama	<ul style="list-style-type: none"> - Risiko pekerja tersetrum - Kerusakan peralatan 	<ul style="list-style-type: none"> - Kurangnya pelatihan K3 - Kelalaian prosedur kerja 	<ul style="list-style-type: none"> - Pelatihan ulang K3 kelistrikan dan praktik aman kerja untuk semua teknisi
M4	Pekerja sakit	<ul style="list-style-type: none"> - Keterlambatan <i>maintenance</i> - Pekerjaan molor dan tidak sesuai target 	<ul style="list-style-type: none"> - Kondisi cuaca tidak menentu - Kondisi Kesehatan menurun - Tercemar virus dari luar 	<ul style="list-style-type: none"> - Menyusun jadwal kerja rotasi dan sistem teknisi cadangan - Mengarahkan pekerja untuk selalu menjaga kesehatan
M5	Pekerja tidak mematuhi SOP	Menurunkan efisiensi dan keselamatan kerja	<ul style="list-style-type: none"> - Kurangnya pelatihan - Pengawasan longgar - Budaya disiplin kerja yang belum kuat 	Pelatihan ulang SOP teknis dan keselamatan kerja untuk seluruh teknisi
M6	Kelalaian saat mengganti kabel reefer	Menyebabkan kerusakan plug dan kerusakan muatan di dalam kontainer (misalnya barang beku)	Pekerja yang teledor	Penerapan sistem checklist wajib saat mengganti kabel <i>reefer</i> , dengan <i>superintendent</i> langsung
S1	Konsleting Listrik pada alat kerja yang digunakan	<ul style="list-style-type: none"> - Kerusakan alat - Potensi kebakaran - <i>Downtime</i> 	Kurangnya pengecekan alat sebelum digunakan	Penerapan prosedur inspeksi alat kerja harian

Sumber: Wawancara *expert* 2025

Tabel 4.2. Tabel Kerja FMEA Instalasi Listrik (Lanjutan)

Kode Risiko	Sub Risiko / <i>Potential Failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Current Control</i>
S2	Step pekerjaan terlewat	<ul style="list-style-type: none"> - Kerusakan system - Membahayakan pekerja 	SOP yang tidak diikuti secara disiplin	<ul style="list-style-type: none"> - Mengkaji ulang SOP - Memastikan setiap staff ahli berpegang teguh dengan SOP.
S3	Integrasi buruk antar sistem otomatis crane	<ul style="list-style-type: none"> - Disinkronisasi alat berat - Tabrakan alat - Kerusakan logistik 	Kurangnya standarisasi <i>software</i> dan <i>interface</i> antar unit <i>crane</i>	Audit sistem kontrol dan <i>software</i> yang digunakan oleh <i>unit-unit crane</i>
S4	Gagalnya proteksi panel saat lonjakan tegangan pada operasional malam	Menghentikan operasional malam hari, di mana jam kerja terbatas dan teknisi tidak lengkap.	<i>overload</i> akibat aktivitas malam intensif	Kalibrasi ulang dan penggantian alat proteksi (<i>relay, fuse</i>) di panel setiap 6 bulan
E1	Cuaca ekstrem (hujan dan badai)	<ul style="list-style-type: none"> - Korsleting - <i>Downtime</i> - Menghentikan aktivitas lapangan (pengangkatan kontainer, sambungan kabel, dll) 	<ul style="list-style-type: none"> - Faktor cuaca <i>ekstrem</i> di bulan bulan tertentu - Instalasi listrik luar ruangan tidak terlindungi sempurna sehingga saat hujan terkena percikan dan mengganggu sistemnya 	<ul style="list-style-type: none"> - Memantau perkiraan cuaca di BMKG - Menyediakan alat pendeteksi angin berupa <i>windsock</i> dan anemometer - Melindungi panel distribusi <i>outdoor</i> dan <i>plug refer</i> dengan pelindung tahan air (<i>IP-rated enclosure</i>)
E2	Pemadaman mendadak dari PLN	<ul style="list-style-type: none"> - Menghentikan operasi <i>crane</i> dan peralatan vital - Menunda proses bongkar muat 	Ketergantungan total terhadap suplai <i>eksternal</i> tanpa sistem cadangan	Berkoordinasi dengan PLN untuk mendapatkan jadwal pemeliharaan agar dapat mengantisipasi pemadaman terencana
E3	Sambaran petir	<ul style="list-style-type: none"> - Merusak peralatan - Mematikan sistem secara mendadak 	Kurangnya sistem penangkal petir yang memadai di area terbuka	Pemasangan sistem penangkal petir lengkap dengan grounding area <i>container yard</i>
E4	Banjir pasang yang dapat merendam sebagian instalasi di dekat dermaga	<ul style="list-style-type: none"> - Korsleting - <i>Shutdown</i> sistem 	<ul style="list-style-type: none"> - Faktor pasang surut air laut - Sistem drainase tidak optimal 	Relokasi instalasi listrik penting ke posisi yang lebih tinggi

Sumber: Wawancara *expert* 2025

4.2.2 Perhitungan Risk Priority Number (RPN)

Perhitungan RPN dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada para *expert* untuk memberikan penilaian terhadap setiap sub risiko berdasarkan tiga parameter, yaitu tingkat keparahan (*Severity/S*), kemungkinan terjadinya (*Occurrence/O*), dan kemampuan deteksi (*Detection/D*). Data dari hasil pengisian kuesioner kemudian direkapitulasi untuk memperoleh nilai rata-rata dari masing-masing parameter. Hasil rekapitulasi nilai dari setiap parameter dapat dilihat pada Lampiran 4. Setelah nilai rata-rata untuk ketiga parameter diperoleh, dilakukan perhitungan RPN untuk menentukan prioritas penanganan risiko. Hasil dari penilaian RPN pada setiap sub risiko yang terjadi di departemen Fasilitas Terminal dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan RPN

Risiko	Kode Sub Risiko	Sub Risiko	Rata – rata S	Rata – rata O	Rata – rata D	RPN
Risiko Proses Internal	I1	Keausan kabel pada jalur <i>crane</i> dan <i>reefer yard</i>	8,67	6,33	5	274,44
	I2	Konektor panel yang longgar akibat getaran alat berat	7,67	4,00	5	153,33
	I3	<i>Overload</i> pada distribusi daya	7,67	4,33	5	166,11
	I4	Plug petikemas refer belum terpasang	7,00	5,67	5	198,33
	I5	Peralatan yang tidak tersertifikasi	7,33	5,33	4	156,44
	I6	Infrastruktur Listrik terminal sudah tua	8,33	6,33	5	263,89
Risiko Kegagalan Mengelola Manusia	M1	Kelalaian pekerja operator kabel petikemas <i>reefer</i> belum dilepas dari <i>plug</i>	8,00	6,00	4,33	208,00
	M2	Tersengat aliran Listrik	9,00	6,33	6,00	342,00

Sumber: Pengolahan Data (2025)

Tabel 4.3. Hasil Perhitungan RPN (Lanjutan)

Risiko	Kode Sub Risiko	Sub Risiko	Rata – rata S	Rata – rata O	Rata – rata D	RPN
Risiko Kegagalan Mengelola Manusia	M3	Pekerja melakukan pemasangan kabel tanpa mematikan panel utama	9,00	3,00	4,33	117,00
	M4	Pekerja sakit	6,33	3,67	4,00	92,89
	M5	Pekerja tidak mematuhi SOP	8,33	6,33	4,00	211,11
	M6	Kelalaian saat mengganti kabel <i>reefer</i>	8,33	4,00	5,00	166,67
Risiko Sistem	S1	Konsleting Listrik pada alat kerja yang digunakan	9,00	3,67	4,67	154,00
	S2	Step pekerjaan terlewat	7,33	4,00	4,00	117,33
	S3	Integrasi buruk antar sistem otomatis <i>crane</i>	7,33	4,33	4,00	127,11
	S4	Gagalnya proteksi panel saat lonjakan tegangan pada operasional malam	8,67	3,00	4,67	121,33
Risiko Eksternal	E1	Cuaca ekstrem (hujan dan badai)	7,33	5,33	4,67	182,52
	E2	Pemadaman mendadak dari PLN	8,33	3,33	4,00	111,11
	E3	Sambaran petir	9,00	2,00	5,67	102,00
	E4	Banjir pasang yang dapat merendam sebagian instalasi di dekat dermaga	7,67	1,33	4,67	47,70

Sumber: Pengolahan Data (2025)

4.2.3 Evaluasi Risiko

Tahapan selanjutnya setelah diperoleh nilai RPN, dilakukan evaluasi terhadap setiap sub risiko. Evaluasi dilakukan dengan perbandingan setiap sub risiko berdasarkan hasil perhitungan RPN yang telah didapatkan. Hal ini dilakukan guna mengetahui risiko mana yang menjadi prioritas dalam mendapat perlakuan risiko agar tepat sasaran. Hasil dari evaluasi risiko dapat dilihat melalui Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Evaluasi Risiko Instalasi Listrik Departemen Fasilitas Terminal

Kode Sub Risiko	Sub Risiko	Rata – rata S	Rata – rata O	Rata – rata D	RPN	Ranking
M2	Tersengat aliran Listrik	9,00	6,33	6,00	342,00	1
I1	Keausan kabel pada jalur <i>crane</i> dan <i>reefer yard</i>	8,67	6,33	5	274,44	2
I6	Infrastruktur Listrik terminal sudah tua	8,33	6,33	5	263,89	3
M5	Pekerja tidak mematuhi SOP	8,33	6,33	4,00	211,11	4
M1	Kelalaian pekerja operator kabel petikemas <i>reefer</i> belum dilepas dari plug	8,00	6,00	4,33	208,00	5
I4	Plug petikemas <i>reefer</i> belum terpasang	7,00	5,67	5	198,33	6
E1	Cuaca ekstrem (hujan dan badai)	7,33	5,33	4,67	182,52	7
M6	Kelalaian saat mengganti kabel <i>reefer</i>	8,33	4,00	5,00	166,67	8
I3	<i>Overload</i> pada distribusi daya	7,67	4,33	5	166,11	9
I5	Peralatan yang tidak tersertifikasi	7,33	5,33	4	156,44	10
S1	Konsleting Listrik pada alat kerja yang digunakan	9,00	3,67	4,67	154,00	11
I2	Konektor panel yang longgar akibat getaran alat berat	7,67	4,00	5	153,33	12
S3	Integrasi buruk antar sistem otomatis crane	7,33	4,33	4,00	127,11	13
S4	Gagalnya proteksi panel saat lonjakan tegangan pada operasional malam	8,67	3,00	4,67	121,33	14
S2	Step pekerjaan terlewat	7,33	4,00	4,00	117,33	15
M3	Pekerja melakukan pemasangan kabel tanpa mematikan panel utama	9,00	3,00	4,33	117,00	16
E2	Pemadaman mendadak dari PLN	8,33	3,33	4,00	111,11	17
E3	Sambaran petir	9,00	2,00	5,67	102,00	18

Sumber: Pengolahan Data, 2025

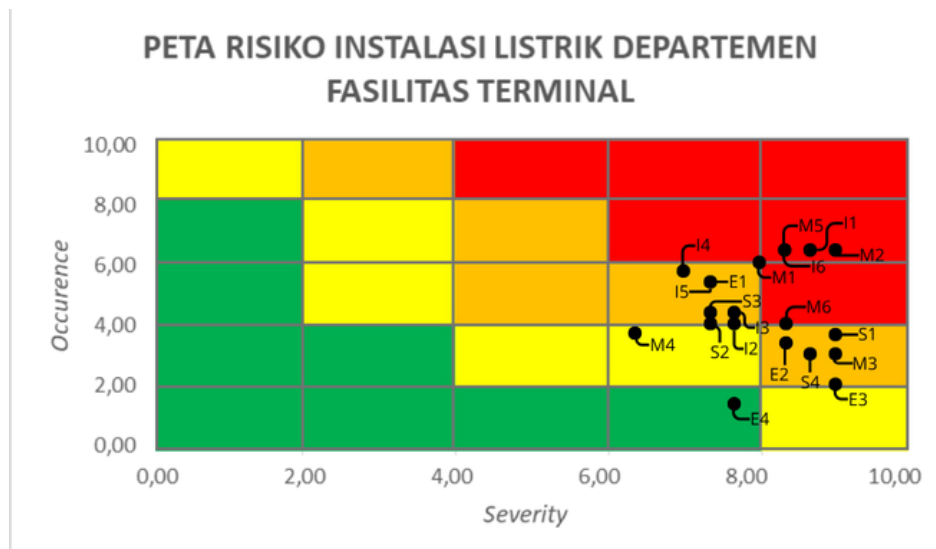
Tabel 4.4 Evaluasi Risiko Instalasi Listrik Departemen Fasilitas Terminal
(Lanjutan)

Kode Sub Risiko	Sub Risiko	Rata – rata S	Rata – rata O	Rata – rata D	RPN	Ranking
M4	Pekerja sakit	6,33	3,67	4,00	92,89	19
E4	Banjir pasang yang dapat merendam sebagian instalasi di dekat dermaga	7,67	1,33	4,67	47,70	20

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Tabel 4.4 menunjukkan hasil ranking setiap sub risiko Instalasi Listrik yang terjadi di departemen Fasilitas Terminal berdasarkan perhitungan RPN. Berdasarkan hasil evaluasi risiko menunjukkan empat hasil sub risiko tertinggi yang terjadi pada departemen Fasilitas Terminal. Sub risiko dengan nilai RPN tertinggi adalah risiko tersengat listrik dengan nilai RPN sebesar 342,00. Hal ini menunjukkan bahwa risiko tersengat listrik merupakan risiko yang menjadi prioritas untuk dilakukan mitigasi. Sub risiko tertinggi kedua adalah sub risiko Keausan kabel pada jalur *crane* dan *reefer yard* dengan nilai RPN sebesar 274,44. Sub risiko tertinggi ketiga adalah sub risiko Infrastruktur Listrik terminal sudah tua dengan nilai RPN sebesar 263,89. Dan sub risiko tertinggi keempat adalah sub risiko Pekerja Tidak Mematuhi SOP dengan nilai RPN sebesar 211,11. Keempat risiko tersebut merupakan empat sub risiko dengan RPN tertinggi di departemen Fasilitas Terminal yang artinya keempat sub risiko tersebut perlu segera mendapat perlakuan risiko untuk menghindari kerugian yang mungkin ditimbulkan dan dilakukan evaluasi lanjutan menggunakan peta risiko.

Selanjutnya merupakan evaluasi risiko dengan membuat peta risiko untuk mengetahui status risiko mana yang lebih dahulu harus ditindaklanjuti. Peta risiko Instalasi Listrik Fasilitas Terminal dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Peta Risiko Instalasi Listrik Departemen Fasilitas Terminal
(Pengolahan Data, 2025)

Berdasarkan Gambar 4.1, Penelitian ini menggunakan skala penilaian risiko 1–10 untuk probabilitas dan dampak guna memperoleh hasil evaluasi yang lebih rinci dan proporsional. Namun, pada Bab II (Tinjauan Pustaka), matriks risiko yang dijadikan acuan masih menggunakan skala 1–5. Oleh karena itu, dalam pelaksanaan penelitian, skala pada matriks risiko tersebut dikalikan dua agar selaras dengan skala 1–10 yang digunakan pada instrumen evaluasi risiko, tanpa mengubah struktur penilaian atau kategori tingkat risikonya. Peta risiko instalasi listrik pada Departemen Fasilitas Terminal menunjukkan distribusi tingkat sub risiko dari masing-masing potensi bahaya yang telah diidentifikasi. Terdapat empat sub risiko yang berada pada kuadran merah, yaitu sub risiko dengan kode M2, M5, I1, dan I6, yang diklasifikasikan sebagai *high risk*. Sub risiko-risiko ini memiliki tingkat keparahan dan kemungkinan kejadian yang tinggi, sehingga berpotensi menimbulkan dampak signifikan terhadap keselamatan kerja, kelangsungan operasional, serta aset perusahaan. Oleh karena itu, keempat risiko tersebut harus menjadi prioritas utama dalam proses mitigasi dan memerlukan penanganan segera. Selain itu, terdapat dua sub risiko yang berada pada ambang batas kuadran merah, yaitu sub risiko dengan kode M1 dan M6, yang dikategorikan sebagai *medium-high risk*. Sub risiko-risiko ini

memiliki potensi gangguan yang cukup besar dan memerlukan pengawasan intensif serta tindakan pencegahan yang tepat.

Di samping itu, terdapat sepuluh sub risiko lainnya yang juga termasuk dalam kategori *medium-high risk*, yaitu sub risiko dengan kode I3, I5, M3, S1, S3, S4, E1, E2, dan E3. Sub risiko-risiko tersebut tetap memerlukan perhatian dan pengelolaan yang berkelanjutan untuk mencegah eskalasi dampak yang lebih serius. Sementara itu, tiga sub risiko lainnya, yaitu I2, M4, S2, dan E3, berada pada kuadran kuning yang menunjukkan status *medium risk*. Risiko pada kategori ini diperkirakan hanya menimbulkan gangguan ringan terhadap operasional perusahaan dan dapat dikendalikan melalui penerapan kebijakan teknis yang disertai pengawasan berkala. Adapun satu sub risiko dengan kode E4 berada pada kuadran hijau yang mengindikasikan status *low risk*, yaitu sub risiko yang memiliki dampak minimal dan masih dapat ditoleransi.

Secara keseluruhan, hasil dari peta risiko ini memberikan gambaran visual yang komprehensif terhadap status risiko instalasi listrik di Departemen Fasilitas Terminal. Selain itu, temuan ini juga mendukung hasil evaluasi sebelumnya terkait empat sub risiko tertinggi yang menjadi fokus dalam sistem instalasi listrik perusahaan. Dengan demikian, sub risiko-risiko yang berada pada kuadran merah perlu mendapatkan perhatian khusus dan harus segera dimitigasi untuk mencegah potensi kerugian yang lebih besar pada perusahaan. Dapat diketahui peta risiko menunjukkan hasil yang sama dengan evaluasi sebelumnya terkait dengan empat risiko instalasi listrik tertinggi. Keempat sub risiko tersebut berada pada kuadran merah (*High Risk*) pada peta risiko. Berikut merupakan penjabaran dari keempat sub risiko diatas.

1. Sub risiko tersengat aliran listrik

Berdasarkan hasil dari perhitungan RPN, sub risiko tersengat aliran listrik menjadi risiko tertinggi pada instalasi listrik Perusahaan dengan nilai RPN 342,00. Tersengat aliran listrik merupakan kondisi berbahaya yang dapat menyebabkan cedera berat hingga kematian. Berdasarkan kondisi di lapangan, aktivitas teknisi listrik di area *reefer yard* dan panel

distribusi utama masih ditemukan belum sepenuhnya mengikuti prosedur keselamatan, seperti bekerja tanpa APD lengkap atau melakukan pengujian tanpa pemutusan sumber arus terlebih dahulu. Risiko ini diperparah dengan kondisi beban kerja yang tinggi dan tekanan waktu saat bongkar muat berlangsung.

Tidak hanya itu, pekerja yang tersengat aliran listrik berpotensi menimbulkan kerugian finansial. Kerugian tersebut dapat berupa biaya pengobatan, kompensasi kecelakaan kerja, serta pengeluaran untuk rekrutmen dan pelatihan tenaga pengganti. Selain itu, insiden ini dapat mengganggu operasional, menyebabkan keterlambatan layanan, dan menurunkan produktivitas. Dalam beberapa kasus, sengatan listrik juga dapat merusak peralatan atau memicu kebakaran, yang meningkatkan beban biaya pemulihan. Oleh karena itu, pencegahan insiden listrik merupakan upaya strategis untuk meminimalkan risiko kerugian ekonomi perusahaan.

2. Sub risiko keausan kabel pada jalur crane dan reefer yard

Sub risiko instalasi listrik tertinggi kedua dengan nilai RPN 274,44 adalah keausan kabel pada jalur *crane* dan *reefer yard*. Risiko ini berasal dari faktor internal dan berkaitan langsung dengan kondisi fisik infrastruktur listrik di lapangan. Berdasarkan hasil pengamatan di area lapangan Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya, terdapat jalur kabel yang sudah mengalami keausan akibat tekanan berulang dari alat berat seperti crane serta paparan lingkungan terbuka seperti panas matahari dan hujan. Kondisi ini meningkatkan potensi korsleting, gangguan sistem listrik, bahkan kebakaran. Selain itu, beberapa kabel terlihat tidak dilindungi dengan tray tertutup atau ducting yang sesuai

3. Sub risiko infrastruktur listrik terminal sudah tua

Sub risiko infrastruktur listrik terminal sudah tua menempati urutan tertinggi ketiga dengan RPN 263,89. Risiko ini muncul dari infrastruktur yang tidak lagi memadai untuk mendukung kebutuhan operasional saat ini. Dari hasil survei dan peninjauan lapangan, ditemukan bahwa sebagian

panel distribusi dan instalasi pendukung lainnya telah berusia lebih dari 15 tahun, dan belum mengalami modernisasi signifikan. Infrastruktur tua ini berpotensi menyebabkan overheating, kegagalan proteksi, hingga gangguan menyeluruh pada sistem. Dalam konteks operasional terminal petikemas yang bekerja hampir 24 jam, kegagalan sistem listrik akan berdampak besar terhadap produktivitas.

Risiko terbesar yang dapat terjadi adalah terhentinya seluruh proses bongkar muat akibat pemadaman mendadak, yang tidak hanya menghambat pelayanan terhadap pelanggan, tetapi juga dapat menimbulkan kerugian kontraktual, denda operasional, serta kerusakan pada kontainer berpendingin (*reefer*) yang memerlukan suplai daya konstan.

4. Sub risiko Pekerja tidak mematuhi SOP

Sub risiko pekerja tidak mematuhi SOP berada pada urutan sub risiko tertingi keempat dalam risiko instalasi listrik dengan nilai RPN sebesar 211,11. Risiko ini termasuk dalam kategori *human error* yang berdampak langsung terhadap efektivitas pelaksanaan pekerjaan serta keselamatan kerja di lingkungan operasional terminal petikemas. Ketidakpatuhan terhadap prosedur operasional standar (*Standard Operating Procedure/SOP*) mencerminkan lemahnya disiplin kerja dan rendahnya kesadaran akan pentingnya keselamatan dalam menjalankan tugas teknis yang berhubungan dengan instalasi listrik. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi lapangan, masih ditemukan sejumlah pekerja teknis yang tidak menjalankan SOP secara konsisten. Beberapa bentuk pelanggaran yang umum terjadi di antaranya adalah melewati tahapan pemeriksaan sebelum penyambungan kabel *reefer* atau bekerja tanpa dokumentasi checklist yang seharusnya menjadi bagian dari kontrol operasional harian.

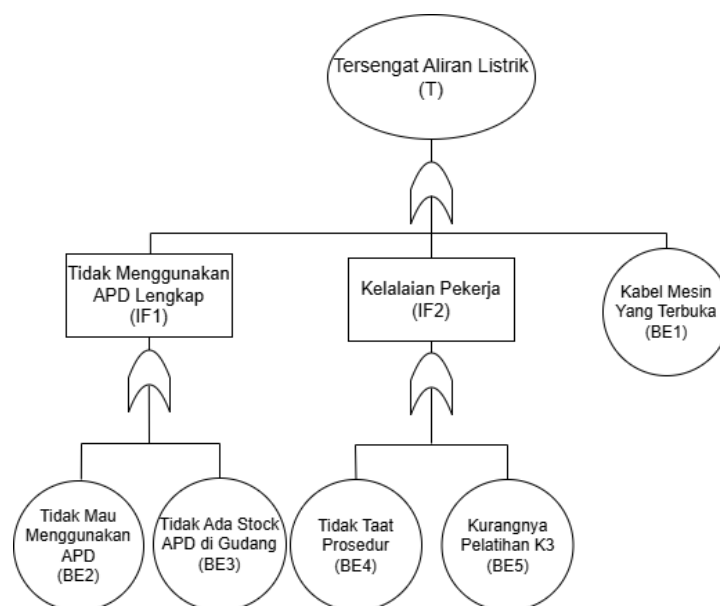
4.3 Analisa Risiko dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)

Analisa *Fault Tree Analysis* menggunakan sub risiko dengan RPN tertinggi dan sub risiko yang berada di kuadran merah (*High Risk*) sebagai *Top Event*. Analisa *Fault Tree Analysis* digunakan untuk mencari akar penyebab

masalah yang berperan langsung terhadap terjadinya kegagalan dengan cara merinci penyebab *Top Event* hingga *Basic Event*. Terdapat 4 sub risiko yang berada di kuadran merah (*High Risk*) pada peta risiko dengan tindakan lanjutan menggunakan analisis akar penyebab hingga pengendalian risiko. Diantaranya sub risiko tersengat aliran listrik, sub risiko keausan kabel pada jalur *crane* dan *reefer yard*, sub risiko infrastruktur listrik terminal sudah tua dan sub risiko pekerja tidak mematuhi SOP. Masing-masing risiko diperlukan analisis penyebab dan penjelasannya.

4.3.1 Analisa Sub Risiko Tersengat Aliran Listrik

Sub risiko tersengat aliran listrik merupakan salah satu sub risiko yang paling krusial dalam operasional instalasi listrik di lingkungan terminal petikemas. Berdasarkan hasil identifikasi di lapangan, penyebab utama dari sub risiko ini adalah bekerja tanpa APD lengkap, kurangnya pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang memadai, terutama pada teknisi kelistrikan yang bekerja di bawah tekanan operasional tinggi dan waktu terbatas. Ketidaktahuan terhadap prosedur kerja aman, serta minimnya pemahaman tentang bahaya kelistrikan, memperbesar peluang terjadinya insiden. Berikut Gambar 4.2. merupakan diagram FTA Tersengat Aliran Listrik.



Gambar 4. 2 Diagram FTA Tersengat Aliran Listrik

Pada Gambar 4.2 merupakan diagram FTA sub risiko dikarenakan Tersengat Aliran Listrik terdapat 5 akar penyebab terjadinya risiko dikarenakan Tersengat Aliran Listrik yaitu: (BE1) Kabel mesin yang terbuka, (BE2) Tidak mau menggunakan APD, (BE3) Tidak ada stock APD di gudang, (BE4) Tidak taat prosedur, (BE5) Kurangnya Pelatihan K3. Dalam diagram tersebut, *top event* dapat terjadi apabila terdapat salah satu dari tiga penyebab utama, yaitu: tidak menggunakan alat pelindung diri (APD) lengkap (IF1), kelalaian pekerja (IF2), dan kondisi kabel mesin yang terbuka (BE1). *Intermediate fault* IF1 disebabkan oleh dua *basic event*, yaitu BE dan BE3. Sementara itu, IF2 dipicu oleh BE4 dan BE5. Berdasarkan hasil wawancara dan diskusi bersama *expert* untuk menentukan tingkat probabilitas setiap *basic event*, data tersebut dijabarkan dalam Tabel 4.5 yang merujuk pada Lampiran 5.

Tabel 4. 5 Tingkat Probabilitas *Basic Event* Tersengat Aliran Listrik

Kode	Basic Event	Kejadian per Tahun	Estimasi Probabilitas (Desimal)	Prioritas
BE2	Tidak menggunakan APD	20	0,08	1
BE4	Tidak taat prosedur	18	0,07	2
BE1	Kabel mesin terbuka	15	0,06	3
BE3	Tidak ada stok APD di gudang	10	0,04	4
BE5	Kurangnya pelatihan K3	9	0,03	5

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Top event pada sub risiko ini adalah Tersengat Aliran Listrik. Pada tahap perhitungan nilai probabilitas *basic event* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 PIF1 &= [BE2(0,08) + BE3(0,04)] - [BE2(0,08) \times BE3(0,04)] \\
 &= 0,12 - 0,0032 \\
 &= 0,12 \\
 PIF2 &= [BE4(0,07) + BE5(0,03)] - [BE4(0,07) \times BE5(0,03)] \\
 &= 0,10 - 0,0021 \\
 &= 0,10
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
PT &= P(A)+P(B)+P(C) - P(A\cap B) - P(A\cap C) - P(B\cap C) \\
&\quad + P(A\cap B\cap C) \\
&= P(IF1)+P(IF2)+P(BE1) - P(IF1\cap IF2) - P(IF1\cap BE1) - \\
&\quad P(IF2\cap BE1) + P(IF1\cap IF2\cap BE1) \\
&= 0,12+0,10+0,06 - (0,12 \times 0,10) - (0,12 \times 0,06) - \\
&\quad (0,10 \times 0,06) + (0,12 \times 0,10 \times 0,06) \\
&= 0,12 + 0,10 + 0,06 - 0,012 - 0,0072 - 0,006 + \\
&\quad 0,00072 \\
&= 0,28 - 0,0252 + 0,00072 \\
&= 0,256 \\
&= 25,6\%
\end{aligned}$$

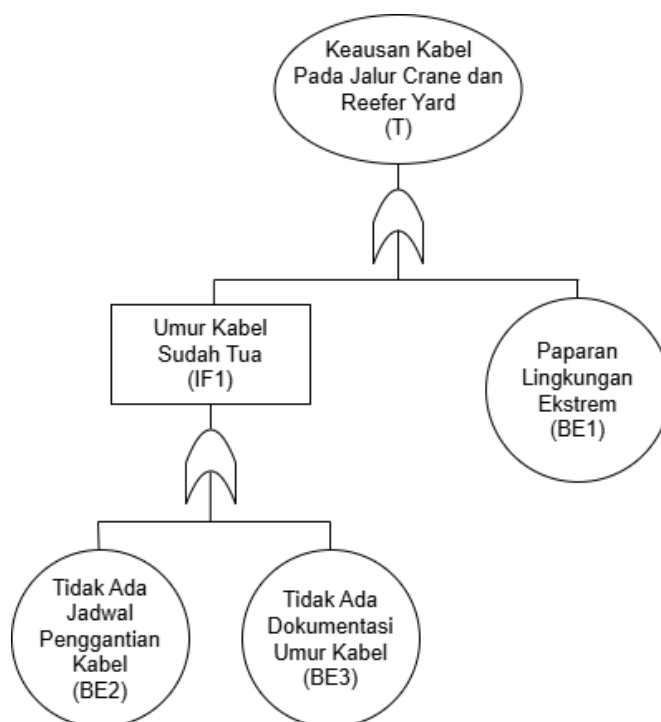
Basic event dengan probabilitas tertinggi adalah tidak menggunakan APD (BE2) dengan estimasi 20 kejadian dalam setahun atau nilai probabilitas sebesar 8%, diikuti oleh ketidaktahuan atau ketidaktaatan terhadap prosedur kerja (BE4) dengan 18 kejadian dalam setahun atau 7%. Selanjutnya, kabel mesin terbuka (BE1) dengan estimasi 15 kejadian dalam setahun atau probabilitas 6% dilanjutkan tidak adanya stok APD di gudang (BE3) dengan estimasi 10 kejadian dalam setahun atau probabilitas 4%. *Basic event* dengan probabilitas paling rendah adalah kurangnya pelatihan K3 (BE5) dengan estimasi 4 kejadian dalam setahun atau 40%.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode aljabar Boolean probabilistik, diperoleh nilai probabilitas *top event* tersengat aliran listrik sebesar 0,256 atau 25,6%. Berdasarkan Tabel 2.1 nilai probabilitas tersebut termasuk dalam kategori risiko rendah menuju sedang, yang menunjukkan bahwa kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja akibat sengatan listrik masih cukup signifikan. Kejadian ini terjadi di area kerja perusahaan bongkar muat petikemas Surabaya, khususnya pada jalur kabel dan area bongkar muat, yang berada di bawah pengawasan dan wewenang Departemen Fasilitas Terminal. Risiko ini dipicu oleh kombinasi beberapa penyebab, seperti tidak optimalnya penggunaan APD, kondisi kabel yang terbuka, dan kurangnya pelatihan K3 bagi pekerja. Meskipun belum masuk kategori risiko tinggi, nilai ini mendekati ambang batas yang membutuhkan

perhatian serius. Oleh karena itu, perlu dilakukan penguatan pengawasan keselamatan, perbaikan teknis pada instalasi kabel, serta sosialisasi berkelanjutan mengenai prosedur K3 untuk meminimalkan potensi kejadian tersengat listrik di masa mendatang.

4.3.2 Analisa Sub Risiko Keausan Kabel Pada Jalur *Crane* dan *Reefer Yard*

Keausan kabel pada jalur *crane* dan *reefer yard* merupakan sub risiko yang sangat nyata dalam operasional terminal petikemas, mengingat area tersebut merupakan pusat aktivitas alat berat dan suplai listrik untuk kontainer berpendingin. Dari hasil observasi lapangan, diketahui bahwa penyebab umum keausan kabel adalah umur pakai yang tinggi, ditambah dengan paparan lingkungan seperti panas matahari, hujan, serta beban mekanis dari lalu lintas alat berat. Berikut Gambar 4.3 merupakan diagram FTA Keausan Kabel Pada Jalur *Crane* dan *Reefer Yard*.



Gambar 4. 3 Diagram FTA Keausan Kabel Pada Jalur *Crane* dan *Reefer Yard*

Pada Gambar 4.3 merupakan diagram FTA sub risiko dikarenakan Keausan Kabel Pada Jalur *Crane* dan *Reefer Yard* terdapat 3 akar penyebab

terjadinya sub risiko karena Keausan Kabel Pada Jalur *Crane* dan *Reefer Yard* yaitu: (BE1) Paparan lingkungan ekstrem, (BE2) Tidak ada jadwal penggantian kabel, (BE3) Tidak ada dokumentasi umur kabel. Sub risiko ini dapat terjadi apabila terdapat salah satu dari dua penyebab utama, yaitu umur kabel yang sudah tua (IF1) dan paparan lingkungan ekstrem (BE1). Umur kabel yang sudah tua disebabkan oleh dua *basic event*, yaitu BE2 dan BE3. Paparan lingkungan ekstrem, seperti panas, hujan, atau getaran alat berat, juga berkontribusi terhadap percepatan kerusakan kabel. Berdasarkan hasil wawancara dan diskusi bersama *expert* untuk menentukan tingkat probabilitas setiap *basic event*, data tersebut dijabarkan dalam Tabel 4.6 yang merujuk pada Lampiran 5.

Tabel 4. 6 Tingkat Probabilitas *Basic Event* Keausan Kabel Pada Jalur *Crane* dan *Reefer Yard*

Kode	Basic Event	Kejadian per Tahun	Estimasi Probabilitas (Desimal)	Prioritas
BE1	Paparan lingkungan ekstrem	28	0,10	1
BE2	Tidak ada jadwal penggantian kabel	24	0,09	2
BE3	Tidak ada dokumentasi umur kabel	20	0,08	3

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Top event pada sub risiko ini adalah Keausan Kabel Pada Jalur *Crane* dan *Reefer Yard*. Pada tahap perhitungan nilai probabilitas *basic event* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_{IF1} &= [BE2(0,09) + BE3(0,08)] - [BE2(0,09) \times BE3(0,08)] \\
 &= 0,17 - 0,0072 \\
 &= 0,16 \\
 P_T &= P(A) + P(B) - P(A \cap B) \\
 &= P(IF1) + P(BE1) - P(IF1 \cap BE1) \\
 &= P(0,16) + P(0,10) - P(0,16 \cap 0,10) \\
 &= 0,16 + 0,10 - 0,016
 \end{aligned}$$

$$= 0,26 - 0,016$$

$$= 0,244$$

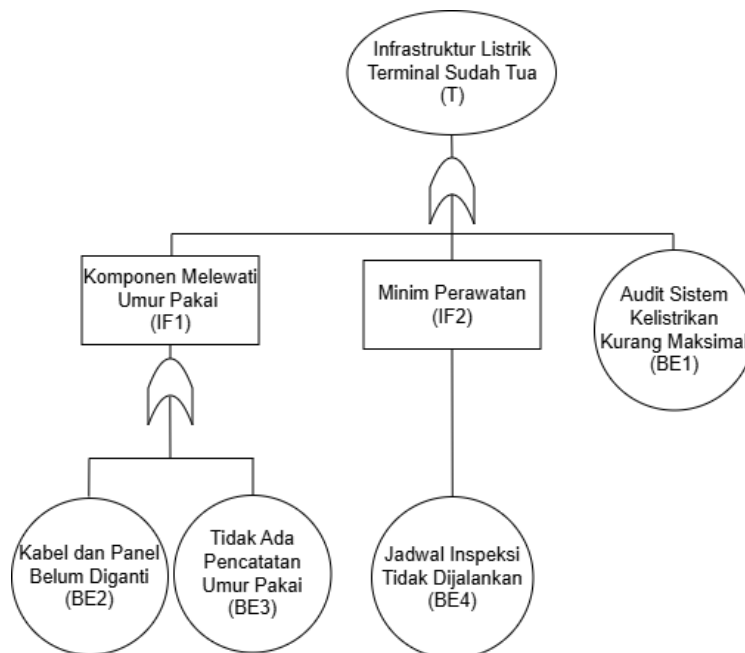
$$= 24,4\%$$

Basic event dengan probabilitas tertinggi adalah paparan lingkungan ekstrem (BE1), dengan estimasi 28 kejadian dalam setahun atau nilai probabilitas sebesar 10%. Lingkungan kerja di area *crane dan reefer yard* yang terbuka terhadap panas, hujan, dan kelembapan tinggi mempercepat kerusakan fisik kabel, menjadikannya faktor risiko utama keausan kabel. Selanjutnya, tidak adanya jadwal penggantian kabel (BE2) memiliki estimasi 24 kejadian dalam setahun atau 9%, yang mengindikasikan lemahnya sistem pencatatan sehingga kabel berisiko digunakan melebihi masa pakainya. Sementara itu, tidak adanya dokumentasi umur kabel (BE3) menjadi yang terendah dengan 20 kejadian dalam setahun atau 8%, namun tetap berisiko karena penggantian cenderung bersifat reaktif.

Berdasarkan perhitungan dengan metode aljabar Boolean probabilistik, diperoleh nilai probabilitas *top event* Keausan Kabel Pada Jalur *Crane* dan *Reefer Yard* sebesar 0,244 atau 24,4%. Berdasarkan Tabel 2.1 nilai probabilitas tersebut termasuk dalam kategori risiko rendah menuju sedang, yang menunjukkan bahwa kemungkinan terjadinya keausan kabel masih cukup signifikan dan perlu diwaspadai. Kejadian ini terjadi di area kerja perusahaan bongkar muat petikemas Surabaya, khususnya pada jalur *crane* dan *reefer yard*, yang berada di bawah tanggung jawab Departemen Fasilitas Terminal. Sub risiko ini muncul akibat kombinasi beberapa penyebab mendasar, seperti kurangnya pencatatan umur pakai kabel, tidak optimalnya jadwal inspeksi, serta audit kelistrikan yang belum maksimal. Meskipun belum masuk kategori risiko tinggi, potensi kerusakan kabel yang dapat mengganggu operasional maupun keselamatan kerja memerlukan perhatian khusus. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk segera memperkuat sistem pencatatan dan inspeksi, serta melakukan penggantian kabel secara preventif guna menurunkan kemungkinan terjadinya *top event* di masa mendatang.

4.3.3 Analisa Sub risiko Infrastruktur Listrik Terminal Sudah Tua

Infrastruktur listrik yang sudah tua menjadi salah satu penyebab dominan meningkatnya gangguan kelistrikan di terminal petikemas. Infrastruktur listrik dikategorikan sudah tua apabila telah melewati usia pakai teknis (umumnya 15–25 tahun untuk kabel dan panel), menunjukkan penurunan kinerja seperti tegangan tidak stabil atau seringnya MCB trip, serta mengalami kerusakan fisik seperti kabel rapuh, panel berkarat, atau konektor longgar. Selain itu, instalasi juga dianggap tua jika tidak mampu mendukung beban operasional saat ini dan tidak lagi sesuai dengan standar keselamatan terbaru. Usia teknis kabel, panel, konektor, dan MCB yang telah melewati masa pakai optimal dapat menurunkan keandalan sistem dan memperbesar risiko terjadinya *overheat*, konsleting, hingga pemadaman listrik secara tiba-tiba. Kondisi ini sangat mengganggu aktivitas operasional yang berlangsung nyaris 24 jam setiap harinya, dan berpotensi menimbulkan downtime yang merugikan secara produktivitas maupun finansial. Berikut Gambar 4.4 merupakan diagram FTA Infrastruktur Listrik Terminal Sudah Tua.



Gambar 4. 4 Diagram FTA Infrastruktur Listrik Terminal Sudah Tua

Pada Gambar 4.4 merupakan diagram FTA sub risiko dikarenakan Infrastruktur Listrik Terminal Sudah Tua, terdapat 4 akar penyebab terjadinya sub risiko karena Infrastruktur Listrik Terminal Sudah Tua yaitu: (BE1) Audit sistem kelistrikan kurang maksimal, (BE2) Kabel dan panel belum diganti, (BE3) Tidak ada pencatatan umur pakai, (BE4) Jadwal inspeksi tidak dijalankan. Top event Infrastruktur Listrik Terminal Sudah Tua dapat terjadi akibat tiga faktor utama, yaitu komponen kelistrikan melewati umur pakai (IF1), minimnya perawatan (IF2), dan audit sistem kelistrikan yang kurang maksimal (BE1). IF1 disebabkan oleh dua *basic event*, yaitu BE2 dan BE3. Sementara itu, IF2 disebabkan oleh BE4. Berdasarkan hasil wawancara dan diskusi bersama *expert* untuk menentukan tingkat probabilitas setiap *basic event*, data tersebut dijabarkan dalam Tabel 4.7 yang merujuk pada Lampiran 5.

Tabel 4. 7 Tingkat Probabilitas *Basic Event* Infrastruktur Listrik Terminal Sudah Tua

Kode	Basic Event	Kejadian per Tahun	Estimasi Probabilitas (Desimal)	Prioritas
BE3	Tidak ada pencatatan umur pakai	22	0,08	1
BE4	Jadwal inspeksi tidak dijalankan	19	0,07	2
BE2	Kabel dan panel belum diganti	16	0,06	3
BE1	Audit sistem kelistrikan kurang maksimal	15	0,06	4

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Top event pada sub risiko ini adalah Infrastruktur Listrik Terminal Sudah Tua. Pada tahap perhitungan nilai probabilitas *basic event* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 PF1 &= [BE2(0,06) + BE3(0,08)] - [BE2(0,06) \times BE3(0,08)] \\
 &= 0,14 - 0,0048 \\
 &= 0,1352 \\
 &= 0,14
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
PT &= P(A)+P(B)+P(C) - P(A\cap B) - P(A\cap C) - P(B\cap C) \\
&\quad + P(A\cap B\cap C) \\
&= P(IF1)+P(IF2)+P(BE1) - P(IF1\cap IF2) - P(IF1\cap BE1) - \\
&\quad P(IF2\cap BE1) + P(IF1\cap IF2\cap BE1) \\
&= 0,14+0,07+0,06 - (0,14 \times 0,07) - (0,14 \times 0,06) - (0,07 \\
&\quad \times 0,06) + (0,14 \times 0,07 \times 0,06) \\
&= 0,14 + 0,07 + 0,06 - 0,0098 - 0,0084 - 0,0042 + \\
&\quad 0,000588 \\
&= 0,27 - 0,0224 + 0,000588 \\
&= 0,248 \\
&= 24,8\%
\end{aligned}$$

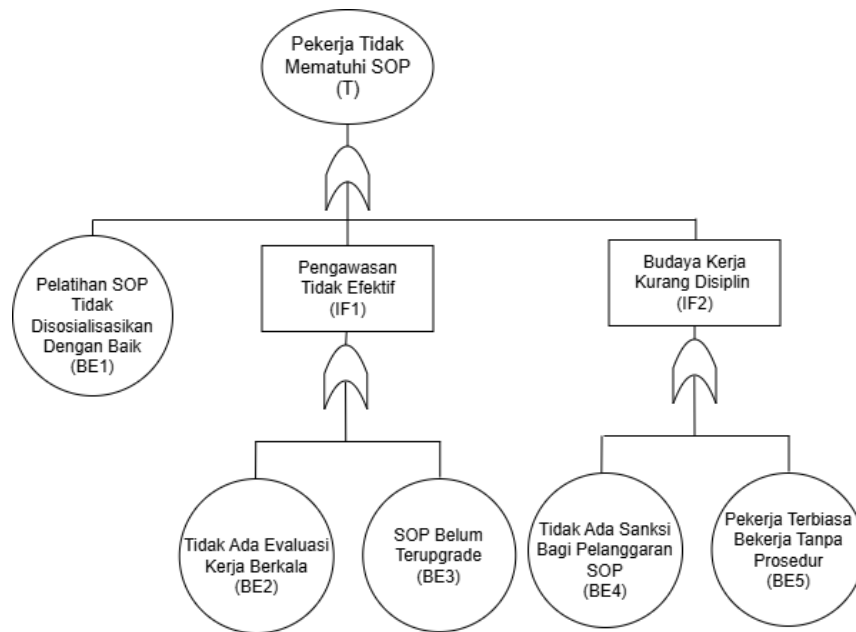
Basic event dengan probabilitas tertinggi adalah tidak adanya pencatatan umur pakai (BE3), dengan estimasi 22 kejadian dalam setahun atau nilai probabilitas sebesar 8%. Kondisi ini mencerminkan lemahnya sistem dokumentasi teknis, di mana kabel, panel, dan komponen kelistrikan lainnya tidak memiliki riwayat pemakaian yang tercatat dengan baik, sehingga menyulitkan proses evaluasi kelayakan dan penggantian tepat waktu. Selanjutnya, jadwal inspeksi yang tidak dijalankan (BE4) menempati posisi berikutnya dengan estimasi 19 kejadian dalam setahun atau 7%. Faktor ini menunjukkan adanya ketidakteraturan dalam pengawasan dan perawatan sistem kelistrikan secara berkala. Diikuti oleh *basic event* kabel dan panel belum diganti (BE2) dengan estimasi 16 kejadian dalam setahun atau 6%. Sementara itu, *basic event* dengan kemungkinan terendah adalah audit sistem kelistrikan yang kurang maksimal (BE1) dengan estimasi 15 kejadian dalam setahun atau 6% yang meskipun rendah, tetap menunjukkan potensi bahaya apabila tidak ditangani secara *preventif*.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode aljabar Boolean probabilistik, diperoleh nilai probabilitas *top event* Infrastruktur Listrik Terminal Sudah Tua sebesar 0,248 atau 24,8%. Berdasarkan Tabel 2.1 nilai probabilitas tersebut menunjukkan bahwa risiko tergolong dalam kategori rendah menuju sedang, namun tetap

memerlukan perhatian khusus. Kejadian ini teridentifikasi terjadi di lingkungan kerja perusahaan bongkar muat petikemas Surabaya, khususnya pada infrastruktur kelistrikan yang berada di bawah tanggung jawab Departemen Fasilitas Terminal. Risiko ini muncul akibat akumulasi dari beberapa penyebab utama, seperti tidak adanya pencatatan umur pakai peralatan, audit sistem kelistrikan yang tidak optimal, serta jadwal inspeksi dan penggantian kabel atau panel yang tidak dilaksanakan secara rutin. Meskipun nilai probabilitas belum masuk kategori tinggi, kondisi infrastruktur yang sudah tua berpotensi menimbulkan gangguan operasional maupun bahaya keselamatan kerja. Oleh karena itu, diperlukan tindakan preventif melalui pembaruan sistem dokumentasi, peningkatan kegiatan audit teknis, serta pelaksanaan inspeksi berkala untuk menurunkan kemungkinan terjadinya top event tersebut.

4.3.4 Analisa Sub Risiko Pekerja Tidak Mematuhi SOP

Sub risiko ketidakpatuhan terhadap *Standard Operating Procedure* (SOP) merupakan faktor non-teknis yang memiliki dampak besar terhadap efektivitas kerja dan keselamatan personel. Berdasarkan observasi dan wawancara, penyebab utama dari sub risiko ini meliputi kurangnya pelatihan berkelanjutan, pengawasan yang tidak konsisten di lapangan, serta budaya disiplin kerja yang belum terbentuk dengan kuat. Ketidakteraturan dalam penggunaan checklist kerja dan pengabaian prosedur pengamanan juga menjadi indikator lemahnya implementasi SOP. Berikut Gambar 4.5 merupakan diagram FTA Pekerja Tidak Mematuhi SOP.



Gambar 4. 5 Diagram FTA Pekerja Tidak Mematuhi SOP.

Pada Gambar 4.5 merupakan diagram FTA sub risiko dikarenakan Pekerja Tidak Mematuhi SOP, terdapat 5 akar penyebab terjadinya risiko karena Pekerja Tidak Mematuhi SOP yaitu: (BE1) Pelatihan SOP tidak disosialisasikan dengan baik, (BE2) Tidak ada evaluasi kerja berkala, (BE3) SOP belum *terupgrade*, (BE4) Tidak ada sanksi bagi pelanggaran SOP dan (BE5) Pekerja terbiasa bekerja tanpa prosedur. *Top event* Pekerja Tidak Mematuhi SOP dapat disebabkan oleh tiga faktor utama, yaitu pelatihan SOP yang tidak disosialisasikan dengan baik (BE1), pengawasan yang tidak efektif (IF1), dan budaya kerja yang kurang disiplin (IF2). IF1 terjadi akibat BE2 dan BE3, sedangkan IF2 dipicu oleh BE4 dan BE5. Berdasarkan hasil wawancara dan diskusi bersama *expert* untuk menentukan tingkat probabilitas setiap *basic event*, data tersebut dijabarkan dalam Tabel 4.8 yang merujuk pada Lampiran 5.

Tabel 4. 8 Tingkat Probabilitas *Basic Event* Pekerja Tidak Mematuhi SOP.

Kode	Basic Event	Kejadian per Tahun	Estimasi Probabilitas (Desimal)	Prioritas
BE5	Pekerja terbiasa bekerja tanpa prosedur	20	0,08	1
BE4	Tidak ada sanksi bagi pelanggaran SOP	18	0,07	2
BE3	SOP Belum Terupgrade	16	0,06	3
BE2	Tidak ada evaluasi kerja berkala	10	0,04	4
BE1	Pelatihan SOP tidak disosialisasikan dengan baik	8	0,03	5

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Top event pada sub risiko ini adalah Pekerja Tidak Mematuhi SOP. Pada tahap perhitungan nilai probabilitas *basic event* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 IF1 &= [BE2(0,04) + BE3(0,06)] - [BE2(0,04) \times BE3(0,06)] \\
 &= 0,10 - 0,0024 \\
 &= 0,0976 \\
 &= 0,10
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 IF2 &= [BE4(0,07) + BE5(0,08)] - [BE4(0,07) \times BE5(0,08)] \\
 &= 0,15 - 0,0056 \\
 &= 0,1444 \\
 &= 0,14
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PT &= P(A) + P(B) + P(C) - P(A \cap B) - P(A \cap C) - P(B \cap C) + P(A \cap B \cap C) \\
 &= P(IF1) + P(IF2) + P(BE1) - P(IF1 \cap IF2) - P(IF1 \cap BE1) - P(IF2 \cap BE1) + P(IF1 \cap IF2 \cap BE1) \\
 &= 0,10 + 0,14 + 0,03 - (0,10 \times 0,14) - (0,10 \times 0,03) - (0,14 \times 0,03) + (0,10 \times 0,14 \times 0,03) \\
 &= 0,10 + 0,14 + 0,03 - 0,014 - 0,003 - 0,0042 + 0,00042 \\
 &= 0,27 - 0,0212 + 0,00042
 \end{aligned}$$

$$= 0,249$$

$$= 24,9\%$$

Basic event dengan probabilitas tertinggi adalah kebiasaan bekerja tanpa prosedur (BE5) dengan estimasi 20 kejadian dalam setahun atau nilai probabilitas sebesar 8%. Hal ini menunjukkan adanya budaya kerja yang tidak disiplin dan cenderung mengabaikan prosedur resmi. Selanjutnya, Tidak ada sanksi bagi pelanggaran SOP (BE4) menempati posisi kedua dengan estimasi 18 kejadian selama setahun atau 7%. Selanjutnya, SOP belum terupdate (BE3) dan tidak adanya evaluasi kerja berkala (BE2) menempati posisi berikutnya dengan masing-masing 16 dan 10 kejadian selama setahun atau 6% dan 4%, yang mengindikasikan lemahnya penegakan aturan di lapangan. Sementara itu, Pelatihan SOP tidak disosialisasikan dengan baik (BE1) memiliki probabilitas lebih rendah dengan 8 kejadian per tahun atau 3%.

Perhitungan probabilitas dengan metode aljabar Boolean menunjukkan bahwa *top event* Pekerja Tidak Mematuhi SOP memiliki nilai sebesar 0,249 atau 24,9%. Berdasarkan Tabel 2.1 nilai probabilitas tersebut termasuk dalam kategori risiko rendah menuju sedang, namun tetap memerlukan perhatian khusus. Kejadian ini terjadi di perusahaan bongkar muat petikemas Surabaya, khususnya di bawah wewenang Departemen Fasilitas Terminal. Risiko ini dipicu oleh pekerja terbiasa bekerja tanpa prosedur, tidak ada sanksi bagi pelanggaran SOP, pelatihan SOP tidak disosialisasikan dengan baik, SOP belum terupdate, dan tidak ada evaluasi kerja berkala. Meskipun nilai probabilitas belum mencapai kategori tinggi, posisi risiko ini berada mendekati ambang batas dan membutuhkan perhatian serius. Oleh karena itu, perusahaan perlu memperkuat pengawasan penerapan SOP, meningkatkan sosialisasi pelatihan secara berkelanjutan, dan menetapkan sistem evaluasi serta sanksi yang jelas untuk menurunkan potensi terjadinya kegagalan akibat ketidakpatuhan terhadap prosedur kerja di lingkungan bongkar muat petikemas.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *Fault Tree*

Analysis (FTA), nilai probabilitas untuk masing-masing *top event* telah dianalisis dan dirangkum pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Nilai Probabilitas *Top Event*

No.	Top Event	Nilai Probabilitas (%)
1.	Tersengat Aliran Listrik	25,6%
2.	Keausan Kabel Pada Jalur Crane dan Reefer Yard	24,4%
3.	Infrastruktur Listrik Terminal Sudah Tua	24,8%
4.	Pekerja Tidak Mematuhi SOP	24,9%

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Berdasarkan nilai probabilitas *top event* pada Tabel 4.9. diketahui bahwa seluruh nilai probabilitas *top event* berada pada rentang antara 24,4% hingga 25,6%, Berdasarkan Tabel 2.1 nilai probabilitas setiap *top event* termasuk dalam kategori risiko rendah menuju sedang, namun tetap memerlukan perhatian khusus. Nilai tertinggi ditunjukkan oleh sub risiko tersengat aliran listrik sebesar 25,6%, sedangkan nilai terendah sebesar 24,4% terjadi pada sub risiko keausan kabel jalur *crane* dan *reefer yard*. Oleh karena itu, *top event* dengan nilai tingkat probabilitas tertinggi yang telah diidentifikasi harus segera ditindaklanjuti dengan strategi mitigasi yang tepat untuk menurunkan tingkat risiko yang ada.

4.4 Upaya Pengendalian Risiko Instalasi Listrik

Hasil perhitungan FTA menunjukkan bahwa risiko tertinggi adalah tersengat aliran listrik dengan probabilitas 25,6%, sehingga perlu segera dimitigasi melalui evaluasi dan diskusi bersama *expert*. Berdasarkan hasil diskusi dengan para *expert*, dapat disimpulkan bahwa pengendalian risiko perlu dilakukan untuk meminimalkan potensi terjadinya risiko, serta sebagai upaya penghindaran atau pengalihan apabila risiko tersebut belum terjadi. Data lengkap mengenai hasil wawancara tersebut dapat dilihat pada Lampiran 6.

Pengendalian risiko menggunakan metode 5W+1H guna merinci tindakan pengendalian sesuai dengan kondisi lapangan merujuk pada lampiran 6. Berikut penjelasan mengenai langkah pengendalian yang dilakukan ketika terjadi risiko karena tersengat aliran listrik berdasarkan *basic event*:

1. Pengendalian terhadap *basic event* kabel mesin terbuka dilakukan melalui pemeriksaan rutin dan inspeksi berkala terhadap kabel instalasi, serta penggantian kabel yang rusak atau terbuka dengan kabel baru sesuai standar. Selain itu, dipasang pelindung kabel, serta tanda bahaya dan pembatas (*barrier*) di area yang terdapat kabel terbuka. Pengendalian ini penting untuk mencegah risiko sengatan listrik dan korsleting yang dapat mengakibatkan kebakaran serta membahayakan keselamatan pekerja. Tindakan ini harus dilakukan di seluruh area kerja, khususnya pada jalur kabel dan area bongkar muat. Pengendalian dilakukan segera setelah ditemukan kondisi kabel terbuka, dengan inspeksi berkala minimal setiap bulan. Pelaksanaan pengendalian menjadi tanggung jawab teknisi listrik dan pengawas K3, melalui penyusunan jadwal inspeksi, *checklist*, pelaporan temuan ke manajemen, serta penyediaan kabel cadangan dan alat pelindung yang memadai.
2. Pengendalian terhadap *basic event* ketidakpatuhan penggunaan alat pelindung diri (APD) dilakukan melalui sosialisasi wajib penggunaan APD kepada seluruh pekerja, pemasangan rambu-rambu peringatan (*signage*) di area kerja, serta penerapan sanksi bagi pelanggaran. Langkah ini sangat penting guna mencegah cedera akibat kontak langsung dengan instalasi listrik serta memenuhi standar keselamatan dan peraturan perundangan yang berlaku. Pengendalian dilaksanakan secara menyeluruh di area kerja setiap kali aktivitas berlangsung. Tanggung jawab pengendalian berada pada supervisor lapangan dan tim HSE. Rencana pengendalian dilakukan melalui briefing harian, audit kepatuhan terhadap penggunaan APD, serta pengadaan APD secara berkala untuk memastikan ketersediaannya.

3. Pengendalian *basic event* akibat tidak tersedianya stok APD di gudang dilakukan melalui kerja sama dengan pemasok (*supplier*) untuk memastikan pengiriman cepat saat dibutuhkan, serta pencatatan pemakaian dan permintaan ulang APD secara teratur. Hal ini penting karena tanpa APD, pekerja tidak memiliki perlindungan dari potensi bahaya kelistrikan, sehingga meningkatkan risiko kecelakaan kerja. Pengendalian harus difokuskan pada gudang logistik dan area distribusi APD, dilakukan secara berkala, dan terutama saat stok mendekati batas minimum. Tim pengadaan dan tim HSE bertanggung jawab dalam pelaksanaannya, dengan memanfaatkan perangkat lunak atau formulir manual untuk pemantauan stok, menetapkan batas minimum persediaan, serta menyusun rencana pengadaan darurat ketika stok berada di tingkat kritis.
4. Pengendalian *basic event* akibat ketidaktaatan terhadap prosedur kerja dilakukan melalui peningkatan pengawasan di lapangan, evaluasi terhadap SOP, serta pelatihan ulang secara berkala. Sistem *reward and punishment* juga diterapkan untuk mendorong kepatuhan pekerja. Rencana pengendalian ini sangat diperlukan karena prosedur kerja disusun untuk mengurangi potensi kesalahan fatal dalam aktivitas instalasi listrik. Pengendalian difokuskan di seluruh area kerja, khususnya selama proses audit internal atau saat investigasi insiden. Tanggung jawab berada pada *Superintendent* SMMR dan tim HSE. Pelaksanaan pengendalian mencakup pemantauan langsung di lapangan, pelaporan hasil investigasi melalui platform seperti Looker Studio, serta sosialisasi dan simulasi SOP secara periodik.
5. Pengendalian *basic event* akibat kurangnya pelatihan K3 dilakukan melalui penyelenggaraan pelatihan secara rutin, sertifikasi kompetensi bagi pekerja yang menangani instalasi listrik, serta workshop simulasi bahaya listrik. Tujuan dari pengendalian ini adalah untuk membentuk budaya keselamatan kerja yang kuat serta meningkatkan kesadaran pekerja terhadap risiko kelistrikan. Kegiatan ini dilaksanakan di ruang pelatihan maupun langsung di area kerja, baik saat proses orientasi

pekerja baru maupun secara berkala setiap enam bulan. Tim SDM, tim HSE, serta vendor pelatihan berperan dalam pelaksanaannya. Rencana pengendalian mencakup penyusunan kurikulum pelatihan khusus kelistrikan, penjadwalan pelatihan sesuai kebutuhan operasional, serta evaluasi hasil pelatihan untuk tindak lanjut perbaikan kompetensi.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap permasalahan tingginya tingkat kegagalan instalasi listrik yang terus meningkat setiap tahunnya di perusahaan jasa terminal dan bongkar muat di Surabaya, serta analisis yang dilakukan menggunakan metode FMEA dan FTA, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil identifikasi risiko instalasi listrik yang ada di departemen Fasilitas Terminal adalah sebanyak 20 kriteria sub risiko yang dikelompokkan ke empat golongan risiko operasional, diantaranya risiko proses internal, golongan risiko kegagalan mengelola manusia, golongan risiko sistem dan golongan risiko eksternal. Hasil evaluasi risiko dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) mendapatkan hasil penilaian dari setiap sub risiko. Sub risiko tertinggi pertama yaitu tersengat aliran listrik (M2) dengan RPN 342,00. Sub risiko tertinggi kedua yaitu keausan kabel pada jalur *crane* dan *reefer yard* (I1) dengan RPN 274,44. Sub risiko tertinggi ketiga yaitu infrastruktur listrik terminal sudah tua (I6) dengan RPN 263,89. Sub risiko tertinggi keempat yaitu pekerja tidak mematuhi SOP dengan RPN 211,11. Keempat risiko tersebut menempati zona merah (*high risk*) pada evaluasi peta risiko.
2. Penentuan *basic event* dalam analisis risiko instalasi listrik dengan metode FTA dilakukan melalui proses identifikasi *top event* dan penjabaran penyebabnya secara logis dan bertingkat. Berikut *basic event* pada setiap sub risiko:
 - a. Sub risiko tersengat aliran listrik terdapat 5 *basic event* yaitu Tidak menggunakan APD, Tidak taat prosedur, Kabel mesin terbuka, Tidak ada stok APD di Gudang, Kurangnya pelatihan K3.

- b. Sub risiko keausan kabel pada jalur *crane* dan *reefer yard* terdapat 3 *basic event* yaitu Paparan lingkungan ekstrem, Tidak ada jadwal penggantian kabel, Tidak ada dokumentasi umur kabel.
 - c. Sub risiko infrastruktur listrik terminal sudah tua terdapat 4 *basic event* yaitu Tidak ada pencatatan umur pakai, Jadwal inspeksi tidak dijalankan, Kabel dan panel belum diganti, Audit sistem kelistrikan kurang maksimal.
 - d. Sub risiko pekerja tidak mematuhi SOP terdapat 5 *basic event* yaitu Pekerja terbiasa bekerja tanpa prosedur, Tidak ada sanksi bagi pelanggaran SOP, SOP Belum terupdate, Tidak ada evaluasi kerja berkala, Pelatihan SOP tidak disosialisasikan dengan baik.
3. Upaya mitigasi risiko instalasi listrik prioritas pada departemen Fasilitas Terminal dapat dilakukan dengan menyesuaikan strategi pengendalian berdasarkan analisis tingkat risiko. Berikut pengendalian risiko dengan probabilitas tertinggi yaitu tersengat aliran listrik dilakukan melalui lima langkah, yaitu:
- a. Pemeriksaan rutin dan penggantian kabel mesin terbuka
 - b. Peningkatan kepatuhan penggunaan APD melalui sosialisasi, signage, dan sanksi
 - c. Pengelolaan stok APD secara berkala dengan sistem pemantauan dan kerja sama dengan supplier
 - d. Peningkatan kepatuhan terhadap prosedur kerja melalui pengawasan, pelatihan ulang, dan evaluasi SOP
 - e. Pelatihan K3 secara rutin dengan kurikulum khusus dan evaluasi kompetensi.

Seluruh pengendalian ini bertujuan menurunkan potensi kecelakaan listrik dan membangun budaya keselamatan kerja di lingkungan terminal.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut merupakan saran yang dapat diberikan.

1. Perusahaan dapat menerapkan usulan langkah mitigasi dari penelitian ini sehingga mitigasi risiko di perusahaan dapat berjalan dengan tepat sasaran dan mengurangi kerugian yang dapat ditimbulkan.
2. Perusahaan dapat menggunakan penelitian ini sebagai acuan metode untuk pengukuran dan evaluasi risiko yang ada di perusahaan sehingga pengelolaan risiko di perusahaan dapat dilakukan secara efektif.
3. Bagi penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian pada departemen lainnya di perusahaan agar dapat mengetahui keseluruhan risiko di perusahaan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, S., 2000. **Manajemen Transportasi**. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Admin, 2024. *Fault Tree Analysis (FTA) - Fungsi, Metode, Simbol dan Langkah Pembuatan*. [Online] Available at: <https://www.kajianpustaka.com/2023/06/fault-tree-analysis-fta.html>
- Aprianto, T., Setiawan, I. & Purba, H. H., 2021. *Implementasi metode Failure Mode and Effect Analysis pada Industri di Asia - Kajian Literatur*. **Jurnal Manajemen & Teknik Industri – Produksi** Vol. XXI, No.2, pp. 165-174. Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- Asir, M. et al., 2023. *Peran Manajemen Risiko Dalam Meningkatkan Kinerja Perusahaan: Studi Manajemen Sumber Daya Manusia*. **Entrepreneurship Bisnis Manajemen Akuntansi**, Vol.4, No.1, pp. 32-42, Universitas Airlangga, Surabaya.
- Belu, N., Ionescu, L. M. & Rachieru, N., 2019. *Risk-cost model for FMEA approach through Genetic algorithms – A case study in automotive industry*. s.l., **IOP Publishing**, pp. 1-8.
- Djamal, N., Azizi, Rifki, 2015. *Identifikasi Dan Rencana Perbaikan Penyebab Delay Produksi Melting Proses Dengan Konsep Fault Tree Analysis (Fta) Di PT. XYZ*. **Jurnal Intech Teknik Industri**, Vol.1, No.1, pp. 34-45, Universitas Serang Raya, Banten.
- Emo, M. & Mira, R. D. P., 2024. **Ekspor Menurut Moda Transportasi 2022 dan 2023**. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Hanafi, M. M., 2016. **Manajemen Risiko**. Yogyakarta: UPP AMP YKPN.
- Hardiansah, 2023. *Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) (Studi Kasus)*. **Jurnal Teknik Industri**, Vol.1, No.1, pp. 1-9, Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Ivander, D. L. & Papilaya, F. S., 2023. *Analisis Manajemen Risiko Teknologi Informasi Menggunakan Framework ISO 31000:2018*. **Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer**, Volume 4, pp. 1042-1051, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.

- Kadang, Z., Arungradang, T. A. R. & Neyland, J. S. C., 2023. *Implementasi Metode Fault Tree Analysis Dalam Meminimalkan Risiko Kecelakaan Kerja Pada Perawatan Rubber Tyred Gantry di Terminal Petikemas PT. Pelindo IV Bitung*. **Jurnal Tekno Mesin**, Vol.9, No.2, pp. 73-84, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Kartikasari , V. & Romadhon, H., 2019. *Analisa Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Proses Pengalengan Ikan Tuna Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) Studi kasus di PT XXX Jawa Timur*. **Journal of Industrial View**, Vol.1, No.1, pp. 1-10, Universitas Merdeka Malang, Malang.
- Keynes, J. N., Ricardo, D. & Gonner, E. C. K., 1891. **The Scope and Method of Political Economy**. London: Macmillan and Co.
- Khrisdamara, B. & Andesta, D., 2022. *Analisis Penyebab Kerusakan Head Truck-B44 Menggunakan Metode FMEA dan FTA (Study Kasus : PT. Bima Site Pelabuhan Berlian)*. **Serambi Engineering**, Vol.VII, No.3, pp. 3303-3313, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik.
- McDermott, R. E., Mikulak, R. J. & Beauregard, M., 2009. **The Basics of FMEA**. New York: Productivity Press.
- Nugroho, G., 2020. *Redesain Terminal Bus di Pelabuhan Bakauheni*. **Jurnal Poster Pirata Syandana**.
- Ouache, R., Adham, A, A, J., & Rasydan, A. *Technical Methods for the Risk Assessment at an Industry System:Review Paper*. **International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)**, Vol.3, No.2, pp. 1602-1611, University Malaysia Pahang, Malaysia.
- Pangestuti, D. C., Nastiti, H. & Husniaty, A. R., 2022. *Analisis Risiko Operasional Dengan Metode FMEA*. **Jurnal Akuntansi, Ekonomi dan Manajemen Bisnis**, Vol.10, No.2, pp. 177-186, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta.
- Pibisono, A., Suprpto. & Ahya, R., 2020. *Analisis Kegagalan Maintenance unit Produksimenggunakan Metode Fmea Dan Ftadi Pt.Saptaindra Sejati*. **JAPTI: Jurnal Aplikasi Ilmu Teknik Industri**, Vol.1, No2, pp. 53-62, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Jawa Tengah.
- Priyanto, E., 2021. **Manajemen Operasional Pelabuhan: Strategi Efisiensi dan Inovasi**. Yogyakarta: Deepublish.
- Purnomo, A., Syafrianita & Pratama, M. F., 2024. *Analisis Biaya Risiko Proses Produksi Teh : Mitigasi Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis*

dan Fault Tree Analysis. Logistics and Accaounting Development Journal, Vol.5, No.1, pp. 177-185, Universitas Logistik dan Bisnis Internasional, Bandung.

Sayogo, B. et al., 2014. **PUIL 2011 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik)**. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Sirait, N. M. & Susanty, A., 2016. *Analisis Risiko Operasional Berdasarkan Pendekatan Enterprise Risk Management (ERM) pada Perusahaan Pembuatan Kardus di CV Mitra Dunia Palletindo*. **Industrial Engineering Online Journal**, Vol.5, No.4, pp. 1-10, Universitas Diponegoro, Semarang.

Soputan, G. E. M., Sompie, B. F. & Mandagi, R. J. M., 2014. *Manajemen Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) (Study Kasus Pada Pembangunan Gedung SMA Eben Haezar)*. **Jurnal Ilmiah Media Engineering**, Vol.4, No.4, pp. 229-238, Universitas Sam Ratulangi, Sulawesi Utara.

Suryomukti, M. & Saragih, Y., 2024. *Analisis Risiko di Area Switchyard PT.PLN Gardu Induk Kosambi Menggunakan Metode HIRARC*. **JEBT: Jurnal Energi Baru & Terbarukan**, Vol.5, No.2, pp 1-11, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jawa Barat.

Terbarukan, D. J. K. d. E. B., 2000. **Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)**. Jakarta: Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.

TPS, 2021. **Annual Report**, s.l.: TPS.

TPS, 2025. *Profil perusahaan*. [Online] Available at: <https://www.tps.co.id/>

Wicaksono, A & Yuamita, F. *Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Meminimalkan Cacat Kaleng Di PT XYZ*. **Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)**, Vol.1, No.3, pp. 145-154, Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta.

Vesely, W. E., Goldberg, F. F., Roberts, N. H. & Haasl, D. F., 1981. **Fault Tree Handbook**. Washington, D.C., Amerika Serikat: U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC).

Yunus, A. R., Nugroho, A. P. & Putra, R. N. P., 2022. *Standar Waktu Pelayanan Truck Round Time dalam Meningkatkan Kinerja Receiving di PT. Terminal Peti Kemas Surabaya*. **Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhanan**, Vol.12, No.2, pp. 132-145, Universitas Hang Tuah, Surabaya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil wawancara data arus peti kemas 2020-2024, Angka ketidaksesuaian (Investigasi Kecelakaan) 2024 dan Jumlah kegagalan instalasi listrik 2022-2024

Hari, Tanggal : Jumat, 20 Desember 2024

Expert : *Superitenden* Sistem Manajemen

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan, didapatkan Kesimpulan sebagai berikut :

1. Mayoritas Pelabuhan yang ada di Kawasan tanjung perak merupakan milik Pelindo grup. Pelabuhan lain selain milik Pelindo grup merupakan TUKS (Terminal Untuk Keperluan Sendiri) contohnya adalah TUKS milik PT. Pertamina.
2. Perusahaan Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya merupakan salah satu terminal milik Pelindo grup yang memegang *market share* tertinggi dalam arus petikemas internasional di Kawasan Surabaya, yaitu sebesar 83% dan 3% untuk *market share* domestiknya. Oleh karena itu Perusahaan Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya juga ditarget tinggi oleh SPTP setiap tahunnya daripada Perusahaan terminal petikemas yang lain dibawah Pelindo Grup.
3. Arus Petikemas Perusahaan tahun 2020-2024
 - a. Tahun 2020 :
 - RKAP : 1.395.219 TEUs
 - Realisasi : 1.379.630 TEUs
 - b. Tahun 2021
 - RKAP : 1.396.713 TEUs
 - Realisasi : 1.415.644 TEUs
 - c. Tahun 2022
 - RKAP : 1.461.465 TEUs
 - Realisasi : 1.366.189 TEUs

- d. Tahun 2023
 - RKAP : 1.390.853 TEUs
 - Realisasi : 1.449.641 TEUs
 - e. Tahun 2024 sampai bulan September
 - RKAP : 1.024.085 TEUs
 - Realisasi : 1.167.043 TEUs
 - f. RKAP SPTP : 1.625.490 TEUs
4. Perusahaan menerapkan prosedur *safety* yang baik untuk karyawannya sehingga setiap ada kejadian ketidaksesuaian yang dapat menimbulkan risiko dapat dilaporkan dan dimonitoring secara langsung. Monitoring ketidaksesuaian dapat diakses oleh seluruh pegawai Perusahaan.
 5. Departemen Fasilitas Terminal berada diurutan keempat dalam ketidaksesuaian, sehingga pada Departemen Fasilitas Terminal memiliki banyak potensi risiko operasional khususnya pada instalasi listrik yang berada dibawah wewenang departemen tersebut. Pada Departemen Fasilitas Terminal ditemukan angka kegagalan pada instalasi listrik setiap tahunnya terus meningkat.
 6. Berikut merupakan angka ketidaksesuaian (investigasi kecelakaan) sampai dengan Desember 2024

Nama Departemen	Jumlah Ketidaksesuaian
Operasi Terminal	314 Kejadian
Peralatan Terminal	157 Kejadian
K3, Lingkungan & Keamanan	144 Kejadian
Fasilitas Terminal	121 Kejadian
Perencanaan Operasional & Proses Bisnis	80 Kejadian
Sumber Daya Manusia & Umum	32 Kejadian
Teknologi Informasi	8 Kejadian
Perencanaan & Persediaan	7 Kejadian
Komersial & Pengembangan Bisnis	7 Kejadian
Sekretaris Perusahaan	3 Kejadian

7. Berikut merupakan angka kegagalan instalasi listrik pada tahun 2022-2024

Tahun	Jumlah kegagalan instalasi listrik
2022	911 kali
2023	952 kali
2024	984 kali

8. Estimasi kerugian finansial jika terjadi downtime (kontainer 20 ft)

Komponen	Estimasi
Rata-rata bongkar muat petikemas per jam	± 20 kontainer/jam
Biaya jasa bongkar muat per kontainer (THC)	± Rp500.000/kontainer
Pendapatan per jam operasional	$20 \times \text{Rp}500.000 = \text{Rp}10.000.000$
Estimasi biaya listrik per jam + tenaga kerja idle	± Rp2.000.000/jam
Total potensi kerugian per jam downtime	Rp12.000.000/jam

Jadi, jika downtime terjadi selama 4 jam, kerugian Perusahaan bisa mencapai:

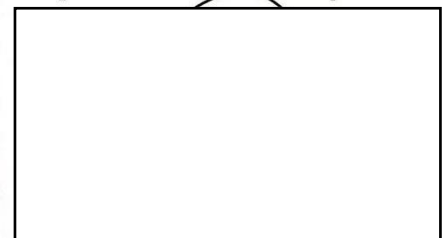
$$\text{Kerugian} = 4 \times \text{Rp}12.000.000 = \text{Rp}48.000.000$$

9. Estimasi profit jika tidak terjadi downtime (Per hari operasional)

Komponen	Estimasi
Jam operasional efektif per hari	20 jam (dengan toleransi maintenance & istirahat)
Total potensi pendapatan harian	$20 \times \text{Rp}10.000.000 = \text{Rp}200.000.000$
Biaya tetap & operasional harian	± Rp80.000.000
Estimasi laba bersih harian (tanpa downtime)	± Rp120.000.000

Mengetahui,

Superintenden Sistem Manajemen



Lampiran 2. Hasil wawancara identifikasi risiko



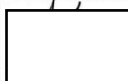
Hari, Tanggal: 29 April 2025

Narasumber: Expert 1 (ST), Expert 2 (DT), Expert 3 (AS)

Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan didapatkan Kesimpulan sebagai berikut:

1. Departemen Fasilitas Terminal bertanggung jawab terhadap pengelolaan, pemeliharaan, dan pengembangan seluruh fasilitas fisik, utilitas dan instalasi yang mendukung kegiatan bongkar muat di area terminal petikemas dan dermaga. Pemeliharaan dilakukan secara *preventif*, *korektif* dan *prediktif* Departemen ini memastikan bahwa seluruh infrastruktur dan instalasi penunjang operasional berada dalam kondisi aman, fungsional, dan sesuai dengan standar keselamatan kerja. Tugas utama Departemen Fasilitas Terminal meliputi:
 - a. Pemeliharaan Infrastruktur
 - b. Manajemen Instalasi Listrik
 - c. Pengelolaan *Utilitas* dan Sarana Pendukung
 - d. Koordinasi Perbaikan dan *Revitalisasi*
 - e. Pengawasan Keselamatan dan Kepatuhan Teknis
2. Manajemen instalasi listrik memegang peranan krusial dalam menjamin kelangsungan, keselamatan, dan efisiensi operasional di lingkungan industri dan logistik, termasuk terminal bongkar muat petikemas. Pada setiap proses pengerjaan dan pemeliharaan instalasi Listrik, seringkali terjadi ketidaksesuaian atau kejadian risiko. Kejadian yang terjadi bisa sangat beragam dan berbeda pada setiap proses layanan Perusahaan.
3. Berikut merupakan kejadian risiko yang pernah dan berpotensi terjadi pada instalasi listrik perusahaan dalam pengelompokkan kategori risiko operasional:
 - a. Risiko Internal

1. Keausan kabel pada jalur *crane* dan *reefer yard*
 2. Konektor panel yang longgar akibat getaran alat berat
 3. Overload pada distribusi daya
 4. Plug petikemas *reefer* belum terpasang
 5. Peralatan yang tidak tersertifikasi
 6. Infrastruktur listrik terminal sudah tua
- b. Risiko Manusia
1. Kelalaian pekerja operator kabel petikemas *reefer* belum dilepas dari *plug*
 2. Tersengat aliran listrik
 3. Pekerja melakukan pemasangan kabel tanpa mematikan panel utama
 4. Pekerja sakit
 5. Pekerja tidak mematuhi SOP
 6. Kelalaian saat mengganti kabel *reefer*
- c. Risiko Sistem
1. Konsleting listrik pada alat kerja yang digunakan
 2. Step pekerjaan terlewat
 3. Integrasi buruk antar sistem otomatis crane
 4. Konsleting Listrik pada alat kerja
 5. Gagalnya proteksi panel saat lonjakan tegangan pada operasional malam
- d. Risiko Eksternal
1. Cuaca ekstrem (hujan dan badai)
 2. Pemadaman mendadak dari PLN
 3. Sambaran petir
 4. Banjir pasang yang dapat merendam sebagian instalasi di dekat dermaga

Validasi		
Waktu: 29 April 2025		Tempat: Surabaya
		
CS Dipakai dengan	CamScanner	AS

Lampiran 3. Formulir wawancara identifikasi risiko

Nama Expert Judgement :

Jabatan : SVP Fasilitas Terminal

Lama Bekerja : 13 Tahun

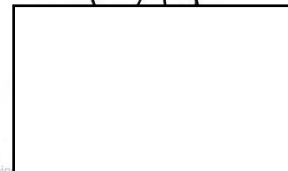
No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apa saja risiko yang terjadi pada instalasi Listrik? Jika berdasarkan pada kategori risiko <i>Internal</i> , <i>Eksternal</i> , <i>Human Error</i> dan Proses/Sistem	<p>a. <i>Internal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Keausan kabel pada jalur <i>crane</i> dan <i>reefer yard</i> - Konektor panel yang longgar akibat getaran alat berat <p>b. <i>Eksternal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuaca ekstrem badai di dermaga - Banjir pasang yang dapat merendam sebagian instalasi di dekat dermaga <p>c. <i>Human Error</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kelalaian pekerja operator kabel petikemas <i>reefer</i> belum dilepas dari <i>plug</i> - Tersengat aliran Listrik, pekerja sakit <p>d. Proses/Sistem</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konsleting Listrik pada alat kerja yang digunakan - Step pekerjaan terlewat
2.	Apa kemungkinan efeknya terhadap kinerja?	<p>a. <i>Internal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Keausan kabel pada jalur <i>crane</i> dan <i>reefer yard</i>: Gangguan pada suplai daya ke alat berat, <i>downtime</i> operasional <i>crane</i> dan <i>container reefer</i> - Konektor panel yang longgar akibat getaran alat berat: Terputusnya aliran listrik secara tiba-tiba, menimbulkan panas berlebih yang berpotensi menyebabkan konsleting atau kebakaran. <p>b. <i>Eksternal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuaca ekstrem badai di dermaga: Mengganggu kegiatan bongkar muat di dermaga yang mengakibatkan <i>downtime</i> - Banjir pasang yang dapat merendam sebagian instalasi di dekat dermaga: Merendam bagian instalasi, menyebabkan korsleting dan memerlukan <i>shutdown</i> sistem. <p>c. <i>Human Error</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kelalaian pekerja operator kabel petikemas <i>reefer</i> belum dilepas dari <i>plug</i>: Kerusakan kabel, tertarik secara

		<p>paksa saat petikemas dipindahkan, hingga konsleting.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tersengat aliran Listrik, pekerja sakit: Menyebabkan kecelakaan kerja serius, menghambat operasional <p>d. Proses/Sistem</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konsleting Listrik pada alat kerja yang digunakan: Kerusakan alat, potensi kebakaran, dan <i>downtime</i>. - Step pekerjaan terlewat: Ketidaksesuaian prosedur yang dapat menimbulkan kerusakan sistem atau membahayakan pekerja.
3.	Apa penyebab utama risiko tersebut?	<p>a. <i>Internal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Keausan kabel pada jalur <i>crane</i> dan <i>reefer yard</i>: Umur pakai kabel yang tinggi - Konektor panel yang longgar akibat getaran alat berat: Getaran dari alat berat yang terus-menerus, serta pemasangan konektor yang tidak terkunci sempurna. <p>b. <i>Eksternal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuaca ekstrem badai di dermaga: Cuaca badai yang tak menentu - Banjir pasang yang dapat merendam sebagian instalasi di dekat dermaga: Faktor pasang surut air laut, Sistem drainase tidak optimal <p>c. <i>Human Error</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kelalaian pekerja operator kabel petikemas reefer belum dilepas dari plug: Kurangnya pengawasan saat proses lepas/pasang kabel - Tersengat aliran Listrik, pekerja sakit: Kurangnya pelatihan K3, Tidak menggunakan APD, Kabel mesin yang terbuka <p>d. Proses/Sistem</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konsleting Listrik pada alat kerja yang digunakan: Kurangnya pengecekan alat sebelum digunakan - Step pekerjaan terlewat: SOP yang tidak diikuti secara disiplin.
4.	Bagaimana rencana pengendalian yang akan dilakukan?	<p>a. <i>Internal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Keausan kabel pada jalur <i>crane</i> dan <i>reefer yard</i>: Mengganti kabel yang telah aus dan memperkuat sistem pelabelan kabel - Konektor panel yang longgar akibat getaran alat berat: Pemasangan pengunci mekanik pada konektor panel serta pemeriksaan pengencangan berkala <p>b. <i>Eksternal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuaca ekstrem badai di dermaga: Memantau perkiraan cuaca di BMKG,

		<p>menyediakan alat pendeteksi angin berupa <i>windsock</i> dan anemometer</p> <ul style="list-style-type: none"> - Banjir pasang yang dapat merendam sebagian instalasi di dekat dermaga: Relokasi instalasi listrik penting ke posisi yang lebih tinggi <p>c. <i>Human Error</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kelalaian pekerja operator kabel petikemas reefer belum dilepas dari plug: Membuat <i>checklist</i> digital untuk pemasangan/lepas kabel reefer, untuk pemantauan. - Tersengat aliran Listrik, pekerja sakit: Pengajuan pelatihan dan sertifikasi ulang teknisi kelistrikan setiap 6 bulan. <p>d. Proses/Sistem</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konsleting Listrik pada alat kerja yang digunakan: Penerapan prosedur inspeksi alat kerja harian - Step pekerjaan terlewat: Mengkaji ulang SOP dan memastikan setiap staff ahli berpegang teguh dengan SOP.
--	--	---

Surabaya, 22 April 2025

SVP Fasilitas Terminal



CS Dipin

Nama Expert Judgement :

Jabatan : VP Fasilitas Terminal

Lama Bekerja : 8 Tahun

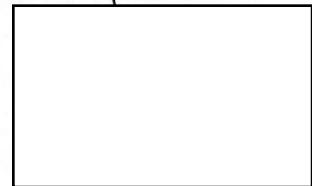
No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apa saja risiko yang terjadi pada instalasi Listrik? Jika berdasarkan pada kategori risiko <i>Internal</i> , <i>Eksternal</i> , <i>Human Error</i> dan Proses/Sistem	<p><i>e. Internal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Peralatan yang tidak tersertifikasi - Infrastruktur Listrik terminal sudah tua <p><i>f. Eksternal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sambaran petir di area terbuka seperti <i>container yard</i> - Adanya badai di dermaga <p><i>g. Human Error</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pekerja tidak mematuhi SOP - Kelalaian saat mengganti kabel <i>reefer</i> <p><i>h. Proses/Sistem</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Konsleting Listrik pada alat kerja - Gagalnya proteksi panel saat lonjakan tegangan pada operasional malam
2.	Apa kemungkinan efeknya terhadap kinerja?	<p><i>a. Internal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Peralatan yang tidak tersertifikasi: Meningkatkan potensi kerusakan alat dan kecelakaan kerja - Infrastruktur Listrik terminal sudah tua: Frekuensi gangguan Listrik meningkat sehingga menimbulkan <i>downtime</i> <p><i>b. Eksternal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sambaran petir di area terbuka seperti <i>container yard</i>: Merusak peralatan dan mematikan sistem secara mendadak. - Adanya badai di dermaga: Menghentikan aktivitas lapangan (pengangkatan kontainer, sambungan kabel, dll). <p><i>c. Human Error</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pekerja tidak mematuhi SOP: Menurunkan efisiensi dan keselamatan kerja. - Kelalaian saat mengganti kabel <i>reefer</i>: Menyebabkan kerusakan plug dan kerusakan muatan di dalam kontainer (misalnya barang beku). <p><i>d. Proses/Sistem</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Konsleting Listrik pada alat kerja: Berpotensi menimbulkan kecelakaan atau kebakaran kecil, yang dapat menghentikan area kerja untuk sementara. - Gagalnya proteksi panel saat lonjakan tegangan pada operasional malam: Menghentikan operasional malam hari,

		di mana jam kerja terbatas dan teknisi tidak lengkap.
3.	Apa penyebab utama risiko tersebut?	<p><i>a. Internal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Peralatan yang tidak tersertifikasi: Pengadaan alat tanpa verifikasi kualitas dan standar nasional/internasional (SNI, IEC) - Infrastruktur Listrik terminal sudah tua: Kabel dan panel telah melewati umur pakai. <p><i>b. Eksternal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sambaran petir di area terbuka seperti <i>container yard</i>: Kurangnya sistem penangkal petir yang memadai di area terbuka - Adanya badai di dermaga: Faktor cuaca <i>ekstrem</i> di bulan bulan tertentu. <p><i>c. Human Error</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pekerja tidak mematuhi SOP: Kurangnya pelatihan, pengawasan longgar, dan budaya disiplin kerja yang belum kuat - Kelalaian saat mengganti kabel <i>reefer</i>: Pekerja yang teledor <p><i>d. Proses/Sistem</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Konsleting Listrik pada alat kerja: Alat tidak diuji secara berkala, tidak memenuhi standar kelistrikan - Gagalnya proteksi panel saat lonjakan tegangan pada operasional malam: <i>overload</i> akibat aktivitas malam intensif.
4.	Bagaimana rencana pengendalian yang akan dilakukan?	<p><i>a. Internal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Peralatan yang tidak tersertifikasi: Audit dan penggantian peralatan listrik yang tidak tersertifikasi - Infrastruktur Listrik terminal sudah tua: Penggantian kabel, MCB, panel, dan konektor berdasarkan usia pakai dan hasil inspeksi <p><i>b. Eksternal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sambaran petir di area terbuka seperti <i>container yard</i>: Pemasangan sistem penangkal petir lengkap dengan grounding area <i>container yard</i> - Adanya badai di dermaga: Menyalakan sirine peringatan apabila kecepatan angin lebih besar dari 12,5 m/s, melakukan drill badai dan angin kencang sebagai bentuk simulasi prosedur evakuasi saat terjadi badai dan angin kencang <p><i>c. Human Error</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pekerja tidak mematuhi SOP: Pelatihan ulang SOP teknis dan

		<p>keselamatan kerja untuk seluruh teknisi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kelalaian saat mengganti kabel <i>reefer</i>: Penerapan sistem checklist wajib saat mengganti kabel <i>reefer</i>, dengan <i>superintendent</i> langsung. <p>d. Proses/Sistem</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konsleting Listrik pada alat kerja: Pemeriksaan alat kerja sebelum digunakan setiap hari - Gagalnya proteksi panel saat lonjakan tegangan pada operasional malam: Kalibrasi ulang dan penggantian alat proteksi (<i>relay, fuse</i>) di panel setiap 6 bulan.
--	--	---

Surabaya, 24 April 2025

VP Fasilitas Terminal



Dipindai dengan CamScanner

Nama Expert Judgement :

Jabatan : *Superintendent* Pengendalian Instalasi Fasilitas

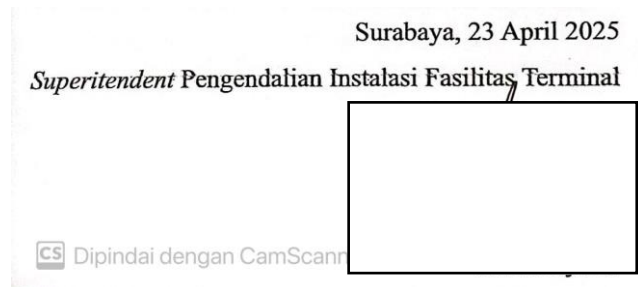
Terminal

Lama Bekerja : 10 Tahun

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apa saja risiko yang terjadi pada instalasi Listrik? Jika berdasarkan pada kategori risiko <i>Internal</i> , <i>Eksternal</i> , <i>Human Error</i> dan Proses/Sistem	<i>i. Internal</i> <ul style="list-style-type: none">- <i>Overload</i> pada distribusi daya- Plug petikemas refer belum terpasang <i>j. Eksternal</i> <ul style="list-style-type: none">- Pemadaman mendadak dari PLN- Faktor cuaca hujan <i>k. Human Error</i> <ul style="list-style-type: none">- Pekerja melakukan pemasangan kabel tanpa mematikan panel utama- Pekerja sakit <i>l. Proses/Sistem</i> <ul style="list-style-type: none">- Integrasi buruk antar sistem otomatis crane.
2.	Apa kemungkinan efeknya terhadap kinerja?	<i>a. Internal</i> <ul style="list-style-type: none">- <i>Overload</i> pada distribusi daya: Gangguan operasional, pemadaman sebagian system di terminal maupun dermaga- Plug petikemas refer belum terpasang: Kerusakan muatan (khususnya barang yang butuh pendingin). <i>b. Eksternal</i> <ul style="list-style-type: none">- Pemadaman mendadak dari PLN: Menghentikan operasi <i>crane</i> dan peralatan vital, menunda proses bongkar muat.- Faktor cuaca hujan: Korsleting, <i>downtime</i> <i>c. Human Error</i> <ul style="list-style-type: none">- Pekerja melakukan pemasangan kabel tanpa mematikan panel utama: Risiko pekerja tersetrum, kerusakan peralatan- Pekerja sakit: Keterlambatan <i>maintenance</i>, berefek pada pekerjaan molor dan tidak sesuai target <i>d. Proses/Sistem</i> <ul style="list-style-type: none">- Integrasi buruk antar sistem otomatis crane: Disinkronisasi alat berat, tabrakan alat, kerusakan logistik.
3.	Apa penyebab utama risiko tersebut?	<i>a. Internal</i> <ul style="list-style-type: none">- <i>Overload</i> pada distribusi daya: Perencanaan kapasitas listrik tidak sesuai dengan beban aktual,

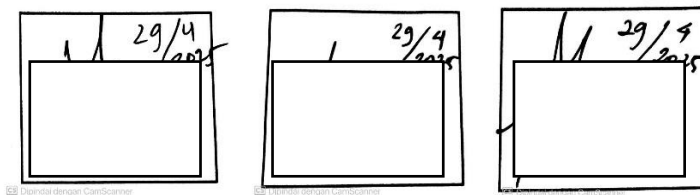
		<p>penambahan peralatan baru tanpa evaluasi ulang sistem</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plug petikemas refer belum terpasang: Kurangnya pengecekan harian, biasanya operator melewati konfirmasi saat pemasangan <i>plug</i> <p>b. <i>Eksternal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pemadaman mendadak dari PLN: Ketergantungan total terhadap suplai <i>eksternal</i> tanpa sistem cadangan. - Faktor cuaca hujan: Instalasi listrik luar ruangan tidak terlindungi sempurna sehingga saat hujan terkena percikan dan mengganggu sistemnya, saat hujan pengerjaan instalasi tidak dapat dilanjutkan <p>c. <i>Human Error</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pekerja melakukan pemasangan kabel tanpa mematikan panel utama: Kurangnya pelatihan K3, Kelalaian prosedur kerja - Pekerja sakit: Kondisi cuaca tidak menentu, kondisi Kesehatan menurun, tercemar virus dari luar <p>d. Proses/Sistem</p> <ul style="list-style-type: none"> - Integrasi buruk antar sistem otomatis crane: Kurangnya standarisasi <i>software</i> dan <i>interface</i> antar unit <i>crane</i>.
4.	Bagaimana rencana pengendalian yang akan dilakukan?	<p>a. <i>Internal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Overload</i> pada distribusi daya: Melakukan audit sistem kelistrikan untuk mengetahui kapasitas aktual terhadap beban dan harus rutin melakukan evaluasi saat audit internal, Pemasangan MCB (<i>Miniature Circuit Breaker</i>) atau proteksi overload otomatis di tiap jalur distribusi. - <i>Plug</i> petikemas <i>refer</i> belum terpasang: Lebih mengetatkan SOP dan <i>checklist</i> harian pemasangan <i>plug</i> sebelum crane mulai bekerja, Implementasi sistem notifikasi atau alarm jika <i>plug</i> belum terpasang pada waktu tertentu <p>b. <i>Eksternal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pemadaman mendadak dari PLN: Berkoordinasi dengan PLN untuk mendapatkan jadwal pemeliharaan agar dapat mengantisipasi pemadaman terencana, Membangun sistem otomatis transfer daya (ATS) agar transisi ke sumber daya cadangan lebih cepat dan stabil - Faktor cuaca hujan: Melindungi panel distribusi <i>outdoor</i> dan <i>plug refer</i> dengan pelindung tahan air (<i>IP-rated enclosure</i>) <p>c. <i>Human Error</i></p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Pekerja melakukan pemasangan kabel tanpa mematikan panel utama: Pelatihan ulang K3 kelistrikan dan praktik aman kerja untuk semua teknisi, memberi tanda peringatan besar dan lampu indikator aktif di setiap panel utama - Pekerja sakit: Menyusun jadwal kerja rotasi dan sistem backup personel atau teknisi cadangan, Mengarahkan pekerja untuk selalu menjaga Kesehatan dan memberikan obar obatan pada pekerja <p>d. Proses/Sistem</p> <ul style="list-style-type: none"> - Integrasi buruk antar sistem otomatis <i>crane</i>: Audit sistem kontrol dan <i>software</i> yang digunakan oleh <i>unit-unit crane</i>, pastikan kompatibilitasnya.
--	--	--



Lampiran 4. Kuisioner untuk pengolahan data metode FMEA

Nama Expert Judgement : ST, DT dan AS
Jabatan : SVP, VP dan *Superintendent* Pengendalian
Instalasi Fasilitas Terminal
Lama Bekerja : 8-13 Tahun
Validasi :



Adapun tujuan dari kuisioner ini yaitu untuk mengetahui penilaian risiko pada kegiatan operasional Perusahaan salah satunya yakni berupa kegiatan proses bisnis pada instalasi listrik Perusahaan Jasa Penyedia Terminal dan Bongkar Muat Surabaya. Kuisioner ini terdiri dari penentuan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* guna menganalisis risiko agar ditemukan risiko prioritas dengan menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil kuisioner ini akan diolah lebih lanjut dan digunakan untuk kepentingan akademik berupa Tugas Akhir.

Segala aktivitas serta seluruh data yang diperoleh murni untuk kepentingan peneliti dan Pendidikan. Atas Kerjasama dan kesediaan Bapak/Ibu dalam mengisi kuisioner ini, saya ucapkan terima kasih.

I. Petunjuk Pengisian Kuisioner

1. Bapak/Ibu diminta untuk mengisi kuisioner dengan cara memberikan nilai/angka dengan skala 1-10 pada tabel yang mempresentasikan jawaban dari masing-masing pertanyaan
2. Kriteria dalam penilaian risiko mengacu pada buku "*The Basic of FMEA*" oleh McDermott.

II. Skala Penilaian

Berikut kriteria *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*.

Tabel 1. Tingkat Dampak/keparahan dari kejadian risiko
(*severity*)

Dampak	Kriteria Keparahan	Peringkat
Kegagalan untuk memenuhi persyaratan keselamatan dan/atau peraturan	Kegagalan membahayakan tanpa adanya peringatan terlebih dahulu	10
	Kegagalan membahayakan dengan adanya peringatan terlebih dahulu	9
Hilangnya atau degradasi fungsi primer/fungsinya	Kegagalan memberikan efek terhadap hilangnya fungsi utama	8
	Kegagalan memberikan efek terhadap penurunan fungsi utama	7
Hilangnya atau degradasi fungsi sekunder	Kegagalan memberikan efek terhadap hilangnya fungsi sekunder	6
	Kegagalan memberikan efek terhadap penurunan fungsi sekunder	5
Gangguan	Kegagalan memberikan efek yang berpengaruh pada mayoritas 2 pekerja (>75%)	4
	Kegagalan memberikan efek yang berpengaruh pada separuh pekerjaan (>50%)	3
	Kegagalan memberikan efek yang berpengaruh pada minoritas pekerjaan (>25%)	2
Tidak ada dampak	Kegagalan tidak memberikan efek	1

Tabel 2. Tingkat Probabilitas (*Occurrence*)

Kemungkinan Kegagalan	Tingkat Kemungkinan Kegagalan	Peringkat
Sangat Tinggi	Hampir selalu terjadi dalam sebulan (>10 kali)	10
Tinggi	Sangat sering dalam sebulan (9 kali)	9
	Sering dalam sebulan (8 kali)	8
	Cukup sering dalam sebulan (7 kali)	7
Sedang	Sedikit sering dalam	6

Kemungkinan Kegagalan	Tingkat Kemungkinan Kegagalan	Peringkat
	sebulan (6 kali)	
	Jarang terjadi dalam sebulan (5 kali)	5
	Sedikit jarang terjadi dalam sebulan (4 kali)	4
Rendah	Cukup jarang terjadi dalam sebulan (3 kali)	3
	Sangat jarang terjadi dalam sebulan (2 kali)	2
Sangat rendah	Hampir tidak pernah terjadi dalam sebulan (0-1 kali)	1

Tabel 3 Tingkat Deteksi (*Detection*)

Kemungkinan Kegagalan Terdeteksi	Peluang Terdeteksi	Peringkat
Hampir Mustahil	Kegagalan tidak mungkin terdeteksi melalui pengecekan	10
Sangat kecil	Pengecekan gagal sehingga tidak mampu mendeteksi kegagalan	9
Kecil	Pengecekan berpeluang sangat kecil bisa mendeteksi kegagalan	8
Sangat rendah	Pengecekan berpeluang kecil bisa mendeteksi kegagalan	7
Rendah	Pengecekan kemungkinan bisa mendeteksi kegagalan	6
Sedang	Pengecekan berpeluang besar bisa mendeteksi kegagalan	5
Cukup tinggi	Pengecekan berpeluang sangat besar bisa mendeteksi kegagalan	4
Tinggi	Pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	3
Sangat tinggi	Pengecekan hampir selalu bisa mendeteksi kegagalan	2
Hampir pasti	Pengecekan selalu bisa mendeteksi kegagalan	1

III. Contoh Pengisian Kuisisioner

Pengisian pada kolom *Severity*, *Occurrence*, *Detection* dengan penulisan peringkat (angka) sesuai dengan tabel kriteria masing masing

Risiko	Kode	Sub Risiko	Severity (Tabel 1)	Occurrence (Tabel 2)	Detection (Tabel 3)
Kegagalan Eksternal	E1	Cuaca ekstrem badai	7	6	5
	E2	Pemadaman mendadak dari PLN	8	7	4
	E3	Sambaran petir	9	5	6

IV. Lembar Pengisian Kuisisioner

Tabel penilaian SOD para *Expert Judgement*

1. Tabel penilaian SOD ST

Risiko	Kode	Sub Risiko	Severity (Tabel 1)	Occurrence (Tabel 2)	Detection (Tabel 3)
Internal	I1	Kerusakan kabel pada jalur crane dan reefer yard	9	6	5
	I2	Konektor panel yang longgar akibat getaran alat berat	8	3	5
	I3	Overload pada distribusi daya	8	4	5
	I4	Plug petikemas refer belum terpasang	7	5	4

Risiko	Kode	Sub Risiko	Severity (Tabel 1)	Occurrence (Tabel 2)	Detection (Tabel 3)
	I5	Peralatan yang tidak tersertifikasi	8	5	4
	I6	Infrastruktur Listrik terminal sudah tua	9	6	5
Kegagalan Mengelola Manusia	M1	Kelalaian pekerja operator kabel petikemas reefer belum dilepas dari plug	8	6	4
	M2	Tersengat aliran Listrik	9	6	6
	M3	Pekerja melakukan pemasangan kabel tanpa mematikan panel utama	9	3	4
	M4	Pekerja sakit	7	5	4
	M5	Pekerja tidak mematuhi SOP	9	7	4
	M6	Kelalaian saat mengganti kabel reefer	9	4	5
Sistem	S1	Konsleting Listrik pada alat kerja yang digunakan	9	4	4
	S2	Step pekerjaan terlewat	8	4	4
	S3	Integrasi buruk antar sistem otomatis crane	8	5	4
	S4	Gagalnya proteksi panel saat lonjakan tegangan pada operasional malam	8	3	4
Eksternal	E1	Cuaca ekstrem badai	8	5	5
	E2	Pemadaman mendadak dari PLN	9	3	4
	E3	Sambaran petir	9	2	6
	E4	Banjir pasang yang dapat merendam sebagian instalasi di dekat dermaga	8	1	5

2. Tabel penilaian SOD DT

Risiko	Kode	Sub Risiko	Severity (Tabel 1)	Occurrence (Tabel 2)	Detection (Tabel 3)
Internal	I1	Keausan kabel pada jalur crane dan reefer yard	8	6	5
	I2	Konektor panel yang longgar akibat getaran alat berat	7	4	5
	I3	Overload pada distribusi daya	7	5	5
	I4	Plug petikemas refer belum dipasang	7	6	5

Risiko	Kode	Sub Risiko	Severity (Tabel 1)	Occurrence (Tabel 2)	Detection (Tabel 3)
	I5	Peralatan yang tidak tersertifikasi	7	5	5
	I6	Infrastruktur Listrik terminal sudah tua	8	7	5
Kegagalan Mengelola Manusia	M1	Kelalaian pekerja operator kabel petikemas reefer belum dilepas dari plug	8	6	5
	M2	Tersengat aliran Listrik	9	6	6
	M3	Pekerja melakukan pemasangan kabel tanpa mematikan panel utama	9	3	5
	M4	Pekerja sakit	6	3	4
	M5	Pekerja tidak mematuhi SOP	8	6	4
	M6	Kelalaian saat mengganti kabel reefer	8	4	5
Sistem	S1	Konsleting Listrik pada alat kerja yang digunakan	9	3	5
	S2	Step pekerjaan terlewat	7	3	4
	S3	Integrasi buruk antar sistem otomatis crane	7	2	4
	S4	Gagalnya proteksi panel saat lonjakan tegangan pada operasional malam	9	3	5
Eksternal	E1	Cuaca ekstrem badai	7	6	5
	E2	Pemadaman mendadak dari PLN	8	4	4
	E3	Sambaran petir	9	2	6
	E4	Banjir pasang yang dapat merendam sebagian instalasi di dekat dermaga	8	1	5

3. Tabel penilaian SOD AS

Risiko	Kode	Sub Risiko	Severity (Tabel 1)	Occurrence (Tabel 2)	Detection (Tabel 3)
Internal	I1	Kerusakan kabel pada jalur crane dan reefer yard	9	7	5
	I2	Konektor panel yang longgar akibat getaran alat berat	8	5	5
	I3	Overload pada distribusi daya	8	4	5
	I4	Plug petikemas reefer belum terpasang	7	6	6

Risiko	Kode	Sub Risiko	Severity (Tabel 1)	Occurrence (Tabel 2)	Detection (Tabel 3)
	I5	Peralatan yang tidak tersertifikasi	7	6	4
	I6	Infrastruktur Listrik terminal sudah tua	8	6	5
Kegagalan Mengelola Manusia	M1	Kelalaian pekerja operator kabel petikemas reefer belum dilepas dari plug	8	6	4
	M2	Tersengat aliran Listrik	9	7	6
	M3	Pekerja melakukan pemasangan kabel tanpa mematikan panel utama	9	3	4
	M4	Pekerja sakit	6	3	4
	M5	Pekerja tidak mematuhi SOP	8	6	4
	M6	Kelalaian saat mengganti kabel reefer	8	4	5
Sistem	S1	Konsleting Listrik pada alat kerja yang digunakan	9	4	5
	S2	Step pekerjaan terlewat	7	5	4
	S3	Integrasi buruk antar sistem otomatis crane	7	6	4
	S4	Gagalnya proteksi panel saat lonjakan tegangan pada operasional malam	9	3	5
Eksternal	E1	Cuaca ekstrem badai	7	5	4
	E2	Pemadaman mendadak dari PLN	8	3	4
	E3	Sambaran petir	9	2	5
	E4	Banjir pasang yang dapat merendam sebagian instalasi di dekat dermaga	7	2	4

Lampiran 5. Hasil Wawancara Penyusunan *Fault Tree Analysis* (FTA) dan Tingkat Probabilitas Setiap *Basic Event*

Hari, Tanggal: 10 Juni 2025

Narasumber: Expert 1 (ST), Expert 2 (DT), Expert 3 (AS)

Berdasarkan wawancara dan diskusi bersama expert yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Risiko Tersengat Aliran Listrik

Berdasarkan analisis terhadap risiko tersebut, ditemukan lima *basic event* yang masing-masing memiliki tingkat kegagalan tahunan, dengan asumsi terdapat 264 kegiatan pemeriksaan dalam satu tahun (264 hari kerja efektif Senin-Sabtu) :

Basic Event	Kejadian per tahun	Estimasi Probabilitas (Desimal)
BE1: Kabel mesin terbuka	15	0,06
BE2: Tidak menggunakan APD	20	0,08
BE3: Tidak ada stok APD di gudang	10	0,04
BE4: Tidak taat prosedur	18	0,07
BE5: Kurangnya pelatihan K3	9	0,03

Estimasi probabilitas di dapatkan dari rumus:

$P = \text{Total kegiatan pemeriksaan} / \text{Kejadian per tahun tiap kegagalan basic event}$

2. Risiko Keausan Kabel Pada Jalur *Crane* dan *Reefer Yard*

Berdasarkan analisis terhadap risiko tersebut, ditemukan lima *basic event* yang masing-masing memiliki tingkat kegagalan tahunan, dengan asumsi terdapat 264 kegiatan pemeriksaan dalam

satu tahun (264 hari kerja efektif Senin-Sabtu):

Basic Event	Kejadian per tahun	Estimasi Probabilitas (Desimal)
BE1: Paparan lingkungan ekstrem	28	0,10
BE2: Tidak ada jadwal penggantian kabel	24	0,09
BE3: Tidak ada dokumentasi umur kabel	20	0,08

3. Risiko Infrastruktur Listrik Terminal Sudah Tua

Berdasarkan analisis terhadap risiko tersebut, ditemukan lima *basic event* yang masing-masing memiliki tingkat kegagalan tahunan, dengan asumsi terdapat 264 kegiatan pemeriksaan dalam satu tahun (264 hari kerja efektif Senin-Sabtu):

Basic Event	Kejadian per tahun	Estimasi Probabilitas (Desimal)
BE1: Audit sistem kelistrikan kurang maksimal	15	0,06
BE2: Kabel dan panel belum diganti	16	0,06
BE3: Tidak ada pencatatan umur pakai	22	0,08
BE4: Jadwal inspeksi tidak dijalankan	19	0,07

4. Risiko Pekerja Tidak Mematuhi SOP

Berdasarkan analisis terhadap risiko tersebut, ditemukan lima *basic event* yang masing-masing memiliki tingkat kegagalan tahunan, dengan asumsi terdapat 264 kegiatan pemeriksaan dalam satu tahun (264 hari kerja efektif Senin-Sabtu):

Basic Event	Kejadian per tahun	Estimasi Probabilitas (Desimal)
BE1: Pelatihan SOP tidak disosialisasikan dengan baik	8	0,03
BE2: Tidak ada evaluasi kerja berkala	10	0,04
BE3: SOP Belum Terupgrade	16	0,06
BE4: Tidak ada sanksi bagi pelanggaran SOP	18	0,07
BE5: Pekerja terbiasa bekerja tanpa prosedur	20	0,08




5. Data Kegagalan instalasi listrik

Data kegagalan instalasi listrik diperoleh dari data sekunder perusahaan, kemudian diolah sendiri oleh penulis hingga menghasilkan tabel pengelompokan seperti disajikan di bawah ini:

Nama Kegagalan	Total Kegagalan Instalasi Listrik Tahun 2024
Kerusakan kabel pada jalur crane dan reefer yard	72
Konektor panel yang longgar akibat getaran alat berat	48
Overload pada distribusi daya	48
Plug petikemas reefer belum terpasang	72
Peralatan yang tidak tersertifikasi	60
Infrastruktur Listrik terminal sudah tua	72
Kelalaian pekerja operator kabel petikemas reefer belum dilepas dari plug	72
Tersengat aliran Listrik	72
Pekerja melakukan pemasangan kabel tanpa mematikan panel utama	36
Pekerja sakit	48

Pekerja tidak mematuhi SOP	72
Kelalaian saat mengganti kabel reefer	48
Konsleting Listrik pada alat kerja yang digunakan	
Step pekerjaan terlewat	48
Integrasi buruk antar sistem otomatis crane	48
Gagalnya proteksi panel saat lonjakan tegangan pada operasional malam	36
Cuaca ekstrem (hujan dan badai)	60
Pemadaman mendadak dari PLN	36
Sambaran petir	24
Banjir pasang yang dapat merendam sebagian instalasi di dekat dermaga	12
Total	984

Kode Sub Risiko	Sub Risiko	Basic Event	Total kegagalan Tahun 2024
M2	Tersengat aliran Listrik	Kabel mesin terbuka	15
		Tidak menggunakan APD	20
		Tidak ada stok APD di gudang	10
		Tidak taat prosedur	18
		Kurangnya pelatihan K3	9
I1	Keausan kabel pada jalur crane dan reefer yard	Paparan lingkungan ekstrem	28
		Tidak ada dokumentasi umur kabel	20
		Tidak ada jadwal penggantian kabel	24
		Audit sistem kelistrikan kurang maksimal	15
I6	Infrastruktur Listrik terminal sudah tua	Kabel dan panel belum diganti	16
		Tidak ada pencatatan umur pakai	22
		Jadwal inspeksi tidak dijalankan	19
M5	Pekerja tidak mematuhi SOP	Pelatihan SOP tidak disosialisasikan dengan	8
		Tidak ada evaluasi kerja berkala	10
		SOP Belum Terupgrade	16
		Tidak ada sanksi bagi pelanggaran SOP	18
		Pekerja terbiasa bekerja tanpa prosedur	20

Validasi		
Waktu: 10 Juni 2025	Tempat: Surabaya	
		
CS	ST	DT
AS		

Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 6. Hasil Wawancara dan Diskusi Pengendalian Risiko Menggunakan 5W+1H

Hari, Tanggal: 26 Juni 2025

Narasumber: Expert 1 (ST), Expert 2 (DT), Expert 3 (AS)

1. Risiko Tersengat Aliran Listrik

Faktor	5W+1H	Jawaban
Kabel Mesin Terbuka	Apa saja rencana pengendalian yang akan dilakukan?	<ul style="list-style-type: none"> - Pemeriksaan rutin dan inspeksi berkala kabel instalasi. - Penggantian kabel rusak atau terbuka dengan kabel baru sesuai standar. - Pemasangan pelindung kabel (ducting/trunking). - Penambahan tanda bahaya atau barrier di area dengan kabel terbuka sementara.
	Mengapa perlu adanya rencana pengendalian tersebut?	<ul style="list-style-type: none"> - Untuk mencegah risiko sengatan listrik dan korsleting yang bisa menyebabkan kebakaran. - Menjaga keselamatan pekerja dan kelangsungan operasional.
	Dimana tindakan pengendalian perlu dilakukan?	Seluruh area kerja, khususnya area bongkar muat dan jalur kabel
	Kapan pengendalian perlu dilakukan?	<ul style="list-style-type: none"> - Segera setelah ditemukan kabel terbuka. - Inspeksi dilakukan minimal setiap bulan atau sesuai SOP perusahaan.
	Siapa yang perlu melakukan tindakan pengendalian?	Teknisi Listrik dan Pengawas K3
	Bagaimana rencana untuk melakukan pengendalian?	<ul style="list-style-type: none"> - Menyusun jadwal inspeksi dan checklist. - Pelaporan temuan ke manajemen untuk tindakan perbaikan. - Menyediakan stok kabel dan alat pelindung.
Tidak Menggunakan APD	Apa saja rencana pengendalian yang akan dilakukan?	<ul style="list-style-type: none"> - Sosialisasi wajib penggunaan APD. - Pemasangan signage APD wajib di area kerja. - Penerapan sanksi bagi pelanggaran.
	Mengapa perlu adanya rencana pengendalian tersebut?	<ul style="list-style-type: none"> - Untuk mencegah cedera kerja akibat kontak langsung dengan instalasi listrik. - Memenuhi standar K3 dan perpu.
	Dimana tindakan pengendalian perlu dilakukan?	Area Kerja
	Kapan pengendalian	Setiap kali aktivitas kerja berlangsung

	perlu dilakukan?	
	Siapa yang perlu melakukan tindakan pengendalian?	Supervisor lapangan dan Tim HSE
	Bagaimana rencana untuk melakukan pengendalian?	<ul style="list-style-type: none"> - Briefing harian. - Audit kepatuhan penggunaan APD. - Pengadaan APD secara berkala.
Tidak Ada Stok APD di Gudang	Apa saja rencana pengendalian yang akan dilakukan?	<ul style="list-style-type: none"> - Kerja sama dengan supplier untuk pengiriman cepat. - Pencatatan pemakaian dan permintaan ulang.
	Mengapa perlu adanya rencana pengendalian tersebut?	<ul style="list-style-type: none"> - Tanpa APD, pekerja tidak terlindungi dari bahaya kelistrikan. - Risiko kecelakaan meningkat saat kebutuhan APD tidak terpenuhi.
	Dimana tindakan pengendalian perlu dilakukan?	Gudang logistik dan area distribusi APD
	Kapan pengendalian perlu dilakukan?	Secara berkala bulanan dan saat mendekati habisnya stok APD.
	Siapa yang perlu melakukan tindakan pengendalian?	Tim Pengadaan dan Tim HSE
	Bagaimana rencana untuk melakukan pengendalian?	<ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan software atau form manual untuk pemantauan stok. - Menetapkan minimum stock level. - Rencana pengadaan darurat saat stok kritis.
Tidak Taat Prosedur	Apa saja rencana pengendalian yang akan dilakukan?	<ul style="list-style-type: none"> - Peningkatan pengawasan kepatuhan prosedur kerja. - Evaluasi SOP dan pelatihan ulang secara berkala. - Reward and punishment system.
	Mengapa perlu adanya rencana pengendalian tersebut?	<ul style="list-style-type: none"> - Ketidaktaatan prosedur meningkatkan kemungkinan kesalahan fatal. - Prosedur dibuat untuk meminimalkan risiko kerja.
	Dimana tindakan pengendalian perlu dilakukan?	Area Kerja
	Kapan pengendalian perlu dilakukan?	Selama audit internal atau investigasi insiden.
	Siapa yang perlu melakukan tindakan pengendalian?	Superintendent SMMR dan Tim HSE
	Bagaimana rencana untuk melakukan pengendalian?	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoring langsung di lapangan. - Pelaporan investigasi kecelakaan di looker studio - Sosialisasi dan simulasi SOP secara periodik.
Kurangnya Pelatihan K3	Apa saja rencana pengendalian yang akan dilakukan?	<ul style="list-style-type: none"> - Penyelenggaraan pelatihan K3 secara rutin. - Sertifikasi kompetensi bagi pekerja yang menangani listrik.

		- Workshop simulasi bahaya listrik.
	Mengapa perlu adanya rencana pengendalian tersebut?	Pelatihan memperkuat budaya keselamatan di tempat kerja.
	Dimana tindakan pengendalian perlu dilakukan?	Ruang Pelatihan dan Area Kerja
	Kapan pengendalian perlu dilakukan?	- Saat onboarding karyawan baru. - Secara berkala 6 bulan sekali.
	Siapa yang perlu melakukan tindakan pengendalian?	Tim SDM, HSE dan Vendor
	Bagaimana rencana untuk melakukan pengendalian?	- Menyusun kurikulum pelatihan K3 khusus untuk kelistrikan. - Menjadwalkan pelatihan sesuai kebutuhan. - Evaluasi hasil pelatihan dan tindak lanjut.

Validasi		
Waktu: 26 Juni 2025		Tempat: Surabaya
<div></div>	<div></div>	<div></div>
ST	DT	AS

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian

 <p>Gambar 1. Wawancara Bersama Expert</p>	 <p>Gambar 2. Wawancara Bersama Expert</p>	 <p>Gambar 3. Diskusi dan Pengisian Kuesioner Bersama Expert</p>
 <p>Gambar 4. Diskusi dan Pengisian Kuesioner Bersama Expert</p>	 <p>Gambar 5. Area Terminal Petikemas (Tempat Penelitian)</p>	 <p>Gambar 6. Area Dermaga Bongkar Muat (Tempat Penelitian)</p>
 <p>Gambar 7. Rubber Tyred Gantry</p>	 <p>Gambar 8. Bukti Permintaan Wawancara Expert Secara Offline</p>	 <p>Gambar 9. Bukti Permintaan Wawancara Expert Secara Online</p>

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

BIODATA PENULIS

Nama Lengkap : Stella Aurellia Levina Mokoginta
NRP : 1121040005
Program Studi : Manajemen Bisnis
Tempat, Tanggal Lahir : Gresik, 28 Desember 2002
Alamat : Jl. RA. Kartini 12/1, Kebomas,
Gresik
Email : stelaarelia@gmail.com



Penulis telah menempuh Pendidikan formal yaitu:

SD Semen Gresik	(2009-2015)
SMP Negeri 3 Gresik	(2015-2018)
SMA Negeri 1 Manyar	(2018-2021)
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya	(2021-2025)