

TUGAS AKHIR

ANALISA KECELAKAAN KERJA PEKERJAAN PEMASANGAN *STOPPER CLAMP* DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS* (STUDI KASUS: PROYEK *JETTY UPPER STRUCTURE*, PLTU JAWA 9 DAN 10)

ANALYSIS OF WORK ACCIDENTS ON STOPPER CLAMP INSTALLATION WORK USING THE FAULT TREE ANALYSIS METHOD (CASE STUDY: JETTY UPPER STRUCTURE PROJECT, CFSPP JAVA 9 AND 10)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil



Azka Farouq Hasyimi

20511265

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2024

TUGAS AKHIR

ANALISA KECELAKAAN KERJA PEKERJAAN PEMASANGAN *STOPPER CLAMP* DENGAN METODE *FAULT TREE ANALISYS* (STUDI KASUS: PROYEK *JETTY UPPER STRUCTURE*, PLTU JAWA 9 DAN 10)

ANALYSIS OF WORK ACCIDENTS ON STOPPER CLAMP INSTALLATION WORK USING THE FAULT TREE ANALYSIS METHOD (CASE STUDY: JETTY UPPER STRUCTURE PROJECT, CFSPP JAVA 9 AND 10)

Disusun oleh:

Azka Farouq Hasyimi

20511265

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 27 Mei 2024

Oleh Dewan Penguji

Dosen Pembimbing

Ir. Fitri N., S.T., M.T., Ph.D.,
IPM.

NIK: 005110101

Dosen Penguji 1

Albani M., S.T., M.T., Ph.D.

NIK: 955110102

Dosen Penguji 2

Ir. Tri Nugroho S., S.T.,
M.T.

NIK :195110502



Mengetesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

d.n. Ir. Yunaha Munaf, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM

NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Selaku peneliti, saya menyatakan bahwa laporan penelitian Tugas Akhir berikut sebagai syarat kelulusan pada program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia adalah hasil penyusunan milik saya sendiri. Terdapat penulisan tertentu yang dikutip dalam penyusunan laporan Tugas Akhir terdapat sumber yang jelas dengan penulisan sesuai kaidah dan aturan penulisan. Jika didapati indikasi plagiasi atau tidak murni hasil karya sendiri, saya siap menerima hukuman sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 10 Juni 2024

Yang membuat pernyataan,



Azka Farouq Hasyimi

(20511265)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum, Wr. Wb.,

Puji syukur peneliti haturkan kepada Allah SWT sehingga berhasil dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dengan judul Analisa Kecelakaan Kerja Pekerjaan Pemasangan *Stopper Clamp* dengan Metode *Fault Tree Analysis* (Studi Kasus: Proyek *Jetty Upper Structure*, PLTU Jawa 9 dan 10. Penelitian Tugas Akhir dijadikan sebagai syarat kelulusan studi sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Program Sarjana, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Pada proses menyelesaikan Tugas Akhir ini, peneliti mengalami kesulitan dalam menulis. Namun, dengan adanya kritik, saran, dan masukan, serta motivasi penyemangat dari orang terdekat, peneliti dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dengan baik. Oleh sebab itu, perkenankanlah peneliti memberikan ucapan terimakasih kepada orang-orang terdekat yang telah membantu dan membimbing dalam proses penulisan. Ucapan terimakasih peneliti ucapkan kepada:

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Program Sarjana, Fakultas Teknik Sipil, dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Ibu Ir. Fitri Nugraheni S.T., M.T., Ph.D., IPM. selaku dosen pembimbing yang telah memotivasi, mengarahkan, membimbing dan mengajarkan banyak tambahan ilmu selama proses penyusunan.
3. Bapak Albani Musyafa', S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran
4. Bapak Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T selaku dosen penguji yang telah menguji dan memberikan ilmu tambahan bagi peneliti

5. Bapak Reno Tantowi selaku HSE Koordinator PT Panca Duta Prakarsa pada Proyek *Jetty Upper Structure* CFSPP Jawa 9 dan 10 Suralaya, Banten yang telah berpartisipasi dalam proses pengumpulan data-data terkait.

Peneliti mengetahui pada penyusunan penelitian Tugas Akhir ini belum sepenuhnya sempurna, maka dari itu saran, kritik, dan masukan sangat diperlukan demi meningkatkan kesempurnaan pada Tugas Akhir ini.

Akhir kata, diharapkan penelitian Tugas Akhir bisa memberi tambahan wawasan khususnya pada proyek konstruksi bangunan air dikemudian waktu.

Yogyakarta, 10 Juni 2024

Peneliti,



Azka Farouq Hasyimi
(20511265)

HALAMAN DEDIKASI

“Barangsiapa yang mencari ilmu dengan tujuan untuk berbangga-banggaan di hadapan para ulama atau ingin mendebat orang-orang yang bodoh atau ingin manusia berpaling kepada dirinya, maka Allah Subhanahu wa Ta’ala akan memasukkan dia ke dalam neraka”

(HR. An-Nasa’i dihasankan oleh Al-Albani)

Laporan penelitian Tugas Akhir ini saya dedikasikan kepada:

1. Allah Subhanahu wa Ta’ala yang telah memberikan nikmat hidup, dan hidayah-NYA serta kesehatan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir.
2. Orang tua saya, yang telah memberikan doa dan semangat hingga saat ini.
3. Diri saya yang sudah berusaha untuk menyelesaikan penelitian ini.
4. Sahabat sahabat saya yang selalu memberikan bantuan dan ide-ide, serta kritikan yang membangun dalam proses pengerjaan penelitian.
5. Calon pendamping hidup saya yang selalu membantu dalam menyusun penelitian.

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN DEDIKASI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I	17
PENDAHULUAN	17
1.1 Latar Belakang	17
1.2 Rumusan Masalah	19
1.3 Tujuan Penelitian	20
1.4 Manfaat	20
1.4.1 Manfaat Teoritis	20
1.4.2 Manfaat Praktis	20
1.5 Batasan Penelitian	21
BAB II	22
TINJAUAN PUSTAKA	22
2.1 Tinjauan Umum	22
2.2 Tinjauan Penelitian Terdahulu	22
2.2.1 Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan <i>Scaffolding</i> dengan Menggunakan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) (Studi Kasus: Proyek RS UII)	22

2.2.2	<i>Constraint and Fault Tree Analysis in Safety Construction System Integration</i>	23
2.2.3	Identifikasi Penyebab Kecelakaan Kerja Konstruksi menggunakan <i>Accident Root Cause Tracing Model (ARCTM)</i> dan <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	24
2.2.4	Analisis Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja Konstruksi pada Proyek <i>Highrise Building</i> dengan Metode <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	25
2.2.5	Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Konstruksi Atap dan Konstruksi Instalasi <i>Lift</i>	26
2.2.6	Identifikasi Faktor Penyebab Berkontribusi Terjadinya Kegagalan Konstruksi Jalan dengan Metode <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	27
2.3	Perbedaan Penelitian	28
BAB III		41
LANDASAN TEORI		41
3.1	Tinjauan Umum	41
3.2	Proyek	41
3.2.1	Proyek Konstruksi	42
3.2.2	Jenis jenis Proyek Konstruksi	43
3.2.3	Tahapan Proyek Konstruksi	44
3.3	Kecelakaan Kerja	47
3.4	Keselamatan Kerja	48
3.5	<i>Clamp Steel Pipe Pile</i>	50
3.5.1	Pengertian <i>Clamp Steel Pipe Pile</i>	50
3.5.2	Jenis Jenis <i>Clamp Steel Pipe Pile</i>	51
3.6	Pengendalian Risiko	54
3.7	<i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	57
3.7.1	Pengertian <i>Fault Tree Analysis</i>	57
3.7.2	Kelebihan dan Keterbatasan <i>Fault Tree Analysis</i>	57
3.7.3	Aturan Metode <i>Fault Tree Analysis</i>	59
3.7.4	Validasi Data <i>Fault Tree Analysis</i>	61
3.7.5	Verifikasi Data <i>Fault Tree Analysis</i>	63

3.7.6	Tahapan <i>Fault Tree Analysis</i>	64
BAB IV		66
METODE PENELITIAN		66
4.1	Tinjauan Umum	66
4.2	Subjek dan Objek Penelitian	67
4.2.1	Subjek Penelitian	67
4.2.2	Objek Penelitian	67
4.3	Data dan Metode Pengumpulan Data	67
4.3.1	Data	68
4.3.2	Metode Pengumpulan Data	68
4.4	Metode Analisis Data	70
4.4.1	Analisis Kejadian Kecelakaan Kerja dengan Metode <i>Fault Tree Analysis</i>	70
4.4.2	Langkah Analisis	70
4.5	Tahapan Penelitian	71
4.5.1	Kerangka Berpikir	71
4.5.2	Diagram Alir Penelitian	73
BAB V		77
ANALISIS DAN PEMBAHASAN		77
5.1	Pelaksanaan Penelitian	77
5.2	Analisis Data	78
5.2.1	Data Variabel Kecelakaan Kerja Umum pada Pekerjaan di ketinggian dengan Area Kerja yang Sulit	78
5.2.2	Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan Pemasangan <i>Stopper Clamp</i> pada Proyek <i>Jetty Upper Structure CFSPP Jawa 9 dan 10</i>	78
5.2.3	Menentukan <i>Top Event</i>	81
5.2.4	Menentukan Faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan	81
5.2.5	Penggambaran <i>Fault Tree Analysis</i>	85
5.2.6	Kombinasi <i>Basic Event</i>	91
5.2.7	Validasi Data FTA (<i>Fault Tree Analysis</i>)	93
5.3	Verifikasi Pakar Ahli K3	100

5.4 Pembahasan	101
BAB VI	110
KESIMPULAN DAN SARAN	110
6.1 Kesimpulan	110
6.2 Saran	112
DAFTAR PUSTAKA	114
LAMPIRAN	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jumlah Kecelakaan Kerja Indonesia Tahun 2017-2021	18
Gambar 3.1 Detail <i>Clamp</i> Cangkang	52
Gambar 3.2 Jenis <i>Clamp</i> Cangkang	52
Gambar 3.3 Desain dan Analisis <i>Clamp</i> Payung	53
Gambar 3.4 Detail <i>Clamp</i> Payung	53
Gambar 3.5 Hierarki Pengendalian Risiko	55
Gambar 3.6 Contoh Permodelan Grafis FTA	65
Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian (<i>Flowchart</i>)	74
Gambar 5.1 Kondisi Cuaca Buruk	80
Gambar 5.2 Penggunaan APD yang Kurang Tepat	80
Gambar 5.3 Rencana Permodelan Grafis Pekerja Terjatuh dan Tercebur	84
Gambar 5.4 Grafik FTA (<i>Fault Tree Analysis</i>) Pekerja Terjatuh dan Tercebur	88

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	29
Tabel 3.1 Simbol-Simbol <i>Fault Tree Analysis</i>	59
Tabel 3.2 Hukum Al Jabar <i>Boolean</i>	61
Tabel 5.1 Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja	82
Tabel 5.2 Simbol-Simbol <i>Fault Tree Analysis</i>	85
Tabel 5.3 Deskripsi Notasi Huruf dan Angka	89
Tabel 5.4 <i>Cut Sets</i> Menggunakan Aljabar <i>Boolean</i>	92
Tabel 5.5 Hasil Analisis Kombinasi Kegagalan dan Pengendalian Risiko	93
Tabel 5.6 Masukan dan Saran Pakar Ahli K3	100

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumen Ahli K3 Umum

Lampiran 2 Laporan Investigasi Kecelakaan Kerja

Lampiran 3 Skrip Wawancara Narasumber

Lampiran 4 Surat Keterangan Verifikasi Ahli K3 Umum

Lampiran 5 Validasi Data Hasil dan Pembahasan Penelitian

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

APD	= Alat Pelindung Diri
ARCTM	= <i>Accident Root Cause Tracing Model</i>
BMKG	= Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika
BPJS	= Badan Penyelenggara Jaminan Sosial
CCF	= <i>Common Cause Factors</i>
CSA	= <i>Construction Safety Analysis</i>
CFSP	= <i>Coal Fired Steam Power Plant</i>
FBH	= <i>Full Body Harness</i>
FTA	= <i>Fault Tree Analysis</i>
GST	= <i>General Safety Talk</i>
HSE	= <i>Health Safety Environment</i>
HT	= <i>Handy Talkie</i>
ISO	= <i>International Organization for Standardization</i>
K3	= Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Kemnaker	= Kementrian Ketenagakerjaan
MOCUS	= <i>Method for Obtaining Cut Sets</i>
MSL	= <i>Mean Sea Level</i>
Permenaker	= Peraturan Kementrian Ketenagakerjaan
PLTU	= Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PM	= <i>Project Manager</i>
PUPR	= Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat
RS	= Rumah Sakit
SOP	= <i>Standart Operational Procedure</i>
WBS	= <i>Work Breakdown Structur</i>
DWT	= <i>Drainage Weight Ton</i>

ABSTRAK

Bidang konstruksi yaitu bidang penting yang berperan untuk kemajuan Negara Indonesia, salah satunya pembangunan proyek konstruksi. Pembangunan proyek konstruksi tidak terlepas dari risiko bahaya kerja sehingga diperlukan program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) untuk menghindari dan mengurungkan angka kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerja proyek. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah komponen dan upaya dalam memberikan perlindungan pekerja, perusahaan, masyarakat, dan lingkungan dari hal yang merugikan pekerjaan. Tindakan penerapan K3 diperlukan dalam pekerjaan proyek konstruksi, salah satunya konstruksi *jetty*. Pemasangan *stopper clamp* merupakan pekerjaan yang berisiko mengalami kecelakaan kerja karena area kerja sulit dan kondisi angin serta ombak yang tidak stabil memicu terjadinya kecelakaan kerja.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui dan menganalisis akar-akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja dalam pekerjaan pemasangan *stopper clamp* pada proyek *jetty upper structure* serta memberikan pengendalian risiko yang sesuai. Dalam penelitian ini, menggunakan metode yaitu FTA (*Fault Tree Analysis*) dengan menelusuri dan melakukan analisis berbagai kesalahan sistem atau kecelakaan kerja (kegagalan) sebagai *top event* lalu mengerucut untuk mencari penyebab dan faktor dasar terjadinya kegagalan dari objek yang saling berinteraksi.

Hasil dari penelitian ini didapatkan 9 kombinasi *basic event* antara lain 2 kombinasi *event* faktor lingkungan, 3 kombinasi *event* faktor pekerja, 1 kombinasi *event* faktor peralatan, dan 3 kombinasi *event* faktor manajemen K3. Selain itu, terdapat ide penyelesaian mengenai pengendalian risiko yang perlu dilaksanakan berdasarkan pedoman hierarki pengendalian risiko sesuai dengan permasalahan yang timbul.

Kata Kunci: Kecelakaan Kerja, *Jetty*, *Stopper Clamp*, Metode FTA (*Fault Tree Analysis*)

ABSTRACT

The construction is an important sector that plays a role in the progress of Indonesia, one of which is the development of construction projects. The construction projects cannot be separated from the risk of work hazards, so an Occupational Safety and Health program is needed to avoid and reduce the number of work accidents that occur among project workers. Occupational Safety and Health are the components and efforts to provide protection for workers, companies, communities and the environment from things that are detrimental to work. Actions to implement K3 are required in construction project work, one of which is jetty construction. Installing stopper clamps is a job that carries a risk of work accidents because the work area is difficult and unstable wind and wave conditions trigger work accidents.

The aim of this research is to find out and analyze the roots of the problems that cause work accidents on installing stopper clamps in the jetty upper structure project and to provide appropriate risk control. In this research, using FTA Method by tracing and analyzing various system errors or work accidents (failures) as top events and then concentrating to find the causes and basic factors for failures of interacting objects.

The results in this research obtained 9 combinations of basic events, including 2 combinations of environmental factor events, 3 combinations of worker factor events, 1 combination of equipment factor events, and 3 combinations of K3 management factor events. Apart from that, there are ideas for solutions regarding risk control that need to be implemented based on the risk control hierarchy guidelines according to the problems that arise.

Keywords: *Work Accidents, Jetty, Stopper Clamp, FTA (Fault Tree Analysis) Method*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bidang konstruksi yaitu bidang penting yang berperan untuk kemajuan Negara Indonesia. Proyek konstruksi adalah rangkaian kegiatan pemanfaatan sumber daya yang ada untuk membangun sarana dan prasarana demi mencukupi kebutuhan masyarakat dalam durasi waktu tertentu. Setiap tahun, proyek konstruksi berkembang seiring dengan kebutuhan fasilitas masyarakat Indonesia. Hal tersebut, berhubungan dengan menambahnya perusahaan di bidang konstruksi, sehingga tenaga kerja juga bertambah. Risiko bahaya kerja akan selalu muncul pada setiap pekerjaan, salah satunya proyek bidang konstruksi sehingga diperlukan program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah komponen dan upaya dalam memberikan perlindungan pekerja, perusahaan, masyarakat, dan lingkungan dari hal yang merugikan pekerjaan. Program ini sangat penting dalam pekerjaan terutama pekerjaan konstruksi. Risiko kerugian yang diakibatkan dari kecelakaan kerja, dapat dikurangi dengan program K3. Sedangkan kecelakaan akibat kerja yaitu segala peristiwa yang tidak disengaja dan menimbulkan luka, cedera, kesakitan, kerusakan, dan kerugian yang lain sehingga mengganggu pekerjaan (Triswandana, 2020). Perlindungan ketenagakerjaan merupakan tanggung jawab perusahaan, sehingga perlu upaya agar hal tersebut dapat tercapai dengan baik demi berjalannya proyek konstruksi.

Berdasarkan data yang diperoleh dari BPJS Ketenagakerjaan pada tahun 2017-2021 terjadi peningkatan korban kecelakaan akibat kerja setiap tahunnya.



Gambar 1. 1 Jumlah Kecelakaan Kerja Indonesia Tahun 2017-2021
(Sumber: BPJS Ketenagakerjaan)

Berdasarkan catatan Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan bahwa kecelakaan akibat kerja di Indonesia berjumlah 234.270 kasus pada 2021. Hal ini mengalami kenaikan 5,65% dari tahun sebelumnya yang sebesar 221.740 kasus. Apabila melihat dari *trend* yang ada, bahwa kasus kecelakaan akibat kerja di Indonesia semakin bertambah. Pada tahun 2017, telah tercatat sebanyak 123.040 kasus kecelakaan kerja. Jumlahnya kasus meningkat dari 40,94% menjadi 173.415 kasus pada 2018. Setahun kemudian, kecelakaan akibat kerja kembali bertambah dari 5,43% menjadi 182.835 kasus. Kemudian tahun 2020 terjadi peningkatan kasus kecelakaan kerja dari 21,28% menjadi 221.740 kasus

Fokus penelitian pada pembangunan *Jetty Upper Structure* PLTU Jawa 9 dan 10 adalah kecelakaan kerja pada saat melakukan pemasangan *stopper clamp*. Kecelakaan tersebut menimpa salah satu pekerja sebagai *welder* (pekerja las) yang mengakibatkan korban terluka. Hal ini dikarenakan area kerja sulit, dimana area tersebut terletak pada ketinggian 5 meter dari MSL (*Mean Sea Level*) dan kedalaman laut rata-rata 19 meter. Selain itu, adanya angin dan ombak yang tidak stabil memicu terjadinya kecelakaan kerja. Pelaksanaan pekerjaan konstruksi *jetty* yang harus tetap berlangsung membuat pihak manajemen konstruksi dibantu dengan tim HSE menentukan langkah-langkah dan tindakan penerapan K3 di area

tersebut. Namun, terkadang masih terdapat tindakan yang kurang dan beberapa pekerja yang bekerja secara tidak aman, sehingga menyebabkan kejadian fatal. Dalam permasalahan ini, penyebab dari kecelakaan kerja dapat dianalisis dengan menggunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*).

Metode FTA (*Fault Tree Analysis*) yaitu salah satu metode penyelesaian permasalahan dengan menelusuri dan melakukan analisis berbagai kesalahan sistem dari objek yang saling berinteraksi dalam bentuk akar-akar penyebab permasalahan (Ayomi, 2019). FTA bermanfaat dalam melakukan analisis kegagalan di beberapa bidang, salah satunya bidang industri. Metode ini dapat digunakan dalam manajemen risiko untuk menganalisis dengan langkah awal pendekatan kecelakaan kerja (kegagalan) sebagai *top event*. Selanjutnya, mengerucut untuk mencari penyebab dan faktor dasar terjadinya kegagalan (*basic event/ root cause*) (Hariadi *et al.*, 2023). Berdasarkan Permen PUPR No.10 Tahun 2021 dalam proses menginvestigasi kegagalan, dapat melalui faktor fisik (peralatan dan pekerja) dan non-fisik (lingkungan dan manajemen)

Berdasarkan latar belakang yang ada, perlu dilakukan kajian ulang pada penerapan *safety* di proyek *jetty upper structure*. Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisis kecelakaan kerja pada proyek *jetty upper structure* saat pekerjaan pemasangan *stopper clamp* dengan menemukan akar penyebab kecelakaan. Kemudian, memberikan pengendalian risiko yang sesuai, sehingga kecelakaan kerja tidak terjadi kembali dan potensi kecelakaan minim pada proyek ini ataupun proyek lain.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diperoleh berdasarkan latar belakang yaitu:

1. Apa akar permasalahan yang menjadi penyebab terjadinya kecelakaan kerja dalam pekerjaan pemasangan *stopper clamp*?
2. Bagaimana pengendalian risiko yang diberikan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu untuk:

1. Mengetahui dan menganalisis akar-akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja dalam pekerjaan pemasangan *stopper clamp* pada proyek *jetty upper structure*
2. Memberikan pengendalian risiko yang sesuai.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini, antara lain sebagai berikut.

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan masukan, menambah wawasan kepada pembaca, dan sumbangan kepada dosen mata kuliah terkait.

1.4.2 Manfaat Praktis

a. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini dapat menjadi referensi dan acuan dalam menambah informasi, pengetahuan, dan meningkatkan motivasi belajar.

b. Bagi Masyarakat dan Tenaga Kerja

Penelitian ini dapat memberikan pengetahuan bagi masyarakat dan tenaga kerja terkait dengan potensi bahaya yang timbul selama bekerja, sehingga dapat dijadikan sebagai referensi dan wawasan apabila mendapati kasus yang mirip.

c. Bagi Kontraktor

Menjadi bahan masukan dan pertimbangan bagi kontraktor supaya mendapatkan wawasan terkait dengan potensi bahaya pada pekerjaan pembangunan *jetty*. Selain itu, kontraktor khususnya yang mengerjakan *jetty* dapat mengatasi permasalahan yang timbul terkait dengan potensi bahaya tenaga kerja di lapangan.

d. Bagi Penulis

Penelitian ini dapat menambah pengalaman dan pengetahuan mengenai pembuatan penelitian kedepannya.

e. Bagi Pembaca

Mendapatkan wawasan atau gambaran terkait dengan pembangunan *jetty* dan potensi bahaya yang timbul dalam pekerjaan tersebut

1.5 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat batasan penelitian, antara lain.

1. Lokasi penelitian terdapat pada Pekerjaan Pembangunan *Jetty Upper Structure* PLTU Jawa 9 dan 10, Suralaya, Banten.
2. Data-data lapangan diperoleh dengan durasi 4 bulan dimulai pada bulan Februari 2023 hingga Juni 2023.
3. Penelitian difokuskan pada item pekerjaan pemasangan *stopper clamp* di proyek tersebut.
4. Analisis kegagalan menggunakan metode FTA.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Tinjauan umum atau tinjauan literatur adalah ringkasan topik atau studi terdahulu yang menjadi referensi relevan untuk penyusunan pada penelitian ini baik dari aspek teoritis, tahapan, dan hasil pembahasan (Mahanum, 2021). Dalam bab ini, peneliti akan menjelaskan mengenai masalah atau penelitian relevan yang telah dilakukan sebelumnya sehingga dapat mengembangkan dan memudahkan dalam menjalankan penelitian.

2.2 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Tinjauan pustaka yang berisikan dan membahas mengenai analisis kecelakaan kerja menggunakan metode *Fault Tree Analysis* dari peneliti-peneliti sebelumnya akan digunakan di penelitian ini. Tinjauan pustaka yang relevan dengan penelitian, antara lain:

2.2.1 Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan *Scaffolding* dengan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) (Studi Kasus: Proyek RS UII)

Penelitian ini dilakukan oleh Fadilah (2023). Dalam penelitian ini dijelaskan tentang analisis kecelakaan akibat kerja dengan menerapkan metode FTA (*Fault Tree Analysis*) pada pekerjaan *scaffolding* dengan studi kasus pada proyek RS UII. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi kecelakaan akibat kerja pada pekerjaan *scaffolding*, mengetahui akar permasalahan terjadi kecelakaan pada pekerjaan *scaffolding*, dan mengetahui solusi yang sesuai untuk mengantisipasi kecelakaan kerja terulang kembali. Pada penelitian ini menggunakan metode yang bersifat kualitatif deskriptif, artinya data disajikan dalam bentuk deskriptif atau tulisan. Metode FTA

digunakan untuk menentukan *Top Event* (Kejadian Puncak), *Basic Event* (Kemungkinan yang menyebabkan terjadinya *Top Event*), dan menentukan kombinasi-kombinasi yang menyebabkan kegagalan. Hasil dari penelitian ini didapatkan terdapat 4 faktor penyebab terjadinya *top event* yaitu faktor pekerja, manajemen, peralatan, dan lingkungan. Faktor penyebab tersebut dijelaskan juga dalam bentuk model grafis dan angka agar memudahkan pada analisis MOCUS (*Method for Obtaining Cut Sets*). Selain itu, didapatkan pengendalian kecelakaan kerja yang sesuai berdasarkan upaya untuk meminimalisir kecelakaan kerja pada pekerjaan *scaffolding*.

2.2.2 Constraint and Fault Tree Analysis in Safety Construction System Integration

Penelitian dilakukan oleh Fitri, Bhaskara, dan Purbiantoro (2022). Dalam penelitian ini dijelaskan bahwa keselamatan kerja adalah aspek penting yang wajib dan terus diperbarui berdasarkan informasi yang berasal dari segi kemanusiaan, hukum, akuntabilitas, serta lainnya. Pada penelitian ini digunakan metode dan analisis pengambilan data secara kuantitatif. Melalui metode FTA peneliti mengkaji potensi penyebab langsung dan akar penyebab dari terjadinya kecelakaan akibat kerja. Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengetahui akurasi keselamatan kerja berdasarkan teknis, identifikasi dan analisis potensi risiko kecelakaan menggunakan FTA, dan solusi untuk mengurangi kecelakaan yang terjadi. Penelitian ini memberikan hasil akurasi berdasarkan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Kerja yang telah berjalan sebesar 97,29 % dengan penilaian yang memuaskan. Namun, berdasarkan analisis probabilitas berdasarkan dari penilaian teknik terdapat keraguan sebesar 23,37%. Hasil analisis dari metode FTA didapatkan aktivitas pekerjaan yang sering berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja yaitu saat pengoperasian *crane*, pemasangan bekisting, dan pekerjaan pembesian. Penyebab yang sering ditemukan dari kecelakaan tersebut antara lain pekerja tidak menggunakan APD, tidak adanya pengawasan, dan pekerja yang kurang ahli.

2.2.3 Identifikasi Penyebab Kecelakaan Kerja Konstruksi menggunakan *Accident Root Cause Tracing Model (ARCTM)* dan *Fault Tree Analysis (FTA)*

Penelitian oleh Arman, Melasari dan Suwanda (2022) dilakukan pada Proyek Embung Talago di Desa Sikabu kabu, Luhak, Limo Puluh Kota. Jenis penelitian ini yaitu deskriptif kualitatif dengan tujuan meneliti penyebab dan menjelaskan kronologi peristiwa kecelakaan kerja. Dalam penelitian ini dijelaskan penyebab dari kecelakaan kerja terbagi menjadi *unsafe conditions* dan *unsafe acts*. *Unsafe condition* merupakan kondisi di tempat atau lokasi kerja, peralatan kerja, perlengkapan pekerjaan dan penempatan material yang melanggar serta tidak sesuai dengan standar keselamatan. *Unsafe act* yaitu tindakan berbahaya yang dilakukan pekerja dengan penyebab beberapa faktor seperti tindakan, tingkah laku, atau sikap yang tidak aman, kelelahan, kurangnya keterampilan karena kecacatan fisik, dan kurang pengetahuan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk melakukan identifikasi *unsafe condition* dan *unsafe action* serta menganalisis sebab kecelakaan kerja pada Proyek Embung Talago Desa Sikabu kabu Kecamatan Luhak Kecamatan Limo Puluh Kota dengan menggunakan *Accident Root Cause Tracing Model (ARCTM)* dan *Fault Tree Analisis (FTA)*. Hasil yang didapatkan bahwa akar penyebab masalah kecelakaan kerja, yaitu kondisi lokasi kerja tebing berbatu, minimnya pencahayaan, dan kurang pengawasan. Dimana itu termasuk kondisi yang tidak aman (*Unsafe Condition*). Selain itu pekerja mendapatkan tekanan pihak kontraktor untuk lembur, rekan sebaya yang menuntut bekerja cepat sehingga posisi tidak aman dan nyaman, pekerja lalai menggunakan APD, serta pekerja tidak berpengalaman pada konstruksi bangunan air. Dimana itu termasuk perilaku yang tidak aman (*Unsafe Act*). Kemudian, terdapat faktor lain yang berhubungan dengan kecelakaan yaitu faktor *human error*, lingkungan, komunikasi, manajemen, fasilitas, dan peralatan. Didapatkan juga rekomendasi untuk tindakan pencegahan diantaranya adalah diadakan pelatihan bagi pekerja, mengontrol etika para pekerja, dan

memperbaiki prosedur manajemen terutama dalam hal pengawasan pada saat bekerja.

2.2.4 Analisis Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja Konstruksi pada Proyek *Highrise Building* dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)

Penelitian ini dilakukan oleh Andriani, Wayuni, dan Kurniawan (2022). Pada penelitian ini disebutkan bahwa dalam waktu 4 tahun dari 2011 sampai 2014 peristiwa kecelakaan kerja selalu mengalami peningkatan. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dari faktor penyebab peristiwa kecelakaan kerja bidang konstruksi pada gedung bertingkat. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah studi kualitatif dan pendekatan studi kasus. Digunakan metode FTA untuk menganalisis kecelakaan kerja dengan populasi sebanyak 140 sampel pekerja konstruksi yang pernah mengalami peristiwa kecelakaan kerja. Hasil dari penelitian ini terdapat 3 informan utama yang diwawancarai secara mendalam. Informan pertama, mendapati kasus peristiwa kecelakaan kerja diakibatkan terkena material balok kayu yang jatuh. Balok tersebut jatuh mengenai bahu pekerja sehingga menyebabkan pekerja pingsan. Informan kedua, mendapati kejadian kecelakaan kerja diakibatkan jatuh dari alat *scaffolding*. Hal tersebut dikarenakan sepatu yang licin. Namun, keterangan dari informan triangulasi kejadian itu dikarenakan kurang berhati-hati saat bekerja. Lalu, informan ketiga mendapati kejadian kecelakaan terjatuh hingga lantai dasar. Hal tersebut terjadi dikarenakan pekerja hendak melangsir barang dari lantai 1 ke lantai dasar. Hanya saja, pekerja membawa terlalu banyak barang sehingga terjatuh. Setelah dianalisis menggunakan metode FTA, akar penyebab dari kasus kecelakaan kerja pertama adalah *Unsafe Condition*. Dimana lokasi dari pekerjaan tersebut terletak tepat di bawah area pembongkaran sehingga terdapat kemungkinan material bongkaran terjatuh. Akar penyebab yang didapat dari kejadian kecelakaan kerja kedua adalah pekerja melakukan tindakan tidak aman dikarenakan pekerja memasang *scaffolding* secara salah serta didapati area sekitar pekerjaan basah sehingga licin. Akar penyebab

peristiwa kecelakaan kerja ketiga yaitu tindakan yang tidak aman dikarenakan pekerja terburu-buru untuk menyelesaikan pekerjaan. Pekerja ceroboh dan tidak sesuai dengan prosedur kerja.

2.2.5 Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Konstruksi Atap dan Konstruksi Instalasi *Lift*

Penelitian ini dilakukan oleh Juhindra (2023). Dalam penelitian ini dijelaskan bahwa proyek konstruksi instalasi *lift* memiliki ruang sempit sehingga menimbulkan bahaya kecelakaan kerja. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu melakukan analisis untuk mencari potensi bahaya yang timbul pada pekerjaan konstruksi atap dan konstruksi instalasi *lift*, menganalisis akar masalah dari setiap potensi bahaya di proyek konstruksi atap dan konstruksi instalasi *lift*, membuat rekomendasi tindakan pengendalian untuk menghilangkan potensi bahaya yang telah diidentifikasi. Metode penelitian ini untuk pengumpulan data bersifat kualitatif dan didasarkan pada latar alamiah. Metode yang digunakan yaitu FTA, kemudian didapatkan faktor-faktor yang menjadi alasan utama penyebab terjadinya sebuah potensi bahaya. Faktor personal merupakan penyebab potensi bahaya yang muncul dari pekerja itu sendiri. Pada faktor peralatan, penggunaan alat keselamatan kerja memiliki pengaruh pada tingkatan keselamatan kerja. Dengan rendahnya frekuensi penggunaan alat keselamatan kerja maka potensi kecelakaan kerja meningkat. Hal tersebut sangat berpengaruh dalam kelancaran suatu proyek. Namun, penyebab dasar dari kecelakaan dari penggunaan alat adalah pekerja yang kurang kompeten saat menggunakan alat. Faktor lingkungan merupakan penyebab terjadinya potensi bahaya dikarenakan kondisi lingkungan pada area kerja. Contohnya seperti bahaya karena terjadi cuaca buruk, angin kencang dan area kerja yang tidak menerapkan standar keselamatan dengan baik. Faktor material adalah penyebab langsung yang memiliki potensi bahaya terhadap material itu sendiri. Contohnya kasus material roboh dan mengakibatkan material itu rusak atau terbuang sehingga timbul kerugian finansial dan kerugian pada keselamatan pekerja.

2.2.6 Identifikasi Faktor Penyebab Berkontribusi Terjadinya Kegagalan Konstruksi Jalan dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)

Penelitian ini dilakukan oleh Arman, Melasari, dan Saputri (2021). Lokasi dari penelitian ini di Jalan Bukit Manggis Solok – Selatan. Pada penelitian ini dijelaskan bahwa kegagalan konstruksi merupakan kondisi yang menyimpang pada pekerjaan konstruksi dan dapat mengakibatkan keruntuhan bangunan yang disebabkan dari kesalahan dan kerusakan dari hasil pekerjaan. Penelitian ini dilakukan di Jalan Bukit Manggis Kabupaten Solok Selatan. Penelitian tersebut bersifat deskripsi kualitatif, melalui observasi dan wawancara *stakeholder* proyek. Metode yang digunakan adalah FTA, dengan analisis yang pertama yaitu menentukan peristiwa kegagalan (*top event*), menentukan *intermediate event* yaitu faktor penyebab proses peristiwa kegagalan, lalu menetapkan sub faktor penyebab yang mendasari peristiwa kegagalan tersebut (*basic events*). Langkah berikutnya menentukan kombinasi *basic event* dengan tujuan mendapatkan *cut set* dan *minimum cut set* menggunakan metode MOCUS. Didapati hasil dari penelitian ini bahwa faktor kegagalan yang berkontribusi antara lain pada pelaksanaan pekerjaan yaitu pada metode pelaksanaan, pengawasan pekerjaan, kualitas material, dan pekerja. Faktor kegagalan pada perencanaan pekerjaan antara lain pada studi kelayakan, desain, dan pembagian tanggung jawab. Terdapat faktor bencana alam yaitu banjir dan longsor. Faktor komunikasi terdapat perbedaan suku dan ras, sulit memahami bahasa, dan kesalahan yang tidak disengaja. Faktor budaya organisasi yaitu saling membedakan, sulit berbaur, dan tingkat pemahaman pada lingkungan kerja. Faktor kondisi iklim yaitu terdapat badai, kemarau, dan hujan. Setelah itu dilanjutkan untuk membuat diagram FTA untuk memperjelas akar penyebab dari permasalahan tersebut. Dilanjutkan untuk membuat *minimum cut set* dari faktor-faktor penyebab terjadinya kegagalan tersebut.

2.3 Perbedaan Penelitian

Di penelitian-penelitian terdahulu, ada beberapa metode FTA yang digunakan dan gabungan dari metode lain. Penelitian tersebut diantaranya adalah Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan *Scaffolding* dengan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) (Studi Kasus: Proyek RS UII) yang dilakukan oleh Fadilah (2023). *Constraint and Fault Tree Analysis in Safety Construction System Integration* oleh Fitri, Bhaskara, dan Purbiantoro (2022). Identifikasi Penyebab Kecelakaan Kerja Konstruksi menggunakan *Accident Root Cause Tracing Model* (ARCTM) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) dilakukan oleh Arman, Melasari dan Suwanda (2022). Analisis Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja Konstruksi pada Proyek *Highrise Building* dengan *Metode Fault Tree Analysis* (FTA) dilakukan oleh Andriani, Wayuni, dan Kurniawan (2022). Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan Konstruksi Atap dan Konstruksi Instalasi *Lift* oleh Juhindra (2023). Identifikasi Faktor Penyebab Berkontribusi Terjadinya Kegagalan Konstruksi Jalan dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) oleh Arman, Melasari, dan Saputri (2021).

Dari penelitian sebelumnya, diketahui perbedaan-aspek aspek penelitian yang telah dirangkum pada Tabel 2.1 seperti berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Arman, Melasari, dan Saputri (2021)	Fitri, Bhaskara, dan Purbiantoro (2022)	Arman, Melasari dan Suwanda (2022)
Judul	Identifikasi Faktor Penyebab Berkontribusi Terjadinya Kegagalan Konstruksi Jalan dengan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	<i>Constraint and Fault Tree Analysis in Safety Construction System Integration</i>	Identifikasi Penyebab Kecelakaan Kerja Konstruksi menggunakan <i>Accident Root Cause Tracing Model</i> (ARCTM) dan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)
Lokasi	Jalan Bukit Manggis Solok – Selatan, Kabupaten Solok Selatan, Provinsi Sumatera Barat	–	Proyek Embung Talago di desa Sikabu kabu, Luhak, Limo Puluh Kota, Kabupaten Agam, Sumatera Barat
Tujuan	Mengetahui faktor-faktor penyebab dominan dari kegagalan struktur jalan menggunakan metode FTA dan MOCUS	Mengetahui akurasi keselamatan kerja berdasarkan teknis, identifikasi dan analisis potensi risiko kecelakaan menggunakan FTA dan solusi untuk mengurangi kecelakaan yang terjadi	Mengidentifikasi <i>unsafe condition</i> dan <i>unsafe action</i> serta menganalisis penyebab kejadian kecelakaan kerja pada Proyek Embung Talago Desa Sikabu kabu Kecamatan Luhak, Kecamatan Limo Puluh Kota, dengan penggunaan <i>Accident Root Cause Tracing Model</i> (ARCTM) dan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Arman, Melasari, dan Saputri (2021)	Fitri, Bhaskara, dan Purbiantoro (2022)	Arman, Melasari dan Suwanda (2022)
Metode	<ul style="list-style-type: none"> - Metode penelitian yang digunakan FTA dengan analisis peristiwa kegagalan (<i>top event</i>), menentukan <i>intermediate event</i> yaitu faktor penyebab proses peristiwa kegagalan, lalu menetapkan sub faktor penyebab yang mendasari peristiwa kegagalan tersebut (<i>basic events</i>). - Langkah berikutnya menentukan kombinasi 	<ul style="list-style-type: none"> - Melalui metode FTA peneliti mengkaji potensi penyebab langsung dan akar permasalahan dari kejadian kecelakaan kerja 	<ul style="list-style-type: none"> - Penelitian ini menggunakan metode ARCTM dengan cara menyajikan model bagi peneliti dalam mengidentifikasi akar akar permasalahan - Konsep dari metode ARCTM pada kecelakaan memiliki penyebab 3 faktor yaitu gagal mengidentifikasi kondisi tidak aman, dengan tetap bekerja padahal pekerja mengetahui kondisinya tidak aman dan melakukan tindakan berbahaya. - Mengidentifikasi risiko yang timbul terhadap adanya kejadian kegagalan dengan metode FTA - Metode FTA digunakan pendekatan <i>top down</i> diawali dengan penentuan kegagalan puncak kejadian (<i>top event</i>) hingga mengerucut untuk

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Arman, Melasari, dan Saputri (2021)	Fitri, Bhaskara, dan Purbiantoro (2022)	Arman, Melasari dan Suwanda (2022)
	<p><i>basic event</i> dengan tujuan mendapatkan <i>cut set</i> dan <i>minimum cut set</i> menggunakan metode MOCUS.</p>		<p>mendapatkan suatu penyebab kegagalan dasar (<i>root cause</i>).</p> <p>Kemudian, gerbang logika digunakan untuk memberikan informasi gambaran pada kondisi yang dapat memicu kegagalan.</p>
Hasil	<ul style="list-style-type: none"> - Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa faktor kegagalan yang berkontribusi antara lain pada pelaksanaan pekerjaan yaitu pada metode pelaksanaan, pengawasan pekerjaan, kualitas material, dan pekerja. - Faktor kegagalan pada perencanaan pekerjaan antara 	<ul style="list-style-type: none"> - Dengan menggunakan metode FTA dari penelitian ini didapatkan hasil akurasi berdasarkan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Kerja yang telah berjalan sebesar 97,29 % dengan penilaian yang memuaskan. - Namun, berdasarkan analisis probabilitas berdasarkan dari 	<ul style="list-style-type: none"> - Hasil yang didapatkan bahwa akar permasalahannya antara lain kondisi lokasi kerja tebing berbatu, kurang pencahayaan, dan kurang pengawasan. Dimana itu termasuk kondisi yang tidak aman (<i>Unsafe Condition</i>). - Selain itu pekerja mendapatkan tekanan pihak kontraktor untuk lembur, rekan sebaya yang menuntut bekerja cepat sehingga posisi tidak aman dan nyaman, pekerja lalai

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Arman, Melasari, dan Saputri (2021)	Fitri, Bhaskara, dan Purbiantoro (2022)	Arman, Melasari dan Suwanda (2022)
	<p>lain pada studi kelayakan, desain, dan pembagian tanggung jawab.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Terdapat faktor bencana alam yaitu banjir dan longsor. - Faktor komunikasi terdapat perbedaan suku dan ras, sulit memahami bahasa, kesalahan yang tidak disengaja. - Faktor budaya organisasi yaitu saling membedakan, sulit berbaur, dan tingkat pemahaman pada lingkungan kerja. <p>Faktor kondisi iklim yaitu terdapat badai, kemarau, dan</p>	<p>penilaian teknik terdapat keraguan sebesar 23,37%.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hasil analisis dari metode FTA didapatkan aktivitas pekerjaan yang sering berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja yaitu saat pengoperasian <i>crane</i>, pemasangan bekisting, dan pekerjaan pembesian. - Penyebab yang sering ditemukan dari kecelakaan tersebut antara lain pekerja tidak menggunakan APD, tidak adanya pengawasan, dan pekerja yang kurang ahli. 	<p>menggunakan APD, serta pekerja tidak berpengalaman pada konstruksi bangunan air. Dimana itu termasuk perilaku yang tidak aman (<i>Unsafe Act</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ada juga faktor yang berkontribusi dari kejadian kecelakaan yaitu faktor lingkungan, faktor fasilitas dan peralatan, faktor <i>human error</i>, faktor manajemen dan faktor komunikasi. - Dengan mengetahui akar akar penyebab dari permasalahan dapat ditentukan pengendalian risikonya.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Arman, Melasari, dan Saputri (2021)	Fitri, Bhaskara, dan Purbiantoro (2022)	Arman, Melasari dan Suwanda (2022)
	hujan. Dilengkapi dengan diagram FTA untuk mempermudah membuat <i>minimum cut set</i> dari akar penyebab terjadinya kegagalan tersebut.		

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Andriani, Wayuni, dan Kurniawan (2022)	Fadilah (2023)	Juhindra (2023)	Hasyimi (2023) (Penelitian Sekarang)
Judul	Analisis Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja Konstruksi pada Proyek <i>Highrise Building</i> dengan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan <i>Scaffolding</i> dengan Menggunakan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) (Studi Kasus: Proyek RS UII)	Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Konstruksi Atap dan Konstruksi Instalasi <i>Lift</i>	Analisa Kecelakaan Kerja Pekerjaan Pemasangan <i>Stopper Clamp</i> dengan Metode <i>Fault Tree Analisis</i> (Studi Kasus: Proyek <i>Jetty Upper Structure</i> , PLTU Jawa 9 Dan 10)
Lokasi	–	Proyek Rumah Sakit Universitas Islam Indonesia, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	Proyek Pembangunan Universitas Nahdatul Ulama Yogyakarta, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta	Proyek <i>Jetty Upper Structure</i> CFSPJ Jawa 9 dan 10 Suralaya, Banten
Tujuan	Menganalisis faktor penyebab kecelakaan	Mengidentifikasi kecelakaan kerja pada	Melakukan analisis untuk mengidentifikasi potensi	Mengetahui dan menganalisis akar-akar permasalahan yang

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Andriani, Wayuni, dan Kurniawan (2022)	Fadilah (2023)	Juhindra (2023)	Hasyimi (2023) (Penelitian Sekarang)
	kerja konstruksi pada gedung bertingkat menggunakan metode FTA	pekerjaan <i>scaffolding</i> , mengetahui akar permasalahan kecelakaan pada <i>scaffolding</i> , dan mengetahui solusi yang sesuai untuk mengantisipasi kecelakaan kerja terulang kembali.	bahaya di pekerjaan konstruksi atap dan konstruksi instalasi <i>Lift</i> , menganalisis akar masalah dari setiap potensi bahaya yang ditemukan, membuat rekomendasi tindakan pengendalian untuk menghilangkan potensi bahaya yang telah diidentifikasi	menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja dalam pekerjaan pemasangan <i>stopper clamp</i> pada <i>proyek jetty upper structure</i>
Metode	- Metode FTA digunakan peneliti	- Metode FTA digunakan untuk	- Peneliti menggunakan metode FTA untuk	- Dalam penelitian ini, dilakukan analisis dengan pendekatan bermula pada kegagalan (<i>top event</i>)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Andriani, Wayuni, dan Kurniawan (2022)	Fadilah (2023)	Juhindra (2023)	Hasyimi (2023) (Penelitian Sekarang)
	<p>untuk menganalisis kecelakaan kerja dengan populasi dengan jumlah 140 sampel pekerja yang pernah mengalami kecelakaan kerja di <i>Highrise Building</i>. Dengan analisa FTA penyebab dan kombinasinya yang berpotensi menyebabkan peristiwa kecelakaan kerja dapat diketahui.</p>	<p>menentukan <i>Top Event</i> (Kejadian Puncak), <i>Basic Event</i> (Kemungkinan yang menyebabkan terjadinya <i>Top Event</i>), dan menentukan kombinasi-kombinasi yang menyebabkan kegagalan.</p> <p>- Dilanjutkan membuat model grafis dari FTA dengan memberikan angka agar mempermudah dalam menganalisa MOCUS</p>	<p>menganalisis akar masalah risiko yang terjadi pada pekerjaan konstruksi atap dan konstruksi instalasi <i>Lift</i>.</p> <p>- Selain itu, peneliti juga menggunakan metode WBS (<i>Work Breakdown Structure</i>) untuk menyusun identifikasi potensi bahaya. Peneliti juga menggunakan metode CSA (<i>Construction Safety Analysis</i>) untuk menentukan model dari rekomendasi tindakan pengendalian berdasarkan potensi bahaya yang muncul</p>	<p>Kemudian mengerucut untuk mencari penyebab dasar dari terjadinya peristiwa kegagalan.</p>

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Andriani, Wayuni, dan Kurniawan (2022)	Fadilah (2023)	Juhindra (2023)	Hasyimi (2023) (Penelitian Sekarang)
Hasil	<ul style="list-style-type: none"> - Terdapat 3 informan utama yang diwawancarai secara mendalam, dengan informan pertama, mendapati kasus kejadian kecelakaan kerja akibat terkena jatuhnya material balok kayu. - Informan kedua, mendapati kasus kecelakaan kerja akibat terjatuh dari <i>scaffolding</i>. - Informan ketiga, mendapati kasus kecelakaan kerja terjatuh 	<ul style="list-style-type: none"> - Hasil dari penelitian ini didapatkan terdapat 4 faktor penyebab terjadinya <i>top event</i> yaitu faktor pekerja, manajemen, peralatan dan lingkungan. - Faktor penyebab tersebut dijelaskan juga dalam bentuk model grafis dan angka agar memudahkan pada analisa MOCUS (<i>Method for Obtaining Cut Sets</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> - Dengan menggunakan WBS, didapatkan 131 identifikasi potensi bahaya. - Selanjutnya menggunakan FTA didapatkan kesimpulan dari pakar ahli memiliki pendapat yang mirip bahwa akar masalah dari setiap identifikasi terdapat 4 faktor, yaitu faktor personal, faktor peralatan, faktor material dan faktor lingkungan. - Setelah menganalisis akar 	<ul style="list-style-type: none"> - Dengan menggunakan metode FTA dalam penelitian ini didapatkan 4 faktor utama penyebab terjadinya kecelakaan kerja pekerja terjatuh dan tercebur. Faktor tersebut antara lain dari lingkungan, pekerja, peralatan dan manajemen K3. - Faktor tersebut kemudian disusun dalam bentuk grafis dengan simbol dan angka untuk memudahkan

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Andriani, Wayuni, dan Kurniawan (2022)	Fadilah (2023)	Juhindra (2023)	Hasyimi (2023) (Penelitian Sekarang)
	<p>ke rantai dasar.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Berdasarkan analisis menggunakan metode FTA didapatkan. akar penyebab dari kejadian pertama yaitu <i>Unsafe Condition</i> dikarenakan lokasi dari pekerjaan tersebut terletak di bawah lokasi pembongkaran yang terdapat kemungkinan material bongkaran terjatuh. - Akar penyebab dari kejadian kedua yaitu 	<ul style="list-style-type: none"> - Selain itu, didapatkan pengendalian kecelakaan kerja yang sesuai berdasarkan upaya untuk meminimalisir kecelakaan kerja pada pekerjaan <i>scaffolding</i>. 	<p>masalah ditentukan tindakan pengendalian menggunakan substitusi, rekayasa teknologi, pengendalian administrasi dan alat pelindung diri</p>	<p>analisis MOCUS.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Setelah dilakukan analisa MOCUS Didapatkan 9 kombinasi <i>basic event</i>. - Selain itu, diberikan pengendalian risiko yang tepat untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja terutama pekerjaan pemasangan <i>stopper clamp</i> atau pekerjaan ketinggian di atas permukaan air

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Andriani, Wayuni, dan Kurniawan (2022)	Fadilah (2023)	Juhindra (2023)	Hasyimi (2023) (Penelitian Sekarang)
	kondisi tidak aman dan tindakan yang tidak aman dikarenakan <i>scaffolding</i> terpasang secara tidak benar dan lokasi pekerjaan yang basah sehingga licin			

Berdasarkan hasil perbandingan yang disajikan dalam Tabel 2.1 diatas, dapat diketahui bahwa peneliti terdahulu menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan metode ARCTM dengan objek penelitian serta lokasi yang berbeda-beda. Peneliti terdahulu menggunakan metode FTA dengan objek penelitian, diantaranya kegagalan konstruksi jalan, pekerjaan proyek embung, konstruksi gedung bertingkat, pekerjaan *scaffolding* pada proyek RS, pekerjaan konstruksi atap, dan konstruksi instalasi *lift*. Oleh karena itu, penelitian ini akan meneliti mengenai pekerjaan pemasangan *stopper clamp* dengan metode yang sama yaitu FTA. Perbedaan objek penelitian yaitu pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp* dengan tempat yang berbeda yakni di Proyek *Jetty Upper Structure* Jawa 9 dan 10 Suralaya, Banten. Selain itu, belum banyak ditemukan penelitian mengenai pekerjaan pemasangan *stopper clamp* di proyek lain dengan metode FTA.

Oleh sebab itu, pada penelitian ini digunakan metode *Fault Tree Analysis* sebagai cara untuk menentukan akar permasalahan dari suatu kejadian kegagalan dengan bentuk model grafis seperti pohon. Dari bentuk model grafis peneliti akan lebih mudah untuk menemukan dan memetakan akar permasalahan yang ada. Penelitian ini akan dilakukan pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp* pada Proyek *Jetty Upper Structure* Jawa 9 dan 10.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umum

Landasan teori yang dipakai sebagai landasan penelitian dijelaskan dalam bab ini. Landasan teori yang dipakai bersumber dari buku-buku dan ketentuan dengan penjelasan yang dapat dipercaya. Dengan adanya landasan teori, peneliti menjadi lebih mudah untuk mengerjakan penelitian secara sistematis dan terarah. Selain itu, landasan teori digunakan sebagai acuan atau pedoman ilmu yang akan dipakai dalam proses penyusunan penelitian. Landasan teori yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dengan membaca referensi dari penelitian sebelumnya yang relevan.

Peristiwa kecelakaan kerja pada proyek konstruksi sering terjadi dikarenakan kesalahan atau kondisi pekerjaan yang sulit. Pada pekerjaan ketinggian di atas permukaan air memiliki peluang kecelakaan kerja yang lebih besar dibandingkan dengan bekerja di atas permukaan tanah. Berdasarkan Permenaker No. 9 Tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pasal 1 b, bekerja di ketinggian merupakan kegiatan atau aktivitas pekerjaan yang dilakukan pekerja di tempat kerja yang memiliki perbedaan ketinggian pada permukaan tanah atau perairan sehingga memiliki potensi terjatuh yang menyebabkan pekerja atau orang yang berada di tempat kerja terluka, cedera bahkan meninggal dunia dan menimbulkan kerusakan. Oleh karena itu, analisis dan identifikasi potensi bahaya kecelakaan kerja pada ketinggian di proyek konstruksi sangat perlu dilakukan.

3.2 Proyek

Proyek adalah rangkaian kegiatan atau aktivitas yang dilakukan dengan jangka waktu, biaya, dan lokasi tertentu serta sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan tugas yang telah disepakati antar pihak. Terdapat definisi proyek dari beberapa ahli diantaranya sebagai berikut:

1. Proyek adalah rangkaian kegiatan usaha kompleks dengan keterbatasan waktu, anggaran, sumber daya, dan produk yang akan dihasilkan memiliki spesifikasi khusus. (Nurhidayat, Arianto, dan Bhirawa, 2021)
2. Menurut (Fazis & Tugiah, 2022) Proyek merupakan serangkaian aktivitas yang berlangsung pada jangka waktu dan biaya tertentu dengan alokasi sumber daya yang tersedia serta memiliki tujuan untuk menyelesaikan tugas-tugas yang telah ditentukan

Aktivitas yang dilakukan pada proyek biasanya berupa pembangunan atau perbaikan fasilitas baik untuk kepentingan publik maupun pribadi. Fasilitas publik, yaitu mencakup gedung, jalan, jembatan, bendungan, pelabuhan, dan lain lain. Kegiatan penelitian dan pengembangan juga dapat disebut suatu proyek. Berdasarkan pengertian tersebut, maka proyek adalah rangkaian kegiatan yang dilakukan dengan batas waktu tertentu, bersifat *unique*, memiliki batas waktu tertentu dengan sumber daya yang tersedia dan memiliki tujuan untuk mencapai target akhir yang sudah disepakati. Pengertian tersebut lebih berfokus pada proyek konstruksi, dalam artian proyek dengan aktivitas di bidang konstruksi.

3.2.1 Proyek Konstruksi

Menurut Ervianto dalam Supriyanti (2019), proyek konstruksi adalah rangkaian aktivitas yang dilakukan hanya sekali, ada awal dan akhir, dan umumnya memiliki waktu yang cepat. Pada rangkaian aktivitas di atas terdapat pengolahan beberapa sumber daya proyek yang menghasilkan sebuah bangunan. Dalam proyek konstruksi, aktivitas yang terlibat adalah pembangunan sebuah bangunan baik struktur atau arsitektur. Oleh karena itu, banyak melibatkan pihak-pihak terkait. Pelaksanaan proyek konstruksi yang banyak melibatkan pihak terkait baik secara langsung dan tidak langsung harus dapat berkolaborasi dan bekerja sama dengan baik sehingga mencapai target dari yang ditentukan.

3.2.2 Jenis jenis Proyek Konstruksi

Menurut Ervianto (2023), terdapat 2 macam jenis bangunan proyek konstruksi secara umum

1. Bangunan Gedung

Bangunan gedung dapat berupa perumahan, mal, supermarket, dan sebagainya. Bangunan gedung memiliki ciri seperti berikut:

- a. Hasil dari proyek konstruksi dapat berupa bangunan tempat tinggal atau kerja.
- b. Lokasi pelaksanaan pekerjaan relatif sempit dan tipe pondasi sudah diketahui.
- c. Dalam *progressing* pekerjaan dibutuhkan manajemen yang tepat

2. Bangunan Sipil

Bangunan sipil dapat berupa jalan, jembatan, bendungan, dan infrastruktur lainnya. Ciri-ciri dari kelompok bangunan ini adalah :

- a. Pelaksanaan proyek konstruksi bertujuan untuk mengendalikan alam sehingga berguna bagi manusia.
- b. Lokasi pelaksanaan pekerjaan relatif luas atau panjang dengan kondisi pondasi yang berbeda-beda.
- c. Manajemen dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan.

Selain itu, menurut Hosaini (2021) jenis-jenis proyek konstruksi dapat dibagi menjadi beberapa kategori, antara lain sebagai berikut.

1. Proyek Konstruksi Industri (*Industrial Construction*)

Proyek konstruksi yang termasuk dalam jenis ini adalah proyek yang membutuhkan mutu material, spesifikasi, yang khusus pada proses perencanaan, seperti pembangkit listrik, nuklir, pertambangan, kilang minyak, industri berat atau industri dasar, desain konstruksi, dan lain-lain. Dibutuhkan ketelitian dan skill serta teknologi yang spesifik pada proses perencanaan dan pelaksanaannya karena tidak semua orang dapat melaksanakan proyek tersebut.

2. Proyek Konstruksi Teknik Sipil (*Heavy Engineering Construction*)

Proyek konstruksi teknik sipil (*Heavy Engineering Construction*) umumnya merupakan proyek milik pemerintah yang tergolong pada infrastruktur dan berfungsi untuk fasilitas umum, contohnya proyek jembatan, bendungan, proyek jalan bebas hambatan, jalan kereta api, terowongan, sistem drainase, jaringan pipa, dermaga, dan sebagainya. Proyek ini memiliki skala yang besar dengan teknologi tinggi, sehingga diperlukan sumber daya yang lebih besar untuk mengerjakan proyek tersebut.

3. Proyek Konstruksi Bangunan Gedung (*Building Construction*)

Bangunan yang termasuk dalam jenis proyek ini seperti bangunan institusional dan komersial. Contoh bangunannya, yaitu pembangunan universitas, rumah sakit, terminal, sekolah, pasar dan sebagainya. Dalam proses perencanaan proyek ini, diperlukan tenaga ahli yang sesuai dengan bidang pekerjaan. Selain itu, diperlukan ketelitian dalam menyusun dokumen kerja.

4. Proyek Bangunan Perumahan/Pemukiman (*Residential Construction* atau *Real Estate*)

Pembangunan pada proyek ini seperti perumahan, pemukiman, villa, kluster, apartemen dan sebagainya. Dalam mengerjakan proyek ini, sarana penunjang seperti drainase, jalan lingkungan dikerjakan secara bersamaan. Proses perencanaan proyek ini diperlukan rencana yang lebih matang karena berkaitan dengan sistem prasarana, seperti jalan, listrik, jaringan transfusi, jaringan air, dan penunjang lainnya.

3.2.3 Tahapan Proyek Konstruksi

Menurut Ervianto (2023), alur dari proyek konstruksi merupakan hal yang penting karena perlu rancangan yang matang dari seluruh pihak yang berkontribusi dengan tujuan untuk mempermudah pengerjaan dan meminimalisir kejadian kegagalan. Tahapan dari proyek konstruksi yang harus dilaksanakan adalah sebagai berikut.

1. Perencanaan (*Planning*)

Proyek konstruksi pada umumnya muncul diawali oleh gagasan atau pikiran yang muncul dari beberapa pihak dengan alasan untuk memenuhi kebutuhan kehidupan seiring dengan perkembangan zaman. Mayoritas dari gagasan tersebut umumnya muncul dari pihak pemilik proyek sebagai pihak utama yang terlibat dari sebuah proyek konstruksi.

2. Studi Kelayakan (*Feasibility Study*)

Proses keyakinan kepada pemilik proyek bahwa proyek konstruksi tersebut sudah layak dan dapat dilanjutkan segala aspeknya, baik aspek perencanaan, ekonomi, maupun lingkungan. Tujuan dari studi kelayakan ini adalah memberikan pandangan yang jelas mengenai proyek konstruksi yang akan dilaksanakan dan memastikan bahwa proyek tersebut dapat dilaksanakan secara efektif dan menguntungkan.

3. Pemaparan (*Briefing*)

Pemaparan perencanaan proyek konstruksi menjadi penting karena pada tahap ini dipastikan semua pihak terkait proyek memiliki pemahaman yang jelas mengenai apa yang akan dilakukan, bagaimana caranya, dan apa yang diharapkan sebagai hasil akhir. Hal ini membantu menghindari kesalahpahaman, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan memastikan kelancaran, serta keberhasilan pelaksanaan proyek konstruksi. *Owner* akan menjelaskan secara rinci terkait fungsi dari proyek konstruksi serta biaya yang akan dipaparkan dengan pihak konsultan perencana. Kegiatan yang dilakukan, antara lain penyusunan rencana dengan tenaga ahli, pertimbangan untuk kebutuhan proyek, persiapan lingkup proyek, dan pembuatan sketsa awal.

4. Perancangan atau Tahap Desain (*Design*)

Tahap ini merupakan tahap untuk merancang detail dan lengkap mengenai proyek konstruksi sesuai dengan kebutuhan dan fungsi pemilik proyek. Pada tahapan ini, terdapat beberapa kegiatan yang dilaksanakan, seperti mengembangkan ikhtisar proyek, memeriksa terkait teknis, meminta ikhtisar atau persetujuan akhir dari pemilik proyek, dan mempersiapkan hal-hal mengenai rincian proyek. Hal-hal rincian proyek yang perlu dipersiapkan,

yaitu dokumen rancangan secara mendetail, gambar rencana, gambar kerja, spesifikasi, daftar kuantitas, rancangan anggaran biaya, dan perlengkapan semua dokumen tender lainnya yang diperlukan termasuk jadwal.

5. *Pengadaan dan Tender*

Tender merupakan proses pengadaan atau penerimaan suatu proyek dan kontrak dengan memberikan penawaran harga atau proposal kepada pihak yang mengajukan tender (biasanya pemilik proyek atau pengguna jasa) untuk memperoleh kesempatan mendapatkan proyek atau kontrak tersebut. Dalam tahap ini dilakukan pemilihan kontraktor dan subkontraktor sebagai pelaksana proyek konstruksi. Proses tender meliputi pengumuman tender, pengajuan penawaran dan dokumen tender, evaluasi dokumen tender, penetapan pemenang tender, penandatanganan kontrak, dan pelaksanaan proyek.

6. *Pelaksanaan (Construction)*

Setelah penetapan kontraktor, pihak kontraktor akan merealisasikan proyek sesuai dengan rencana spesifikasi, biaya, dan jadwal yang telah disepakati. Pada tahap ini, pihak yang terlibat antara lain konsultan perencana, pelaksana, dan pengawas. Pada proses pelaksanaan proyek, terdapat garis besar kegiatan diantaranya adalah persiapan lokasi, pengadaan material, pekerjaan konstruksi, pengawasan, manajemen proyek, komunikasi, dan penyelesaian serta penyerahan.

7. *Pemeliharaan dan Persiapan Penggunaan (Maintenance & Start Up)*

Pemeliharaan proyek sangat penting dengan tujuan untuk memastikan investasi jangka panjang dalam infrastruktur atau fasilitas. Dengan langkah pemeliharaan yang tepat maka masa pakai bangunan dapat bertahan lama, risiko kerusakan minim, dan keamanan serta kenyamanan pengguna maksimal. Secara garis besar, langkah-langkah yang dikerjakan pada tahap pemeliharaan, yaitu identifikasi kebutuhan pemeliharaan, perencanaan pemeliharaan, pelaksanaan pemeliharaan, pengawasan dan pengendalian, pencatatan dan pelaporan, dan evaluasi peningkatan. Selain itu, pada tahap

ini perlu membuat dokumen mengenai petunjuk operasi konstruksi dan melatih *staff* dalam menggunakan fasilitas bangunan yang telah dibuat.

3.3 Kecelakaan Kerja

Menurut PERMENAKER No.03/MEN/1998 dalam Darwis et al. (2020) Kecelakaan kerja adalah kejadian yang tidak terkendali, tidak direncanakan dan terduga (*uncontrolled, unplanned, and undesired*) saat bekerja sehingga dapat memicu korban baik manusia maupun harta benda. Kecelakaan akibat kerja tidak hanya berdampak pada korban, melainkan berpengaruh pada keluarga korban terlebih lagi apabila sampai cacat atau kematian. Dalam pekerjaan bidang konstruksi memiliki risiko yang mungkin terjadi sehingga memicu terjadinya kecelakaan kerja karena lokasi kerja yang berbahaya. Menurut Tarwaka dalam Sulistyaningtyas (2021) bahwa kecelakaan kerja tidak bisa timbul hanya karena satu penyebab, akan tetapi bisa terjadi karena banyak faktor yang menjadi penyebab kecelakaan atau kejadian.

Faktor pemicu dari kecelakaan kerja dapat ditemukan sesuai dengan kondisi pada suatu pekerjaan. Setiap pekerjaan konstruksi harus dianalisis dan dicari faktor pemicu timbulnya kecelakaan kerja. Faktor bahaya dapat muncul dari tindakan yang tidak aman (*Unsafe Act*) dan kondisi yang tidak aman (*Unsafe Condition*). Tindakan yang tidak aman (*Unsafe Act*) merupakan tindakan tidak aman bagi pekerja baik diri sendiri maupun pekerja yang lainnya. Sedangkan kondisi yang tidak aman dan berbahaya (*Unsafe Condition*) merupakan kondisi tidak aman di tempat kerja dan berisiko membahayakan bagi pekerja maupun lingkungan sekitar (Rahmawati et., al, 2022). Selain itu, menurut Suma'mur dalam Listyaningsih (2021) bahwa terdapat beberapa faktor penyebab kecelakaan kerja, yaitu faktor manusia, faktor pekerjaan, dan faktor lingkungan. Faktor manusia terdiri dari usia, pengalaman kerja, tingkat pendidikan, tingkat pengetahuan, sikap, tindakan tidak aman, dan kondisi tidak aman. Faktor pekerjaan meliputi jenis pekerjaan

dan pembagian *shift*. Sedangkan faktor lingkungan, yaitu lingkungan kimia, fisik, dan biologis.

Terdapat jenis-jenis tingkatan pada kecelakaan kerja, yaitu kecelakaan kerja ringan, sedang, dan berat. Kecelakaan kerja ringan terjadi apabila pekerja hanya mengalami luka ringan dan dapat kembali bekerja. Kecelakaan kerja sedang terjadi apabila pekerja mengalami tingkat cedera sedang, kehilangan hari kerja kurang dari 3 hari dan tidak menimbulkan cacat permanen. Kecelakaan kerja berat apabila terjadi pada pekerja yang menimbulkan cedera serius hingga kecacatan permanen, bahkan kematian. Tingkat kecelakaan kerja yang terjadi sangat mempengaruhi besaran kerugian yang ditimbulkan.

3.4 Keselamatan Kerja

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan bentuk upaya dalam menciptakan lingkungan kerja yang sehat dan aman sehingga dapat meminimalisir potensi kecelakaan kerja yang dapat mengakibatkan kerugian langsung dan tidak langsung (Juliana *et. al*, 2023). Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) adalah cara untuk memberikan perlindungan terhadap pekerja, perusahaan, lingkungan hidup, dan masyarakat sekitar dari risiko bahaya yang disebabkan oleh kecelakaan kerja (Wahyuningsih *et al.*, 2021). Menurut Siahaan (2020) bahwa Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan suatu upaya dengan tujuan untuk meningkatkan keutuhan dan kesempurnaan diri baik jasmaniah maupun rohaniyah tenaga kerja serta orang-orang di area kerja. Menurut Prabowo (2020), keselamatan kerja juga diartikan sebagai upaya untuk mencegah terjadinya kecelakaan akibat kerja. Keselamatan merupakan langkah utama untuk keamanan bagi para pekerja. Keselamatan kerja menjadi salah satu faktor penting proyek konstruksi agar proyek berjalan lancar, maksimal, dan tanpa ada hambatan dalam pelaksanaannya. Tercapainya keselamatan kerja membuat pekerja maksimal dalam menjalankan pekerjaannya dan menghasilkan kualitas proyek konstruksi yang baik.

Keselamatan kerja tidak hanya berkaitan dengan dengan lingkungan kerja, tetapi juga dengan kondisi peralatan dan metode pelaksanaan kerja. Dalam Permen PUPR No 10 Tahun 2021 dijelaskan bahwa setiap perusahaan konstruksi harus memiliki dan memenuhi syarat rencana keselamatan konstruksi (RKK). Penerapan sistem keselamatan kerja dibutuhkan kekompakan dan keselarasan antar pekerja di area proyek untuk mendapatkan hasil pencegahan yang maksimal dan dapat mengurangi potensi bahaya yang timbul. Sedangkan kesehatan kerja merupakan upaya untuk melindungi tenaga kerja dari kejadian merugikan dalam melakukan pekerjaan. Kesehatan dan Keselamatan Kerja dapat berupa, pencegahan kecelakaan dan kemungkinan penyakit yang terjadi, kontrol terhadap hal berisiko atau bahaya di lingkungan kerja, penanganan kecelakaan, dan menyediakan fasilitas tenaga kerja dalam perlindungan kesehatan hingga rehabilitasi. Terdapat beberapa aspek yang terkait dengan keselamatan kerja, antara lain identifikasi risiko, pencegahan, pelatihan dan pendidikan, penggunaan alat pelindung diri (APD), supervisi dan pengawasan, kebijakan dan prosedur keselamatan, investigasi kecelakaan, dan penghargaan, serta pengakuan. Standar keselamatan kerja atau tindakan keselamatan kerja, seperti perlindungan badan pekerja, perlindungan alat, perlindungan komponen listrik, dan pengamanan *area* kerja (sistem alarm).

Dalam mencegah kecelakaan kerja diperlukan penggunaan alat pelindung diri bagi pekerja. alat pelindung diri (APD) adalah alat untuk melindungi diri pekerja dari bahaya di lingkungan tempat bekerja. APD memiliki peran dan fungsi yang penting untuk pekerja guna meminimalisir dampak kecelakaan kerja yang terjadi. APD dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu alat pelindung kepala, pelindung tubuh, dan pelindung anggota tubuh. Contoh alat pelindung kepala, yaitu helm pelindung, kacamata pengamanan, penutup telinga, masker, dan pelindung wajah (*face shield*). Alat pelindung tubuh berupa apron, rompi (*safety vest*), dan *safety clothing*. Sedangkan alat pelindung anggota tubuh, antara lain sarung tangan, sabuk pengaman, dan sepatu *boot* (Fanelia & Herbawani, 2022).

Dalam pemilihan alat pelindung diri terdapat beberapa ketentuan yang harus dipenuhi guna meningkatkan keefektifitasan alat oleh pekerja sehingga risiko

kecelakaan atau bahaya minim. Dalam pemakaian APD terkadang membuat rasa tidak nyaman dan membatasi gerakan pekerja ketika dipakai. Oleh sebab itu, perlunya menaati ketentuan dalam pemilihan APD agar sesuai prosedur sehingga risiko kecelakaan berkurang. Ketentuan dalam pemilihan APD, antara lain APD memberikan perlindungan terhadap bahaya, tidak mudah rusak, mudah diperoleh, dapat dipakai secara fleksibel, tidak membatasi gerakan, dan telah memenuhi ketentuan standar yang ada. Selain ketentuan pemilihan, terdapat pula ketentuan pemakaian APD, antara lain APD sesuai bentuk tubuh pemakai, jika menggunakan lebih dari dua APD pastikan tidak mengurangi keefektifitasan APD masing-masing, segera lapor apabila timbul rasa tidak nyaman ketika APD dipakai, dan segera konfirmasi kepada pihak yang bertanggung jawab apabila diperlukan pelatihan khusus dalam penggunaan APD.

3.5 *Clamp Steel Pipe Pile*

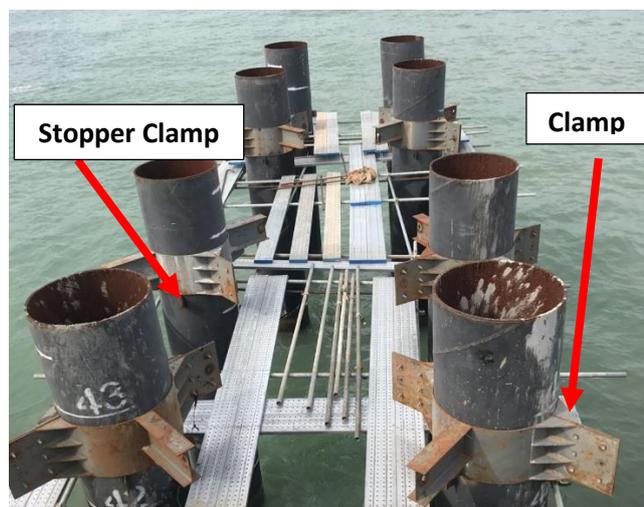
Pada setiap proyek konstruksi dibutuhkan peralatan dengan tujuan untuk mempermudah melaksanakan metode kerja dengan pertimbangan keamanan yang terjamin. Pada pekerjaan ketinggian diatas permukaan air dibutuhkan alat, material dan metode kerja yang mampu menjamin keamanan dan keselamatan para pekerja.

3.5.1 Pengertian *Clamp Steel Pipe Pile*

Clamp steel pipe pile terdiri dari *support clamp* atau *stopper clamp*, dan *clamp* itu sendiri. *Clamp* merupakan salah satu komponen yang berfungsi sebagai penahan beban vertikal bekisting atau landasan *platform* yang menempel pada pipa tiang pancang pada proyek konstruksi pelabuhan. *Clamp* digunakan untuk mengunci atau mengikat baja IWF dan UNP bekisting ke tiang pancang atau dinding beton agar bekisting tetap stabil selama proses pengecoran beton. IWF dan UNP digunakan sebagai pembentuk landasan *platform* bekisting untuk membentuk struktur beton pada proyek konstruksi pelabuhan.

Stopper Clamp atau *Support Clamp* adalah salah satu komponen tambahan yang berfungsi sebagai penahan beban vertikal *Clamp*. Letak dari *Stopper*

Clamp yaitu menempel pada tiang pancang dibawah komponen *Clamp*. Komponen ini terbuat dari besi plat dengan tebal 19 mm dengan ukuran sesuai dengan kondisi kebutuhan. Pemasangan dari *Stopper Clamp* diperlukan tenaga kerja khusus dikarenakan pekerjaannya tergolong sulit.



Gambar 3.1 *Stopper Clamp* dan *Clamp*

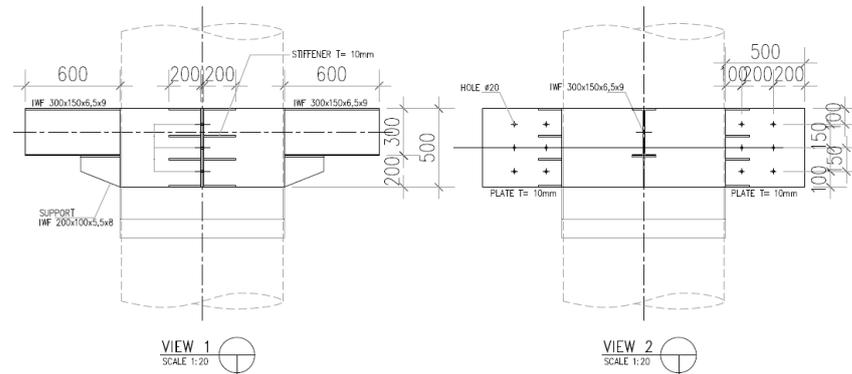
(Sumber: Dokumentasi Proyek *Jetty Upper Structure Jawa 9 dan 10*)

3.5.2 Jenis Jenis *Clamp Steel Pipe Pile*

Terdapat beberapa model dan istilah nama pada komponen *clamp*. Berikut ini adalah jenis-jenisnya.

1. *Clamp* Cangkang

Clamp Cangkang menjadi salah satu jenis *clamp* yang paling umum digunakan untuk proyek konstruksi atas bangunan *jetty*. *Clamp* jenis ini sering digunakan karena pemasangan dan pembongkaran yang relatif cepat dan mudah, tingkat keamanan yang baik, serta dapat digunakan beberapa kali. Material dari komponen ini terbuat dari plat besi tebal 10 mm yang dibengkokkan dengan ukuran diameter pancang dan besi IWF sebagai dudukan untuk *platform* di atasnya. Berikut ini merupakan contoh *clamp* cangkang dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3



Gambar 3.2 Detail Clamp Cangkang

(Sumber: Dokumen Metode Proyek *Jetty Upper Structure Jawa 9 dan 10*)



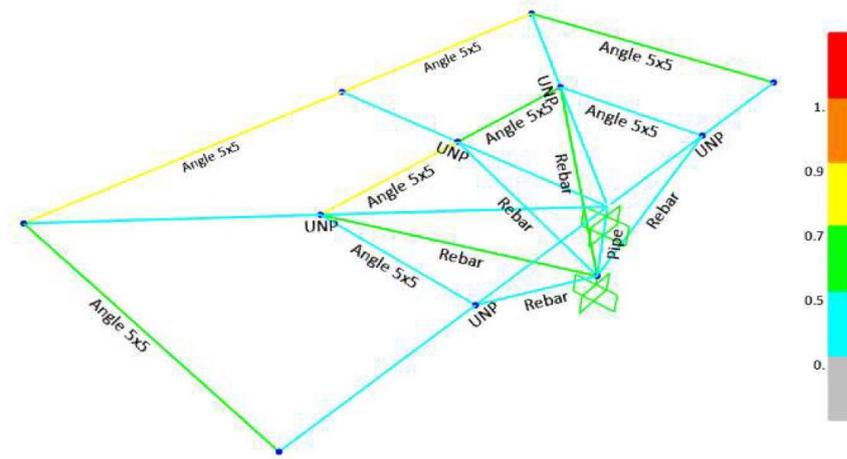
Gambar 3.3 Jenis Clamp Cangkang

(Sumber: Dokumentasi Proyek *Jetty Upper Structure Jawa 9 dan 10*)

2. *Clamp* Payung

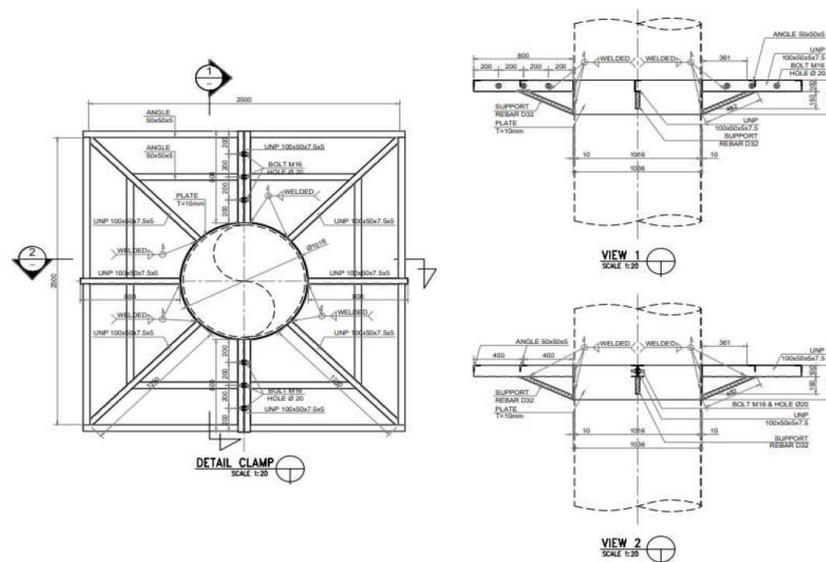
Sesuai dengan istilahnya, *clamp* ini memiliki bentuk mirip dengan payung. *Clamp* ini digunakan sebagai metode alternatif pengerjaan konstruksi atas pada bangunan *jetty* apabila terdapat material sisa yang masih dapat dimanfaatkan. Fungsi dari *clamp* ini sama dengan *clamp* lain, yaitu untuk menahan beban sementara pada *platform* di atasnya. Namun, *clamp* ini jarang digunakan dengan alasan tidak semua orang dapat membuatnya dan faktor keamanan yang kurang. Perlu pekerja khusus dengan pengalaman untuk pekerjaan pengelasan pada pembuatan *clamp* ini. Struktur rangka utama dari

clamp ini yaitu besi tulangan sisa yang disusun dan dianalisis kekuatannya. Selain itu terdapat besi siku untuk dukungan dari *platform* di atasnya. Untuk gambar detail dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 dibawah.



Gambar 3.4 Desain dan Analisis *Clamp* Payung

(Sumber: Dokumen Metode Proyek *Jetty Upper Structure Jawa 9 dan 10*)

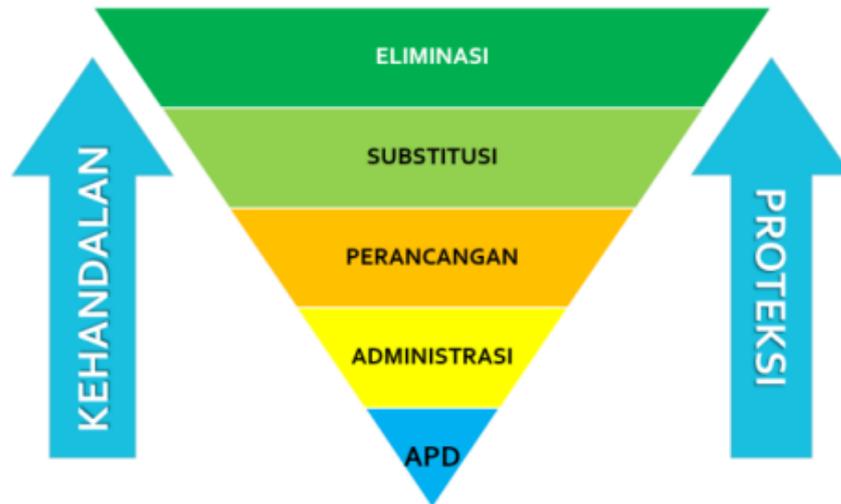


Gambar 3.5 Detail *Clamp* Payung

(Sumber: Dokumen Metode Proyek *Jetty Upper Structure Jawa 9 dan 10*)

3.6 Pengendalian Risiko

Dilakukannya pengendalian risiko untuk mengendalikan bahaya-bahaya yang ditemukan dalam proses identifikasi bahaya. Berdasarkan ISO perusahaan diwajibkan untuk menetapkan, melaksanakan, dan mengidentifikasi risiko kesehatan dan keselamatan kerja dengan melakukan identifikasi terhadap sumber-sumber yang muncul dan berpotensi mengakibatkan situasi berbahaya, cedera, serta menyebabkan kesehatan yang buruk bagi para pekerja (Alfiansah, Kurniawan and Ekawati, 2020). Risiko kesehatan dan keselamatan kerja adalah kombinasi dari kemungkinan kejadian atau peristiwa berbahaya yang berhubungan dengan pekerjaan dan parahnya cedera serta gangguan kesehatan. Setelah dilakukannya identifikasi dan penilaian mengenai risiko bahaya maka akan muncul pengendalian risiko untuk mengurangi tingkat bahaya. Pengendalian risiko merupakan salah satu langkah dalam manajemen risiko. Adanya pengendalian risiko dapat mengurangi kemungkinan adanya keparahan dalam pekerjaan dengan acuan 5 hierarki pengendalian risiko. Hierarki Pengendalian Risiko merupakan acuan untuk menentukan pengendalian risiko guna menyediakan pendekatan secara sistematis sebagai peningkatan keselamatan dan kesehatan, mengurangi bahaya, dan mengendalikan potensi bahaya bekerja. Dalam hierarki pengendalian risiko terdapat simbol segitiga terbalik dengan keterangan-keterangan berdasarkan keefektifan dari metode pengendalian. Berikut merupakan gambar hierarki pengendalian risiko.



Gambar 3.6 Hierarki Pengendalian Risiko

(Sumber: CDC 2024)

Berdasarkan simbol tingkatan, berikut penjelasan mengenai masing-masing hierarki pengendalian risiko.

a. Eliminasi

Eliminasi merupakan langkah pertama dan paling diutamakan dalam hierarki pengendalian risiko yang bersifat permanen sehingga risiko hilang sepenuhnya. Pengendalian ini dilakukan dengan menghilangkan unsur yang menyebabkan risiko, sehingga tidak ada risiko yang harus dihadapi. Cara melakukan eliminasi dengan beberapa cara, yaitu menghilangkan pekerjaan, proses, alat, atau mesin yang berisiko bahaya terhadap pekerja. Misalnya terdapat peralatan kerja yang sudah tidak layak pakai sehingga berpotensi menimbulkan kecelakaan, maka pada langkah eliminasi harus tidak memakai alat tersebut dan diganti menggunakan alat yang baru.

b. Substitusi

Langkah berikutnya yaitu substitusi, yaitu menggantikan unsur, alat, atau komponen yang berbahaya dengan sesuatu yang lebih aman atau kurang berisiko. Contohnya terdapat pekerjaan menggunakan tangga kayu, tangga tersebut telah rapuh sehingga harus mengganti menggunakan tangga besi.

c. Rekayasa Teknologi atau Perancangan Teknis

Pengendalian risiko selanjutnya yaitu menggunakan rekayasa teknologi atau perancangan teknis untuk mengurangi risiko. Pada metode ini dapat melakukan perancangan desain fasilitas kerja atau perbaikan alat, serta menambah peralatan yang digunakan. Dengan maksud lain, metode ini melibatkan perancangan atau penggunaan peralatan yang aman untuk bekerja seperti penggunaan pengaman pada mesin, memberikan rambu pada lokasi yang berbahaya, atau mengisolasi tempat yang berbahaya.

d. Pengendalian Administratif atau Rancangan Administrasi

Pengendalian administratif atau rancangan administrasi dapat dilakukan dengan membuat SOP, memberikan sirene peringatan bahaya, *safety sign*, dan lain-lain. Langkah ini menggunakan penerapan kebijakan, prosedur, pelatihan, dan pengaturan kerja yang aman untuk mengurangi risiko. Contohnya, memberikan pelatihan keselamatan kerja kepada pekerja atau mengatur jadwal kerja dan jam kerja untuk mengurangi potensi kelelahan pekerja.

e. Alat Pelindung Diri (APD)

Langkah terakhir dalam hierarki pengendalian risiko dan paling mudah dalam penerapannya saat bekerja yaitu APD. Jika langkah-langkah sebelumnya tidak dapat menghilangkan risiko sepenuhnya, maka digunakan alat pelindung diri (APD) oleh pekerja untuk mengurangi risiko potensial. Oleh sebab itu, perlunya pelatihan pekerja dalam menggunakan dan merawat APD dengan baik dan benar. Contoh APD termasuk helm keselamatan, kaca mata pelindung, sarung tangan, *work vest*, *life jacket*, *body harness*, sepatu keselamatan, dan lain-lain.

Penerapan hierarki pengendalian risiko harus sesuai dengan tingkat keefektifan melalui eliminasi atau substitusi terlebih dahulu. Langkah pengendalian yang lebih rendah seperti penggunaan APD hanya boleh dijadikan sebagai langkah akhir, bukan pengganti. Dengan mengikuti hierarki ini, potensi risiko di tempat kerja dapat dikelola dengan lebih efektif untuk melindungi kesehatan dan keselamatan pekerja (Mario & Widiawan, 2022).

3.7 *Fault Tree Analysis (FTA)*

Pada subbab ini membahas tentang proses sederhana untuk melakukan pendekatan dan cara untuk mengolah metode FTA yang akan menunjukkan bagaimana kegagalan tingkatan atas dapat terjadi. Permasalahan yang kompleks akan semakin diperlukan ketelitian untuk mengidentifikasi kemungkinan kombinasi kegagalan yang menjadi penyebab hilangnya integritas sistem. Oleh sebab itu, diperlukan metode FTA atau biasa disebut analisis pohon kesalahan dengan memberikan model grafis, notasi tertentu, hubungan yang logis antar semua penyebab yang berkontribusi.

3.7.1 *Pengertian Fault Tree Analysis*

Menurut Ayomi (2019) FTA (*Fault Tree Analysis*) adalah cara pendekatan pengendalian risiko untuk mengidentifikasi kegagalan dengan melakukan analisis kesalahan sistem dari kumpulan faktor-faktor yang berinteraksi dan berkontribusi. Konsep dasar dari FTA yakni melakukan identifikasi dan analisis suatu kejadian kegagalan atau kesalahan dari sistem dalam bentuk diagram visual (model grafis) dan model logika. Diagram visual dapat memberikan suatu bentuk model grafis sehingga menggambarkan hubungan dengan akar-akar permasalahan yang terjadi. FTA (*Fault Tree Analysis*) adalah metode untuk melakukan identifikasi dan analisis faktor-faktor yang berhubungan pada peristiwa kegagalan yang tidak diharapkan (peristiwa puncak/*top event*) (Purbiantoro & Bhaskara, 2020). Faktor faktor kegagalan kemudian diidentifikasi dengan cara deduktif, diurutkan dengan logis, dan direpresentasikan dalam bentuk model grafis dengan bentuk pohon yang menghubungkan dari faktor penyebab hingga peristiwa *top event*. Faktor yang diidentifikasi dapat berupa kegagalan oleh alat kerja, kesalahan manusia, lingkungan, dan peristiwa sebagainya yang tidak diinginkan.

3.7.2 *Kelebihan dan Keterbatasan Fault Tree Analysis*

Setiap penggunaan metode, terdapat keterbatasan ataupun kelebihanya masing masing. Begitupun metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu

Fault Tree Analysis terdapat detail kelebihan dan kekurangan yang telah dijelaskan menurut Kritzinger (2017), ISO 31010 (2009), dan NASA *Fault Tree Handbook* (2002).

3.7.2.1 Kelebihan *Fault Tree Analysis*

Kelebihan dari metode *Fault Tree Analysis* adalah sebagai berikut.

1. Analisis logika pohon kesalahan digunakan dalam mengidentifikasi, mengamati, dan mencatat jalur kesalahan logis dengan sistematis dan sederhana dari efek spesifik ke penyebab utama.
2. Penerapan pendekatan "*top-down*", yaitu teknik yang berfungsi sebagai memusatkan perhatian pada efek atau akibat kegagalan yang langsung berhubungan dengan peristiwa puncak (*top event*).
3. Biaya penilaian keselamatan serta biaya diagnostik kesalahan minim karena FTA berfokus pada penyebab yang mengarah pada kejadian kegagalan tertentu
4. Berfungsi untuk menganalisis sistem dengan banyak subjek dan interaksinya.
5. Representasi model grafis mengarah pada pemahaman yang mudah terkait dengan hubungan dari faktor faktor yang ada. Jika pohon kesalahan besar, maka dapat dilakukan pengolahan pohon kesalahan menggunakan sistem komputer. Fitur ini memungkinkan hubungan logis yang lebih kompleks untuk dimasukkan (misalnya *AND* dan *OR*).

3.7.2.2 Kelemahan *Fault Tree Analysis*

Selain terdapat kelebihan pada metode FTA, terdapat juga kelemahan dari metode ini yaitu

1. Kemampuan menganalisis yang baik dari peneliti sangat dibutuhkan karena perlu melakukan analisis sensitivitas dan analisis ketidakpastian. Hal tersebut dikarenakan FTA sangat bergantung dengan data potensi peristiwa kegagalan yang akurat.
2. Jika analisis diperdalam dan detail maka mengakibatkan pohon kesalahan menjadi lebih besar

3. Pohon kesalahan adalah model grafis statis yaitu interdependensi waktunya tidak dibahas.

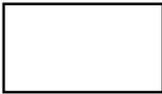
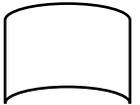
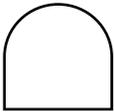
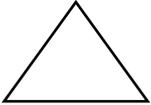
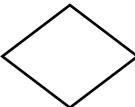
3.7.3 Aturan Metode *Fault Tree Analysis*

Langkah yang dilakukan sebelum membuat analisis pohon kesalahan (*Fault Tree Analysis*), peneliti sebaiknya mengetahui aturan-aturan dasar yang diperlukan. Berdasarkan NASA *Fault Tree Handbook* (2002) aturan dasar ini meliputi:

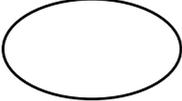
1. Nomenklatur *event* dan *gate* diberi judul dalam *Fault Tree*, dengan alasan :
 - a. Agar FTA yang dibentuk mudah dimengerti dan jelas
 - b. Memastikan untuk perhitungan *cut set* dengan benar
 - c. Memberikan konsistensi antara *Fault Tree* yang berbeda, terutama saat individu lain mengembangkannya

Terdapat tabel rangkuman dari simbol-simbol *Fault Tree Analysis* dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah

Tabel 3.1 Simbol Simbol *Fault Tree Analysis*

Simbol	Keterangan
	<i>Top Event</i>
	<i>Logic Event Or</i>
	<i>Logic Event And</i>
	<i>Transferred Event</i>
	<i>Undevelope Event</i>

Lanjutan Tabel 3.2 Simbol Simbol *Fault Tree Analysis*

Simbol	Keterangan
	<i>Basic Event</i>

(Sumber: *Nasa Fault Tree Handbook* 2002)

1) *Top Event*

Top Event adalah penggambaran pada kejadian puncak dari sebuah kejadian kecelakaan atau bahaya yang akan terjadi.

2) *Logic Event Or*

Kejadian yang akan terjadi atau muncul apabila satu ataupun lebih kejadian kegagalan yang merupakan inputnya.

3) *Logic Event And*

Logic Event And digunakan dalam melihat hasil *output* yang muncul hanya jika *input* terjadi

4) *Transferred Event*

Transferred event merupakan titik dimana *sub-fault tree* bisa dimulai sebagai kelanjutan pada *transfers out*.

5) *Undevelope Event*

Simbol *diamond* digunakan untuk menyatakan *undeveloped event* atau kejadian yang tidak dapat berkembang. *Undeveloped event* merupakan kejadian kegagalan yang tidak dicari penyebabnya karena kejadiannya tidak cukup berhubungan dan informasi terkait tidak tersedia sehingga menjadi suatu kejadian akhir masalah yang terjadi pada penelitian.

6) *Basic Event*

Simbol lingkaran digunakan sebagai pernyataan *basic event* atau *primery event* ataupun kegagalan mendasar yang tidak perlu dicari apa saja penyebabnya. Maksudnya, simbol lingkaran ini adalah batas akhir penyebab suatu peristiwa atau kejadian.

3.7.4 Validasi Data *Fault Tree Analysis*

Validasi data merupakan upaya untuk memastikan kebenaran dan kelengkapan data yang dimasukkan ke dalam sistem untuk kebutuhan akses atau transaksi, dengan membandingkannya pada *database* yang sudah dimiliki atau yang tersedia (Sugiyono, 2019). Tahapan validasi pada *Fault Tree Analysis* dibagi menjadi 3, berikut ini merupakan detail penjelasannya.

1. Validasi Keandalan (*Reliability*)

Validasi keandalan (*reability*) merupakan proses untuk memastikan target keselamatan dapat didapatkan melalui 2 sudut pandang antara lain:

- a. Mengidentifikasi apakah grafis *Fault Tree* telah sesuai dengan kejadian sebenarnya untuk memastikan penggunaan *And Gates*.
- b. Menentukan pemilihan komponen dan subsistem yang sesuai supaya dapat membentuk peristiwa atau kejadian dasar dalam *Fault Tree Analysis*.

Validasi biasanya sering didapatkan dari daftar periksa dan pemeriksaan menyeluruh pada logika *Fault Tree Analysis*. Apabila ingin mencari target keamanan dalam bentuk angka, validasi dapat dilakukan dengan cara mengisi FTA menggunakan data probabilitas kejadian. Namun, dikarenakan pohon kesalahan hanya mewakili kejadian benar dan salah, aturan pada Aljabar *Boolean* harus digunakan.

Tabel 3.2 Hukum Al Jabar *Boolean*

Nama	Contoh	Fungsi
Asosiatif	$A \times (B \times C) = (A \times B) \times C$ $A + (B + C) = (A + B) + C$	Aljabar normal digunakan untuk menambah istilah, tetapi urutannya tidak penting
Distributif	$A \times (B + C) = A \times B + A \times C$	
Komutatif	$A \times B = B \times A$ $A + B = B + A$	
Idempoten	$A \times A = A$ $A + A = A$	Kejadian yang digabungkan (melalui <i>And</i> atau <i>Or</i>) dengan kejadian itu sendiri hasilnya adalah kejadian tersebut

Lanjutan Tabel 3.2 Hukum Al Jabar Boolean

Nama	Contoh	Fungsi
Penyerapan	$Ax(B+C) = A$ $A+(AxB) = A$	Apabila suatu kejadian digabungkan dengan kombinasi dari peristiwa itu sendiri dan peristiwa <i>independent</i> lain, tidak relevan apakah peristiwa lain itu terjadi dikarenakan peristiwa pertama akan menghasilkan peristiwa yang lebih tinggi berikutnya.

(Sumber: Kritzinger, 2017)

2. Validasi Kesalahan Manusia (*Human Hazard*)

Validasi tersebut digunakan untuk memastikan manusia berinteraksi secara aman maupun saat keadaan bahaya sehingga dapat merespons terhadap kejadian kegagalan. Hal tersebut perlu dilakukan validasi supaya manusia dapat mencegah atau mengurangi peristiwa kegagalan (melalui tindakan pemulihan serta pengendalian) dan paham terhadap respon yang dilakukan. Dalam buku NASA *Fault Tree Handbook* (2002) disebutkan contoh kesalahan manusia adalah sebagai berikut.

- a. Kesalahan terkait pengujian dan pemeliharaan
- b. Kesalahan prosedur selama insiden atau kecelakaan
- c. Kesalahan yang menyebabkan kejadian awal
- d. Kesalahan yang mengarah ke tindakan yang tidak pantas
- e. Kesalahan deteksi dan pemulihan

Tetapi, dalam buku NASA *Fault Tree Handbook* (2002) disarankan untuk tidak menggunakan kesalahan model manusia. Kesalahan manusia merupakan kesalahan yang melibatkan manusia dalam melakukan tindakan tak terduga. Alasan *human error of commission* tidak dimodelkan karena pendekatan pemodelan saat ini akan memerlukan pertimbangan lingkup tindakan yang tidak terbatas.

3.7.5 Verifikasi Data *Fault Tree Analysis*

Verifikasi *Fault Tree Analysis* memastikan bahwa permodelan grafis *Fault Tree Analysis* mencerminkan bentuk konfigurasi kejadian dan solusi akhir. Metode verifikasi yang berlaku pada *Fault Tree Analysis* sebagai berikut.

1. Pemeriksaan dan review pada permodelan grafis FTA
2. Menganalisis FTA dengan peristiwa kegagalan yang sesuai dengan kejadian sebenarnya di lapangan.
3. Pengujian mode kegagalan dengan simulasi dan kejadian yang ada

Setelah proses verifikasi selesai, dilanjutkan dengan penulisan laporan penilaian keamanan dalam suatu kegagalan yang terjadi. Laporan tersebut harus mencakup kondisi kegagalan yang dipertimbangkan. Adapun isi dari laporan *Fault Tree Analysis* tahap akhir meliputi penjelasan sebagai berikut.

1. Penjelasan terkait pohon kesalahan, deskripsi rinci terkait arti peristiwa tingkat atas yang disebutkan, serta pertimbangan dari ruang lingkup apapun
2. Memberikan detail dari asumsi atau peringatan yang diandalkan selama proses pembuatan pohon kesalahan, seperti banyaknya peristiwa yang telah diasumsikan
3. Menyajikan tabel kejadian dasar yang telah ditetapkan dengan referensi yang didapatkan
4. Menyajikan diagram pohon kesalahan dengan menggunakan *transfer gates* jika diperlukan sehingga didapatkan informasi yang mudah dipahami
5. Menambahkan permodelan diagram *cut set* dengan menentukan urutan pertama kali (dimana kejadian dasar mengejar pada kejadian tingkat atas) karena hal tersebut mewakili kegagalan titik tunggal dalam sistem

Didapatkan kesimpulan, bahwa laporan *Fault Tree Analysis* harus mencakup ringkasan hasil pohon kesalahan. Dalam hasil tersebut, terdapat akar akar penyebab permasalahan yang paling mendasar dan tidak dapat diuraikan kembali. Isi laporan harus terdapat tindakan pengendalian secara merinci untuk mencegah atau mengurangi potensi kegagalan yang terjadi.

3.7.6 Tahapan *Fault Tree Analysis*

Menurut Nugraha (2019) tahapan-tahapan yang dilakukan untuk mengembangkan pohon kesalahan sebagai berikut.

1. Melakukan identifikasi peristiwa atau kejadian terpenting sistem (*Top Level Event*).

Identifikasi sebagai langkah pertama dalam penyusunan FTA karena hal ini dapat mempengaruhi analisis. Pemahaman mengenai jenis kegagalan atau kerusakan (*undesired event*) diperlukan dalam mengidentifikasi akar-akar masalah.

2. Membuat pohon kesalahan

Penyusunan rantai sebab akibat pohon kesalahan dilakukan setelah permasalahan utama dapat teridentifikasi. Dalam menganalisis kesalahan dan mengidentifikasi kegagalan yang tersembunyi dapat menggunakan *cause and effect* diagram. Selain itu, standarisasi simbol *Boolean* penting dalam konsistensi pohon kesalahan.

3. Melakukan analisis pohon kesalahan

Dalam menganalisis pohon kesalahan terdapat tiga tahap, antara lain :

- a. Menyederhanakan pohon kesalahan dengan mereduksi cabang-cabang yang berkarakteristik sama sehingga analisis mudah
- b. Menentukan peristiwa terpenting yang muncul (*Top Level Event*)
- c. Melakukan peninjauan hasil analisis untuk menentukan perbaikan.

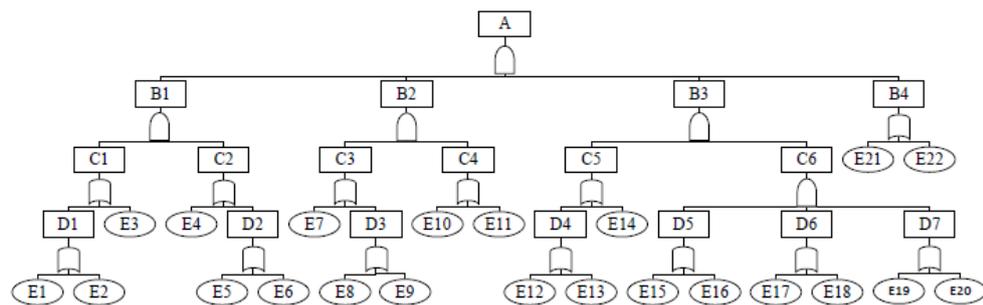
4. Menentukan *top event* (peristiwa puncak) dengan kemungkinan penyebab langsung atau model kegagalan yang mempengaruhi pada peristiwa puncak yang diidentifikasi.

5. Menganalisis model atau penyebab untuk mengidentifikasi kegagalan dapat disebabkan

6. Mengidentifikasi bertahap penyebab atau kesalahan berdasarkan dari kejadian kegagalan diikuti ke kejadian yang lebih rendah dengan urutan hingga analisis lebih lanjut menjadi ke peristiwa yang tidak dapat diuraikan lagi (peristiwa dasar)

7. Dengan itu, pohon analisa kesalahan berfungsi sebagai alat untuk menampilkan hubungan dari sebab akibat peristiwa dasar ke peristiwa teratasnya.

Berikut merupakan contoh dari permodelan grafis *Fault Tree Analysis* dari terjatuhnya *Scaffolding*



Gambar 3.7 Contoh Permodelan Grafis FTA

(Sumber: Fadillah, 2023)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Isi dari Bab 4, peneliti menjelaskan terkait dengan prosedur yang dilakukan untuk menyelesaikan dan menjawab permasalahan yang terjadi. Metode penelitian dijadikan pedoman jalannya penelitian dan teknik yang digunakan dalam mempermudah untuk memahami data. Penelitian mengenai Analisis Kecelakaan Kerja dengan Metode *Fault Tree Analysis* pada Pekerjaan Pemasangan *Stopper Clamp* dengan studi kasus pada Proyek *Jetty Upper Structure Jawa 9 dan 10 PLTU Suralaya* berdasarkan sumber dari observasi langsung, wawancara pihak proyek, dan studi literatur. Data dan informasi didapatkan berdasarkan fakta lapangan yang dikuatkan oleh data wawancara pada pihak proyek dan studi literatur sebagai bahan referensi untuk mengkaji permasalahan sehingga dapat menggambarkan objek yang diteliti dengan jelas.

Dalam penelitian ini, metode pendekatan yang digunakan adalah metode kualitatif yang bersifat deskriptif. Menurut Creswell dalam penelitian Fadli (2021) bahwa penelitian kualitatif merupakan jenis penelitian yang bertujuan untuk menjelaskan, menganalisis, menelusuri, dan memahami isi atau makna dalam individu atau sekelompok orang mengenai peristiwa, masalah sosial, atau fenomena sosial. Penelitian kualitatif menggunakan data deskriptif berupa bahasa tertulis atau lisan sehingga membuat penelitiannya sangat tergantung pada informasi dari narasumber. Data kualitatif merupakan data penelitian yang berbentuk verbal melalui lisan dan kata yang diperoleh dari observasi, kuisisioner, wawancara, dan lainnya serta tidak berbentuk atau memuat angka. Metode kualitatif memiliki beberapa kelebihan sehingga cocok digunakan pada penelitian ini. Pertama, data yang didapatkan berdasarkan fakta, peristiwa, serta realita sehingga tidak dimanipulasi oleh peneliti. Kedua, pengumpulan data dilakukan secara mendalam dan merinci sehingga tidak meluas untuk pembahasannya. Ketiga, metode kualitatif bersifat realitis dan terbuka, sehingga dapat menerima tanggapan dari partisipan.

4.2 Subjek dan Objek Penelitian

Subjek dan objek memiliki hubungan terikat sehingga memudahkan peneliti untuk menentukan informasi dan memilah data sesuai dengan penelitian yang dilakukan.

4.2.1 Subjek Penelitian

Subjek penelitian merupakan bagian atau sekelompok yang dijadikan sebagai sampel suatu penelitian (Sugiyono, 2019). Subjek penelitian ini adalah pekerja pada Proyek Pembangunan *Jetty Upper Structure* CFSP Jawa 9 dan 10 PLTU Suralaya, Banten

4.2.2 Objek Penelitian

Menurut Sugiyono (2019), objek penelitian adalah sasaran untuk mendapatkan data yang berkaitan dengan suatu hal. Suatu objek sifatnya objektif, valid, dan reliabel tentang suatu hal (variabel tertentu). Dengan kata lain, objek penelitian adalah variabel yang diteliti oleh peneliti di tempat penelitian yang dilakukan. Variabel penelitian terdiri dari variabel *independen* (X) atau bebas dan variabel *dependen* (Y) atau terikat. Berdasarkan definisi tersebut, maka objek penelitian adalah sebagai berikut.

1. Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah metode FTA pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp*.

2. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan *Jetty Upper Structure* CFSP Jawa 9 dan 10 PLTU Suralaya, Banten

4.3 Data dan Metode Pengumpulan Data

Data dan metode pengumpulan data dilakukan dengan tujuan memudahkan peneliti untuk memilah fakta yang ada sebelum dilakukan pengkajian lebih lanjut.

4.3.1 Data

Data penelitian merupakan fakta dan angka yang dijadikan suatu informasi dan berasal dari sumber terpercaya. Syarat data penelitian yaitu bersifat objektif, sehingga mampu menjabarkan seluruh persoalan sampel (representatif) dan *up to date* (Sugiyono, 2019). Berdasarkan sumber data terdapat 2 jenis data sebagai berikut.

1. Data Primer

Data primer dapat diperoleh langsung dari sumbernya dengan cara menghitung sendiri dalam bentuk angket, wawancara, observasi, dan lain-lain (Sugiyono, 2019). Data ini sangat penting dikarenakan peneliti ikut terlibat dalam pengambilan data secara langsung. Peneliti melakukan observasi lapangan saat terjadi peristiwa dan melakukan wawancara tanya jawab kepada responden terkait. Data primer yang digunakan oleh peneliti berupa data fakta lapangan, observasi, dan wawancara.

2. Data Sekunder

Pada penelitian ini, data sekunder yang digunakan adalah data kondisi aktual lingkungan proyek dan studi literasi dari berbagai sumber. Data sekunder dapat didapat secara tidak langsung dari orang lain, profil, laporan kantor, buku pedoman, atau pustaka. Sumber data sekunder digunakan untuk melengkapi data primer (Sugiyono 2019).

4.3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan langkah untuk mendapatkan data penelitian (Sugiyono 2019). Terdapat 2 jenis metode pengumpulan data, yaitu metode pengumpulan data sekunder dan data primer. Berdasarkan pengertian tersebut, pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan di Proyek Pembangunan *Jetty Upper Structure* CFSPP Jawa 9 dan 10 PLTU Suralaya, Banten terfokus pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp*. Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini, antara lain.

1. Wawancara

Menurut Sugiyono dalam (Julia & Sri Aryati, 2021), wawancara adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan baik secara terstruktur maupun tidak terstruktur. Wawancara dapat dilakukan dengan bertatap muka secara langsung atau tidak langsung menggunakan media *online*. Keunggulan wawancara, antara lain dapat menggali informasi lebih luas dan detail, dapat membangun hubungan antara peneliti dan narasumber, serta dapat memantau nada, ekspresi, dan intonasi sehingga menambah pemahaman. Sedangkan kelemahan wawancara, antara lain memakan waktu dalam mengambil data, pemilihan narasumber harus hati-hati untuk menghindari kesalahan, dan lain-lain. Pada penelitian ini, wawancara dilakukan dengan pihak HSE proyek mengenai dengan penyebab kecelakaan yang terjadi pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp* dan tindakan penanganannya. Selain itu, peneliti menanyakan terkait dengan validasi data lingkungan pada saat terjadi kecelakaan.

2. Observasi

Menurut Nunan (2020) observasi merupakan metode pengamatan atau pengawasan terhadap objek, fenomena, atau peristiwa yang terdapat pada lingkungan dengan tujuan untuk memperoleh informasi atau data. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan observasi dengan melihat kondisi pekerja pada saat tercebur. Peneliti juga mengamati terkait kondisi area kerja, dalam pekerjaan pemasangan *stopper clamp*.

3. Studi Literatur

Studi literatur atau studi kepustakaan merupakan kumpulan data dari penelaahan catatan, literatur, buku, dan laporan yang berhubungan dengan masalah penelitian untuk menyamakan perspektif penelitian dan pendukung terkait dengan teori yang relevan pada permasalahan yang diteliti. (Risnawati, 2021). Studi literatur penelitian ini yaitu buku, jurnal, serta penelitian terdahulu yang berstandar operasi nasional.

4.4 Metode Analisis Data

Analisis data merupakan kegiatan yang dilakukan setelah data dikumpulkan dan dianalisis serta diperoleh suatu kesimpulan. Analisis data dapat dilakukan dengan melakukan pengorganisasian data (Abubakar, 2021). Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah FTA (*Fault Tree Analysis*).

4.4.1 Analisis Kejadian Kecelakaan Kerja dengan Metode *Fault Tree Analysis*

Setelah menemukan peristiwa kecelakaan kerja, maka selanjutnya melakukan penelitian dan analisis dengan metode FTA (*Fault Tree Analysis*). Tujuan metode tersebut untuk meneliti secara rinci dalam penentuan akar-akar penyebab permasalahan kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp*.

4.4.2 Langkah Analisis

Sebelum melakukan analisis, semua data baik data primer atau data sekunder harus terkumpul. Sistematis data pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Melakukan pendeskripsian mengenai kejadian kecelakaan kerja pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp* untuk menentukan *top event* yang digunakan sebagai topik model rancangan bentuk grafis *Fault Tree Analysis*.
2. Membuat rancangan model grafis *Fault Tree Analysis* dengan cara menjabarkan kejadian gagal (*Fault Event*) berdasarkan dari *top event*.
3. Melakukan evaluasi kesesuaian *Fault Event* dan melengkapi gerbang logika (*logic gate*) agar dapat mengembangkan kemungkinan yang terjadi pada *Fault Event*.
4. Melakukan analisis dan perhitungan *minimal cut set* menggunakan metode perhitungan Aljabar *boolean* untuk memudahkan dalam memahami logika. Kemudian, menyimpulkan kombinasi dari kegagalan yang terjadi.

5. Memberikan penentuan mengenai tindakan pengendalian risiko yang tepat dengan kegagalan berdasarkan hirarki pengendalian risiko

4.5 Tahapan Penelitian

Tahap awal, dimulai dengan penentuan topik penelitian dan menentukan tujuan. Lalu, mencari literatur yang sesuai dengan topik penelitian. Setelah itu, mengumpulkan data-data penelitian dengan lengkap dan jelas serta sesuai dengan topik penelitian. Dilanjutkan dengan menganalisis dan mengolah data hingga mendapatkan hasil penelitian. Tahapan atau langkah penelitian dijelaskan secara mendetail di kerangka berpikir dimulai dari awal hingga akhir penelitian yang memiliki tujuan untuk mempermudah dalam memahami penelitian ini. Dilanjutkan dengan memberikan diagram *flowchart* alur penelitian secara singkat dan jelas.

4.5.1 Kerangka Berpikir

Dalam kerangka berpikir dijelaskan langkah penelitian yang akan dilaksanakan pada penelitian ini.

1. Menentukan Topik Masalah

Topik yang diangkat pada penelitian ini adalah kecelakaan kerja khususnya pekerjaan ketinggian diatas permukaan air. Metode penelitian ini menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk memecahkan masalah, sehingga didapatkan hasil topik permasalahan secara spesifik yaitu “Analisis Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan Pemasangan *Stopper Clamp* dengan Metode *Fault Tree Analysis*”.

2. Menentukan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui akar-akar penyebab dari kecelakaan kerja pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp* serta memberikan pengendalian risiko yang relevan dengan pekerjaan tersebut.

3. Tinjauan Pustaka dan Studi Literatur

Tinjauan pustaka dan studi literatur yang digunakan pedoman dan referensi dapat berupa kesamaan metode, data, serta teori yang relevan dengan

“Analisis Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan Pemasangan *Stopper Clamp* dengan Metode *Fault Tree Analysis*”.

4. Pengumpulan Data Penelitian

Pada saat pelaksanaan penelitian di proyek *Jetty Upper Structure*, dilakukan pengumpulan. Terdapat 2 jenis data, yaitu data primer dan data sekunder antara lain.

a. Data Primer

- 1) Peneliti mengobservasi secara langsung dengan mengamati kondisi dan kejadian kecelakaan kerja di lapangan yang menimpa pekerja hingga tercebur. Hal ini dapat dijadikan sebagai data penunjang dalam penelitian ini.
- 2) Wawancara dilakukan oleh peneliti terhadap pihak internal proyek. Peneliti melakukan wawancara terkait dengan kejadian kecelakaan kerja yang terjadi atau dapat diartikan sebagai narasumber bagi peneliti untuk mengumpulkan dan menganalisis data. Pihak internal yang diwawancarai adalah petugas HSE yang bertugas dan bertanggung jawab pada pekerjaan tersebut pada waktu itu. Peneliti menanyakan dampak dan akar penyebab serta memvalidasi penyebab kejadian tersebut. Selain itu, narasumber memberikan ide pengurangan risiko kecelakaan pada pekerjaan tersebut. Penulis diberikan laporan investigasi kecelakaan kerja secara merinci dan jelas.

b. Data Sekunder

- 1) Dokumen standar yang relevan dengan teori untuk melaksanakan penelitian ini, seperti perundang-undangan, standar operasional, dan lainnya.
- 2) Data laporan investigasi kecelakaan kerja yang didapatkan penulis dijadikan data penguat untuk mengetahui kronologi kecelakaan kerja dan kerugian yang ditimbulkan baik secara finansial dan fisik.

- 3) Kejadian kecelakaan kerja pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp* yang diketahui peneliti untuk mengetahui akar penyebab permasalahan.
- 4) Data lingkungan yang didapatkan peneliti dari pihak HSE pada saat kejadian kecelakaan kerja untuk mengetahui faktor penyebab dari kecelakaan kerja.

5. Analisis dan Pengolahan Data

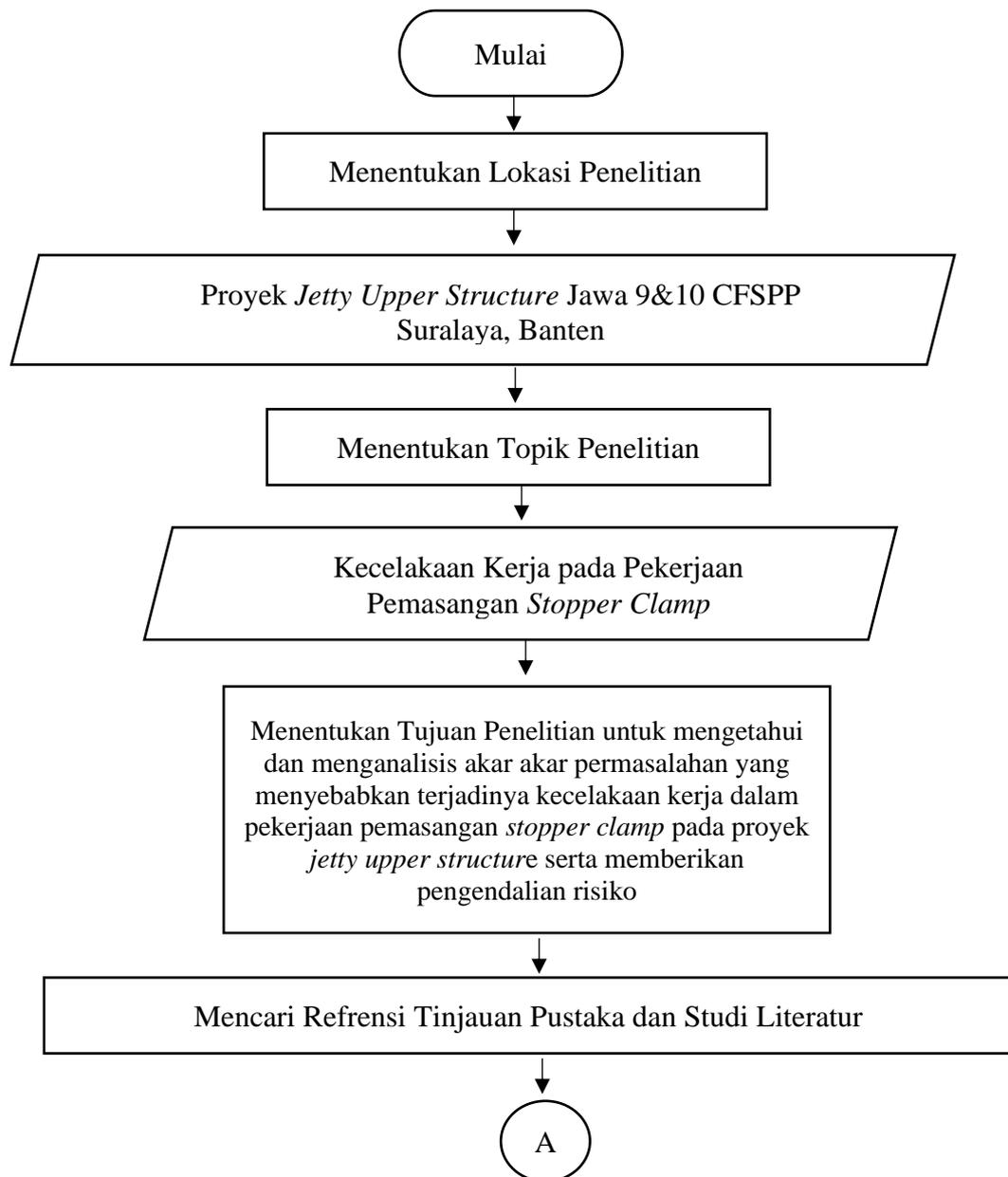
Peneliti melakukan analisis data menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (Analisis Pohon Kesalahan). Peneliti menentukan *Top Event* (Kejadian Puncak) dalam penelitian ini adalah kejadian kecelakaan kerja pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp*. Kemudian, peneliti menentukan *basic event/root cause analysis* yang memungkinkan timbul *Top Event* (Kejadian Puncak). Setelah *basic event* ditemukan, didapatkan solusi yang tepat dalam mengantisipasi agar mengurangi dampak kecelakaan yang dihasilkan dan mencegah kecelakaan agar tidak terjadi kembali.

6. Hasil Pembahasan dan Kesimpulan

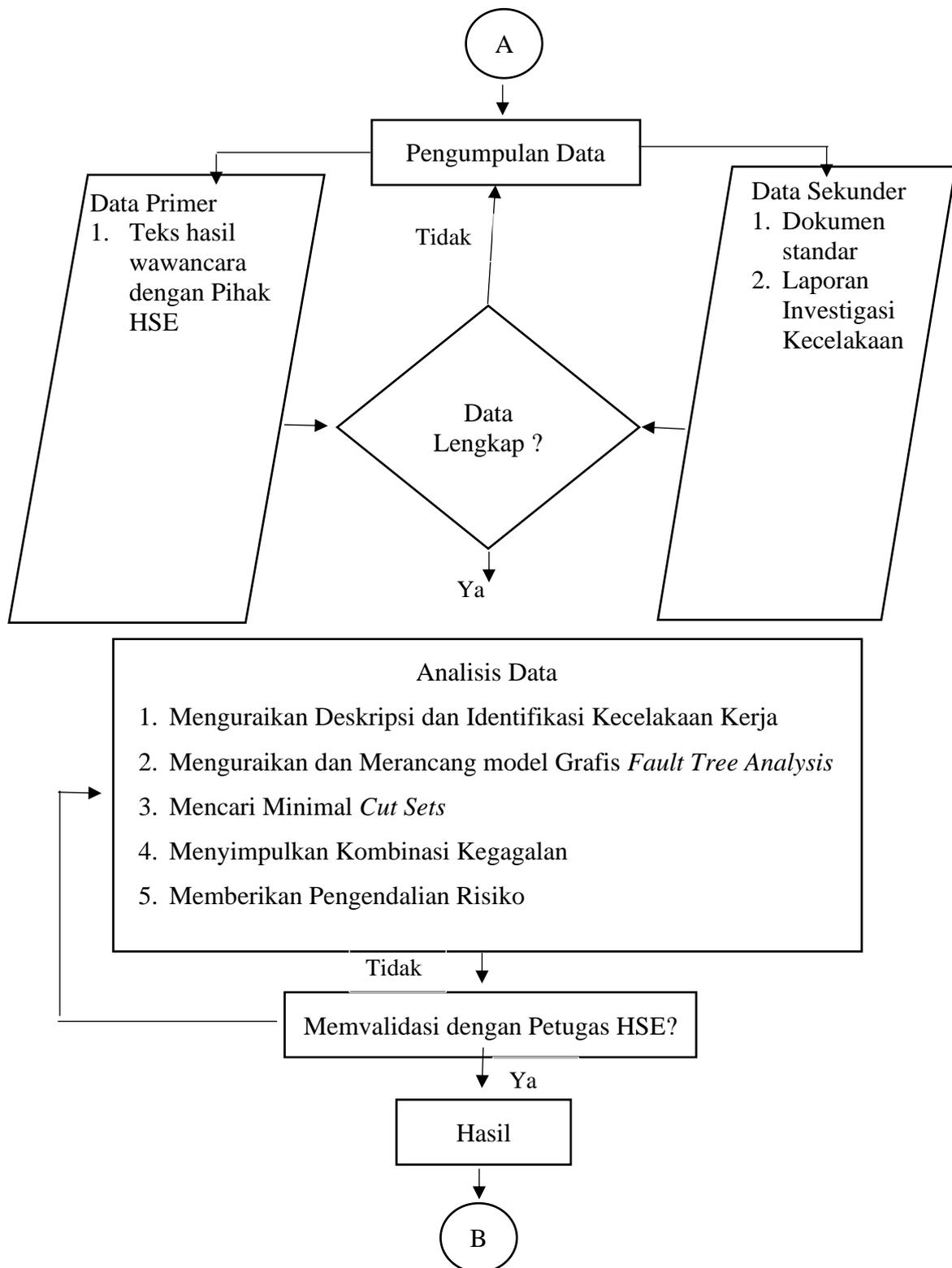
Membahas data yang diperoleh dari analisis data sebelumnya dan dapat menjawab rumusan masalah sesuai dengan hasil yang diperoleh. Kemudian, peneliti mendapatkan kesimpulan akhir terhadap “Analisis Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan *Stopper Clamp* menggunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*). (Studi Kasus: Proyek *Jetty Upper Structure* Jawa 9 dan 10 Suralaya, Banten).

4.5.2 Diagram Alir Penelitian

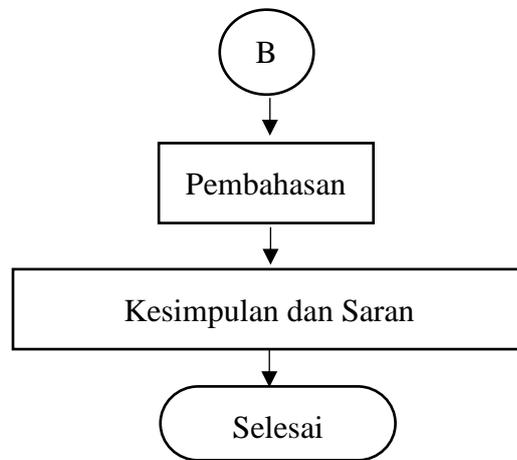
Diagram alir penelitian (*flowchart*) adalah bentuk gambaran proses penelitian dari peneliti memulai hingga menyelesaikan penelitian yang bertujuan untuk mempermudah pembaca memahami isi dari penelitian. Selain itu, berfungsi untuk mengarahkan peneliti akan jalannya penelitian supaya sesuai dengan rencana awal penelitian. Diagram alir penelitian berisikan kerangka berpikir peneliti yang diringkas dan dijadikan bagan alir penelitian. Berikut **Gambar 4.1** yang menjadi bagan alir penelitian ini.



Gambar 4. 1 Diagram Alir Penelitian (Flowchart)



Lanjutan Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian (*Flowchart*)



Lanjutan Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian (*Flowchart*)

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian pada studi kasus Proyek Pembangunan *Jetty Upper Structure CFSP* Jawa 9 dan 10 yang terletak di Desa Suralaya, Kecamatan Pulomerak, Kota Cilegon, Provinsi Banten. Proyek ini memiliki jangka waktu 365 hari kalender dan perpanjangan selama 180 hari kalender. Pemilik proyek tersebut adalah perusahaan PT Indo Raya Tenaga dengan EPC kontraktor dari PT Utama Karya KSO Doosan. Konsultan *engineering* proyek ini yaitu PT Connusa Energindo dan Tepsco sebagai perencana. Pada proyek ini memiliki beberapa sub kontraktor, salah satunya adalah PT Panca Duta Prakarsa yang mengerjakan bagian *jetty*. *Jetty* ini memiliki panjang total 350 meter, lebar 25 meter dengan kapasitas 80.000 DWT.

Metode pengambilan data penelitian dengan melakukan wawancara pada pekerja bagian HSE proyek *Jetty Upper Structure*. Selain itu, dikuatkan dengan data berdasarkan laporan investigasi kecelakaan kerja yang terjadi. Wawancara dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kronologi kejadian kecelakaan kerja pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp* dan kondisi pada proyek tersebut pada saat terjadi kecelakaan kerja. Selain itu, untuk mencari informasi berkaitan dengan hal-hal pemicu terjadinya kecelakaan kerja pada pemasangan *stopper clamp*. Wawancara dilakukan dengan media daring melalui *Zoom* pada tanggal 21 Februari 2024. Narasumber yang diwawancarai adalah Bapak Reno Tantowi selaku HSE koordinator pada proyek tersebut. Sedangkan data laporan investigasi kecelakaan kerja didapatkan pada tanggal 23 Maret 2023 di *site office* proyek *jetty upper structure* saat itu.

5.2 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan cara mencari dan menentukan kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp*. Dilanjutkan dengan menentukan *top event* pada kecelakaan yang terjadi. Selanjutnya, dilakukan penggambaran model FTA (*Fault Tree Analysis*) yang berdasarkan *top event* sehingga dapat menentukan faktor atau akar permasalahan dari kecelakaan kerja pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp*. Akar permasalahan yang didapatkan merupakan sebagai *basic event* sehingga dapat disimpulkan sebagai penyebab utama dari terjadinya kecelakaan kerja tersebut. Kemudian, didapatkan kemungkinan kejadian yang timbul pada saat kecelakaan kerja tersebut terjadi dalam bentuk kombinasi yang memungkinkan.

5.2.1 Data Variabel Kecelakaan Kerja Umum pada Pekerjaan di ketinggian dengan area kerja yang sulit

Setiap pekerjaan konstruksi memiliki potensi terjadi kecelakaan kerja yang tidak diinginkan oleh semua pihak. Khususnya, pada Proyek Pembangunan Embung Talago dengan pekerjaan di area kerja yang sulit seperti di ketinggian. Berdasarkan hasil jurnal di bab sebelumnya yang ditulis oleh Arman, Melasari, dan Suwanda (2022) didapatkan data variabel kecelakaan kerja pada pekerjaan di ketinggian antara lain:

1. Pekerja yang tertimpa material jatuh
2. Pekerja tertusuk kawat besi
3. Tangan pekerja tertusuk paku
4. Kaki pekerja tertusuk paku
5. Pekerja terjatuh

5.2.2 Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan Pemasangan *Stopper Clamp* pada Proyek *Jetty Upper Structure* CFSPP Jawa 9 dan 10

Berdasarkan dari hasil wawancara dengan HSE pada perusahaan *subcon* yaitu Bapak Reno Tantowi selaku Koordinator HSE pada proyek *Jetty Upper Structure* telah memberikan keterangan kecelakaan kerja secara detail. Kejadian

kecelakaan kerja terjadi pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp*. Bapak Reno Tantowi mengatakan bahwa kecelakaan terjadi pada 23 Maret 2023 bertepatan dengan hari pertama puasa sekitar pukul 17.00 WIB. Kecelakaan menimpa salah satu *welder* (pekerja las) yang sedang memasang *stopper clamp*. Kronologi singkatnya, cuaca pada saat itu sedang mendung. Terdapat informasi melalui HT dan mendapat arahan dari pihak PM (*project manager*) perusahaan *maincon* untuk tetap melanjutkan pekerjaan karena sedang mengejar *progres*. Sesaat kemudian, cuaca berubah menjadi hujan rintik dan angin mulai berhembus secara berkala. Datang hujan deras disertai badai dengan angin mencapai 40 knots dan tinggi gelombang mencapai hampir 3 meter. Pekerja berlarian untuk menepi dan berteduh. Terdapat sekitar 3 pekerja dibawah *platform jetty* menggunakan *drum pontoon*. Terdapat 1 pekerja *welder* sedang memasang *stopper clamp* pada tangga gantung di tiang pancang. *Welder* tersebut terjebak karena tidak sempat turun ke *drum pontoon*. Tiang pancang bergoyang-goyang dikarenakan terkena ombak laut dan angin, sehingga menyebabkan pekerja tersebut kurang berkonsentrasi serta kehilangan keseimbangan. Ditambah lagi, tidak sesuai tempat pengait *hook APD full body harness* yang digunakan pekerja pada tiang pancang. Pada saat itu pekerja tergelincir dan terjatuh. *Hook* dari *APD full body harness* terpuntir dan meleset sehingga terlepas dari tiang pancang. Pekerja hampir tenggelam, untungnya ada pekerja pada *drum pontoon* dengan cepat melempar *ring buoy* ke arah korban sehingga korban dapat diselamatkan. Hanya saja, pada korban terdapat luka pada jari tengah dan bahunya terkilir.

Berdasarkan kronologi singkat tersebut, dapat disimpulkan bahwa kecelakaan yang terjadi dikarenakan cuaca buruk dan kesalahan pada APD yang digunakan sehingga pekerja terjatuh dan tercebur. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2



Gambar 5.1 Kondisi Cuaca Buruk

(Sumber: Dokumentasi Proyek *Jetty Upper Structure Jawa 9 dan 10*)



Gambar 5.2 Penggunaan APD yang Kurang Tepat

(Sumber: Dokumentasi Proyek *Jetty Upper Structure Jawa 9 dan 10*)

5.2.3 Menentukan *Top Event*

Top event (peristiwa atau kejadian puncak) merupakan permasalahan utama yang terjadi. Dalam kasus ini, permasalahan utama yang terjadi adalah kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp* pada Proyek *Jetty Upper Structure* CFSPP Jawa 9 dan 10 yaitu pekerja yang terjatuh dan tercebur yang diakibatkan oleh faktor-faktor tertentu. Sehingga, didapatkan bahwa *top event* yang ditentukan yaitu pekerja terjatuh dan tercebur.

5.2.4 Menentukan Faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan

Dalam sub bab ini, peneliti akan menjelaskan dan menentukan faktor penyebab terjadinya kecelakaan berdasarkan data yang terdapat pada kejadian puncak (*top event*) yang sudah ditentukan pada sub bab sebelumnya. Faktor penyebab yang didapatkan kemudian menjadi *intermediate event*. *Intermediate event* adalah penggambaran atau penjelasan umum mengenai kejadian puncak tersebut. Dilanjutkan, dari masing-masing *intermediate event* akan dikecilkan lagi menjadi *basic event*. *Basic event* merupakan kejadian paling dasar yang mungkin dapat terjadi. Dalam penentuan *basic event* disesuaikan berdasarkan wawancara narasumber maupun dengan pengamatan pada kondisi lapangan yang ada.

Penentuan faktor penyebab kecelakaan kerja memiliki tujuan untuk mempermudah dalam penyusunan struktur pada permodelan grafik FTA (*Fault Tree Analysis*). Tujuan yang lain adalah dapat mengetahui informasi urutan kejadian kecelakaan kerja dengan sistematis berdasarkan data faktor penyebab yang telah diringkas. Cara pendekatan dilakukan dengan menentukan faktor penyebab lalu dianalisis dari subjek yang ada. Selain itu, peneliti juga dapat menganalisis interaksi yang mungkin terjadi sehingga grafik FTA (*Fault Tree Analysis*) memiliki jalur kegagalan yang jelas dengan struktur yang kompleks dengan berdasarkan kombinasi dari peristiwa-peristiwa yang terjadi. Informasi peristiwa tersebut didapatkan oleh peneliti melalui pengamatan di lapangan secara langsung dan wawancara dari pihak HSE. Kemudian, peristiwa peristiwa tersebut dikelompokkan berdasarkan dengan faktor penyebab yang berhubungan.

Dalam kejadian kecelakaan pekerja terjatuh dan tercebur pada Proyek Pembangunan *Jetty Upper Structure* CFSPP Jawa 9 dan 10, didapatkan 4 faktor penyebab kecelakaan kerja secara umum, yaitu:

1. Faktor Lingkungan
2. Faktor Pekerja
3. Faktor Peralatan
4. Faktor Manajemen K3

Faktor tersebut adalah *intermediate event* yang artinya masih terdapat faktor mendasar lain yang dapat disimpulkan dari penyebab terjadinya kecelakaan. Penyebab mendasar tersebut merupakan *basic event* atau penyebab mendasar yang tidak dapat untuk ditelusuri lebih lanjut. Tabel 5.1 ini merupakan gambaran dari penyebab kejadian yang mungkin terjadi.

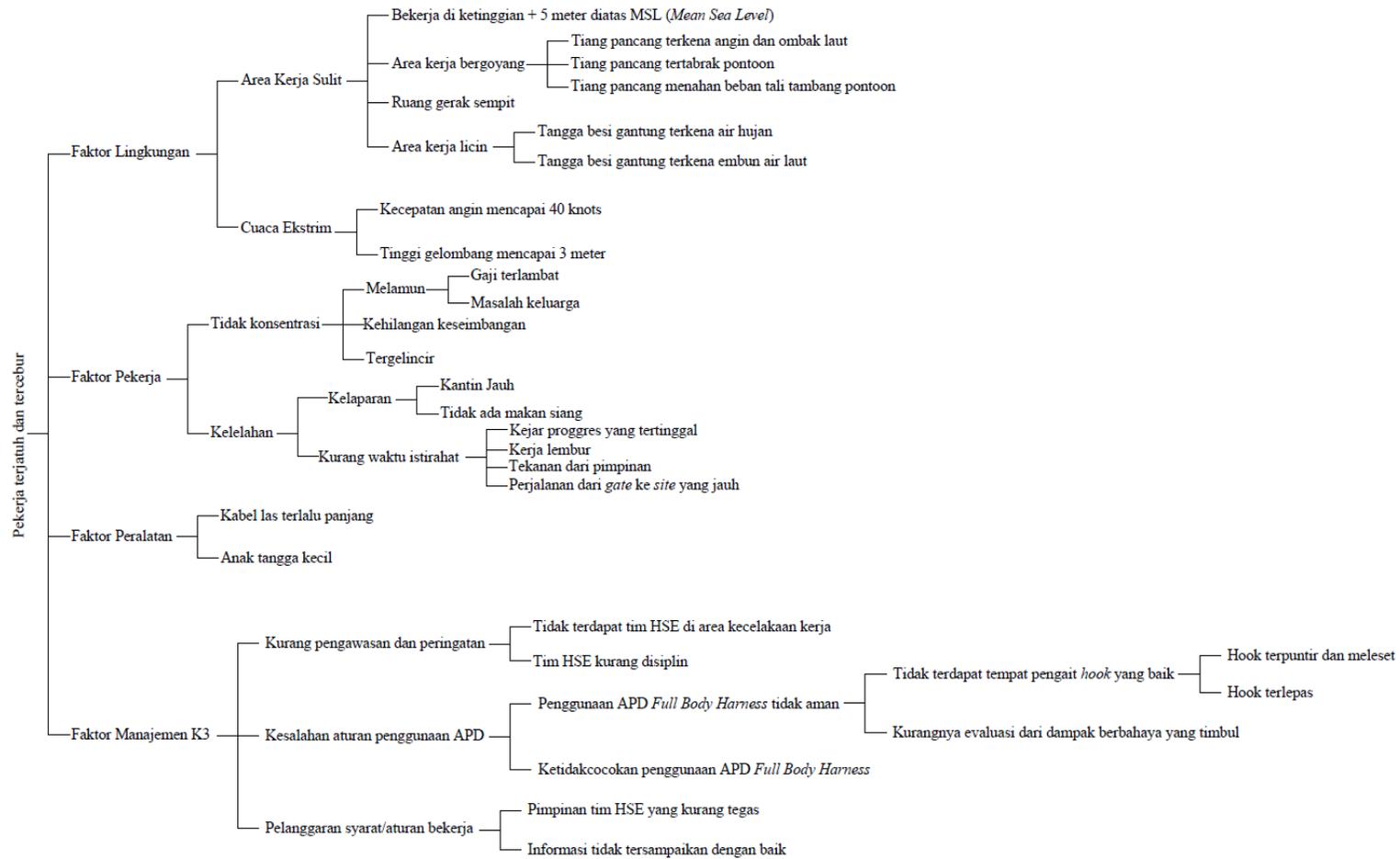
Tabel 5.1 Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja

<i>Intermediate event</i>	Penyebab Kecelakaan
Faktor Lingkungan	- Area kerja yang sulit - Cuaca buruk
Faktor Pekerja	- Pekerja kelelahan - Pekerja tidak konsentrasi
Faktor Peralatan	- Kabel las terlalu panjang - Anak tangga terlalu kecil
Faktor Manajemen K3	- Kurangnya pengawasan dan peringatan - Ketidaktepatan aturan penggunaan APD - Pelanggaran syarat dan aturan kerja

Data di atas merupakan data penyebab kecelakaan yang didapatkan dengan hasil wawancara dengan narasumber terkait dan studi literatur yang didapat oleh peneliti. Dari kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp* pada Proyek Pembangunan *Jetty Upper Structure* ini, peneliti mendapatkan

faktor penting yang memiliki pengaruh besar, yaitu pada faktor lingkungan dan faktor manajemen. Dua faktor tersebut, memiliki efek besar dan krusial dari terjadinya kecelakaan.

Berikut ini merupakan rencana permodelan grafis kejadian pekerja terjatuh dan tercebur.

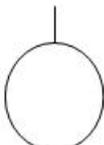
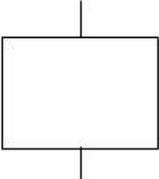


Gambar 5.3 Rencana Permodelan Grafis Pekerja Terjatuh dan Tercebur

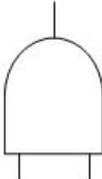
5.2.5 Penggambaran *Fault Tree Analysis*

Dalam sub bab ini, peneliti akan melakukan penggambaran grafik FTA (*Fault Tree Analysis*) berdasarkan data *top event*, *intermediate event*, dan *basic event* yang sudah ditentukan sebelumnya. Pada tahap pertama, peneliti akan memasukkan data *top event*. Selanjutnya, memasukkan data *intermediate event* sampai dengan *basic event* yang sesuai dengan data yang telah didapatkan dalam rancangan permodelan. Dalam penggambaran permodelan grafik FTA (*Fault Tree Analysis*), peneliti menggunakan gerbang logika (*logic gate*) dengan tujuan untuk menghubungkan antara kejadian awal dengan kejadian berikutnya. Peneliti juga menggunakan notasi angka dan huruf untuk mempermudah dalam proses analisa MOCUS (*Method for Obtaining Cut Sets*) dengan tujuan untuk mencari akar masalah atau penyebab tersembunyi dari topik kejadian kecelakaan kerja.

Tabel 5.2 Simbol simbol *Fault Tree Analysis*

Simbol	Nama	Arti
	<i>Basic Event</i>	Peristiwa kegagalan dasar yang tidak dapat dirincikan lagi
	<i>Intermediate event/Event Box</i>	Simbol ini dapat digunakan tepat diatas kejadian yang utama untuk mengembangkan deskripsi peristiwa kegagalan

Lanjutan Tabel 5.2 Simbol simbol *Fault Tree Analysis*

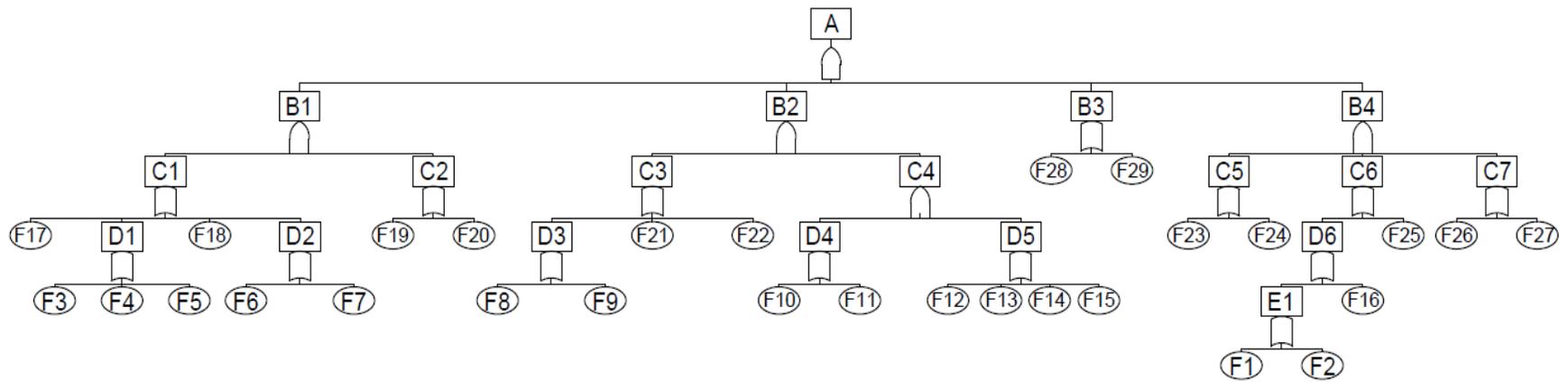
Simbol	Nama	Arti
	<i>Or Gate</i>	Keluaran yang terjadi apabila terdapat masukan berupa <i>basic event</i> dengan simbol aljabar (+)
	<i>And Gate</i>	Keluaran yang terjadi jika semua masukan terjadi (masukan tidak tergantung oleh sumbernya) dengan simbol aljabar (x)

(Sumber: *Nasa Fault Tree Handbook* 2002)

Pada penelitian ini *top event* atau kejadian puncaknya yaitu pekerja terjatuh dan tercebur. Selain itu, untuk *intermediate event* merupakan masa atau kejadian transisi antara *top event* dengan *basic event* sehingga peristiwa masih dapat dipetakan secara merinci. *Basic event* adalah kegagalan ataupun kesalahan yang paling mendasar sehingga pada penggambaran grafik berada pada posisi yang paling bawah dan berbentuk simbol lingkaran. Sedangkan penggambaran untuk *intermediate event* dan *top event* digambarkan dengan simbol persegi panjang.

Langkah selanjutnya setelah menentukan *event* atau kejadian yang terjadi adalah menentukan gerbang logika (*logic gate*) yang digunakan untuk kemungkinan yang telah digambarkan. Penggunaan gerbang OR apabila terdapat masukan, masukan yang dimaksud adalah kegagalan dasar atau *basic event*. Sedangkan, untuk gerbang AND dipakai jika antara keluaran dan masukan yang terjadi saling berkaitan, dengan syarat untuk masukan tidak atau bukan sumber utama (*basic event*) yang secara tidak langsung sebagai penghubung antara *intermediate event* ke *intermediate event* ataupun *intermediate event* ke *top event*.

Dengan penjelasan simbol-simbol tersebut, maka peneliti dapat menganalisis simbol sesuai dengan ketentuan yang ada serta mencocokkan dengan permodelan grafis pekerja terjatuh dan tercebur sehingga peneliti mendapatkan model grafis *Fault Tree Analysis*. Berikut ini merupakan gambar dari FTA (*Fault Tree Analysis*) yang telah didapatkan oleh peneliti.



Gambar 5.4 Grafik FTA (*Fault Tree Analysis*) Pekerja Terjatuh dan Tercebur

Berdasarkan grafik permodelan FTA (*Fault Tree Analysis*) tersebut, didapatkan penjelasan mengenai notasi berbentuk huruf dan angka yang sudah disesuaikan terkait dengan penjelasan model grafis. Berikut ini merupakan Tabel 5.3 deskripsi notasi huruf dan angka.

Tabel 5.3 Deskripsi Notasi Huruf dan Angka

No	Notasi	Deskripsi	No	Notasi	Deskripsi
1	A	Pekerja terjatuh dan tercebur	23	F6	Tangga besi gantung terkena air hujan
2	B1	Faktor lingkungan	24	F7	Tangga besi gantung terkena embun air laut
3	B2	Faktor pekerja	25	F8	Gaji terlambat
4	B3	Faktor peralatan	26	F9	Masalah keluarga
5	B4	Faktor manajemen K3	27	F10	Kantin jauh dari <i>site</i>
6	C1	Area kerja sulit	28	F11	Tidak ada jatah makan siang
7	C2	Cuaca ekstrim	29	F12	Kejar <i>progres</i> yang tertinggal
8	C3	Tidak konsentrasi	30	F13	Kerja lembur
9	C4	Kelelahan	31	F14	Tekanan dari pimpinan
10	C5	Kurang pengawasan dan peringatan	32	F15	Perjalanan dari <i>gate</i> ke <i>site</i> yang jauh
11	C6	Kesalahan aturan penggunaan APD	33	F16	Kurangnya evaluasi dari dampak berbahaya yang timbul

Lanjutan Tabel 5.3 Deskripsi Notasi Huruf dan Angka

No	Notasi	Deskripsi	No	Notasi	Deskripsi
12	C7	Pelanggaran syarat atau aturan bekerja	35	F17	Bekerja pada ketinggian + 5 meter diatas <i>Mean Sea Level</i>
13	D1	Area kerja bergoyang	36	F18	Ruang gerak sempit
14	D2	Area kerja licin	37	F19	Kecepatan angin mencapai 40 knots
15	D3	Melamun	38	F20	Tinggi gelombang mencapai 3 meter
16	D4	Kelaparan	39	F21	Kehilangan keseimbangan
17	D5	Kurang waktu istirahat	40	F22	Tergelincir
18	D6	Penggunaan APD <i>Full Body Harness</i> yang tidak aman	41	F23	Tidak terdapat tim HSE di area kecelakaan kerja
19	E1	Tidak terdapat tempat pengait <i>hook</i> yang baik	42	F24	Tim HSE kurang disiplin
20	F1	<i>Hook</i> terpuntir dan meleset	43	F25	Ketidakcocokan penggunaan APD <i>full body harness</i>
21	F2	<i>Hook</i> terlepas	44	F26	Pimpinan tim HSE kurang tegas
22	F3	Tiang pancang terkena angin dan ombak laut	45	F27	Informasi yang tidak tersampaikan dengan baik

Lanjutan Tabel 5.3 Deskripsi Notasi Huruf dan Angka

No	Notasi	Deskripsi	No	Notasi	Deskripsi
34	F4	Tiang pancang tertabrak <i>pontoon</i>	46	F28	Kabel peralatan las terlalu panjang
35	F5	Tiang pancang menahan beban tali tambang <i>pontoon</i>	47	F29	Anak tangga kecil

5.2.6 Kombinasi *Basic Event*

Berdasarkan dari hasil penggambaran grafik FTA (*Fault Tree Analysis*) yang telah didapatkan, kemudian menentukan *cut set*. *Cut set* merupakan kombinasi-kombinasi menjadi bentuk pohon analisa kesalahan atau *Fault Tree Analysis*. Jika semua *cut set* terjadi, maka menjadi penyebab dari peristiwa puncak terjadi. Setelah peneliti menentukan *cut set*, dilanjutkan pada tahap menentukan *minimum cut set* yang artinya *cut set* yang telah habis direduksi sehingga peneliti tidak dapat mencari tanpa mengubah arti dari *cut set* yang asli. *Cut set* dan *minimum cut set* didapatkan oleh peneliti menggunakan analisa MOCUS (*Method for Obtaining Cut Sets*) dengan menerapkan prinsip Hukum Aljabar *Boolean*.

Pertama, peneliti akan menganalisis mengenai *basic event* yang mengarah pada *top event* dengan cara mencari *minimum cut set* yang telah didapatkan dari hasil analisis menggunakan hukum Aljabar *Boolean* dengan sifat distributif. Notasi dari Aljabar *Boolean* yang digunakan untuk gerbang *OR* (*OR Gate*) adalah penjumlahan dengan simbol (+). Sedangkan notasi untuk gerbang *AND* (*AND Gate*) adalah berbentuk perkalian dengan simbol (.)

Tabel 5.4 Cut Sets Menggunakan Aljabar Boolean

A	= B1 . B2 . B3 . B4	C5	= F23 + F24
B1	= C1 . C2	C6	= D6 + F25
B2	= C3 . C4	C7	= F26 + F27
B3	= F28 + F29	D1	= F3 + F4 + F5
B4	= C5 . C6 . C7	D2	= F6 + F7
C1	= F17 + D1 + F18 + D2	D3	= F8 + F9
C2	= F19 + F20	D4	= F10 + F11
C3	= D3 + F21 + F22	D5	= F12 + F13 + F14 + F15
C4	= D4 . D5	D6	= E1 + F16
		E1	= F1 + F2

Setelah peneliti menentukan *cut set* menggunakan prinsip hukum Aljabar *Boolean*, selanjutnya peneliti melakukan kombinasi *event* sehingga untuk hasil akhirnya tidak dapat disederhanakan, dikurangi, atau direduksi lagi. Hasil final dari kombinasi *event* yang didapatkan oleh peneliti nantinya merupakan bentuk dari kejadian utama penyebab kejadian puncak. Berikut ini merupakan kombinasi *event* yang dilakukan oleh peneliti.

$$\begin{aligned}
 A &= B1 . B2 . B3 . B4 \\
 &= (C1 . C2) . (C3 . C4) . (F28 + F29) . (C5 . C6 . C7) \\
 &= ((F17 + D1 + F18 + D2) . (F19 + F20)) . ((D3 + F21 + F22) . (D4 . D5)) . (F28 + F29) . ((F23 + F24) . (D6 + F25) . (F26 + F27)) \\
 &= ((F17 + (F3 + F4 + F5) + F18 + (F6 + F7) . (F19 + F20)) . (((F8 + F9) + F21 + F22) . ((F10 + F11) . (F12 + F13 + F14 + F15)))) . (F28 + F29) . ((F23 + F24) . ((E1 + F16) + F25) . (F26 + F27)) \\
 &= ((F17 + (F3 + F4 + F5) + F18 + (F6 + F7) . (F19 + F20)) . (((F8 + F9) + F21 + F22) . ((F10 + F11) . (F12 + F13 + F14 + F15)))) . (F28 + F29) . ((F23 + F24) . (((F1 + F2) + F16) + F25) . (F26 + F27))
 \end{aligned}$$

$$= (F17 + F3 + F4 + F5 + F18 + F6 + F7) \cdot (F19 + F20) \cdot (F8 + F9 + F21 + F22) \cdot (F10 + F11) \cdot (F12 + F13 + F14 + F15) \cdot (F28 + F29) \cdot (F23 + F24) \cdot (F1 + F2 + F16 + F25) \cdot (F26 + F27)$$

Dari hasil data kombinasi *event* dari penggunaan prinsip Aljabar *Boolean*, peneliti mendapatkan 9 minimum *cut set*. Pada grafik FTA (*Fault Tree Analysis*) sebelumnya, peneliti mendapatkan 29 *basic event*. Sedangkan dengan penggunaan analisa MOCUS (*Method for Obtaining Cut Sets*) dan penerapan prinsip hukum Aljabar *Boolean* peneliti mendapatkan 9 kombinasi kegagalan.

5.2.7 Validasi Data FTA (*Fault Tree Analysis*)

Dalam sub bab ini, peneliti melakukan pemeriksaan ulang melalui cara validasi Analisa Pohon Kesalahan (*Fault Tree Analysis*) yang telah dibuat serta memastikan kembali grafik permodelan FTA telah sesuai dengan kejadian atau peristiwa yang terjadi. Berdasarkan dengan hasil akhir dari kombinasi kegagalan, peneliti dapat mendeskripsikan kegagalan yang ada. Selain itu, peneliti dapat memberikan pengendalian risiko berdasarkan kejadian atau peristiwa yang terjadi. Hal itu disimpulkan pada Tabel 5.5 seperti berikut.

Tabel 5.5 Hasil Analisis Kombinasi Kegagalan dan Pengendalian Risiko

No	Kombinasi <i>Event</i>	Deskripsi	Pengendalian Risiko
1.	F17, F3, F4, F5, F18, F6, F7	Pekerjaan pemasangan <i>stopper clamp</i> memiliki potensi terjadinya pekerja terjatuh dan tercebur. Hal tersebut dapat disebabkan oleh faktor lingkungan pada area kerja yang sulit. Area kerja berada pada ketinggian +5m diatas	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan pekerja memiliki pengalaman atau sertifikat keterampilan bekerja diatas ketinggian. • Koordinasi dengan divisi <i>engineer</i> terkait dengan alternatif metode kerja yang baik dan aman.

Lanjutan Tabel 5.5 Hasil Analisis Kombinasi Kegagalan dan Pengendalian Risiko

No	Kombinasi <i>Event</i>	Deskripsi	Pengendalian Risiko
		<p>MSL dan ruang geraknya yang sempit. Area kerja bergoyang dikarenakan tiang pancang terkena angin dan ombak laut, tertabrak <i>pontoon</i>, serta menahan beban tali tambang pada <i>pontoon</i>. Selain itu, area kerja licin dikarenakan tangga besi gantung terkena air hujan dan embun air laut.</p>	<p>Memastikan pekerja untuk menggunakan APD yang lengkap dan tepat terutama sepatu <i>safety</i> anti <i>slip</i></p>
2.	F19, F20	<p>Pekerjaan pemasangan <i>stopper clamp</i> berpotensi pekerja terjatuh dan tercebur. Hal tersebut disebabkan oleh faktor lingkungan yaitu cuaca yang ekstrim dikarenakan kecepatan angin mencapai 40 knots dan tinggi gelombang mencapai 3 meter.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengecekan ramalan cuaca melalui BMKG setiap sebelum memulai bekerja dan menghentikan secara tegas pekerjaan apabila kondisi sangat berbahaya. • Pengecekan kecepatan angin di lapangan menggunakan anemometer secara berkala dan memberikan informasi

Lanjutan Tabel 5.5 Hasil Analisis Kombinasi Kegagalan dan Pengendalian Risiko

No	Kombinasi <i>Event</i>	Deskripsi	Pengendalian Risiko
			melalui HT <ul style="list-style-type: none"> • Memberikan pelatihan simulasi evakuasi bencana pada pekerja
3.	F8, F9, F21, F22	<p>Pekerjaan pemasangan <i>stopper clamp</i> berpotensi terjadi pekerja terjatuh dan tercebur. Hal tersebut dikarenakan oleh faktor pekerja yang tidak konsentrasi sehingga melamun karena gaji pekerja terlambat dan memiliki masalah keluarga.</p> <p>Pekerja tidak konsentrasi juga dapat disebabkan karena kehilangan keseimbangan pada saat bekerja dan pekerja tergelincir.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diberikan acara senam pagi setiap 2 minggu sekali dengan tujuan mengurangi rasa jenuh bekerja dan menambah fokus pada pekerja • Diberikan <i>reward</i> uang tunai pada pekerja yang dapat menjawab pertanyaan di acara <i>General Safety Talk</i> setiap minggunya. • Diberikan tanda peringatan sirene apabila terdapat gelombang air tinggi

Lanjutan Tabel 5.5 Hasil Analisis Kombinasi Kegagalan dan Pengendalian Risiko

No	Kombinasi Event	Deskripsi	Pengendalian Risiko
4.	F10, F11	<p>Pekerjaan pemasangan <i>stopper clamp</i> berpotensi terjadi pekerja terjatuh dan tercebur. Hal tersebut dikarenakan oleh faktor pekerja yang kelelahan dikarenakan pekerja lapar dan lemas. Pekerja lapar disebabkan waktu bekerja pada bulan puasa dan lokasi kantin yang jauh dari <i>site</i>. Selain itu, dikarenakan dari perusahaan tidak menyediakan makan siang selama puasa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dilakukan penambahan jumlah pekerja • Diberlakukan aturan <i>shift</i> kerja
5.	F12, F13, F14, F15	<p>Pekerjaan pemasangan <i>stopper clamp</i> berpotensi terjadi pekerja terjatuh dan tercebur. Hal tersebut dikarenakan oleh faktor pekerja yang kelelahan. Pekerja kelelahan juga diakibatkan kurang waktu istirahat dikarenakan pekerja</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diberikan jasa logistik makan siang bagi yang tidak menjalankan puasa • Diberikan fasilitas transportasi untuk angkut pekerja dari <i>gate</i> ke <i>site</i>

Lanjutan Tabel 5.5 Hasil Analisis Kombinasi Kegagalan dan Pengendalian Risiko

No	Kombinasi <i>Event</i>	Deskripsi	Pengendalian Risiko
		mengejar <i>progres</i> yang tertinggal, kerja lembur, mendapatkan tekanan dari pimpinan dan perjalanan dari <i>gate</i> ke <i>site</i> yang jauh.	
5.	F28, F29	Pada pekerjaan pemasangan <i>stopper clamp</i> berpotensi terjadi pekerja terjatuh dan tercebur. Hal tersebut dikarenakan oleh faktor peralatan dikarenakan kabel las yang terlalu panjang dan anak tangga yang digunakan kecil.	<ul style="list-style-type: none"> • Rekayasa metode pekerjaan menggunakan alat <i>man basket</i> • Penataan kabel las dengan rapi
6.	F23, F24	Pada pekerjaan pemasangan <i>stopper clamp</i> berpotensi terjadi pekerja terjatuh dan tercebur. Hal tersebut dikarenakan oleh faktor manajemen K3 yang kurang pengawasan dan peringatan dikarenakan tidak terdapat tim HSE di area kecelakaan dan tim HSE yang kurang disiplin.	<ul style="list-style-type: none"> • Diberikan kebijakan teguran dan <i>punishment</i> oleh pimpinan kepada supervisor HSE yang tidak disiplin • Diadakan kegiatan <i>safety patrol</i> untuk mengontrol supervisor HSE pada pekerjaan dibawah <i>platform jetty</i>

Lanjutan Tabel 5.5 Hasil Analisis Kombinasi Kegagalan dan Pengendalian Risiko

No	Kombinasi <i>Event</i>	Deskripsi	Pengendalian Risiko
7.	F1, F2, F16, F25	<p>Pekerjaan pemasangan <i>stopper clamp</i> berpotensi terjadi pekerja terjatuh dan tercebur. Hal ini dikarenakan faktor manajemen K3 yang salah dalam menerapkan aturan penggunaan APD dikarenakan ketidakcocokan penggunaan APD <i>Full Body Harness</i> di area kerja tersebut dan penggunaan APD <i>Full Body Harness</i> yang tidak aman. Pada penggunaan APD <i>Full Body Harness</i> yang tidak aman dikarenakan tidak ada tempat pengaitan <i>hook</i> yang baik sehingga <i>hook</i> terpuntir dan meleset serta lepas. Penggunaan APD <i>Full Body Harness</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dilakukan evaluasi ulang terkait dengan penggunaan APD <i>Full Body Harness</i> pada kondisi pekerjaan tertentu. • Diberlakukan aturan baru untuk menggunakan APD <i>lifejackets</i> dan <i>work vest</i> terutama pada pekerjaan pemasangan <i>stopper clamp</i>. • Dilakukan inspeksi kelayakan APD <i>Full Body Harness</i>

Lanjutan Tabel 5.5 Hasil Analisis Kombinasi Kegagalan dan Pengendalian Risiko

No	Kombinasi Event	Deskripsi	Pengendalian Risiko
		yang tidak aman juga dikarenakan kurangnya evaluasi dari dampak berbahaya yang dapat timbul.	
8.	F26, F27	Pada pekerjaan pemasangan <i>stopper clamp</i> berpotensi terjadi pekerja terjatuh dan tercebur. Hal tersebut dikarenakan oleh faktor manajemen K3 yaitu pelanggaran pada syarat dan aturan untuk bekerja yang dikarenakan pimpinan dari tim HSE yang kurang tegas dalam menerapkan aturan dan informasi yang tidak tersampaikan dengan baik pada pekerja.	<ul style="list-style-type: none"> • Diadakan rapat evaluasi antara pihak direksi dan divisi HSE mengenai penyikapan pada aturan yang telah dilanggar. • Diberikan informasi syarat bekerja kepada seluruh pekerja secara rutin pada kegiatan <i>toolbox meeting</i>

Berdasarkan penjelasan dari tabel tersebut, dapat dilihat kombinasi kegagalan yang telah didapatkan oleh peneliti beserta dengan pengendalian risiko yang telah sesuai dengan masing masing kegagalan. Terdapat 9 kombinasi kegagalan dengan setiap kombinasi kegagalan terdapat beberapa pengendalian risiko. Pengendalian risiko yang digunakan dapat dikelompokkan berdasarkan tingkatan hierarki pengendalian risiko dengan bentuk segitiga terbalik. Untuk

pembahasan lebih terperinci mengenai pengendalian risiko dapat dilihat pada sub bab pembahasan.

5.3 Verifikasi Pakar Ahli K3

Dari hasil data *Fault Tree Analysis* yang didapatkan, peneliti telah mendiskusikan dengan pakar ahli K3 sekaligus HSE koordinator di proyek tempat penelitian dilakukan yaitu Bapak Reno Tantowi. Hasil analisis sebelumnya telah disepakati oleh Bapak Reno Tantowi. Tujuan dilakukan hal tersebut yaitu memastikan data yang dirancang adalah benar dan sesuai kondisi di lapangan. Hal itu juga dilakukan dengan pengawasan oleh ahli K3 yang lebih paham. Adapun bukti pendukung verifikasi oleh ahli K3 sudah dilampirkan pada bagian lampiran. Berikut ini merupakan catatan, masukan, dan saran yang diberikan oleh verifikator mengenai data yang telah dirancang oleh peneliti.

Tabel 5.6 Masukan dan Saran Pakar Ahli K3

No	Pertanyaan Verifikasi	Masukan dan Saran
1.	Apakah data analisis FTA (<i>Fault Tree Analysis</i>) yang telah disusun oleh peneliti sudah sesuai dengan standar penerapan manajemen K3 di lapangan?	Sudah sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Memang dalam pekerjaan tertentu perlu ditinjau lebih detail mengenai manajemen K3 nya, baik peraturan, ketetapan di lapangan, peralatan yang digunakan, SOP sesudah dan sebelum memulai pekerjaan, mengingat kondisi area kerja yang sulit.
2.	Apakah hasil dari <i>basic event</i> (akar permasalahan) yang didapatkan sudah sesuai dengan <i>top event</i> (peristiwa permasalahan puncak) yang terjadi?	Akar-akar permasalahan yang ditulis sudah menunjukkan informasi masalah-masalah yang ada di lapangan. Sehingga, diharapkan dapat dijadikan bahan evaluasi kedepan supaya tidak kembali terjadi kecelakaan yang serupa

Lanjutan Tabel 5.6 Masukan dan Saran Pakar Ahli K3

No	Pertanyaan Verifikasi	Masukan dan Saran
		terutama pada pekerjaan diatas permukaan air.

Berdasarkan masukan dan saran tersebut, perlu meninjau lebih detail mengenai aturan, ketetapan di lapangan, dan SOP sebelum dan sesudah dalam memulai kerja. Apabila peraturan dan ketetapan di lapangan tersampaikan dengan benar dan jelas, maka dapat meminimalisir potensi terjadi kecelakaan kerja. SOP wajib dilakukan secara benar oleh seluruh pekerja sehingga pekerja dapat mengetahui hal apa yang harus dilakukan untuk mengurangi potensi terjadi kecelakaan dalam bekerja. Jika hal-hal tersebut tidak ditaati dan tidak tersampaikan dengan benar, maka potensi terjadi kesalahan. Maka kejadian kecelakaan kerja sangat mungkin terjadi.

Akar permasalahan yang merupakan *basic event* sudah ditemukan dalam analisis data dan menunjukkan informasi serta masalah-masalah di lapangan. *Basic event* tersebut harus dijadikan bahan evaluasi dan pembelajaran untuk kedepannya supaya tidak kembali terjadi terutama pada pekerjaan di atas permukaan air. Dari pemberian solusi serta pengendalian risiko yang tepat, diharapkan dapat mengurangi dan mencegah risiko yang mungkin timbul dari pekerjaan tersebut.

5.4 Pembahasan

Penelitian ini dilakukan di Proyek Pembangunan *Jetty Upper Structure* CFSP Jawa 9 dan 10, Suralaya, Banten pada tahun 2023. Penelitian ini hanya terfokus pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp* selama pekerjaan berlangsung. Berdasarkan laporan investigasi kecelakaan kerja dan hasil wawancara yang dilakukan dengan pihak HSE koordinator, peneliti mendapatkan informasi mengenai pekerja terjatuh dan tercebur pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp*. Pada kejadian kecelakaan tersebut, menyebabkan salah satu

welder menjadi korban dengan luka jari tengah tergores, bahu terkilir, dan kehilangan hari kerja karena korban harus beristirahat selama beberapa hari. Selain itu, terdapat kerugian perusahaan yaitu kehilangan aset mesin las karena tercebur pada kejadian tersebut.

Berdasarkan hasil dari wawancara, kecelakaan kerja yang terjadi adalah *top event* dari *Fault Tree Analysis*. *Top event* adalah kejadian puncak yang telah ditentukan dengan berdasarkan kejadian kegagalan yang sudah terjadi. *Top event* penelitian ini yaitu pekerja terjatuh dan tercebur. Selanjutnya, menentukan *basic event* yaitu kejadian dasar dari kemungkinan yang timbul pada terjadinya *top event*. Arti lain, *basic event* sebagai akar permasalahan penyebab terjadinya peristiwa pekerja terjatuh dan tercebur. Peneliti mendapatkan *basic event* bersumber dari data narasumber dan literatur lain.

Setelah *basic event* didapatkan, peneliti menyusun gambar permodelan grafis *Fault Tree Analysis* seperti yang terdapat pada sub bab analisis. Lalu, model grafis tersebut diberikan notasi simbol dalam bentuk huruf dan angka untuk setiap kejadian dengan tujuan memudahkan untuk mencari hasil akhir dari *minimum cut sets*. Selain itu, peneliti menentukan gerbang logika (*logic gate*) antar peristiwa yang sesuai dengan model grafis yang telah disusun. Setelah memberikan notasi huruf dan angka serta menentukan gerbang logika yang akan digunakan, peneliti baru dapat menyusun grafik permodelan FTA dan dilanjutkan dengan penentuan *minimum cut sets* menggunakan prinsip Aljabar *Boolean* yang tertera pada bab 3.

Hasil *minimum cut set* diperoleh melalui kombinasi *event* sesuai dengan yang tertera pada sub bab kombinasi *event* pada analisis sebelumnya. Dari hasil kombinasi *event* itu didapatkan *minimum cut set* yang menjadi akar akar penyebab terjadinya *top event*. Kombinasi *event* dapat didefinisikan sebagai kombinasi kegagalan yang terjadi pada *top event* pekerja terjatuh dan tercebur. Pada kombinasi *event* yang telah didapatkan oleh peneliti, terdapat 4 faktor kegagalan dan didapatkan akar-akar pemasalahan penyebab kegagalan pada tiap faktor. Setelah itu, didapatkan pengendalian risiko berdasarkan dengan hierarki pengendalian risiko (tertera pada bab 3). Berikut ini merupakan rincian dari faktor penyebab kegagalan serta pengendalian risiko yang diberikan:

1. Faktor Lingkungan

a. Area kerja yang sulit dikarenakan bekerja pada ketinggian diatas permukaan air laut. Lalu, area kerja bergoyang yang disebabkan tiang pancang terkena ombak air laut, tertabrak *pontoon*, dan menahan beban tali *pontoon*. Ruang gerak pekerja yang sempit dan area kerja yang licin dikarenakan tangga besi gantung terkena hujan dan embun air laut. Maka pengendalian risiko yang diberikan adalah sebagai berikut:

- 1) Pihak terkait memastikan bahwa pekerja memiliki sertifikat keterampilan kerja yang sesuai dengan bidang pekerjaannya. Hal itu bertujuan untuk memastikan bahwa pekerja sudah terampil dalam bidangnya.
- 2) Mengadakan rapat koordinasi dengan divisi *engineer* terkait dengan keputusan alternatif metode kerja yang baik dan aman. Hal tersebut bertujuan untuk merekayasa metode kerja yang lebih aman, sehingga mengurangi potensi terjadi kecelakaan kerja.
- 3) Pihak memastikan pekerja untuk menggunakan APD yang lengkap dan tepat terutama sepatu *safety* anti *slip*, karena tempat kerja yang licin.

Berdasarkan simbol segitiga terbalik hierarki pengendalian risiko dalam penelitian Mario & Widiawan (2022) yang telah dijabarkan di bab sebelumnya bahwa pengendalian risiko nomor 1 tergolong pada hierarki pengendalian dalam hal administratif karena usaha yang dilakukan berhubungan dari sisi persyaratan pekerja. Pengendalian risiko nomor 2 tergolong pada hierarki dalam hal rekayasa teknologi, karena berhubungan dengan upaya penggunaan dalam metode kerja yang baik dan aman. Pengendalian nomor 3 merupakan hierarki pengendalian pada alat pelindung diri, karena berhubungan dengan penggunaan APD yang tepat pada pekerjaan yang dilakukan:

b. Cuaca yang ekstrim dikarenakan kecepatan angin mencapai 40 knots dan tinggi gelombang mencapai 3 meter. Hal itu sangat berpengaruh pada kondisi lingkungan pekerjaan. Maka pengendalian risiko yang diberikan:

- 1) Dilakukan pengecekan ramalan cuaca melalui BMKG setiap sebelum memulai bekerja dan menghentikan pekerjaan secara tegas apabila kondisi sangat berbahaya.
- 2) Pengecekan kecepatan angin di lapangan menggunakan anemometer secara berkala dan memberikan informasi melalui HT.
- 3) Memberikan pelatihan simulasi evakuasi bencana pada pekerja.

Pengendalian risiko nomor 1 termasuk pada hierarki eliminasi karena menghilangkan risiko kecelakaan kerja sepenuhnya dengan cara menghentikan pekerjaan apabila hasil ramalan cuaca buruk. Pengendalian risiko nomor 2 termasuk dalam hierarki pengendalian secara administratif karena memiliki keterlibatan dalam aturan pemberian informasi kepada pekerja. Sedangkan pengendalian risiko nomor 3 termasuk pada hierarki administratif karena memiliki hubungan dengan melatih pekerja menyikapi terjadi cuaca buruk.

2. Faktor Pekerja

- a. Pekerja yang tidak konsentrasi karena melamun akan membuat keseimbangan hilang sehingga pekerja tergelincir. Pekerja melamun disebabkan faktor gaji terlambat dan memiliki masalah keluarga. Maka faktor pengendalian yang harus dilakukan:

- 1) Diberikan acara senam pagi setiap 2 minggu sekali, seluruh pekerja diwajibkan mengikuti acara tersebut
- 2) Diberikan *reward* berupa uang tunai kepada pekerja yang dapat menjawab pertanyaan mengenai keselamatan kerja pada setiap acara *General Safety Talk* yang diadakan setiap minggunya.
- 3) Diberikan informasi tanda bunyi peluit apabila terdapat gelombang laut yang tinggi.

Pengendalian risiko nomor 1 termasuk dalam pengendalian hierarki pengendalian administratif karena hal tersebut memiliki keterlibatan dengan pekerja. Pengendalian nomor 1 memiliki tujuan untuk melatih pekerja tetap konsentrasi dan kefokusannya serta memberikan hiburan. Lalu, pengendalian risiko nomor 2 termasuk dalam hierarki pengendalian dalam

hal substitusi dan administratif. Dalam hierarki substitusi dikarenakan memberikan uang sebagai bonus untuk mengatasi gaji pekerja yang terlambat. Dalam hierarki administrasi, tujuan dari diberikan pertanyaan supaya pekerja dapat menambah pengetahuan mengenai keselamatan kerja dan diharapkan untuk diterapkan saat bekerja. Pengendalian risiko nomor 3 termasuk dalam hierarki administratif dikarenakan memiliki keterlibatan dengan pemberian isyarat bunyi peluit yang berarti rambu apabila terjadi gelombang laut yang besar. Hal itu memiliki tujuan supaya pekerja tetap siap dan siaga.

- b. Pekerja yang kelelahan disebabkan pekerja lapar dan kurang waktu istirahat. Pekerja yang lapar dikarenakan pada saat bulan puasa dari pihak perusahaan tidak menyediakan makan siang. Selain itu, lokasi kantin jauh dari *site*. Lalu, pekerja tidak memiliki waktu istirahat yang cukup dikarenakan mengejar progres yang tertinggal, bekerja lembur, mendapatkan tekanan dari pimpinan, dan perjalanan dari *gate* menuju *site* yang jauh. Maka diberikan pengendalian risiko seperti berikut:
- 1) Dilakukan penambahan jumlah pekerja, dengan hal itu maka *progres* pekerjaan dapat lebih cepat. Dalam artian, penambahan jumlah pekerja sudah dihitung oleh divisi *project control*.
 - 2) Diterapkan aturan *shift* kerja, hal tersebut bertujuan untuk mengatur jadwal pekerja supaya pekerja tidak terlalu kelelahan. Selain itu, memberikan *shift* kerja merupakan tindakan efektif dikarenakan keterbatasan stamina pekerja untuk lembur.
 - 3) Diberikan jasa logistik untuk makan siang pekerja bagi yang tidak menjalankan puasa. Hal tersebut bertujuan untuk mempermudah pekerja mendapat makan siang.
 - 4) Diberikan fasilitas untuk mengangkut pekerja dari *gate* ke *site*. Hal itu bertujuan agar pekerja tidak kelelahan sebelum memulai bekerja. Selain itu, dapat mencegah keterlambatan kedatangan pekerja.

Pengendalian risiko nomor 1 dan 2 termasuk dalam hierarki pengendalian administratif. Hal itu dikarenakan keterlibatan dalam manajemen

pengelolaan tenaga kerja oleh divisi terkait. Adapun pengendalian risiko nomor 2 memiliki keterlibatan dengan pengaturan *shift* kerja dengan tujuan untuk mendapatkan produktivitas pekerja yang optimal dan tidak menguras stamina pekerja. Pengendalian nomor 3 termasuk dalam hierarki pengendalian eliminasi karena apabila diberikan jasa logistik makan siang maka risiko pekerja lapar akan hilang. Adapun pengendalian nomor 4 termasuk dalam hierarki pengendalian eliminasi dikarenakan dengan memberikan transportasi angkutan dari *gate* ke *site* bertujuan agar stamina pekerja tetap terjaga dan pekerja tidak kelelahan sebelum memulai pekerjaan.

3. Faktor Peralatan

- a. Faktor peralatan yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp* yaitu kabel las yang terlalu panjang sehingga dapat memengaruhi proses gerak gerik pekerja. Maka pengendalian risiko yang diberikan yaitu:

1) Dilakukan pengecekan dan tindakan penataan selang gas oksigen maupun *acetylin* dan kabel las dengan rapi. Dengan dilakukan tindakan tersebut diharapkan peralatan yang digunakan pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp* tertata rapi oleh pekerja.

Pengendalian risiko tersebut termasuk dalam hierarki administratif karena memiliki keterkaitan dengan pengaturan area kerja yang rapi sehingga mengurangi risiko terjadinya pekerja tersandung atau terbelit kabel las.

- b. Faktor peralatan lain, yaitu anak tangga gantung yang terlalu kecil sehingga dalam melakukan pekerjaan pemasangan *stopper clamp*, gerak pekerja sangat terbatas. Terdapat pengendalian risiko yang diberikan adalah:

1) Rekayasa metode pekerjaan dengan menggunakan alat *man basket*. Dengan alat tersebut, pekerja memiliki ruang gerak yang cukup sehingga bekerja dengan aman dan maksimal.

Pengendalian risiko tersebut termasuk dalam hierarki rekayasa teknologi, karena memiliki keterlibatan dengan pergantian penggunaan alat yang

lebih aman. Dalam artian, dapat mengurangi potensi terjadinya pekerja terjatuh dan tercebur.

4. Faktor Manajemen K3

- a. Kurang pengawasan dan peringatan yang diberikan tim HSE dikarenakan tidak terdapat tim HSE pada area kecelakaan kerja dan pekerja HSE yang kurang disiplin. Maka, penyikapan dan pengendalian risiko yang diberikan yaitu:

- 1) Diberikan kebijakan teguran dan *punishment* oleh pimpinan kepada supervisor HSE yang tidak disiplin. Diharapkan para supervisor HSE dapat disiplin mengawasi dan memperingatkan keadaan yang kurang aman.
- 2) Diadakan kegiatan *safety patrol* untuk mengontrol supervisor HSE pada seluruh aktivitas pekerjaan terutama dibawah *platform jetty*. Kegiatan tersebut bertujuan untuk mengetahui dan mengontrol pekerjaan secara menyeluruh terutama pada area-area yang rawan terjadi kecelakaan. Selain itu, untuk memberikan teguran kepada supervisor HSE yang kurang disiplin.

Pengendalian risiko nomor 1 dan 2 tergolong dalam hierarki pengendalian administratif. Hal itu dikarenakan memiliki keterkaitan dengan penetapan atau kebijakan yang dibuat oleh divisi terkait sehingga diharapkan seluruh supervisor HSE dapat lebih disiplin dalam hal mengawasi dan memperingatkan pekerja.

- b. Ketidaktepatan penetapan aturan dalam penggunaan APD terkait dalam pekerjaan pemasangan *stopper clamp*. Ketidaktepatan aturan dikarenakan penggunaan APD *Full Body Harness* yang tidak aman dan ketidakcocokan penggunaan APD *Full Body Harness* pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp*. Penggunaan APD *Full Body Harness* yang tidak aman disebabkan oleh tidak terdapatnya tempat pengait *hook* yang baik dan kurangnya evaluasi dari dampak berbahaya yang timbul. Tidak terdapatnya tempat pengait yang baik disebabkan *hook* APD *Full Body Harness* yang digunakan terpuntir dan meleset serta terlepas. Dengan

kondisi seperti itu, maka penyikapan dalam pengendalian risiko sebagai berikut:

- 1) Dilakukan evaluasi ulang terkait dengan penggunaan APD *Full Body Harness* pada pekerjaan pekerjaan tertentu dengan memperhatikan dampak dari bahaya yang timbul.
- 2) Diberlakukan aturan baru untuk penggunaan APD *lifejackets* atau *work vest* terutama pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp*.
- 3) Dilakukan inspeksi kelayakan APD *Full Body Harness*

Pengendalian risiko nomor 1 termasuk dalam hierarki pengendalian dalam pengendalian administrasi. Hal tersebut karena dilakukan tinjauan atau evaluasi ulang terkait dengan penggunaan APD *Full Body Harness*. Setelah dilakukan evaluasi diharapkan dapat mengurangi dampak bahaya apabila terjadi kecelakaan pekerja terjatuh pada proyek ini. Adapun pengendalian risiko nomor 2 termasuk dalam hierarki pengendalian substitusi dan administratif dikarenakan keterlibatan dengan aturan baru yang mewajibkan penggunaan APD *lifejacket* atau *work vest*. Pergantian aturan dari wajib penggunaan APD *Full Body Harness* pada bekerja pada ketinggian 1,8 m diatas permukaan air (pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp*) digantikan dengan wajib menggunakan APD *lifejacket* atau *work vest*. Hal itu memiliki tujuan apabila terjadi kecelakaan pekerja terjatuh dan tercebur, kondisi pekerja dapat tetap mengapung. Selanjutnya, pengendalian risiko nomor 3 termasuk dalam hierarki pengendalian administratif dikarenakan memiliki keterkaitan dengan hal inspeksi. Pengecekan kelayakan APD *Full Body Harness* diharapkan dapat mengetahui apabila terjadi kerusakan kerusakan yang dapat menyebabkan kecelakaan pekerja terjatuh.

- c. Faktor lain yaitu pelanggaran syarat atau aturan bekerja yang telah ditetapkan pada dokumen kerja. Pelanggaran yang dilakukan dikarenakan pimpinan divisi HSE yang kurang tegas dalam mengambil kebijakan. Selain itu, informasi aturan hanya diketahui oleh beberapa pihak HSE, tidak menyeluruh sehingga informasi aturan bekerja tidak tersampaikan

dengan baik. Adapun pengendalian risiko yang diberikan adalah sebagai berikut:

- 1) Diadakan rapat evaluasi antara pihak direksi dan divisi HSE mengenai penyikapan pada aturan yang telah dilanggar. Dengan diadakannya rapat evaluasi diharapkan seluruh pekerja terutama divisi HSE lebih dapat komitmen terhadap keputusan aturan yang telah diberlakukan. Apabila pelanggaran tersebut terulang kembali, maka akan diberikan vonis dari pihak direksi berupa hukuman denda.
- 2) Diberikan informasi syarat bekerja kepada seluruh pekerja secara rutin pada kegiatan *toolbox meeting*. Dengan diberikan informasi mengenai syarat-syarat bekerja di lapangan, diharapkan seluruh pekerja tetap siap siaga apabila terjadi bencana atau gangguan cuaca. Diharapkan juga seluruh pekerja dapat mengambil tindakan apabila terjadi pelanggaran aturan dan syarat bekerja.

Pengendalian risiko yang dilakukan pada nomor 1 dan 2 termasuk dalam hierarki pengendalian administrasi. Tindakan yang diberikan dari pihak direksi berdasarkan hasil keputusan rapat evaluasi dengan divisi HSE dan memiliki keterlibatan dengan aturan yang diberlakukan. Selain itu, pemberian informasi kepada seluruh pekerja pada setiap kegiatan *toolbox meeting* diharapkan pekerja dapat patuh dengan aturan dan siap siaga apabila terjadi bencana secara tiba-tiba. Pekerja diharapkan mengerti tindakan yang tepat apabila terdapat rekan yang melanggar dari aturan, sehingga potensi terjadi kecelakaan dapat berkurang.

Berdasarkan dari hasil kegagalan yang diidentifikasi, sebenarnya dapat diberikan pengendalian risiko yang tepat. Adapun untuk penentuan pemberian pengendalian risiko berdasarkan hasil diskusi peneliti dengan pihak Ahli K3 Umum sekaligus HSE koordinator pada studi kasus penelitian dilakukan. Setelah mengetahui pengendalian risiko, dilanjutkan untuk mengelompokkan risiko berdasarkan tingkatan pada prinsip hierarki pengendalian risikonya. Maka dari itu, dapat diketahui bersama urutan dari pengendalian berdasarkan keefektifannya.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil analisis dan kesimpulan mengenai kecelakaan kerja pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp* pada studi kasus proyek *Jetty Upper Structure* PLTU Jawa 9 dan 10 seperti berikut:

1. Adapun akar-akar permasalahan penyebab terjadinya kecelakaan kerja pekerja terjatuh dan tercebur terdapat 4 faktor utama, yaitu faktor pekerja, lingkungan, peralatan, dan manajemen K3. Berikut rincian akar-akar permasalahan berdasarkan data pada metode *Fault Tree Analysis*:
 - a. Area kerja yang sulit
 - b. Cuaca ekstrim
 - c. Pekerja tidak siap dan kurang konsentrasi
 - d. Pekerja yang kelelahan
 - e. Kondisi peralatan yang tidak tertata rapi
 - f. Kurang pengawasan dari divisi *HSE*
 - g. Kesalahan aturan dalam penggunaan APD
 - h. Pelanggaran pada syarat atau aturan bekerja
2. Pengendalian dan tindakan yang tepat pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp* sebagai upaya untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja pekerja terjatuh dan tercebur sesuai dengan hierarki pengendalian risiko adalah sebagai berikut:
 - a. Eliminasi
 - 1.) Menghentikan pekerjaan apabila ramalan kondisi cuaca BMKG tidak memungkinkan
 - 2.) Diberikan jasa logistik makan siang selama bulan puasa
 - 3.) Diberikan fasilitas transportasi angkut pekerja dari *gate* ke *site*

b. Substitusi

- 1.) Diberikan *reward* uang tunai pada pekerja yang dapat menjawab pertanyaan terkait dengan K3
- 2.) Mengganti aturan penggunaan APD dari *Full Body Harness* ke *Workvest/lifejackets*

c. Rekayasa Teknologi

- 1.) Penggunaan alat *man basket* agar ruang gerak pekerja lebih luas dan meminimalisir terjadinya kondisi bergoyang pada saat bekerja

d. Pengendalian Administratif

- 1.) Dilakukan tinjauan ulang mengenai penggunaan APD *Full body Harness* dengan memperhatikan dampak bahaya yang timbul
- 2.) Diadakan rapat evaluasi antara pihak direksi dan divisi HSE mengenai penyikapan pada aturan yang telah dilanggar
- 3.) Diberikan informasi syarat bekerja kepada seluruh pekerja secara rutin pada kegiatan *toolbox meeting*
- 4.) Dilakukan inspeksi kelayakan APD *Full Body Harness*
- 5.) Dilakukan pemeriksaan terkait sertifikat keterampilan kerja, khususnya pada pekerjaan ketinggian pada pekerja
- 6.) Dilakukan pengecekan kecepatan angin di lapangan menggunakan anemometer secara berkala dan memberikan informasi melalui HT
- 7.) Diberikan pelatihan simulasi evakuasi bencana pada pekerja
- 8.) Diberikan acara senam pagi setiap 2 minggu sekali, seluruh pekerja diwajibkan mengikuti acara tersebut
- 9.) Diberikan informasi tanda bunyi peluit apabila terdapat gelombang laut yang tinggi.
- 10.) Dilakukan penjelasan materi dan tanya jawab terkait dengan K3 pada kegiatan *Toolbox Meeting*
- 11.) Dilakukan penambahan jumlah pekerja, sehingga progres pekerjaan dapat lebih cepat
- 12.) Diterapkan aturan *shift* kerja

- 13.) Dilakukan pengecekan dan tindakan penataan selang gas oksigen maupun *acetylin* dan kabel las dengan rapi.
 - 14.) Diadakan kegiatan *safety patrol*
 - 15.) Dilakukan inspeksi kelayakan APD *Full Body Harness* seminggu sekali
- e. Alat Pelindung Diri (APD)
- 1.) Memastikan pekerja untuk menggunakan APD yang lengkap dan tepat terutama sepatu *safety* anti *slip* karena tempat kerja licin

6.2 Saran

Peneliti, melakukan analisis kecelakaan kerja yang ada saat pekerjaan pemasangan *stopper clamp* menggunakan metode *Fault Tree Analysis*. Penelitian ini sangat penting untuk dijadikan sebagai pembelajaran oleh pembaca sehingga lebih berhati-hati dalam melakukan pekerjaan, khususnya pekerjaan yang berada diatas permukaan air. Pemberian pengendalian risiko yang tepat pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp* sangat diperlukan sehingga untuk kedepannya diharapkan tidak terjadi lagi peristiwa kecelakaan yang menimbulkan korban dan kerugian.

Berdasarkan dari hasil analisis pembahasan dan kesimpulan yang diperoleh, peneliti menyarankan beberapa saran agar kedepannya dalam bekerja dapat memberikan hasil yang lebih baik dan tidak kembali terjadi kecelakaan kerja khususnya pada pekerjaan diatas permukaan air. Berikut saran yang diberikan, antara lain:

1. Sebelum memulai bekerja, seharusnya seluruh pekerja yang memiliki keterkaitan oleh pekerjaan tersebut memahami aturan atau syarat untuk memulai pekerjaan, sehingga dapat siap dan siaga apabila terdapat hal yang berpotensi kecelakaan.
2. Untuk pekerjaan dengan keadaan diatas permukaan air, seharusnya ditinjau secara mendetail terkait dengan penggunaan APD yang cocok, sehingga dapat mengurangi dampak apabila terjadi kecelakaan.

3. Pada penelitian berikutnya, khususnya yang meneliti dengan topik serupa dengan pekerjaan pada ketinggian diatas permukaan air agar bisa mendapatkan data yang lebih detail dan lengkap. Selain itu, mengembangkan penelitian dengan jenis pada jenis pekerjaan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, Rifa'i. (2021). Pengantar Metodologi Penelitian. Februari 2. Yogyakarta: Suka-Press UIN Sunan Kalijaga. (<https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=5ijKEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Pengantar+Metodologi+Penelitian.+Februari+2.+Yogyakarta:+Suka-Press+UIN+Sunan+Kalijaga>). Diakses 11 Mei 2024).
- Alfiansah, Y., Kurniawan, B., Ekawati, E. (2020). Analisis Upaya Manajemen K3 Dalam Pencegahan Dan Pengendalian Kecelakaan Kerja Pada Proyek Konstruksi Pt.X Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(5), pp.595–600. (<https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=5ijKEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Pengantar+Metodologi+Penelitian.+Februari+2.+Yogyakarta:+Suka-Press+UIN+Sunan+Kalijaga>). Diakses 11 Mei 2024).
- Andriani, N. D., Wayuni, I., Kurniawan, B. (2022). Analisis Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja Konstruksi Pada Proyek *Highrise Building* dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA). *Pro Health Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 4(2),235-241. (<https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=3483988&val=30396&title=Analisis%20Faktor%20Penyebab%20Kecelakaan%20Kerja%20Konstruksi%20Pada%20Proyek%20Highrise%20Building%20dengan%20Metode%20Fault%20Tree%20Analysis%20FTA>). Diakses 8 Mei 2024).
- Arman, U. D. A., Melasari, J., Saputri, S. E. (2020). Identifikasi Faktor-Faktor Penyebab Berkontribusi Terjadinya Kegagalan Konstruksi Jalan dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA). *Civil Engineering Collaboration*, 53-63. (<https://doi.org/10.35134/jcivil.v6i2.33>). Diakses 8 Mei 2024)
- Arman, U. D., Melasari, J., Suwanda, A. R. (2022). Identifikasi Penyebab Kecelakaan Kerja Konstruksi Menggunakan *Accident Root Cause Tracing Model* (ARCTM) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). *Cantilever: Jurnal*

- Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 11(1), 17-28.
(<https://doi.org/10.35139/cantilever.v11i1.112>. Diakses 8 Mei 2024)
- Ayomi. (2019). Mengenal Metode FTA (*Fault Tree Analysis*) dalam Menganalisis Kecacatan Suatu Produk. *Laboratorium Analisis Data dan Rekayasa Kualitas*, 4.
- Darwis, A.M., Noviponiharwani, N., Latief, A.W.L., Ramadhani, M., Nirwana, A. (2020). Kejadian Kecelakaan Kerja Di Industri Percetakan Kota Makassar. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Maritim*.
(<https://doi.org/10.30597/jkmm.v3i2.10430>. Diakses 8 Mei 2024)
- Ervianto, W.I. (2023). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Google Books. Penerbit Andi.
(<https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=jHLDEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Ervianto>. Diakses 2 Mei 2024).
- Fadilah, M. N. (2023). Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan *Scaffolding* Dengan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) (Studi Kasus: Proyek Rs Uii). (Tugas Akhir Sarjana, Universitas Islam Indonesia).
(<https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/44920/18511011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Diakses 2 April 2023).
- Fadli, M.R. (2021). Memahami desain metode penelitian kualitatif. *Humanika*, 21(1),pp.33–54.
(<https://journal.uny.ac.id/index.php/humanika/article/view/38075>. Diakses 10 April 2024)
- Fazis, M.,Tugiah (2022). Perencanaan Proyek dan Penjadwalan Proyek. *Jurnal Sosial Teknologi*, 2(12). (<https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v2i12.517>. Diakses 12 Maret 2024)
- Hariadi, A., Termawut, I., Hafid, A. Adriani (2023). Analisis Risiko Kegagalan Jaringan Distribusi PLN Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis*. *IJESPG (International Journal of Engineering, Economic, Social Politic and Government)*, 1(3), pp.254–267.
(<https://doi.org/10.26638/ijespg.v1i3.58>. Diakses 28 Maret 2024)

- Hosaini, (2019). Manajemen Proyek Sumberdaya Manusia. *Pena Persada, Bandung* hal 10-13.
(<https://repository.penerbitwidina.com/media/publications/351511-manajemen-proyek-c291d6ca.pdf>. Diakses 10 Mei 2024)
- Juhindra, M. H. (2023). *Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan Konstruksi Atap dan Konstruksi Instalasi Lift (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia)*.
(<https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/45044>. Diakses 2 Maret 2023).
- Julia, J., Aryati, S. (2021). Kegiatan Pagelaran Seni Di Smp Negeri 5 Lhokseumawe. *Cross-border*, 4(1), pp.600–607.
(<https://journal.iaisambas.ac.id/index.php/CrossBorder/article/view/907/725>. Diakses 12 Maret 2024).
- Listyaningsih, D., Harianto, F. (2021). Iklim Keselamatan Kerja Pada Proyek Konstruksi Di Surabaya. *Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 10(1), 70-83. (<https://doi.org/10.22225/pd.10.1.2247.70-83>. Diakses 17 Maret 2024)
- Mahanum (2021). Tinjauan Kepustakaan. *Alacrity: Journal of Education*, 1(2), pp.1–12. (<https://doi.org/10.52121/alacrity.v1i2.20>. Diakses 13 Maret 2024)
- Mario, S., Widiawan, K. (2022). Upaya Pengurangan Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode *Hazard Identification, Risk Assessment, Risk Control* (HIRARC) di PT. X. *Jurnal Titra*, 10(2).
(<https://publication.petra.ac.id/index.php/teknikindustri/article/view/13001> . Diakses 8 Mei 2024)
- Nugraheni, F., Bhaskara, A., Purbiantoro, A. (2020). *Constraint and Fault Tree Analysis in Safety Construction System Integration. In International Conference on Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials* (pp. 1119-1136). Singapore: Springer Nature Singapore.
(https://doi.org/10.1007/978-981-16-7924-7_72. Diakses 10 April 2024)
- NASA Office Of Safety and Mission Assurance. (2002). *Fault Tree Handbook with Aerospace Applications*. Washington, DC

- Nugraha, E., Sari, R. M. (2019). Analisis *Defect* dengan Metode *Fault Tree Analysis* dan *Failure Mode Effect Analysis*. *Organum J. Saintifik Manaj. Dan.Akunt*,1(1),125-173.
(https://www.researchgate.net/publication/338216933_Analisis_Defect_dengan_Metode_Fault_Tree_Analisis_dan_Failure_Mode_Effect_Analisis. Diakses 10 April 2024)
- Nurhidayat, A., Arianto, B., Bhirawa, W.T. (2021). Optimalisasi Pembangunan Proyek Apartemen Sgc Cibubur Dengan Menggunakan Metode *Precedence Diagram Method* (PDM). *Jurnal Teknik Industri*, 10(1).
(<https://doi.org/10.35968/jtin.v10i1.706>. Diakses 9 Maret 2024)
- Nunan, D., Malhotra, N. K., Birks, D. F. (2020). *Marketing research: Applied insight*. Pearson UK.
(https://www.researchgate.net/publication/364383690_Metode_Pengumpulan_Data. Diakses 13 Mei 2024)
- Prabowo, A., Sudiajeng, L., Mudhina, M. M. (2020). Analisis Penerapan Sistem Manajemen Kesehatan Keselamatan Kerja (SMK3) Pada Proyek Reklamasi Apron Barat Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai–Bali. *In Proceedings* (Vol. 1, No. 1, pp. 79-84).
(<https://ojs.pnb.ac.id/index.php/Proceedings/article/view/1666>. Diakses 9 Mei 2024).
- Purbiantoro, A., Bhaskara, A. (2020). *Fault Tree Analysis* Dan Audit Akurasi Pada Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Kerja Konstruksi Terintegrasi Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan (Fisik) RSUD Tidar Kota Magelang, Kontraktor B1. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*
(https://eprints.uty.ac.id/3102/1/Alvian%20Purbiantoro_5150811103.pdf. Diakses 24 Maret 2024).
- Sugiyono. (2019). Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. *Alfabeta*.Bandung
(https://www.researchgate.net/publication/377469385_METODE_PENELITIAN_KUANTITATIF_KUALITATIF_DAN_RD. Diakses 26 April 2024)

- Supriyanti, D. (2019). Faktor-Faktor Penyebab Pekerjaan Ulang pada Pelaksana Konstruksi Anggota Gapensi di Kota Malang untuk Proyek Konstruksi. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 4(2), p.44. (<https://doi.org/10.33366/rekabuana.v4i2.1408>. Diakses 26 Maret 2024).
- Sulistyaningtyas, N. (2021). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Akibat Kerja Pada Pekerja Konstruksi: *Literature Review*. *Journal of Health Quality Development*, 1(1), pp.51–59. (<https://doi.org/10.51577/jhqd.v1i1.185>. Diakses 17 Maret 2024)
- Siahaan, T., Saleh, S. M., Rani, H. A. (2020). Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (Smk3) (Studi Kasus Pada Proyek Preservasi Dan Pelebaran Jalan Kota Takengon–Sp. Uning–Uwaq). *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 3(1), 61-69. (<https://doi.org/10.24815/jarsp.v3i1.13465>. Diakses 19 April 2024)
- Triswandana, E. (2020). Penilaian Risiko K3 dengan Metode HIRARC. *UKaRsT*,4(1),96. (<https://doi.org/10.30737/ukarst.v4i1.788>. Diakses 19 April 2024).
- Wahyuningsih, U., Sulisty, E., Rusjdi, H., Alfalah, W., Sudirmanto, S., Prabowo, E. (2021). Pengenalan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di PT Cita Rasa Palembang. *TERANG*, 3(2), pp.155–162. (<https://doi.org/10.33322/terang.v3i2.431>. Diakses 23 Maret 2024)
- 9, K. N. (2016). Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 9 Tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja dalam Pekerjaan pada Ketinggian. *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan*, 6.

LAMPIRAN

Piagam Survive AL



Sertifikat First Aid



KEMENTERIAN KETENAGAKERJAAN RI
MINISTRY OF MANPOWER OF THE REPUBLIC OF INDONESIA
**DIREKTORAT JENDERAL PEMBINAAN PENGAWASAN KETENAGAKERJAAN
DAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA**
DIRECTORATE GENERAL OF LABOUR INSPECTIONS AND OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH DEVELOPMENT

Sertifikat

Certificate

Diberikan kepada :
Given to :

N a m a *(name)* : **RENO TANTOWI**
Tempat & Tanggal Lahir *(city & date of birth)* : Serang, 01 April 1993
Perusahaan/Instansi *(company/institution)* : **PT. Thomas Pondasi Perkasa**
A l a m a t *(address)* : Jakarta Pusat

TELAH MENGIKUTI :
has successfully followed

**PEMBINAAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3)
BIDANG PERTOLONGAN PERTAMA PADA KECELAKAAN
DI TEMPAT KERJA**

*The Occupational Safety and Health (OSH) Training of First Aid at Workplace
held by*

PT. Padjajaran Bina Katiga

di Konsorsium Wilka Posco pada tanggal 18 - 20 Desember 2017
in Konsorsium Wilka Posco on December 18th to 20th, 2017

Pemegang sertifikat ini memenuhi persyaratan sebagai
The holders of this certificate qualifies the requirements as

Petugas Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K) di Tempat Kerja
First Aid at workplace Officer

sesuai Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI No.
PER.15/MEN/VIII/2008, Jo. Kepdirjen Binwasnaker No. KEP. 53/DJPPK/VIII/2009
*according to the Decree of the Minister of Manpower and Transmigration RI No. PER.15/MEN/VIII/2008,
Jo. Decree of the Director General of Labour Inspections Development No. KEP.53/DJPPK/VIII/2009*

Jakarta, 14 Februari 2018
Jakarta, February 14th, 2018

**A.n. Direktur Jenderal Pembinaan
Pengawasan Ketenagakerjaan dan K3**
of the Director General of Labour Inspections and Occupational Safety and Health Development

**Direktur Pengawasan Norma
Keselamatan dan Kesehatan Kerja**
Director of Occupational Safety and Health Norm Supervision

Drs. Herman Prakoso Hidayat, MM
NIP. 19590412 198603 1 001



Sertifikat HSE Gathering



Sertifikasi Ahli K3 Umum





TRAINING COURSE

Ahli K3 Umum

- 1. Merancang Strategi Pengendalian Risiko K3 di Tempat Kerja**
Create a Workplace Safety and Health Risk Control Strategy
- 2. Merancang Sistem Tanggap Darurat**
Create an Emergency Response System
- 3. Melakukan Komunikasi K3**
Communicating Occupational Safety and Health
- 4. Mengawasi Pelaksanaan Izin Kerja**
Supervise the Implementation of Work Permits
- 5. Melakukan Pengukuran Faktor Bahaya di Tempat Kerja**
Measuring Hazard Factors at Work
- 6. Mengelola Pertolongan Pertama pada Kecelakaan Kerja (P3K) di Tempat Kerja**
Managing First Aid in Work Accidents (First Aid) at Work
- 7. Mengelola Tindakan Tanggap Darurat**
Managing Emergency Response Measures
- 8. Mengelola Alat Pelindung Diri (APD) di Tempat Kerja**
Managing Personal Protective Equipment (PPE) at Work
- 9. Menerapkan Program Pelayanan Kesehatan Kerja**
Implementing the Occupational Health Care Program
- 10. Mengelola Sistem Dokumentasi K3**
Manage Occupational Safety and Health Documentation Systems
- 11. Menerapkan Manajemen Risiko K3**
Implementing Occupational Safety and Health Risk Management
- 12. Mengevaluasi Pemenuhan Persyaratan dan Prosedur K3**
Evaluating the Fulfillment of Occupational Safety and Health Requirements and Procedures
- 13. Melakukan Investigasi Kecelakaan Kerja**
Conducting a Work Accident Investigation



Sertifikasi K3 Migas

REPUBLIC INDONESIA
KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
PUSAT PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA MINYAK DAN GAS BUMI
LSP "PPT MIGAS"

SERTIFIKAT KOMPETENSI KERJA
KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA

No: 71.008694.17
KAN
Komite Akreditasi Nasional
Lembaga Sertifikasi Profesional
LSP - 001 - IDN
BNSP
BADAN NASIONAL SERTIFIKASI PROFESI
Lembaga Sertifikasi Profesi
BNSP - LSP - 013 - ID

Menerangkan bahwa :

nama : **RENO TANTOWI**
nomor pokok : 7.011860.17
tempat dan tanggal lahir : SERANG, April 01, 1993
perusahaan : **PRIBADI**

Telah mengikuti dan dinyatakan lulus / kompeten dalam ujian sertifikasi Kompetensi Kerja
Keselamatan dan Kesehatan Kerja, tingkat : **OPERATOR K3**
Yang diadakan di : **CEPU, tanggal 12 - 14 September 2018**
Sertifikat ini berlaku sampai dengan tanggal September 14, 2022

Cepu, September 14, 2018
Kepala Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia
Minyak dan Gas Bumi
Selaku Ketua Dewan Pimpinan LSP "PPT MIGAS"

Wakhid Hasyim
WAKHID HASYIM

REG. LACTB013888A
ACTB013888B
UKAS
QUALITY MANAGEMENT
881



Sertifikat Kompetensi Ahli K3 Umum

10355502



BADAN NASIONAL
SERTIFIKASI PROFESI
INDONESIAN PROFESSIONAL
CERTIFICATION AUTHORITY

SERTIFIKAT KOMPETENSI CERTIFICATE OF COMPETENCE

No. 78000 2263 0017879 2023

Dengan ini menyatakan bahwa,
This is to certify that,

Reno Tantowi

No. Reg. TTI. 102.006187 2023

Telah kompeten pada bidang :
Is competent in the area of :

**Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Occupational Health and Safety**

Dengan Kualifikasi / Kompetensi :
With Qualification / Competency :

**AHLI K3 UMUM
General Occupational Health and Safety Expert**

Sertifikat ini berlaku untuk: 3 (tiga) Tahun
This certificate is valid for: 3 (three) Years

Bandung, 16 Juli 2023

Atas Nama BNSP
On behalf BNSP

Lembaga Sertifikasi Profesi Tenaga Teknik Indonesia
Indonesian Institute of Certification Profession Engineers



Tb. Edie Trisna Rustama, SE., MM., MBA

Ketua
Chairman



Tenaga Kerja Bangunan Tinggi II



KEMENTERIAN
KETENAGAKERJAAN
REPUBLIC INDONESIA



BERANDA

FLOW
CHART
LAYANAN

INFO &
ARTIKEL

DOKUMEN
K3

HUBUNGI
KAMI

LOGIN

BIODATA PERSONEL

Tempat & Tanggal Lahir	Nama Instansi	Jenis Personil	Jenis Alat	Klasifikasi	Kelas	No. Registerasi	Masa Berlaku
RANG, April 1993	PT PANCA DUTA PRAKARSA	Pekerja		Tenaga Kerja Bangunan Tinggi	Tingkat 2	0704240223	24 Februari 2028



Certificate of Employment PT Panca Duta Prakarsa



PT PANCA DUTA PRAKARSA
ENGINEERING PROCUREMENT CONTRACTOR

CERTIFICATE OF EMPLOYMENT
No. 032/ SDM / PDP-SURALAYA /VI/ 2023

Name
Nama : RENO TANTOWI

Project & Location
Proyek & Lokasi : PROYEK JETTY PERMANENT JAWA 9 & 10
SURALAYA

Beginning Classification
Jabatan Awal : HSE SUPERVISOR

Final Classification
Jabatan Akhir : HSE COORDINATOR

Beginning Month Base Rate
Gaji Pokok Pemulaan : COMPANY CONFIDENTIAL

Final Month Base Rate
Gaji Pokok Terakhir : COMPANY CONFIDENTIAL

Period Service
Masa Kerja : 14 JULI 2022 - 20 JUNI 2023

Reason of Leaving
Alasan Berhenti : CONTRACT COMPLETED

Remarks
Keterangan : We would like to express our gratitude your participation and contribution
and further like to wish your every success in the future.
Kami mengucapkan terima kasih atas partisipasi dan dedikasi saudara
dan semoga keberhasilan senantiasa menyertai saudara di waktu yang
akan datang.

Suralaya, 20 Juni 2023

Moch Maksum
Project Manager



PT. PANCA DUTA PRAKARSA

LAPORAN PENYELIDIKAN KEJADIAN DAN KECELAKAAN KERJA

Laporan ini harus diisi selengkap-lengkapannya oleh Bagian Terkait (Kantor Pusat/Site Project), kemudian dikirimkan ke Departemen HSE / Departemen ISO Kantor Pusat sesuai dengan SOP-HSE-06 Penyelidikan Kejadian dan Kecelakaan Kerja

IDENTIFIKASI INFORMASI	LOKASI : Permanen Jetty, PLTU Jawa 9&10, 2X1000 MW		DEPARTEMEN/SEKSI : Konstruksi	
	LOKASI KECELAKAAN/KEJADIAN: (tuliskan dengan lengkap)		HARI/TGL. & WAKTU Kecelakaan /Kejadian :	
	Platform Jetty		Kamis, 23/03/2023	
	Nama Korban		Jabatan :	
	Suwitno		Welder	
	Kerusakan Alat/Mesin dan No. Asset:		Tipe Kecelakaan/Kejadian :	
	Mesin Las		<input checked="" type="checkbox"/> terbentur/tertusuk/tergores <input type="checkbox"/> terpukul/tertimpa <input type="checkbox"/> terjepit/tertimbun/tenggelam <input checked="" type="checkbox"/> jatuh dari ketinggian +5 m <input checked="" type="checkbox"/> tergelincir <input type="checkbox"/> terpapar bahan/kondisi berbahaya <input type="checkbox"/> terhirup/terserap <input type="checkbox"/> tersengat arus listrik <input type="checkbox"/>	
	Tanggal Masuk Kerja:		SIM/ SIO yang dimiliki (terkait dengan kendaraan)	
	23/03/2023			
	Jenis Kelamin :		Anggota badan yang terluka: (Sebutkan dengan lengkap)	
<input checked="" type="checkbox"/> Laki-laki <input type="checkbox"/> Perempuan Umur : 31 Thn.		- Bahu Terkilir - Jari Tengah Robek		
Obyek/Alat/Mesin yang terlibat:				
- Mesin Las				
APD yang dipakai:				
<input type="checkbox"/> Safety helmet <input type="checkbox"/> Earplugs <input type="checkbox"/> Sarung tangan kain <input type="checkbox"/> Masker debu <input type="checkbox"/> Hard hats <input type="checkbox"/> Earmuffs <input checked="" type="checkbox"/> Sarung tangan (Electric shock) <input type="checkbox"/> Masker kimia <input type="checkbox"/> Safety Spectacles <input type="checkbox"/> Safety shoes <input type="checkbox"/> Life Vest (pelampung) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Safety Goggles <input checked="" type="checkbox"/> Sepatu boot <input checked="" type="checkbox"/> Safety Vest (Reflective) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Face shields <input type="checkbox"/> Sarung tangan kulit <input type="checkbox"/> Welding aprons <input checked="" type="checkbox"/> Welding shields <input type="checkbox"/> Sarung tangan karet <input checked="" type="checkbox"/> Full body harness + lanyards				
Hari Hilang / Istirahat Dokter		Perkiraan Kerugian (Rp.):		Alat pemadam api yang digunakan (tipe/ukuran/jumlah):
3 Hari		Rp. 3.900.000		
				Saksi yang melihat kejadian (Nama saksi/Bagian):
				Hartanto (HSE Supervisor)
				Reno Tantowi (HSE Koordinator)
Jenis Kecelakaan/Kejadian (Dampak) <input checked="" type="checkbox"/> Orang/Pekerja <input type="checkbox"/> Kebakaran <input type="checkbox"/> Pencemaran Lingkungan <input checked="" type="checkbox"/> Kerusakan Barang				



LAPORAN PENYELIDIKAN KEJADIAN DAN KECELAKAAN KERJA

URAIAN KEJADIAN / KECELAKAAN

JELASKAN BAGAIMANA KECELAKAAN/KEJADIAN TERJADI:
(lengkapi dengan gambar/sketsa dan kertas tambahan jika diperlukan)

- Pukul 17:00 Saat korban sedang bekerja, dengan perlahan angin berhembus dan muncul kilat.
- Pukul 17:03 Supervisor lapangan koordinasi dengan Pak Hermanto selaku PM PT Utama Karya apakah pekerjaan dilanjutkan
- Pukul 17:03 Supervisor mendapatkan informasi melalui HT seluruh pekerjaan tetap dilanjutkan dengan alasan mengejar progress yang tertinggal.
- Pukul 17:08 Hujan rintik datang disertai dengan hembusan angin secara perlahan cuaca sangat mendung.
- Pukul 17:10 Terjadilah badai dengan angin 41.6 Knots ,sebagian pekerja berlarian ke darat untuk berteduh terdapat salah satu pekerja tergelincir dan tercebur pada saat melakukan pemasangan stopper clamp
- Pukul 17:10 Korban tercebur dikarenakan tiang pancang bergoyang beriringan dengan hook pada body harness terlepas karena tidak dapat mengunci dengan sempurna. Korban reflek dengan menarik stang las dan kabel sehingga mesin las tercebur ke laut.
- Pukul 17:12 Dengan sigap, pekerja pada Drum Pontoon melempar ring buoy ke arah korban.
- Pukul 17:14 Korban sempat panik dan melepas safety boot karena hampir tenggelam.
- Pukul 17:16 Korban berhasil selamat dengan luka robek pada jari tengah dan bahu terkilir
- Pukul 17:18 Korban dibawa ke Rumah Sakit terdekat untuk mendapatkan pertolongan pertama. Luka robek dijahit sebanyak 5 jahitan.
- Pukul 17:20 Divisi Project Control mengecek BMKG untuk mengetahui kondisi cuaca saat itu. Terdapat tinggi gelombang mencapai 2,78 m.

PENYEBAB :

- Cuaca Buruk
- Penggunaan APD yang tidak tepat dengan area kerja

AKIBAT :

Terdapat salah satu pekerja mengalami accident yang mengakibatkan hilang hari kerja selama 3 hari

PENANGGULANGAN/TINDAKAN AWAL:

Oleh Paramedis:

- √ Dijahit 5 Jahitan
- √ Luka dibersihkan
- Diberikan anti nyeri
- Diberikan anti biotik
- Dikompres
- Dibidai

PENANGGULANGAN/TINDAKAN LANJUTAN :

- Rawat inap Anjuran untuk istirahat bekerja
- Rawat jalan
- Dirujuk ke klinik
- √ Dirujuk ke rumah sakit

KETERANGAN TAMBAHAN:



LAPORAN PENYELIDIKAN KEJADIAN DAN KECELAKAAN KERJA

PENILAIAN RESIKO & ANALISA PENYEBAB	Tingkat keparahan	Dampak/Kerugian	
	<input type="checkbox"/> 4 : sangat tinggi / fatality	<ul style="list-style-type: none"> - Amputasi, patah tulang berat, keracunan, luka kompleks, luka fatal, kanker, penyakit mematikan, penyakit fatal akut, kematian - Korban tidak bisa bekerja lebih dari 5 hari kerja atau tidak bisa bekerja lagi - Pencemaran dapat mengakibatkan SDA tidak dapat diperbaharui kembali. Kerusakan dapat mengancam eksistensi kehidupan 	Kerugian > Rp. 25 juta
	<input checked="" type="checkbox"/> 3 : tinggi	<ul style="list-style-type: none"> - Luka terkoyak dan terkilir - Korban harus dirujuk di Rumah Sakit. - Korban tidak bisa bekerja antara 2 hingga 5 hari kerja - Kerusakan alat dan tidak dapat berfungsi dengan normal 	Kerugian Rp. 10 juta - Rp. 25 juta
	<input type="checkbox"/> 2 : medium	<ul style="list-style-type: none"> - Rusaknya peralatan bekerja secara ringan - Luka pada permukaan tubuh, tergores, memar, sakit kepala. Memerlukan Pertolongan Pertama (P3K). 	Kerugian Rp. 1 juta < x < Rp. 10 juta
	<input type="checkbox"/> 1 : rendah	<ul style="list-style-type: none"> - Korban bisa langsung bekerja kembali / Korban perlu istirahat sejenak sekitar 1 jam - Pencemaran dengan kuantitas kecil. Penipisan SDA dengan konsumsi i kecil. Kerusakan atau pencemaran dapat langsung dipulihkan 	Kerugian < Rp. 1 juta
PENYEBAB LANGSUNG			
kondisi tidak aman yang menyebabkan kecelakaan/kejadian		tindakan tidak aman yang menyebabkan kecelakaan/kejadian	
<input type="checkbox"/> alat pengaman rusak <input type="checkbox"/> alat/bahan tidak sesuai <input type="checkbox"/> alat rusak/cacat <input checked="" type="checkbox"/> prosedur tidak sesuai <input type="checkbox"/> silau/gelap <input type="checkbox"/> ventilasi tidak sempurna	<input type="checkbox"/> suhu atau kelembaban <input type="checkbox"/> tekanan udara <input type="checkbox"/> getaran <input type="checkbox"/> kebisingan <input type="checkbox"/> APD tidak sempurna/cacat <input checked="" type="checkbox"/> Cuaca	<input type="checkbox"/> bekerja tanpa ijin dan tanpa tindakan pengamanan <input type="checkbox"/> kecepatan berbahaya <input type="checkbox"/> membuat alat pengaman tidak berfungsi <input checked="" type="checkbox"/> memakai alat tidak aman	<input type="checkbox"/> proses kerja tidak aman <input checked="" type="checkbox"/> posisi tubuh tidak aman <input type="checkbox"/> bekerja pada obyek berbahaya <input checked="" type="checkbox"/> tidak konsentrasi <input type="checkbox"/> melalaikan APD
<p>Jelaskan :</p> <p>Badai angin di sertai hujan (kecepatan angin 41,6 knot saat terjadi badai dan tinggi gelombang mencapai 2,78 m) Korban menggunakan body harness yang tidak dapat mengunci dengan sempurna pada ketinggian + 5 m</p> <p>Korban tidak seimbang dan kurang berkonsentrasi pada saat terjadi badai</p>			
PENYEBAB DASAR			
faktor pekerjaan yang dapat menyebabkan kecelakaan		faktor individu yang dapat menyebabkan kecelakaan	
<input type="checkbox"/> Kelemahan pengawasan <input checked="" type="checkbox"/> Ketidaktepatan APD <input type="checkbox"/> Kesalahan pembelian <input type="checkbox"/> Kesalahan perawatan	<input type="checkbox"/> Kekurangan peralatan <input type="checkbox"/> Kekurangan standar kerja <input type="checkbox"/> Faktor umur/salah pakai <input type="checkbox"/> Penyalahgunaan	<input type="checkbox"/> Kelemahan fisik/fisiologis <input type="checkbox"/> Kelemahan psikologis <input checked="" type="checkbox"/> Tekanan/stress fisik <input type="checkbox"/> Tekanan/stress psikologis	<input type="checkbox"/> Kelemahan pengetahuan <input type="checkbox"/> Kelemahan keterampilan <input type="checkbox"/> Motivasi lemah
<p>Jelaskan :</p> <p>Korban menggunakan APD yang tidak tepat dengan area kerja</p> <p>Korban memiliki stress fisik karena dikejar target</p>			



LAPORAN PENYELIDIKAN KEJADIAN DAN KECELAKAAN KERJA

RENCANA TINDAKAN PERBAIKAN DAN PENCEGAHAN	URAIAN	PIC	BATAS WAKTU	STATUS
	<p>Tindakan perbaikan</p> <ul style="list-style-type: none">- Memberikan rambu - rambu penggunaan APD- Merapikan peralatan pada area pekerjaan- Tidak menganjurkan menggunakan APD full body harness pada area pekerjaan diatas permukaan air laut- Diskusi antara HSE, Engineer dan Supervisor terkait dengan alternatif metode pekerjaan dengan aman <p>Tindakan pencegahan</p> <ul style="list-style-type: none">- Inspeksi kelayakan APD- Monitoring cuaca secara berkala			

Dilaporkan oleh Tim Investigasi

No.	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1	Reno Tantowi	HSE Coordinator	

Mengetahui,



Meika Al Hafez
Project Manager

Skrip Wawancara Data Tugas Akhir

Pewawancara : Azka Farouq Hasyimi
Narasumber : Bapak Reno Tantowi
Media : Daring (Zoom)
Tanggal : 21 Februari 2023
Waktu : 15.00 - 15.19

Peneliti : Berdasarkan kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerjaan pemasangan stopper clamp, Jelaskan bagaimana kronologi kecelakaan terjadi!

Narasumber : Pada saat itu, hari Kamis tanggal 23 Maret 2023 tepatnya pada awal Hari puasa, terjadi kecelakaan kerja yang menimpa salah satu welder yang sedang bekerja. Itu terjadi pada saat saya dapat shift sore. Awal mulanya sekitar pukul 17.00 WIB para pekerja masih melakukan pekerjaan secara normal. Kondisi cuaca pada saat itu memang mendung, muncul kilat dan suara gemuruh petir dari kejauhan. Saya mendengar informasi melalui HT terdapat salah satu supervisor HSE koordinasi dengan PM dari perusahaan maincon menanyakan apakah pekerjaan tetap dilanjutkan atau diberhentikan. Lalu saya mendengar jawaban dari pihak PM untuk melanjutkan seluruh pekerjaan dengan alasan mengejar progres. Sesaat kemudian, angin mulai berhembus perlahan pada saat itu dari arah barat. Selain itu, disertai hujan rintik rintik. Beberapa pekerja sudah mulai meninggalkan pekerjaannya. Tidak lama kemudian selang beberapa menit terjadi hujan deras disertai gemuruh petir, pekerja berlarian menuju shelter dan beberapa menepi ke arah darat. Sedangkan sekitar 3 pekerja yang berada di bawah platform jetty (di permukaan air laut) mereka menunggu jemputan tug boat dan posisinya diatas drum pontoon. Terdapat salah satu pekerja (welder) yang tadinya sedang pasang stopper clamp terjebak sehingga tetap berada di tangga gantung yang menempel dengan pancang. Tiang pancang tersebut kondisinya bergoyang karena

terkena ombak yang bisa dibilang lumayan besar. Welder tersebut kemudian tergelincir dan tercebur. Kemungkinan besar korban tidak dapat menjaga keseimbangan diatas tangga gantung. Lalu, korban reflek dan menarik stang las sehingga mesin las ikut tercebur waktu itu. Kejadian itu berlangsung sangat cepat. Pekerja pada pontoon dengan cepat melempar ring buoy ke arah korban. Alhamdulillah nyawa korban masih dapat diselamatkan. Lalu korban dibawa ke darat dengan tugboat dan dilarikan ke klinik terdekat.

- Peneliti** : Apakah pekerja tersebut sudah menggunakan APD yang tepat dan lengkap,pak?
- Narasumber** : Pekerja sudah menggunakan helm, safety boot, fest, safety gloves, dan full body harness. Namun, terjadi kesalahan pada penggunaan APD fullbody harness, jadi hook yang dikaitkan pada ujung tiang pancang tidak bisa mengunci dengan sempurna, sehingga pada saat korban tergelincir kehilangan keseimbangan lalu jatuh, hooknya itu mleset dan lepas. Berbeda penggunaan FBH dengan hook yang mengait pada pipa shoring/scaffolding mas, hook bisa mengunci dengan sempurna karena kan hooknya bisa masuk dan mengait di pipanya.
- Peneliti** : Lalu setelah korban terjatuh dan tercebur, bagaimana kondisinya?
- Narasumber** : Ya pada saat tercebur korban hampir tenggelam, karena kan dia ga pakai life jackets. Ditambah lagi kan FBH itu hooknya cukup berat dan safety boot itu dilepas sama korban buat ngurangi berat di badannya mas. Untung saja pekerja di pontoon sigap melempar ring buoy.
- Peneliti** : Mengapa pekerja tersebut tidak menggunakan life jackets, sedangkan yang saya ketahui untuk masuk ke area jetty wajib menggunakan life jackets pak?
- Narasumber** : Benar mas, kalau pekerja wajib menggunakan lifejacket, tetapi tidak semua pekerja bisa menggunakan itu, karena pada saat pekerjaan pasang stopper clamp kan welder juga menggunakan alat las dan bekerja pada ketinggian + 5 meter dari MSL dengan tangga gantung,

sehingga jika pekerja menggunakan FBH dan lifejacket ruang geraknya sempit dan membuat pekerja nggak nyaman. Kerjanya juga gak maksimal. Kalau berdasarkan Peraturan Kemnaker No.9 Tahun 2016 dijelaskan untuk bekerja diketinggian lebih dari 1,8 m diwajibkan menggunakan FBH, jadi kita mengacu itu.

- Peneliti** : Lalu, apa akibat yang ditimbulkan dari kecelakaan tersebut?
- Narasumber** : Yang jelas kerugian secara langsung dari pekerja yaitu korban keseleo bagian bahu dan luka robek pada jari tengah. Kehilangan 3 hari kerja karena korban harus beristirahat setelah dirujuk ke RS. Selain itu, kerugian bagi perusahaan yaitu kehilangan aset alat las, ya mungkin harganya sekitar 5 jutaan dan biaya pengobatan korban.
- Peneliti** : Apakah dari pihak perusahaan sudah memberikan asuransi seperti BPJS Ketenagakerjaan pada pekerja?
- Narasumber** : Sudah mas.
- Peneliti** : Lalu, faktor apa saja yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja tersebut pak?
- Narasumber** : Yang jelas, faktor cuaca. Cuaca pada kejadian itu sangat ekstrim, terutama angin pada saat itu mencapai sekitar 40 knots. Terdapat juga ombak laut pada saat itu juga cukup lumayan tinggi mas hampir 3 meteran. Sehingga, tiang pancang ikut bergoyang dan mengganggu keseimbangan pekerja waktu pasang stopper clamp.
- Peneliti** : Apakah terdapat faktor lain pak, selain yang bapak sebutkan?
- Narasumber** : Faktor pekerja juga bisa, seperti pekerja kelelahan karena lembur, pekerja kurang konsentrasi, sehingga kehilangan keseimbangan. Pekerja panik dan terburu buru juga bisa. Faktor dari area kerja juga dapat memengaruhi seperti area yang sempit, licin, bekerja di ketinggian.
- Peneliti** : Kalau dari peralatan yang digunakan pak? Apakah juga dapat memengaruhi kecelakaan tersebut?

- Narasumber** : Dari peralatan juga bisa, seperti kabel las yang terlalu panjang dapat menyebabkan pekerja tersandung juga, karena posisi mesin las kan diatas drum pontoon, sedangkan gensetnya ada di atas platform jetty. Lalu ada juga karena anak tangga yang terlalu kecil, sehingga sempit. Bisa saja anak tangga besi licin karena habis hujan. Tapi, pada kecelakaan tersebut yang paling fatal pada hook APD full body harness yang tidak bisa terpasang dengan sempurna dan hooknya terpuntir terus terlepas.
- Peneliti** : Bagaimana jika dilihat dari sisi manajemen keselamatan dan kesehatan kerja pak? Apakah ada pengaruhnya dari kecelakaan tersebut?
- Narasumber** : untuk manajemen k3 nya sudah baik, pekerja juga sudah diberikan safety induction sebelum memulai bekerja, toolbox meeting, dan general safety talk seminggu sekali. Hal itu sebenarnya sudah cukup untuk memberikan arahan kepada pekerja mengenai pentingnya k3. Menurut saya, hanya saja terdapat kurang pengawasan dan peringatan yang dilakukan oleh Supervisor HSE di lapangan.
- Peneliti** : Apa perilaku/kebiasaan pekerja pemicu kecelakaan kerja yang sering ditemukan oleh tim HSE?
- Narasumber** : kalau kebiasaan pekerja tidak aman yang sering saya temukan yaitu pekerja melamun, pekerja merokok (di area kerja), pekerja bercanda, kurang konsentrasi, APD tidak lengkap, kelelahan, pekerja buang sampah sembarangan, pekerja kurang terampil, pekerja malah memancing ikan juga.
- Peneliti** : Kalau yang paling sering ditemukan?
- Narasumber** : Pekerja kurang konsentrasi sama kelelahan mas.
- Peneliti** : Kalau yang bapak tau apa ada alasan tertentu dari pekerja?
- Narasumber** : Pernah saya ngobrol sama pekerja yang melamun, katanya sih gaji terlambat.
- Peneliti** : Dari kejadian kecelakaan tersebut, apakah ada keterangan dari korban

- pak?
- Narasumber** : Salah satu supervisor HSE mendapat keterangan dari korban, bahwa korban merasakan sudah lelah dan lapar. Menurut saya juga masuk akal sih mas karena dari perusahaan kalau bulan puasa tidak menyediakan makan siang.
- Peneliti** : Bagaimana kondisi di area kerja yang dapat memicu terjadinya kecelakaan tersebut?
- Narasumber** : Kalau area kerja pada saat itu yang jelas sempit, diatas permukaan air laut dengan kedalaman kurang lebih 19 meter dari msl. Kalau di area paltform jetty juga terdapat beberapa kondisi tidak aman seperti terdapat besi waste yang tercecer, akses jalan yang curam dan licin, tidak terdapat pagar pembatas pada area area kerja tertentu.
- Peneliti** : Lalu bagaimana penanggulangan supaya tidak terjadi kecelakaan? Bagaimana terkait dengan SOP yang diberikan?
- Narasumber** : Untuk penanggulangan yang diberikan, sebenarnya setiap pekerjaan juga sudah dibuatkan CSA (Construction Safety Analysis). Dokumen tersebut dibuat oleh divisi HSE dan dibantu oleh divisi Engineer terkait dengan metode yang akan dikerjakan. Tiap tiap pekerjaan dianalisis risiko kejadian kecelakaan yang akan timbul. Kemudian, dokumen CSA akan dimintakan Aproval oleh divisi HSE dari perusahaan maincon. Selain itu, juga terdapat dokumen PTW (Permit to Work) yang harus dibuat oleh perusahaan subkon, dimana sebelum melaksanakan item pekerjaan tertentu, dokumen PTW harus dibuat dan di approve oleh perusahaan maincon. Kemudian, pekerjaan baru bisa dimulai.
- Peneliti** : Kalau isi dari dokumen PTW itu apa ya pak?
- Narasumber** : Seperti validasi untuk peralatan apakah sudah normal, area kerja apakah kondisinya sudah clear, perhitungan struktur akses apakah sudah benar, kurang lebihnya seperti itu.
- Peneliti** : Untuk Standar Operasional Prosedur K3 apakah sudah sesuai pak?

- Narasumber** : Proyek ini kan termasuk strategis nasional mas, yang jelas untuk SOP K3 nya sudah sangat ketat. Seperti penggunaan APD juga sudah dicek oleh security di gate masuk proyek dan harus sesuai dengan pekerjaan yang dijalankan. Administrasi terkait dengan manajemen K3 juga sudah terpenuhi oleh perusahaan. Dilakukan juga pelatihan pelatihan dan sosialisasi pada pekerjaan di ketinggian, survive pekerjaan diatas permukaan air dan sebagainya. Di area proyek juga diberikan rambu rambu yang sangat ketat ditambah lagi jumlah pekerja dari divisi HSE juga sangat cukup, jadi sangat ketat aturannya. Namun, sangat disayangkan karena kemaren proyek sedang kejar progres, ada beberapa aturan bekerja yang dilanggar. Seperti tetap melanjutkan pekerjaan di kondisi cuaca yang seperti itu. Sedangkan sebenarnya sudah diberikan syarat kerja dengan batasan kondisi cuaca.
- Peneliti** : Apakah pekerja dapat komitmen dengan pimpinannya dalam penggunaan APD ?
- Narasumber** : Mau gak mau harus komitmen mas, karena jika ketahuan tidak memakai APD yang disyaratkan bisa di Drop Out. Ditambah lagi kita tiap minggu juga mengadakan GST dimana salah satu acara menerapkan sistem Reward & Punishment pada pekerja.
- Peneliti** : Apa acuan peraturan yang dipakai untuk penggunaan APD yang tepat? Terutama pada pekerjaan ketinggian diatas permukaan air pak?
- Narasumber** : Yang dipakai itu Kemnaker No.9 Tahun 2016 tentang K3 di pekerjaan ketinggian. Untuk pasalnya saya lupa, tapi disebutkan bahwa bekerja di ketinggian diatas 1,8 m diwajibkan untuk menggunakan FBH dengan penutup dan pengunci kait otomatis. Namun, setelah kejadian kecelakaan tersebut di proyek ini khususnya pada pekerjaan ketinggian diatas permukaan air dievaluasi ulang apakah peraturan itu cocok untuk pekerjaan tertentu di proyek ini. Seperti pekerjaan pemasangan stopper clamp kan untuk hook FBH nya tidak ada tempat pengaitan yang baik.
- Peneliti** : Lalu bagaimana tindakan lanjutan dan antisipasi supaya kecelakaan



tersebut tidak terjadi lagi?

Narasumber

: Tindakan lanjutan yang dilakukan ada beberapa :

1. Setelah korban dievakuasi dilakukan penanganan pertama yaitu memasang perban pada jari tengah korban karena terdapat luka robek.
2. Korban dirujuk ke RS karena luka robek harus dijahit dan bahu korban terkilir sehingga diperlukan pemeriksaan lebih lanjut
3. Dilakukan evaluasi intern oleh divisi HSE dan Project Manager dari pihak subkon dan membuat laporan investigasi kecelakaan.
4. Dilanjutkan pelaporan pada divisi HSE pihak maincon karena telah terjadi kecelakaan kerja.
5. Dilakukan rapat evaluasi oleh divisi pihak maincon dan subkon dan menentukan tindakan perbaikan.

Selain itu, didapatkan beberapa kebijakan baru seperti

1. Tidak disarankan memakai APD Full body harness pada pekerjaan dengan area langsung dibawah permukaan laut, kecuali hook dapat mengait pada pipa shoring dengan baik dan dipastikan perancah akses pipa shoring telah dihitung analisis strukturnya.
2. Disarankan menggunakan APD lifejacket bila melakukan pekerjaan dengan area yang langsung dibawahnya permukaan air laut.
3. Diberikan masukan pada tenaga kerja untuk dapat berenang, terutama mandor tertentu yang memiliki pekerjaan spesialis berhubungan dengan area kerja diatas permukaan laut.
4. Dilakukan pengecekan kondisi ramalan cuaca pada BMKG secara berkala untuk memastikan kondisi cuaca memenuhi yang telah disyaratkan.

Peneliti

: Pada proyek tersebut Bapak Reno Tantowi selaku apa?

Narasumber

: Saya sebagai Koordinator HSE.

SURAT KETERANGAN VERIFIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini, selaku verifikator dari hasil penyusunan analisis dan pembahasan yang menerangkan bahwa:

Nama : RENO TAHOTOWI
Jabatan : HSE KOORDINATOR / AHLI K3 Umum

Telah memeriksa dan mencermati hasil penyusunan analisis dan pembahasan penelitian yang berjudul "Analisa Kecelakaan Kerja Pekerjaan Pemasangan *Stopper Clamp* dengan Metode *Fault Tree Analysis* (Studi Kasus: Proyek *Jetty Upper Structure*, PLTU Jawa 9 dan 10)" yang telah disusun oleh:

Nama : Azka Farouq Hasyimi
NIM : 20511265
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas : Universitas Islam Indonesia

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan, maka hasil penyusunan analisis dan pembahasan tersebut dinyatakan sudah memenuhi validasi dan layak digunakan untuk penelitian.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 20 April 2024

Verifikator,


(.....RENO.....)

Kecelakaan kerja merupakan semua peristiwa yang tidak direncanakan yang mengakibatkan atau berpotensi mengakibatkan cedera, kesakitan, kerusakan, atau kerugian yang lain (Standard AS/NZS 4801:2001). Perlindungan ketenagakerjaan merupakan tanggung jawab perusahaan, sehingga perlu upaya agar hal tersebut dapat tercapai dengan baik demi berjalannya proyek konstruksi. Berdasarkan data BPJS Ketenagakerjaan pada tahun 2017-2021 terdapat peningkatan kasus kecelakaan kerja setiap tahunnya.



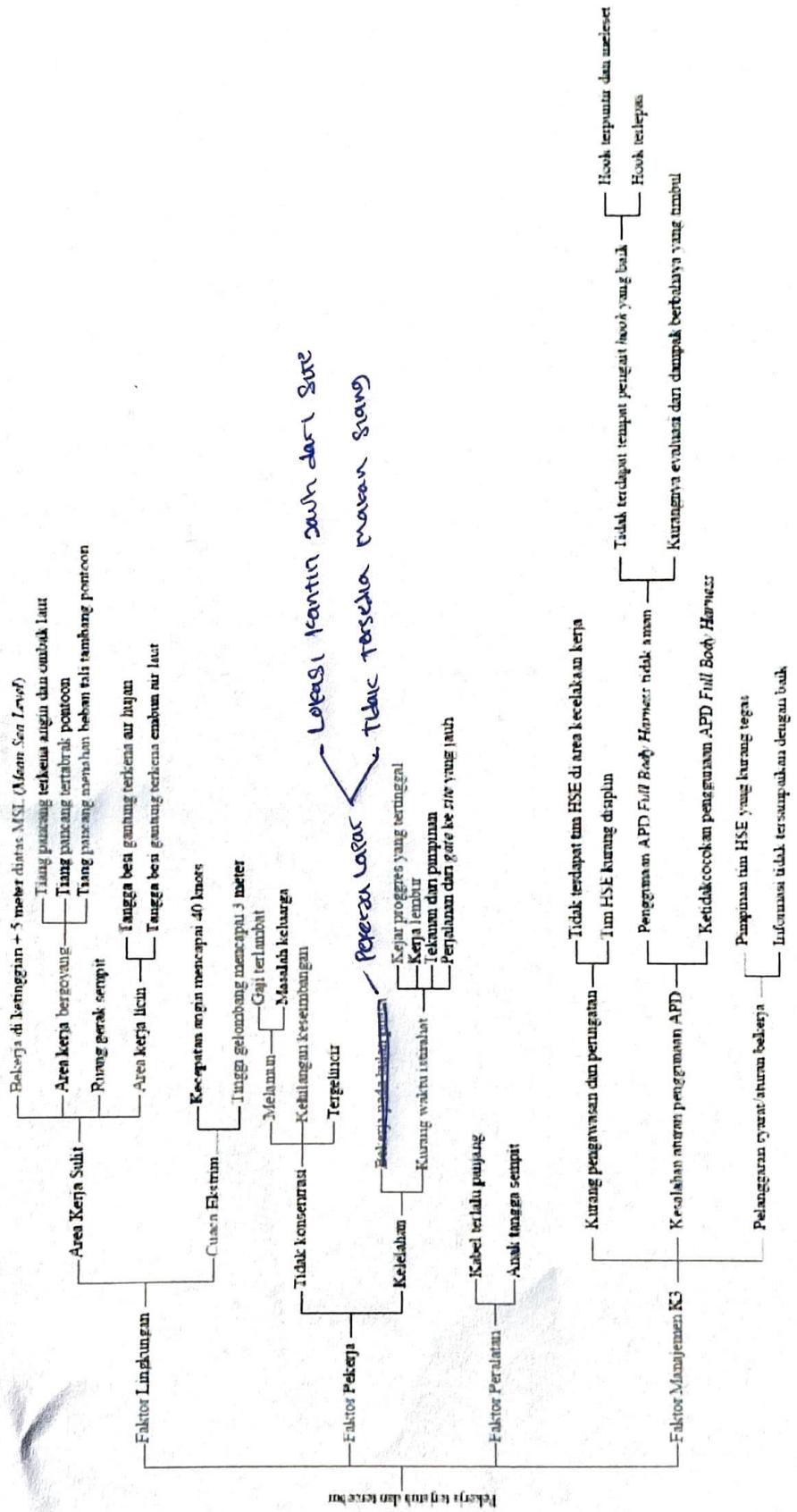
Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan mencatat, jumlah kecelakaan kerja di Indonesia sebanyak 234.270 kasus pada 2021. Jumlah tersebut naik 5,65% dari tahun sebelumnya yang sebesar 221.740 kasus. Jika dilihat trennya, jumlah kasus kecelakaan kerja di Indonesia terus tumbuh dalam lima tahun terakhir. Sejak 2017, jumlah kecelakaan kerja tercatat sebanyak 123.040 kasus. Jumlahnya naik 40,94% menjadi 173.415 kasus pada 2018. Setahun setelahnya, kecelakaan kerja kembali meningkat 5,43% menjadi 182.835 kasus. Kecelakaan kerja di dalam negeri meningkat 21,28% menjadi 221.740 kasus pada 2020.

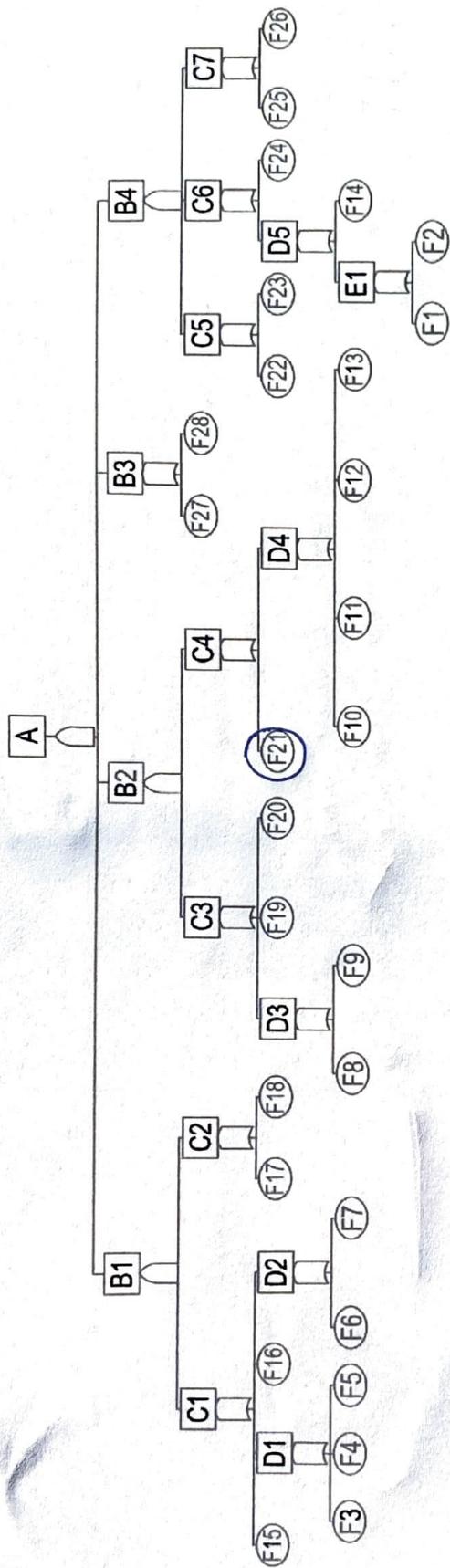
Dalam pekerjaan pembangunan bangunan air, terutama *jetty* atau dermaga, terdapat pekerjaan tiang pancang. Tiang pancang kemudian dipasang *clamp* sebagai penahan beban konstruksi sementara. Terdapat komponen dibawah *clamp* yang bernama *stopper clamp*. *Stopper clamp* merupakan komponen yang berfungsi untuk mengunci dan penahan beban dari *clamp*. Dalam pekerjaan pemasangan *stopper clamp* memiliki area kerja pada ketinggian dan diatas permukaan air laut, sehingga

terdapat standar operasional prosedur keselamatan kerja yang ketat dan tepat. Standar operasional tersebut dilakukan dengan tujuan pekerja dapat bekerja dengan aman dan nyaman serta dapat mengurangi dampak bahaya kecelakaan yang ditimbulkan.

Terdapat kecelakaan kerja yang menimpa pada salah satu *welder* yang sedang melakukan pekerjaan pemasangan *stopper clamp*. pekerja tersebut terjatuh dan tercebur serta hampir tenggelam di area kerja. Hal tersebut mendasari penggunaan metode FTA (*Fault Tree Analysis*) untuk mengetahui penyebab dan akar akar permasalahan yang terjadi. Selain itu, diberikan pengendalian risiko yang tepat sehingga diharapkan dapat mengurangi dampak dan potensi kecelakaan kerja untuk kedepannya.

Maka dari itu, dalam penelitian tugas akhir ini kecelakaan kerja yang terjadi akan dianalisis dan disusun peneliti untuk mengetahui akar akar penyebab terjadinya kecelakaan kerja pada pekerjaan pemasangan *stopper clamp*. Metode FTA (*Fault Tree Analysis*) digunakan untuk menghubungkan antar *intermediate event* ke *basic event* menggunakan gerbang logika. Setelah itu dilakukan penyusunan rancangan permodelan grafis dan dilanjutkan dalam bentuk analisa pohon kesalahan. Terakhir, dilanjutkan dengan pemberian pengendalian risiko yang sesuai dengan kejadian yang menimbulkan potensi kecelakaan kerja. Berikut ini merupakan rancangan permodelan grafis dan analisis pohon kesalahan yang telah disusun oleh peneliti.





Berdasarkan hasil analisis diatas yang telah disusun oleh peneliti, peneliti memerlukan bukti verifikasi oleh pihak ahli K3 sekaligus pihak HSE terkait. Tujuan dari verifikasi ini adalah untuk memastikan bahwa hasil analisis data sudah sesuai kondisi aktual. Berikut ini merupakan pertanyaan validasi yang disajikan dalam tabel.

No	Pertanyaan Verifikasi	Masukan dan Saran
1.	Apakah data analisis FTA (<i>Fault Tree Analysis</i>) yang telah disusun oleh peneliti sudah sesuai dengan standar penerapan Manajemen K3 di lapangan?	Sudah sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. memang dalam pekerjaan tertentu perlu ditinjau lebih detail. Mengenai manajemen K3 nya, baik Peraturan, ketetapan di lapangan, Peraturan yang digunakan, SOP sesudah dan sebelum memulai pekerjaan. Mengingat kondisi area kerja yang sulit.
2.	Apakah hasil dari <i>basic event</i> /akar permasalahan yang didapatkan sudah sesuai dengan <i>top event</i> /peristiwa permasalahan puncak yang terjadi?	Akar-akar permasalahan yang ditulis sudah menunjukkan informasi masalah-masalah yang ada di lapangan. Sehingga, diharapkan dapat dijadikan bahan evaluasi kedepannya supaya tidak kembali terjadi kecelakaan yang serupa terutama pada pekerjaan diatas permukaan air.