TUGAS AKHIR

ANALISIS PENCEGAHAN KECELAKAAN KERJA PADA PEKERJAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN METODE *EVENT TREE ANALYSIS* (ETA) (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL YOGYAKARTA-BAWEN SEKSI 1)

ANALYSIS OF WORK ACCIDENT PREVENTION IN ERECTION GIRDER USING EVENT TREE ANALYSIS (ETA) METHOD (CASE STUDY: YOGYAKARTA-BAWEN TOLL ROAD SECTION 1 CONSTRUCTION PROJECT)

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

Diana Saputri

20511437

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

2025

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENCEGAHAN KECELAKAAN KERJA PADA PEKERJAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN METODE *EVENT TREE ANALYSIS* (ETA) (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL YOGYAKARTA-BAWEN SEKSI 1)

ANALYSIS OF WORK ACCIDENT PREVENTION IN ERECTION GIRDER USING EVENT TREE ANALYSIS (ETA) METHOD (CASE STUDY: YOGYAKARTA-BAWEN TOLL ROAD SECTION 1 CONSTRUCTION PROJECT)

Disusun Oleh

Diana Saputri
20511437

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

Diuji pada tanggal 20 Februari 2025
Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM.	Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T.	Albani Musyafa', S.T., M.T., Ph.D.
NIK: 005110101	NIK: 195110502	NIK: 955110102

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

3/3 2025

Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng), IPM.
NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Penyusun dengan kesungguhan menyatakan bahwa Tugas Akhir yang disusun sebagai salah satu syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya sendiri. Dalam proses penulisan Tugas Akhir terdapat beberapa bagian dalam Tugas Akhir yang berasal dari karya orang lain dan sumber-sumber tersebut telah dicantumkan dengan jelas sesuai dengan norma, peraturan dan etika penulisan ilmiah yang berlaku. Apabila di kemudian hari ditemukan bahwa keseluruhan atau sebagian Tugas Akhir ini bukan merupakan hasil karya sendiri atau mengandung plagiasi dalam bagian tertentu, penyusun bersedia untuk menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan, peraturan serta undang-undang yang berlaku.

Yogyakarta, 20 Februari 2025

Yang membuat pernyataan



Diana Saputri

(20511437)

KATA PENGANTAR

Alhamdullilahi rabbil ‘alamin puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Erection girder Dengan Metode Event Tree Analysis (ETA)*.

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis menerima berbagai bentuk bimbingan, saran, kritikan, dukungan, motivasi serta dorongan dari banyak pihak sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis bermaksud untuk mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, ST., MT., Ph.D (Eng)., IP-M selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang memberi ilmu, saran, kritik, motivasi, dukungan dan semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir ini dengan baik.
3. Para dosen penguji yang sudah menguji dan membimbing dalam sidang tugas akhir.
4. Bapak Handi Rizkianto selaku *Construction Engineer* yang telah membantu dalam proses wawancara dan membantu dalam verifikasi penelitian tugas akhir ini.

Yogyakarta, 20 Februari 2025

Penulis,



Diana Saputri

20511437

HALAMAN DEDIKASI

Dengan penuh rasa syukur penulis mempersembahkan tugas akhir ini kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan kesehatan, rahmat, rezeki, serta kemudahan kepada saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua tercinta, Bapak Dasril dan Ibu Fatmawilis yang telah memberikan do'a, nasihat, dorongan dan dukungan untuk membuat semuanya menjadi mungkin sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi saya ini.
3. Abang dan kakak saya Ongki Ricardo, Lia Dwi Fenasia, Ella Tri Jayanti, dan Beni Rizki Fauzi yang telah menjadi penyemangat dan memberikan dukungan tiada henti dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Keponakan saya Adit, Arkaan, Asyafia, Arsen, Audi, Ataar, Kaif, Arumi, dan Edgar yang telah memberikan kecerian kepada penulis.
5. Sepupu sekaligus sahabat saya Ishlah Fadhilah yang selalu memberikan semangat dan dukungan. Terima kasih telah mau mendengarkan keluh kesah dan curhatan penulis selama ini. *Thank you so much for always being around. I'm thankful to have you as my best friend and cousin.*
6. Aprilia Disa Purnama dan Zakiah, teman saat duduk dibangku SMP sampai sekarang. Terima kasih atas semangat dan motivasinya. Sukses dimana pun kalian berada. Nanti kita *meet up* lagi di Sijunjung berempat.
7. Alifya Setya Maharani, Maratul Fathona, Nabillah Putri Nur Rahma, Putri Yulia Agustina, dan Fanny Septianingtyas yang menjadi sahabat sekaligus keluarga saya di Kota Jogja ini, serta menjadi *support system* bagi penulis. Jogja tidak akan seseru ini jika tidak bertemu dengan kalian semua. *See you on top guys.*
8. Teman-teman perjuangan S1 Teknik Sipil angkatan 20 yang memberi bantuan dan dukungan selama penulisan Tugas Akhir ini.

9. Terakhir untuk diri saya sendiri, Diana Saputri. Terima kasih sudah berjuang dan bertahan sampai di titik ini. Terima kasih untuk memutuskan tidak menyerah dalam mengerjakan skripsi ini dengan segala kesulitan dan kerumitannya. *You're great, Put.*

DAFTAR ISI

JUDUL TUGAS AKHIR ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
KATA PENGANTAR iv
HALAMAN DEDIKASI v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
ABSTRAK xiii
BAB I
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Batasan Penelitian 4
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Tinjauan Umum 5
2.2 Penelitian Terdahulu 5
BAB III
LANDASAN TEORI 14
3.1 Proyek 14
3.2 Karakteristik Proyek Konstruksi 14
3.3 Jenis Proyek Konstruksi 15
3.4 *Girder* 16
3.4.1 Tipe-Tipe *Girder* 16

3.4.2 *Erection Girder* 20
3.5 Manajemen Proyek 20
3.6 Kecelakaan Kerja 22
3.7 Risiko 23
3.8 Pengendalian Risiko 24
3.9 Metode Event Tree Analysis (ETA) 26
3.9.1 Langkah-Langkah Metode *Event Tree Analysis* (ETA) 26
3.9.2 Kelebihan ETA 27
3.9.3 Kekurangan ETA 28
BAB IV
METODE PENELITIAN 29
4.1 Tinjauan Umum 29
4.2 Subjek Penelitian 29
4.3 Objek Penelitian 29
4.4 Data dan Metode Pengumpulan Data 30
4.5 Metode Analisis Data 31
4.6 Tahapan Penelitian 31
4.6.1 Kerangka berpikir 31
4.6.2 Diagram alir penelitian 33
BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN 36
5.1 Pelaksanaan Penelitian 36
5.2 Pekerjaan *Erection girder* di Lokasi Penelitian 37
5.3 Analisis data 38
5.4 Pengerjaan *Event Tree Analysis* 39
5.4.1 Menentukan Peristiwa Resiko Awal (*Initial event*) 39
5.4.2 Menentukan Skenario Mitigas dari Peristiwa Risiko Awal (*Initial event)*
39
5.4.3 Menentukan Dampak yang Dapat Terjadi 42

5.4.4 Menentukan Probabilitas dari Setiap Kemungkinan yang Dapat Terjadi 44
5.5 Pembahasan 53
BAB VI
KESIMPULAN 57
6.1 Kesimpulan 57
6.2 Saran 57
DAFTAR PUSTAKA 59
LAMPIRAN 61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 I-*Girder* 17
Gambar 3.2 Box *Girder* 17
Gambar 3.3 T-*Girder* 18
Gambar 3.4 U-*Girder* 19
Gambar 3.5 Plate *Girder* 19
Gambar 3.6 Hierarki Pengendalian Risiko 25
Gambar 5. 1 Lokasi Penelitian 36
Gambar 5. 2 Pekerjaan Erection girder dengan Crane 37
Gambar 5. 3 Penggambaran Grafik Mitigasi yang Dapat Dilakukan Menggunakan Metode Event Tree Analysis 41
Gambar 5. 4 Penentuan Dampak Yang Dapat Terjadi Menggunakan Metode Event Tree Analysis 43
Gambar 5. 5 Penentuan Probabilitas dan Hasil Akhir Metode *Event Tree Analysis* 50
Gambar 5. 6 Hasil Skema Metode Event Tree Analysis 55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu 8
Gambar 5. 1 Lokasi Penelitian 36
Gambar 5. 2 Pekerjaan Erection girder dengan Crane 37
Gambar 5. 3 Penggambaran Grafik Mitigasi yang Dapat Dilakukan Menggunakan Metode Event Tree Analysis 41
Gambar 5. 4 Penentuan Dampak Yang Dapat Terjadi Menggunakan Metode Event Tree Analysis 43
Gambar 5. 5 Penentuan Probabilitas dan Hasil Akhir Metode *Event Tree Analysis* 50
Gambar 5. 6 Hasil Skema Metode Event Tree Analysis 55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Time Schedule 62
Lampiran 2 Surat Bukti Verifikasi 63
Lampiran 3 Surat Bukti Wawancara 64
Lampiran 4 Transkrip Hasil Wawancara 65
Lampiran 5 Kuesioner 67

ABSTRAK

Kecelakaan kerja (*accident*) merupakan sebuah insiden atau peristiwa yang tidak diharapkan yang menyebabkan kerugian bagi individu, proses, atau harta benda yang terjadi selama pekerjaan industri. Kecelakaan kerja hampir selalu terjadi selama proyek pembangunan, khususnya proyek jalan. kecelakaan yang terjadi selama proyek pembangunan jalan adalah kecelakaan kerja yang terjadi pada saat *erection girder.* Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui kecelakaan yang mungkin terjadi pada pekerjaan erection girder, mengetahui dampak dari kecelakaan kerja yang mungkin terjadi dan mengetahui tingkat kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja pada pekerjaan erection girder.

Metode penelitian yang digunakan yaitu *Event Tree Analysis* (ETA) merupakan sebuah metode logika yang dapat bersifat kualitatif maupun kuantitatif yang digunakan untuk menentukan berbagai kemungkinan yang didapat dari hasil setelah suatu kejadian. Data dikumpulkan melalui survey dan wawancara, dengan analisis risiko.

Hasil penelitian ini menunjukan bahwa kecelakaan kerja yang yang dapat terjadi pada saat pekerjaan erection girder adalah jatuhnya girder, pekerja terjatuh dari ketinggian, sling putus dan kegagalan lifting dampak dari kecelakaan kerja jatuhnya girder diantaranya pekerja mengalami cedera berat, disabilitas bahkan kematian. Selain itu jatuhnya girder juga berdampak pada ekonomi pekerja.

Kata kunci: *Event Tree Analysis* (ETA), Kecelakaan kerja, *Erection Girder*

ABSTRACT

A work accident is an unexpected incident or event that causes harm to individuals, processes, or property that occurs during industrial work. Work accidents almost always occur during construction projects, especially road projects. Accidents that occur during road construction projects are work accidents that occur during girder erection. The purpose of this study is to determine accidents that may occur during girder erection work, to determine the impact of work accidents that may occur and to determine the level of possibility of work accidents during girder erection work.

The research method used is Event Tree Analysis (ETA) which is a logical method that can be qualitative or quantitative which is used to determine the various possibilities obtained from the results after an incident. Data were collected through surveys and interviews, with risk analysis.

The results of this study indicate that work accidents that can occur during girder erection work are girder falls, workers fall from a height, slings break and lifting failures. The impact of girder fall accidents includes workers experiencing serious injuries, disabilities and even death. In addition, the fall of the girder also has an impact on the economy of workers.

***Keywords**: Event Tree Analysis (ETA), Workplace Accidents, Erection Girder*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebuah proyek konstruksi dianggap berhasil apabila selesai tepat waktu dan sesuai dengan biaya dan kualitas yang direncanakan. Namun aktivitas proses kerja suatu proyek sering kali menemui banyak kendala yang mempengaruhi kinerja proyek dan menyebabkan keterlambatan. Kecelakaan kerja konstruksi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja proyek dan menyebabkan keterlambatan.

Kecelakaan kerja (*accident*) merupakan sebuah insiden atau peristiwa yang tidak diharapkan yang menyebabkan kerugian bagi individu, proses, atau harta benda yang terjadi selama pekerjaan industri (Martiwi dkk., 2017). Kecelakaan konstruksi tidak hanya menyebabkan korban jiwa dan kerugian material bagi pekerja dan pengusaha, tetapi juga menganggu keseluruhan proses produksi dan dapat merusak lingkungan yang pada akhirnya berdampak pada keseluruhan masyarakat.

Kecelakaan kerja yang terjadi di Indonesia terus mengalami peningkatan. Berdasarkan data Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia pada tahun 2023 jumlah kasus kecelakaan kerja di Indonesia tercatat sebanyak 370.747 kasus. Jumlah tersebut mengalami kenaikan dibandingkan dengan tahun 2022 dan 2021. Pada tahun 2022 terdapat jumlah kecelakaan kerja sebanyak 265.334 dan pada tahun 2021 sebanyak 234.270 (Dewi dkk., 2023).

Kecelakaan kerja hampir selalu terjadi selama proyek pembangunan, khususnya proyek jalan. Beberapa contoh kecelakaan yang terjadi selama proyek pembangunan jalan adalah kecelakaan kerja yang terjadi pada saat *erection girder* (Agung Jaladri dkk., 2023). Gelagar jembatan atau *girder* adalah balok yang akan menopang seluruh beban yang bekerja pada jembatan kemudian meneruskannya ke struktur bawah jembatan (Martiwi dkk., 2017).

Pada 20 Februari 2018 terjadi kecelakaan kerja pada saat *erection girder* di Proyek Jalan Tol Bekasi- Cawang- Kampung Melayu (Becakayu). Kecelakaan tersebut terjadi karena ada berbagai faktor yang tidak diperhitungkan, salah satunya adalah kecepatan angin. Pada pekerjaan jalan tol Becakayu, perseroan menggunakan *girder* nonstandar yang lebih panjang dan tinggi. *Girder* nonstandar yang digunakan memiliki panjang 51,6 m, tinggi 2,3 m dan lebar 75 cm. *Girder* nonstandar ini diklasifikasikan sebagai *girder* yang lebih sensitif terhadap angin. Kecelakaan kerja pada proyek tol Becakayu menyebabkan tujuh orang pekerja mengalami luka-luka, enam orang pekerja dirawat di RS UKI sedangkan satu orang dirawat di RS Polri, Kramat Jati, Jakarta Timur.

Pekerjaan *erection girder* sudah pasti memiliki prosedur keselamatan kerja yang ada. Prosedur keselamatan kerja dilakukan agar mengurangi potensi resiko kecelakaan kerja disuatu proyek. Dengan menggunakan metode *Event Tree Analysis* (ETA) dapat diketahui mitigasi, dampak, dan probabilitas kejadian dalam *erection girder*.

Metode *Event Tree Analysis* (ETA) merupakan sebuah metode logika yang dapat bersifat kualitatif maupun kuantitatif yang digunakan untuk menentukan berbagai kemungkinan yang didapat dari hasil setelah suatu kejadian (Andrean & Sriyana, 2022). Metode *Event Tree Analysis* (ETA) memiliki tujuan untuk mengetahui apakah suatu kejadian tersebut dapat dikendalikan oleh sistem dan prosedur keselamatan yang telah dirancang dan diterapkan dalam sistem, atau apakah kejadian tersebut berkembang menjadi suatu kecelakaan serius atau tidak (Alijoyo dkk., 2022).

Oleh sebab itu, kecelakaan apa saja yang mungkin terjadi pada saat pekerjaan *erection girder* akan di analisis pada penelitian ini. Dengan menggunakan metode *Event Tree Analysis* (ETA) akan diketahui probabilitas dari prosedur keselamatan kerja yang efektif yang dapat digunakan pada pekerjaan *erection girder* dan bisa mengetahui apakah prosedur keselamatan kerja yang ada dapat melakukan pencegahan agar tidak terjadi kecelakaan yang serius.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Apa saja kecelakaan kerja yang mungkin terjadi pada pekerjaan *erection girder*?
2. Apa saja mitigasi atau pencegahan dari kecelakaan kerja yang mungkin terjadi?
3. Apa dampak dari kecelakaan kerja yang mungkin terjadi?
4. Berapa tingkat kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja pada pekerjaan *erection girder*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Mengetahui kecelakaan yang mungkin terjadi pada pekerjaan *erection girder*.
2. Mengetahui apa saja mitigasi atau pencegahan dari kecelakaan kerja yang mungki terjadi.
3. Mengetahui dampak dari kecelakaan kerja yang mungkin terjadi
4. Mengetahui tingkat kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja pada pekerjaan *erection girder*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan atas pelaksanaan penelitian ini adalah dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan prosedur keselamatan kerja pada pekerjaan *erection girder*.

Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi rekomendasi kepada perusahaan penyelenggaraan proyek untuk mengetahui pencegahan apa saja yang bisa dilakukan untuk menghindari risiko pada pekerjaan *erection girder* sehingga dapat meningkatkan kinerja proyek dan mengurangi keterlambatan akibat kecelakaan kerja yang terjadi.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini dimaksudkan agar penelitian tepat sasaran dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Adapun Batasan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan pada pekerjaan *erection girder* dengan metode *Crawler crane*
2. Menggunakan analisis keselamatan kerja metode *Event Tree Analysis* (ETA)
3. Data penelitian diperoleh dari pihak kontraktor proyek.
4. Analisis data menggunakan program Microsoft Excel menghitung probabilitas kecelakaan kerja.
5. Penelitian ini memiliki durasi waktu 3 jam per hari selama 2 hari.
6. Kuesioner dibagikan kepada 4 teknisi proyek di lapangan.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Tinjauan pustaka merupakan kumpulan penelitian terdahulu yang ada dan relevan dengan topik penelitian yang akan dijadikan acuan selama pelaksanaan penelitian. Tinjauan pustaka memungkinkan untuk menempatkan penelitian sebelumnya dengan penelitian saat ini sebagai rujukan berdasarkan bidang keilmuan, topik, metode, dan periode waktu penelitian.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai sumber referensi dalam melakukan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Analisis Akar Penyebab Risiko K3 Pelaksanaan Pekerjaan *Abutment* dan *Erection girder* Metode *Fault Tree Analysis* Proyek Tol Solo-NYIA Kulon Progo. Penelitian dilakukan oleh Salim, Ratnaningsih, dan Arifin (2024). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penerapan K3 dan faktor risiko terjadi. Metode yang digunakan untuk mendapatkan akar penyebab dari risiko adalah metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Dari hasil analisis risiko didapatkan bahwa risiko yang memiliki potensi paling tinggi pada pekerjaan abutment adalah jalanan berdebu, tertusuk/tergores besi beton, dan terjatuh dari ketinggian. Pada *erection girder* memiliki risiko diantaranya potensi PCI *girder* terguling, iritasi mata serta trailer amblas. Faktor yang menyebabkan risiko diantaranya faktor manusia, faktor teknis, faktor manajemen serta faktor lingkungan. Pencegahan yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko dengan penggunaan alat pelindung diri (APD), pemeriksaan alat sebelum digunakan, tidak melakukan kegiatan saat cuaca buruk, serta memberikan waktu efektif bagi para pekerja.

2. Penilaian Risiko Kegagalan Bendungan dan Tindakan Pengurangan Resiko Pada Bendungan Nglangon. Penelitian ini dilakukan oleh Herawanto, Surupin dan Wulandari (2023). Tujuan dari penelitian ini adalah penilaian risiko untuk menganalisis dan mengevaluasi bahaya pada Bendungan Ngalangon. Metode yang digunakan adalah Metode Pohon Kejadian, Tradisional dan Modifikasi ICOLD. Dari hasil analisis probabilitas ekstrim individu dan kelompok menggunakan metode tradisional maupun metode pohon kejadian menunjukan bahwa nilai probabilitas risiko berada di atas ambang batas nilai risiko yang dapat diterima yaitu sebesar $1.00E^{-05}$. Hasil ini sejalan dengan penilaian risiko metode modifikasi ICOLD, yang memiliki klasifikasi III (tinggi), yang menunjukan bahwa Bendungan Nglangon Bendungan Nglangon termasuk kedalam kategori bendungan yang memerlukan perbaikan. Untuk menjaga keamanan bendungan, komponen dengan tingkat prioritas sedang dan rendah dirawat secara rutin.
3. Analisis Risiko Kegagalan Bendungan Paselloreng Dengan Metode Pohon Kejadian. Penelitian ini dilakukan oleh Zefri, Wulandari dan Suripin (2022). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai probabilitas risiko kegagalan pada bendungan Pasalloreng. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode ETA. Berdasarkan analisis data, ditemukan bahwa probabilitas kegagalan komponen bangunan pengambil di Bendungan Paselloreng adalah $5{,}30 \times 10^{-16}$. Dari analisis menggunakan pohon kejadian (Event tree), probabilitas keseluruhan terjadinya risiko kegagalan Bendungan Paselloreng adalah $15{,}30 \times 10^{-20}$. Oleh karena itu, kesimpulan dari jurnal ini adalah bahwa nilai probabilitas risiko Bendungan Paselloreng memenuhi standar nilai risiko yang dapat diterima, karena probabilitas keseluruhan lebih kecil dari $1{,}00 \times 10^{-5}$.
4. Analisis Probabilitas Kegagalan Bendungan Pacal Menggunakan Metode *Event Tree Analysis.* Penelitian ini dilakukan oleh Andrean, Suripin, Sriyana dan Suprapto (2022). Penelitian ini bertujuan untuk memetakan potensi bahaya bahaya Bendungan Pacal dan menentukan strategi manajemen risiko terhadap potensi bahaya tersebut. Metode yang digunakan pada penelitian ini

adalah metode pohon kejadian (*event tree analysis*) yang meliputi analisis resiko keamanan Bendungan Pacal untuk mendapatkan nilai probabilitas tahunan kegagalan bendungan. Berdasarkan hasil analisis menggunakan pohon kejadian diketahui peluang kegagalan tahunan Bendungan Pacal kumulatif adalah 1,29 x 10^{-5}. Probabilitas bahaya paling tinggi deformasi terjadi pada tubuh bendungan sebesar 9,90 x 10^{-1}, sementara probabilitas kegagalan terendah pada potensi bahaya kerusakan beton pelindung conduit sebesar 1,00 x 10^{-2}. Berdasarkan probabilitas tahunan kegagalan bendungan dan perkiraan jumlah jiwa yang terkena dampak kegagalan bendungan, status risiko Bendungan Pacal dapat ditentukan bahwa status resiko tersebut berada dalam "batas yang ditolerensi untuk bendungan eksisting".

5. Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan *Erection Girder* PCI Jembatan Tuntang Proyek Tol Semarang- Demak Seksi 2 Menggunakan Metode *Task Demand.* Penelitian dilakukan oleh Nugraha dan Rohman (2022). Penelitian ini bertujuan untuk menguantifikasi potensi risiko kecelakaan kerja dengan faktor karakterisitik kegiatan pekerjaan dan faktor perilaku pekerja pada proyek. Metode yang digunakan adalah metode *Task demand Assesment* (TDA). Dari hasil identifikasi risiko dan penilaian risiko didapatkan bahwa sumber resiko yang memiliki potensi tertinggi adalah *crane collapse* saat pengangkatan *girder*, *sling* terputus saat pengangkatan *girder*, *girder collapse*, dan kegagalan struktur *spreader beam*. Faktor penyebab risiko diantaranya adalah penggunaan alat pelindung diri (APD), kesehatakn pekerja, pergerakan pekerja, kecepatan angin dilokasi, kredibilitas pekerja, dan *setting* alat kerja yang mempengaruhi seluruh resiko yang ada.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Salim, Ratnaningsih, dan Arifin (2024)	Analisis Akar Penyebab Risiko K3 Pelaksanaan Pekerjaan Abutment Dan *Erection girder* Metode Fault Tree Analysis Proyek Tol Solo-NYIA Kulon Progo	*Fault Tree Analysis* (FTA).	Dari hasil analisis risiko didapatkan bahwa risiko yang memiliki potensi paling tinggi pada pekerjaan abutment adalah jalanan berdebu, tertusuk/tergores besi beton, dan terjatuh dari ketinggian. Pada *erection girder* memiliki risiko diantaranya potensi PCI *girder* terguling, iritasi mata serta trailer amblas. Faktor yang menyebabkan risiko diantaranya faktor manusia, faktor teknis, faktor manajemen serta faktor lingkungan. Pencegahan yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko dengan penggunaan alat pelindung diri (APD), pemeriksaan alat sebelum digunakan, tidak melakukan kegiatan saat cuaca buruk, serta memberikan waktu efektif bagi para pekerja.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Herawanto, Surupin, dan Wulandari (2023)	Penilaian Risiko kegagalan Bendungan dan Tindakan Pengurangan Resiko Pada Bendungan Nglangon	Metode Pohon Kejadian, tradisional dan modifikasi ICOLD	Dari hasil analisis probabilitas ekstrim individu dan kelompok menggunakan metode tradisional maupun metode pohon kejadian menunjukan bahwa nilai probabilitas risiko berada di atas ambang batas nilai risiko yang dapat diterima yaitu sebesar $1.00E^{-05}$. Hasil ini sejalan dengan penilaian risiko metode modifikasi ICOLD, yang memiliki klasifikasi III (tinggi), yang menunjukan bahwa Bendungan Nglangon termasuk kedalam kategori bendungan yang memerlukan perbaikan. Untuk menjaga keamanan bendungan, komponen dengan tingkat prioritas sedang dan rendah dirawat secara rutin.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Andrean, Suripin, Sriyana dan Suprapto (2022)	Analisis Probabilitas Kegagalan Bendungan Pacal Menggunakan Metode *Event Tree Analysis*	FMECA *(Failure Mode Effects and Criticality Analysis)* dan ETA (*Event Tree Analysis)*	Berdasarkan hasil analisis menggunakan pohon kejadian diketahui peluang kegagalan tahunan Bendungan Pacal kumulatif adalah 1,29 x 10^{-5}. Probabilitas bahaya paling tinggi deformasi terjadi pada tubuh bendungan sebesar 9,90 x 10^{-1}, sementara probabilitas kegagalan terendah pada potensi bahaya kerusakan beton pelindung conduit sebesar 1,00 x 10^{-2}. Berdasarkan probabilitas tahunan kegagalan bendungan dan perkiraan jumlah jiwa yang terkena dampak kegagalan bendungan, status risiko Bendungan Pacal dapat ditentukan bahwa status resiko tersebut berada dalam “batas yang ditolerensi untuk bendungan eksisting”.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Nugraha dan Rohman (2022)	Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Erection *Girder* PCI Jembatan Tuntang Proyek Tol Semarang-Demak Seksi 2 Menggunakan Metode Task Demand.	*Task Demand Assesment* (TDA)	Dari hasil identifikasi risiko dan penilaian risiko didapatkan bahwa sumber resiko yang memiliki potensi tertinggi adalah kegagalan struktur *Spreader beam*, *girder collapse*, *sling* terputus saat pengangkatan *girder*, dan *crane collapser*. Semua risiko yang ada dipengaruhi oleh penggunaan alat pelindung diri (APD), kesehatan pekerja, pergerakan pekerja, kecepatan angin di lokasi, kredibilitas pekerja, dan *setting* alat kerja.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Zefri, Wulandari, dan Suripin (2022)	Analisis Risiko Kegagalan Bendungan Paselloreng Dengan Metode Pohon Kejadian	Pohon kejadian/*Event Tree Analysis*	Berdasarkan analisis data, ditemukan bahwa probabilitas kegagalan komponen bangunan pengambil di Bendungan Paselloreng adalah 5,30 x 10^{-16}. Dari analisis menggunakan pohon kejadian (Event tree), probabilitas keseluruhan terjadinya risiko kegagalan Bendungan Paselloreng adalah 15,30 x 10^{-20}. Oleh karena itu, kesimpulan dari jurnal ini adalah bahwa nilai probabilitas risiko Bendungan Paselloreng memenuhi standar nilai risiko yang dapat diterima, karena probabilitas keseluruhan lebih kecil dari 1,00 x 10^{-5}.

Dari hasil perbandingan jurnal-jurnal pada tabel 2.1 di atas, dapat diketahui bahwa penelitian terdahulu menggunakan metode yang sama yaitu metode *Event Tree Analysis* namun menggunakan objek yang berbeda, terdapat juga penelitian terdahulu yang menggunakan objek sama namun memakai metode yang berbeda. Objek berbeda yang digunakan pada penelitian sebelumnya adalah bendungan, sedangkan metode yang berbeda yang digunakan pada penelitian sebelumnya adalah metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Task Demand Assesment* (TDA). Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan dilakukan penelitian mengenai *erection girder* dengan metode *Event Tree Analysis.* Perbedaan pada penelitian ini didukung juga dengan adanya perbedaan proyek yang diteliti sehingga mendapatkan variabel, pembahasan dan faktor yang berbeda.

Maka dari itu, pada penelitian ini memakai metode *Event Tree Analysis* (ETA) dapat mempresentasikan urutan kejadian dari suatu peristiwa risiko awal, dapat menentukan apakah perisitiwa tersebut dapat dikendalikan oleh prosedur dan sistem keselamatan kerja yang telah diterapkan dalam proyek tersebut serta dapat juga mengetahui nilai probabilitas dari kecelakaan kerja tersebut.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Proyek

Menurut PMI (*Project Management Institute*), proyek adalah usaha jangka pendek yang dilakukan untuk menciptakan produk, layanan, atau hasil yang unik. Beberapa ahli memaparkan pengertian mengenai proyek diantaranya sebagai berikut.

1. Menurut Kerzner (2017), proyek adalah usaha yang kompleks dan non-rutin, yang dibatasi oleh waktu, biaya, sumber daya, dan dirancang untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dengan spesifikasi tertentu.
2. Menurut Larson (2020), proyek adalah serangkaian tindakan sementara yang memiliki awal dan akhir yang jelas dan menghasilkan produk, layanan atau hasil yang unik.
3. Menurut Gido (2021), proyek adalah upaya sementara untuk menghasilkan produk, layanan, atau hasil yang unik dengan batasan waktu, biaya, dan sumber daya.

Berdasarkan pemaparan proyek menurut ahli di atas dapat disimpulkan bahwa proyek adalah kegiatan sementara yang menghasilkan sebuah produk yang dibatasi oleh waktu, biaya dan sumber daya.

3.2 Karakteristik Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan hanya sekali dan biasanya dalam jangka waktu singkat. Rangkaian kegiatan ini meliputi proses pengolahan sumber daya proyek menjadi hasil kegiatan berupa bangunan (Ervianto, 2005).

Karakteristik proyek konstruksi merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan dalam jangka waktu tertentu atau hanya dilakukan satu kali saja dan lamanya kegiatan tersebut tergantung pada faktor-faktor seperti ruang lingkup proyek dan kesulitan pelaksanaannya, namun secara umum itu hanya berlangsung

dalam satu periode singkat. Secara umum, proyek konstruksi memiliki tiga karakteristik yaitu unik, melibatkan sejumlah sumber daya, dan dibutuhkan organisasi (Aldillah, 2023).

1. Proyek bersifat unik

   Berikut beberapa alasan proyek konstruksi dikatakan unik.

   a. Kegiatan yang dilakukan tidak sama persis antara proyek satu dengan lainnya.
   b. Proyek bersifat sementara.
   c. Melibatkan grup pekerja yang berbeda-beda.

2. Dibutuhkan sumber daya (*resources)*

   Setiap proyek konstruksi memerlukan berbagai sumber daya untuk melaksanakan konstruksi diantaranya pekerja dan barang (uang, mesin, metode, material).

3. Dibutuhkan organisasi

   Setiap organisasi memiliki banyak tujuan yang berbeda, dan di dalamnya selalu ada individu dengan berbagai ketertarikan, keahlian, kepribadian dan ketidakpastian. Menyatukaan visi menjadi satu tujuan merupakan langkah pertama yang harus dilakukan oleh manajer proyek.

3.3 Jenis Proyek Konstruksi

Berdasarkan jenisnya, proyek konstruksi dapat dibedakan menjadi dua jenis kelompok bangunan sebagai berikut.

1. Bangunan gedung

   Bangunan gedung dapat dipergunakan sebagai tempat tinggal, perkantoran, pabrik dan lain-lain tergantung fungsinya. Ciri dari kelompok bangunan gedung adalah sebagai berikut.

   a. Proyek konstruksi menciptakan tempat yang bagus bagi orang untuk bekerja dan tinggal.
   b. Pelaksanaan pekerjaan untuk bangunan gedung sering kali dilakukan di ruang yang relatif terbatas, dan jenis serta tipe pondasi yang digunakan diketahui dengan baik.

c. Diperlukan manajemen untuk memeriksa kemajuan pekerjaan.

2. Bangunan sipil

Jenis proyek dalam bangunan sipil meliputi prasarana jalan, jembatan, bendungan, dan prasarana lainnya. Ciri bangunan dalam kelompok ini adalah:

a. Proyek konstruksi dilakukan untuk mengendalikan alam demi kepentingan manusia.
b. Pekerjaan dilaksanakan di lokasi pada lokasi yang relatif luas atau panjang dan jenis serta tipe fondasi proyek tidak selalu sama dan dapat sangat bervariasi.
c. Diperlukan manajemen terutama untuk menyelesaikan berbagai macam permasalahan.

3.4 *Girder*

Girder merupakan balok horizontal berukuran besar yang digunakan untuk mendistribusikan beban dari dari lantai ke balok utama. *Girder* ditempatkan secara membujur di antara dua tumpuan (abutment dan *pearhead*). *Girder* memiliki berbagai macam jenis atau tipeyang umum digunakan diantaranya dengan bentuk I *girder*, U *girder*, *box girder*, maupun T *girder*. *Girder* atau jembatan beton pratekan semakin banyak digunakan karena lebih mudah dalam pelaksanaannya dan beratnya yang lebih ringan dibandingankan jembatan beton yang lainnya (Nurhidayatullah & Kurniyawan, 2023).

3.4.1 Tipe-Tipe *Girder*

Girder memiliki berbagai jenis tipe yang digunakan di Indonesia, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. I *Girder*

Salah satu *girder* yang paling umum digunakan saat membangun jembatan adalah I *Girder.* I *girder* dapat dibuat dari baja atau beton, tergantung kebutuhan atau kondisi. Jembatan I-*girder* lebih ekonomis, lebih mudah dirancang dan dibangun. Balok I-*girder* dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 I-*Girder*

(Sumber: web.bdsstructural.com)

2. *Box Girder*

Jembatan dengan *girder* utama berongga disebut dengan *Box Girder*. *Box girder* biasanya berbentuk trapesium atau persegi panjang serta terbuat dari beton pratekan, baja struktural, atau komposit baja dan beton bertulang. Dalam pembuatan jalan layang dan jembatan bentang panjang, *box girder* sering digunakan. *Box girder* lebih mahal dibandingkan dengan I-*girder* dan pembuatannya tidak semudah I-*girder*. Namun, *box girder* memiliki beberapa keunggulan penting, misalnya, *box girder* mampu menyerap gaya puntir dengan baik, sehingga ideal untuk pembangunan jembatan melengkung.



Gambar 3.2 *Box Girder*

(Sumber: web.jayabeton.com)

3. T *Girder*

T *girder* memiliki perbedaan yang tidak jauh dari I *girder*. Perbedaannya terdapat pada badan *girder* dan plat lantai jembatan yang menyatu, sementara I-*girder* terpisah yang akhirnya disatukan oleh *shear connector* yang kemudian di cor. T-*girder* sering digunakan untuk jembatan penyeberangan.



Gambar 3.3 T-*Girder*

(Sumber: web.waskita.co.id)

4. U *Girder*

Ciri khusus U *girder* adalah tendonnya yang tersusun berpasangan. Susunan tersebut mengharuskan penarikan kabel strand pada *girder* harus menggunakan dua dongkrak sekaligus. Tipe *girder* ini jarang digunakan di Indonesia.



Gambar 3.4 U-*Girder*

(Sumber: web.waskita.co.id)

5. *Plate Girder*

Plate girder merupakan balok besar yang terdiri dari susunan elemen pelat yang dihubungkan satu sama lain dengan alat penyambung. *Plate girder* diproduksi untuk memberikan penempatan material yang lebih efisien dibandingkan dengan balok profil prefabrikasi. *Plate girder* sering digunakan pada konstruksi gelagar lantai, gelagar jembatan, dan gelagar *crane* pada konstruksi gudang.



Gambar 3.5 *Plate Girder*

(Sumber: web.structuralguide.com)

3.4.2 *Erection Girder*

Erection girder merupakan suatu kegiatan pemasangan balok *girder* ke atas tumpuannya. Titik tumpu yang umum digunakan pada konstruksi jembatan berupa rubber *bearing* (Sudjatmiko & Jayady, 2022). Proses pendirian *girder* memiliki risiko tinggi, sehingga penentuan metode pendirian harus mempertimbangkan kondisi lapangan. Kondisi lapangan secara langsung memengaruhi efisiensi biaya dan waktu yang digunakan. Masing-masing metode erectien *girder* memiliki kelebihan dan kekurangan. Metode yang sering digunakan dalam *erection girder* diantaranya metode *crawler crane* dan *launching gantry* (Riduan Umar dkk., 2022).

3.5 Manajemen Proyek

Manajemen adalah seni memimpin organisasi, dan mencakup perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan dengan baik. Tujuan dari manajemen adalah untuk menemukan metode atau teknik terbaik untuk mencapai hasil maksimal dalam hal ketetapan, kecepatan, penghematan dan keselamatan kerja dengan sumber daya yang terbatas (Siswanto & Salim, 2021). Menurut *Project Management Institute* (2013), manajemen proyek adalah pengaplikasian ilmu pengetahuan, keahlian/keterampilan, peralatan yang digunakan pada kegiatan proyek untuk memenuhi segala kebutuhan dalam sebuah pekerjaan proyek.

Dalam memastikan bahwa hasil proyek mencapai tujuan dan sasarannya, harus dipertimbangkan masalah yang muncul selama pelaksanaan proyek. Berikut beberapa aspek yang dapat menjadi masalah dalam manajemen proyek.

1. Aspek keuangan

   Aspek keuangan berkaitan dengan pembiayaan dan pembelanjaan proyek. Pembiayaan proyek berskala besar dan kompleks yang membutuhkan analisis keuangan yang cepat dan terencana sangat penting.

2. Aspek anggaran

   Aspek anggaran berkaitan dengan perencanaan dan pengendalian biaya proyek. Perencanaan yang matang dan rinci akan memudahkan proses

pengendalian biaya sehingga anggaran dapat dipenuhi, tetapi kesalahan dalam perencanaan akan menyebabkan biaya yang signifikan.

3. Aspek manajemen sumber daya manusia

   Aspek manajemen sumber daya manusia berkaitan dengaan alokasi dan kebutuhan sumber daya manusia selama proyek berlangsung. Perencanaan sumber daya manusia didasarkan pada organisasi proyek yang sudah dibuat sebelumnya untuk menghindari masalah. Hal ini terkait dengan langkah-langkah, proses penyediaan tenaga kerja atau SDM, deskripsi pekerjaan, perhitungan beban kerja, deskripsi wewenang dan tanggung jawab SDM serta penjelasan mengenai tujuan dan sasaran proyek.

4. Aspek manajemen produksi

   Aspek manajemen produksi berkaitan dengan hasil akhir proyek. Apabila proses perencanaan dan pengendalian gagal maka hasilnya akan buruk. Untuk mencegah hal tersebut, dilakukan berbagai upaya untuk meningkatkan produktivitas pekerja, meningkatkan efisiensi proses produksi dan kerja serta meningkatkan kualitas produksi melalui pengendalian mutu.

5. Aspek harga

   Kondisi ekternal yang berkaitan dengan persaingan harga menyebabkan masalah dalam aspek harga, yang dapat merugikan perusahaan karena produk yang mereka produksi membutuhkan biaya produksi yang tinggi, yang membuatnya kalah bersaing dengan produk lain.

6. Aspek efektifitas dan efisiensi

   Aspek efektifitas dan efisiensi dapat berbahaya jika fungsi produk yang dihasilkan tidak terpenuhi atau tidak efektif. Masalah ini juga dapat terjadi jika elemen efisiensi tidak terpenuhi, yang mengakibatkan biaya produksi yang tinggi.

7. Aspek pemasaran

   Aspek pemasaran berkaitan dengan faktor ekternal yang berkembang, seperti persaingan harga, strategi promosi, kualitas produk, dan analisis pasar yang salah terhadap produksi.

8. Aspek mutu

Kualitas dari produk memiliki potensi untuk meningkatkan daya saing dan memenuhi kepuasan pelanggan.

9. Aspek waktu

   Masalah waktu dapat menyebabkan kerugian biaya jika terlambat dari yang direncanakan, tetapi juga dapat menguntungkan bila dipercepat.

3.6 Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja adalah suatu peristiwa yang tidak dikehendaki dan tidak terduga di tempat kerja atau selama pelaksaan pekerjaan yang dapat menyebabkan cedera, penyakit atau kerugian material bagi pekerja maupun perusahaan. Adapun kecelakaan kerja menurut para ahli sebagai berikut.

1. Menurut Suma'mur (2009), kecelakaan kerja merupakan sebuah kecelakaan tidak terjadi secara kebetulan tetapi ada alasan yang mendorong terjadinya kecelakaan. Oleh karena itu, alasan yang mendorong kecelakaan harus diteliti dan ditentukan untuk mengambil tindakan preventif dan korektif yang diperlukan untuk mencegah kecelakaan serupa terjadi lagi.
2. Menurut Ervianto (2005), kecelakaan kerja adalah kecelakaan atau penyakit yang menimpa seorang pekerja yang berkaitan dengan pekerjaan di tempat kerja.
3. Menurut M. Sulaksmono (1997), kecelakaan kerja adalah kejadian yang tidak diharapkan dan tidak diinginkan sehingga mengganggu jalannya kegiatan yang telah disepakati sebelumnya.

Dari uraian ahli mengenai kecelakaan kerja di atas dapat disimpulkan bahwa kecelakaan kerja merupakan kejadian tidak terduga dan tidak diharapkan yang menimpa para pekerja sehingga menyebabkan kerugian material bagi pekerja maupun perusahaan. Kecelakaan yang terjadi memiliki beberapa faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja diantaranya sebagai berikut.

1. Faktor Manusia

   Faktor manusia adalah faktor yang berkaitan dengan pengetahuan, keterampilan dan sikap yang dimiliki pekerja. Faktor tersebut dapat terjadi

karena kurangnya pelatihan, kelelahan dan stres, ketidakpatuhan terhadap SOP, kelalaian serta penggunaan alat pelindung diri yang tidak tepat.

2. Faktor Lingkungan

   Faktor lingkungan yang berkontribusi terhadap kecelakaan kerja mencakup berbagai kondisi fisik dan atmosferik di tempat kerja yang dapat menimbulkan risiko bagi pekerja. Kondisi tempat kerja yang berbahaya, cuaca ekstrem, ruang terbatas dan tertutup, kondisi penerangan dapat menjadi penyebab terjadinya kecelakaan kerja akibat faktor lingkungan.

3. Faktor Peralatan

   Faktor peralatan merupakan salah satu penyebab utama kecelakaan kerja. Faktor tersebut berkaitan dengan kondisi, penggunaan dan pemeliharaan peralatan yang diguunkan di tempat kerja. Kerusakan alat dan mesin, penggunaan peralatan yang tidak sesuai, kurangnya perawatan dan kesalahan operasional dapat menjadi penyebab kecelakaan kerja.

3.7 Risiko

Risiko adalah variasi atau kemungkinan terjadinya peristiwa yang dapat terjadi secara alami atau di luar dugaan, yang dapat membahayakan aset dan pendapatan finansial sebagai akibat dari ancaman yang muncul (Labombang, 2011). Sedangkan dalam buku *Fundamental of Risk Insurances,* Veghan (2014) menyatakan bahwa risiko adalah suatu keadaan dimana ada kemungkinan penyimpangan yang merugikan dari hasil yang diharapkan. Lebih lanjut Veghan menyatakan defenisi risiko sebagai berikut.

1. Risiko adalah peluang terjadi kerugian. Hal tersebut berkaitan dengan kemungkinan terjadinya kerugian. Peluang merujuk pada kemungkinan atau probabilitas terjadinya kerugian, terutama dalam konteks finansial untuk mengindikasikan seberapa besar kemungkinan suatu situasi tertentu akan terjadi. Untuk mengurangi kemungkinan kerugian, penting bagi mindset untuk menghindari ancaman.
2. Risiko adalah kemungkinan terjadinya kerugian. Kemungkinan "*possibility*" mengindikasikan bahwa probabilitas suatu peristiwa berada di antara nol dan

satu. Jika tidak ada kerugian, maka ada potensi untuk mendapatkan keuntungan, sehingga harus dipertimbangkan dalam melakukan aktivitas bisnis.

3. Risiko adalah ketidakpastian. Ketidakpastian dapat bersifat objektif atau subjektif. Ketidakpastian subjektif adalah penilaian individu terhadap situasi risiko berdasarkan pengetahuan dan sikap individu yang bersangkutan. Ketidakpastian objektif akan dibahas pada dua definisi risiko berikutnya.
4. Risiko adalah penyebaran hasil aktual dari hasil yang diharapkan. Ahli statistik mendefinisikan risiko sebagai tingkat dispersi nilai sekitar posisi sentral atau rata-rata.
5. Risiko adalah probabilitas terjadinya hasil yang berbeda dari yang diharapkan. Menurut definisi ini, risiko bukan hanya probabilitas satu kejadian tunggal, tetapi probabilitas dari berbagai hasil yang mungkin berbeda dari yang diharapkan.

Dari identifikasi mengenai risiko di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa risiko merupakan sesuatu yang berkaitan dengan kemungkinan terjadinya hal yang buruk yang tidak diinginkan atau tidak terduga.

3.8 Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko merupakan proses untuk mengurangi atau menghilangkan risiko yang berkaitan dengan potensi bahaya. Pengendalian risiko yang dapat dilakukan untuk mengurangi atau menghilangkan risiko adalah menggunakan tahapan pengendalian atau hierarki pengendalian dibawah ini:

1. Eliminasi (*Elimination*)

   Eliminasi merupakan tindakan pengendalian risiko yang bertujuan untuk melindungi pekerja dengan menghilangkan aktivitas berbahaya. Contohnya adalah menghilangkan penggunaan peralatan berat yang tidak diperlukan untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja.
2. Substitusi (*Subtitution*)

Substitusi merupakan tindakan pengendalian risiko yang berfokus pada pengganti bahaya dengan yang lebih aman. Substitusi dapat dilakukan dengan mengganti bahan atau peralatan dengan yang lebih aman.

3. Perencanaan (*Engineering Control*)

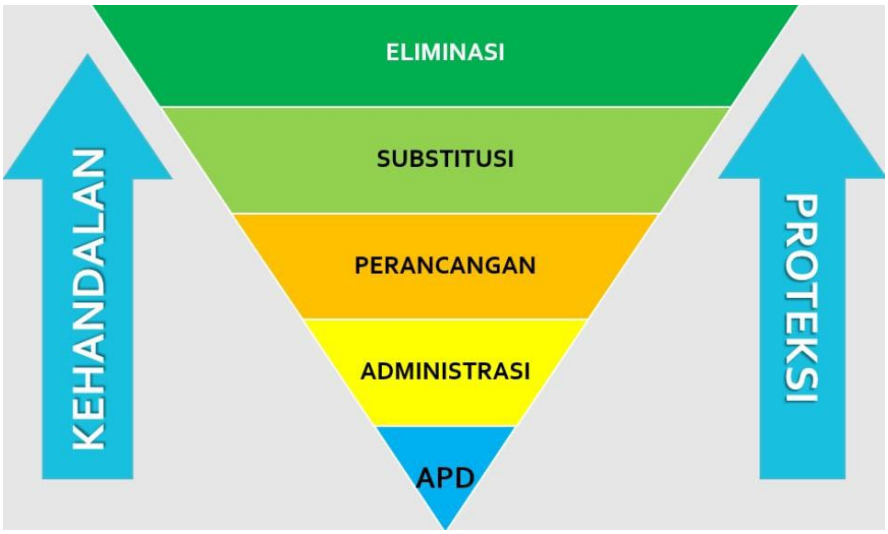
   Perencanaan atau *Engineering Control* merupakan tindakan pengendalian risiko dengan cara melakukan modifikasi pada peralatan kerja, mesin atau lingkungan kerja yang menyebabkan bahaya.

4. Administrasi

   Administrasi merupakan tindakan pengendalian risiko dengan memberikan peringatan seperti instruksi, rambu-rambu, dan aturan yang telah diatur perusahaan untuk meningkatkan kesadaran akan bahaya di tempat kerja.

5. Alat Pelindung Diri (*Personal Protective Equipment*)

   Alat pelindung diri merupakan tindakan pengendalian risiko yang dilakukan oleh para pekerja untuk mengurangi bahaya lingkungan dengan menggunakan APD sesuai dengan standar.



Gambar 3.6 Hierarki Pengendalian Risiko

(Sumber: OHSAS 18001:2007)

3.9 Metode *Event Tree Analysis* (ETA)

Metode *Event Tree Analysis* (ETA) merupakan sebuah metode logika yang dapat bersifat kualitatif maupun kuantitatif yang digunakan untuk menentukan berbagai kemungkinan yang didapat dari hasil setelah suatu kejadian (Andrean & Sriyana, 2022). Metode *Event Tree Analysis* (ETA) memiliki tujuan untuk mengetahui apakah suatu kejadian tersebut dapat dikendalikan oleh sistem dan prosedur keselamatan yang telah dirancang dan diterapkan dalam sistem, atau apakah kejadian tersebut berkembang menjadi suatu kecelakaan serius atau tidak (Alijoyo dkk., 2022).

Dalam penerapannya, metode ETA dapat digunakan untuk memodelkan risiko sisi atas (*up-side risk).* Dengan kata lain, metode ETA tidak hanya memodelkan peristiwa ancaman tetapi juga sebagai peluang. Dalam pemodelan risiko sisi atas, metode ETA menentukan apakah tindakan atau strategi yang direncanakan dapat mencapai peluang tersebut. Strategi atau perlakuan untuk penanganan risiko dapat bersifat protektif maupun preventif.

Metode *Event Tree Analysis* (ETA) digunakan secara umum dalam tahap identifikasi dan analisis risiko untuk menilai tingkat dampak risiko. *Event Tree Analysis* berfokus pada menganalisis berbagai dampak yang mungkin terjadi setelah terjadinya peristiwa awal. ETA menggambarkan potensi jalur peristiwa yang bisa terjadi, berdasarkan fungsi atau kegagalan sistem dalam menanggapi peristiwa tersebut.

3.9.1 Langkah-Langkah Metode *Event Tree Analysis* (ETA)

Berikut merupakan langkah-langkah dalam penerapan metode *Event Tree Analysis* menurut Alijoyo (2021).

1. Identifikasi peristiwa risiko awal (*initial event*)
    a. Kesalahan manusia
    b. Kegagalan peralatan atau mesin dalam menjalankan fungsinya
    c. Peristiwa eksternal, seperti bencana alam dan lainnya
    d. Kegagalan sistem
2. Menentukan skenario suatu peristiwa

Setelah mengidentifikasi peristiwa risiko awal, langkah selanjutnya adalah membuat skenario tentang langkah-langkah penanganan untuk memitigasi peristiwa tersebut kemudian dicantumkan berurutan secara horizontal bagaimana peristiwa tersebut dapat ditangani atau diminimalkan.

3. Menentukan tingkat kemungkinan berhasil dan gagalnya suatu penanganan
   Untuk setiap langkah mitigasi yang diambil, perlu dicantumkan probabilitas keberhasilan dan kegagalan. Probabilitas ini dapat didasarkan pada penilaian para ahli atau menggunakan perangkat lunak tertentu. Penting untuk dicatat bahwa pada pohon kejadian, probabilitas yang digunakan adalah probabilitas bersyarat. Sebagai contoh, pengujian tidak menentukan probabilitas berfungsinya alat penyiram air dalam kondisi normal, melainkan dalam kondisi kebakaran yang disebabkan oleh ledakan. Untuk menentukan probabilitas setiap alternatif peristiwa, dapat mengalikan probabilitas keberhasilan dan kegagalan untuk setiap langkah penanganan.
4. Menentukan tingkat dampak apabila suatu skenario terjadi
   Setelah menentukan probabilitas keberhasilan atau kegagalan suatu mitigasi, langkah berikutnya adalah menentukan dampak yang mungkin terjadi dari suatu peristiwa. Penentuan tingkat dampak ini harus didahului dengan menetapkan kriteria dampak dalam proses manajemen risiko. Pada tahap ini, diperlukan data historis serta penilaian dari para ahli. Penilaian tingkat dampak ini dapat dilakukan secara kualitatif atau kuantitatif.
5. Melakukan evaluasi dan memberikan rekomendasi
   Hasil akhir dari metode *event tree analysis* (ETA) perlu dievaluasi. Tujuan dari evaluasi adalah untuk menentukan tindakan mitigasi yang tepat agar dapat mengurangi kemungkinan terjadinya suatu peristiwa serta mengurangi dampak yang mungkin terjadi.

3.9.2 Kelebihan ETA

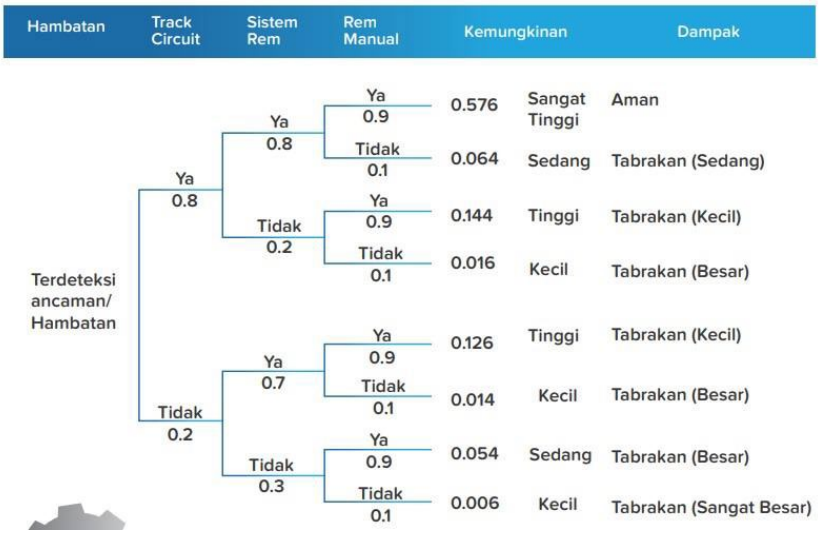
1. Metode *Event Tree Analysis* dapat diterapkan pada sistem yang kompleks yang memiliki lapisan perlindungan untuk mengelola risiko.
2. Metode *Event Tree Analysis* dapat membantu pengguna memahami secara cepat langkah-langkah yang diperlukan untuk mencegah atau meminimalkan

dampak dari peristiwa resiko awal, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih akurat dalam menanggapi kejadian risiko.

3. Metode *Event Tree Analysis* dapat membantu dalam mengidentifikasi beberapa alternatif hasil yang mungkin dari peristiwa awal yang telah diidentifikasi.
4. Metode *Event Tree Analysis* dapat dikembangkan dengan metode sederhana tanpa bergantung terhadap perangkat lunak.

3.9.3 Kekurangan ETA

1. Metode *Event Tree Analysis* tidak dapat mengidentifikasi semua peristiwa risiko awal, sehingga selalu ada kemungkinan bahwa beberapa peristiwa risiko penting tidak terdeteksi.
2. Metode *Event Tree Analysis* hanya mempertimbangkan kondisi keberhasilan dan kegagalan dari suatu sistem, sehingga sulit untuk memasukkan kejadian keberhasilan yang tertunda atau pemulihan.
3. Metode *Event Tree Analysis* dapat membuat pengguna cenderung menyimpulkan terlalu optimis secara dini, karena melewatkan pertimbangan terhadap beberapa upaya perlindungan dan penanganan risiko yang diperlukan dalam analisis.



Gambar 3.7 Grafik Penggambaran *Metode Event Tree Analysis* (ETA)

(Sumber: Alijoyo dkk., 2021)

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Metode penelitian adalah serangkaian tindakan yang bertujuan untuk menemukan kebeneran penelitian, mulai dari membuat rumusan masalah hingga menghasilkan suatu hipotesis awal. Dengan bantuan dan pengetahuan dari penelitian sebelumnya, sehingga penelitian tersebut dapat diproses dan dianalisis hingga akhirnya menarik kesimpulan. Setelah mengetahui rumusan, tujuan, dan manfaat penelitian, maka secara umum metode penelitian adalah langkah atau kegiatan mengumpulkan informasi untuk mengolah dan menganalisis data. Oleh karena itu, metode penelitian memungkinkan peneliti menciptakan gambaran secara keseluruhan (Syafrida, 2022).

4.2 Subjek Penelitian

Subjek penelitian merupakan partisipan atau informan yang memberikan data melalui berbagai teknik pengumpulan data seperti wawancara, survei, atau observasi dalam penelitian kualitatif (Creswell, 2014). Pada penelitian ini yang menjadi subjek penelitian adalah pekerja pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Seksi 1.

4.3 Objek Penelitian

Objek penelitian adalah variabel atau aspek yang menjadi fokus utama dalam sebuah studi. Objek penelitian dapat berupa fenomena sosial, gejala alam, atau perilaku manusia yang dianalisis untuk menjawab pertanyaan penelitian atau menguji hipotesis (Sugiyono, 2017). Objek penelitian mencakup segala hal yang akan dianalisis atau diukur oleh peneliti untuk menjawab pertanyaan penelitian atau menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Objek penelitian bisa berupa fenomena sosial, gejala alam, perilaku manusia, atau konsep-konsep tertentu yang relevan

dengan tujuan penelitian. Maka dari itu objek dari penelitian ini adalah metode *Event Tree Analysis* pada pekerjaan *erection girder*.

4.4 Data dan Metode Pengumpulan Data

Data merupakan sebuah catatan yang berisi fakta atau informasi yang menjadi dasar untuk kesimpulan atau keputusan. Data dapat berupa angka, kata, atau simbol yang dikumpulkan melalui berbagai metode penelitian (Sugiono, 2016).

Teknik pengumpulan data merupakan sebuah cara untuk mendapatkan sebuah informasi yang diperlukan dalam penelitian. Pengumpulan data dapat menggunakan data primer dan data sekunder. Untuk memperoleh informasi mengenai objek yang diteliti harus ada komunikasi dan koordinasi yang terjalin secara lancar. Peneliti dapat menggunakan metode atau teknik pengumpulan data untuk medapatkan data/informasi. Pada penelitian ini pengumpulan data dilakukan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Seksi 1 dengan objek metode *Event Tree Analysis* (ETA).

1. Data primer

   Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung dari sumber pertama atau responden (Hikmawati, 2017). Data primer biasanya diperoleh melalui wawancara dan kuesioner.

   a. Pengumpulan secara wawancara

      Wawancara adalah interaksi antara dua individu yang bertujuan untuk saling berbagi informasi dan gagasan melalui sesi tanya jawab demi memahami sebuah topik tertentu. Terdapat beberapa jenis wawancara diantaranya wawancara terstruktur, wawancara semi terstruktur, dan wawancara tidak terstruktur.

   b. Pengumpulan data dengan kuesioner/angket

      Kuesioner adalah teknik pengumpulan data yang melibatkan pengajuan atau penulisan serangkaian pertanyaan untuk dijawab oleh responden. Kuesioner diberikan oleh narasumber untuk memperoleh informasi penelitian.

2. Data sekunder

Data sekunder merujuk pada informasi yang tidak diperoleh secara langsung oleh pengumpul data, contohnya yang diambil dari pihak ketiga, artikel, jurnal dan dokumen lainnya (Hikmawati, 2017). Data sekunder bertujuan untuk memperkuat data primer dan tidak diperoleh secara langsung dari subjek penelitian. Dalam penelitian ini, sumber data sekunder diambil studi literatur. Studi literatur merupakan analisis terhadap teori dan referensi yang berkaitan dengan budaya, norma serta nilai yang ada dalam konteks sosial yang sedang diteliti (Sugiyono, 2018).

4.5 Metode Analisis Data

Metode analisis data mencakup pengelompokan data berdasarkan variabel dan jenis responden, membuat tabulasi data berdasarkan variabel pada seluruh responden, menyajikan data setiap variabel yang diteliti, melakukan perhitungan untuk menjawab rumusan masalah, dan melakukan perhitungan untuk menguji hipotesis yang diajukan (Hikmawati, 2017). Dalam penelitian ini, metode analisis data yang digunakan adalah *Event Tree Analysis* (ETA).

Analisis kecelakaan kerja dengan metode *Event Tree Analysis* berfokus pada dampak yang mungkin terjadi jika suatu peristiwa terjadi atau memperkirakan peristiwa apa yang akan terjadi selanjutnya akibat aktif atau tidaknya sebuah sistem yang dirancang untuk menangani peristiwa tersebut. Metode *Event Tree Analysis* digunakan dalam menentukan kemungkinan kecelakaan kerja apa saja yang dapat terjadi pada saat *erection girder*. Hal yang harus dilakukan ketika menggunakan *Event Tree Analysis* adalah mengidentifikasi kejadian resiko awal (*initial event*), kemudian merancang *Event Tree Analysis*.

4.6 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan serangkaian prosedur yang secara sistematis harus dilakukan untuk melaksanakan sebuah penelitian.

4.6.1 Kerangka berpikir

1. Menentukan topik penelitian

Topik penelitian pada penelitian ini adalah mengenai kecelakaan kerja yang dapat terjadi pada saat pekerjaan *erection girder* dengan metode *event tree analysis*

2. Menentukan tujuan penelitian

   Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui dampak jika kecelakaan terjadi dan menentukan tingkat kemungkinan berhasil dan gagalnya mitigasi yang telah ditetapkan mengatasi kecelakaan kerja tersebut.

3. Tinjauan pustaka dan studi literatur

   Tinjauan pustaka dan studi literatur yang digunakan memiliki topik permasalahan yang berhubungan dengan topik penelitian seperti objek, metode, data dan teori yang digunakan.

4. Pengumpulan data

   Dalam penelitian ini, data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan didapat dari wawancara dan kuesioner yang diberikan kepada 4 teknisi proyek. Data sekunder digunakan untuk studi literatur dapat berupa jurnal atau buku yang mendukung teori penelitian dan dokumen yang dapat digunakan dalam penelitian ini, seperti peraturan perundang-undangan di daerah dilakukannya penelitian kecelakaan kerja.

5. Analisis data dan pengolahan data

   Pada penelitian ini analisis data menggunakan metode *Event Tree Analysis* atau analisis pohon kejadian. Berikut merupakan langkah-langkah analisis data:

   a. Mengamati keselamatan kerja pada saat pekerjaan *erection girder*. Tujuannnya adalah untuk menentukan peristiwa risiko awal yang akan digunakan sebagai ilustrasi dalam analisi pohon kejadian.
   b. Menetukan bagaimana skenario suatu peristiwa akan terjadi. langkah ini bertujuan untuk menentukan bagaimana peristiwa tersebut harusnya di atasi. Penanganan tersebut dicantumkan secara horizontal.
   c. Menentukan dampak yang dapat terjadi jika suatu skenario terjadi, lalu memperkirakan tingkat dampak yang dapat terjadi.

d. Menentukan tingkat kemungkinan bahwa suatu mitigasi berhasil atau gagal. Penentuan tingkat kemungkinan pada penelitian ini dapat diketahui menggunakan kuesioner yang dibagikan kepada pekerja sehingga diketahui tingkat kemungkinan berhasil dan gagalnya.
e. Setelah melakukan rancangan skenario untuk analisis pohon kejadian maka dapat diketahui tingkat dan dampak yang akan terjadi jika peristiwa tersebut terjadi. Selanjutnya melakukan evaluasi dan memberikan saran mengenai mitigasi yang benar sesuai dengan pengamatan.

6. Verifikasi ahli K3

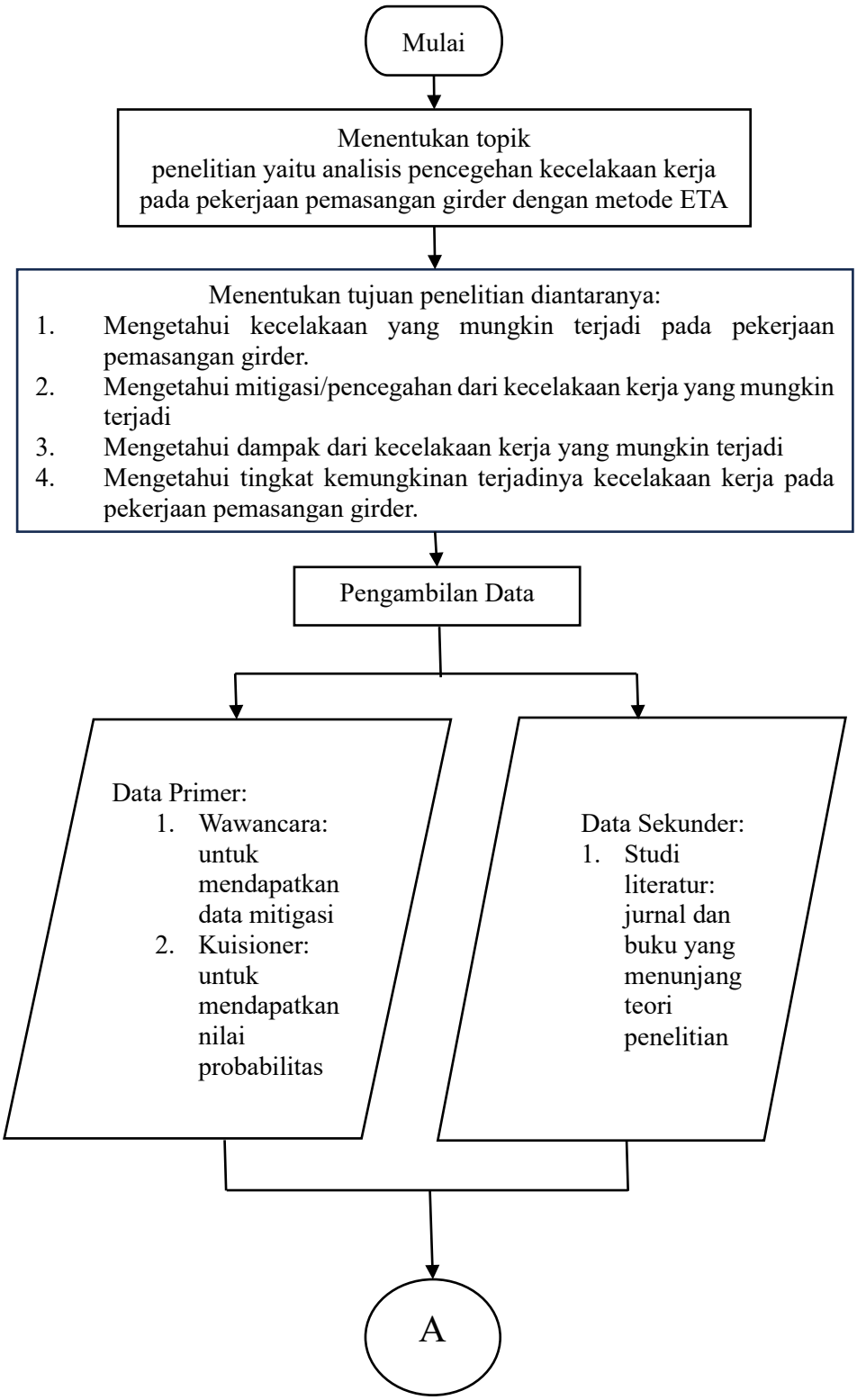
   Verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa hasil penelitian tidak menyimpang dan sesuai. Verifikasi ahli K3 dilakukan setelah rancangan grafis telah dibuat sesuai dengan harapan.

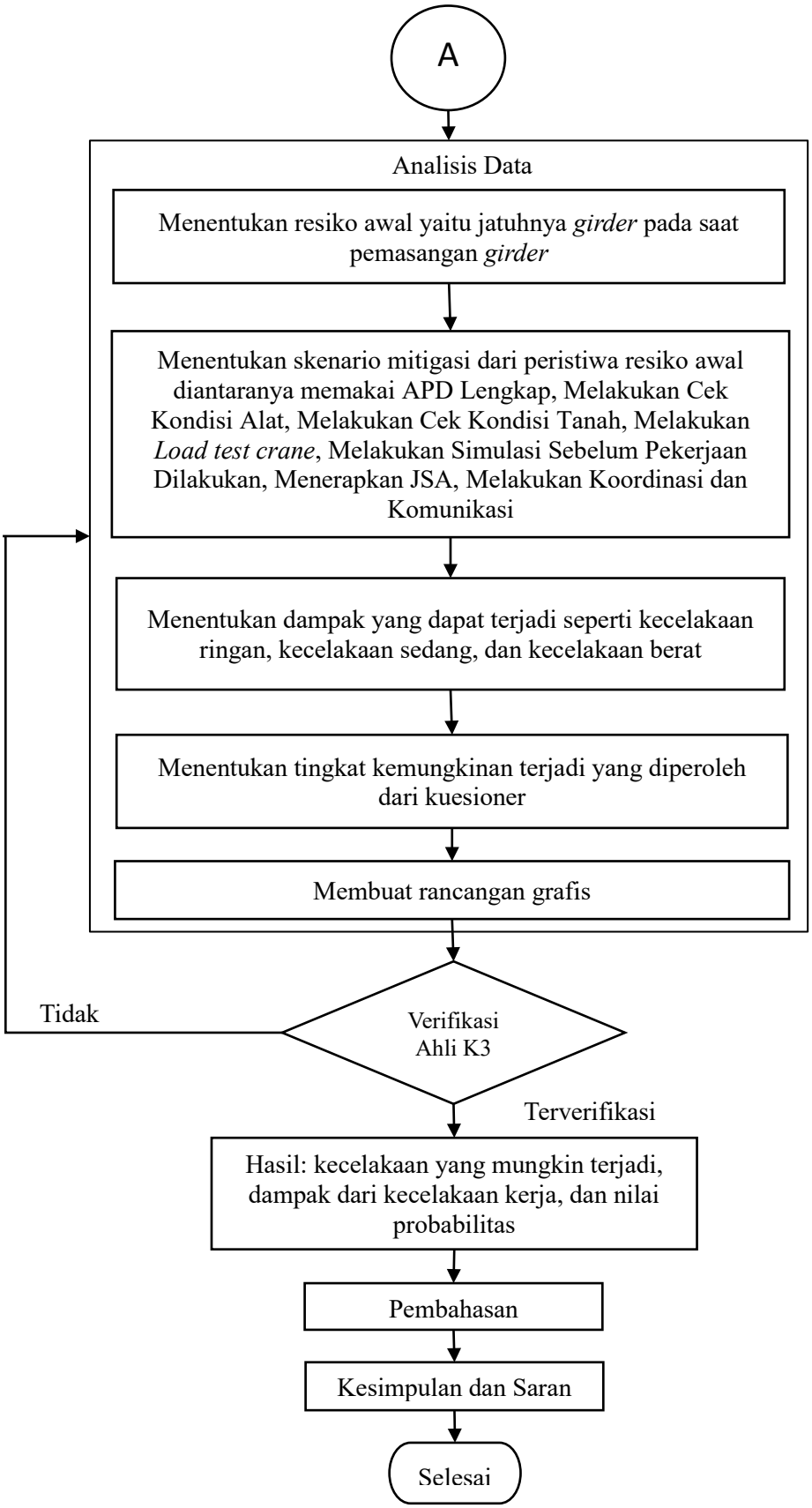
7. Pembahasan dan kesimpulan

   Hasil pembahasan meliputi proses pengolahan data tentang kecelakaan kerja pada pekerjaan *erection girder* menggunakan metode *Event Tree Analysis*, menjawab semua rumusan masalah yang telah ditetapkan sejak awal dan akhirnya mencapai kesimpulan yang berkaitan dengan topik penelitian.

4.6.2 Diagram alir penelitian

Berikut adalah diagram yang menunjukan alur penelitian ini dilakukan.


Mulai
Menentukan topik penelitian yaitu analisis pencegehan kecelakaan kerja pada pekerjaan pemasangan girder dengan metode ETA
Menentukan tujuan penelitian diantaranya:
1. Mengetahui kecelakaan yang mungkin terjadi pada pekerjaan pemasangan girder.
2. Mengetahui mitigasi/pencegahan dari kecelakaan kerja yang mungkin terjadi
3. Mengetahui dampak dari kecelakaan kerja yang mungkin terjadi
4. Mengetahui tingkat kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja pada pekerjaan pemasangan girder.
Pengambilan Data
Data Primer:
1. Wawancara: untuk mendapatkan data mitigasi
2. Kuisioner: untuk mendapatkan nilai probabilitas
Data Sekunder:
1. Studi literatur: jurnal dan buku yang menunjang teori penelitian
A

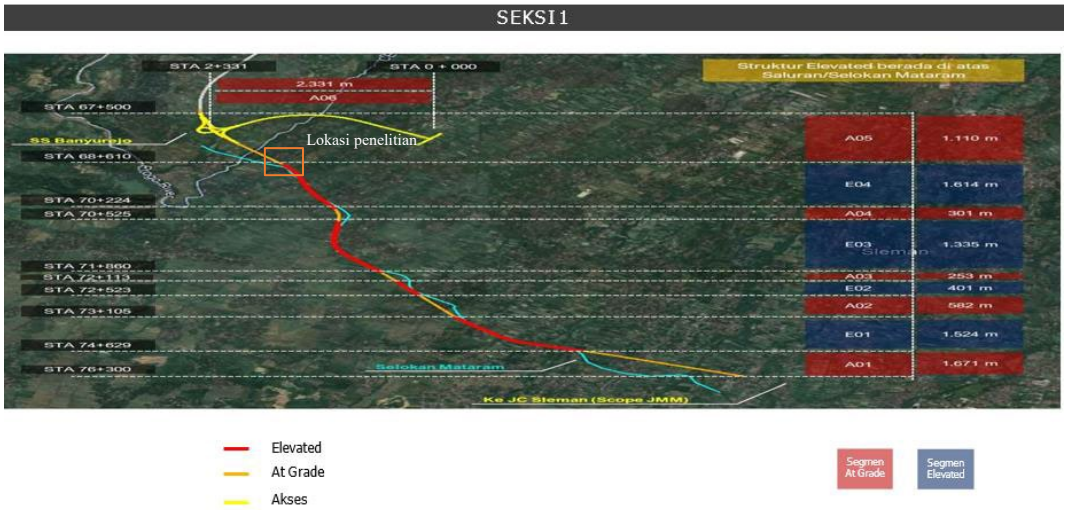

A
Analisis Data
Menentukan resiko awal yaitu jatuhnya *girder* pada saat pemasangan *girder*
Menentukan skenario mitigasi dari peristiwa resiko awal diantaranya memakai APD Lengkap, Melakukan Cek Kondisi Alat, Melakukan Cek Kondisi Tanah, Melakukan *Load test crane*, Melakukan Simulasi Sebelum Pekerjaan Dilakukan, Menerapkan JSA, Melakukan Koordinasi dan Komunikasi
Menentukan dampak yang dapat terjadi seperti kecelakaan ringan, kecelakaan sedang, dan kecelakaan berat
Menentukan tingkat kemungkinan terjadi yang diperoleh dari kuesioner
Membuat rancangan grafis
Verifikasi Ahli K3
Tidak
Terverifikasi
Hasil: kecelakaan yang mungkin terjadi, dampak dari kecelakaan kerja, dan nilai probabilitas
Pembahasan
Kesimpulan dan Saran
Selesai

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini menggunakan studi kasus mengenai Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Seksi 1 yang terletak di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan sebagian jalan tol juga berada di Provinsi Jawa Tengah. Pembangunan dimulai tahun 2022 dan masih berlangsung sampai sekarang. Proyek ini dimiliki oleh PT. Jasamarga Jogja Bawen dengan kontraktor PT. Adhi Karya (Persero) Tbk.

Pada penelitian ini, data dikumpulkan melalui wawancara seorang teknisi proyek di PT. Adhi Karya. Tujuan wawancara ini adalah untuk mengetahui kecelakaan kerja apa saja yang dapat terjadi pada saat *erection girder* dan mitigasi yang ditetapkan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Seksi 1. Narasumber yang diwawancarai adalah Handi Rizkianto, yang menjabat sebagai *Construction Engineer* proyek ini.



Gambar 5. 1 Lokasi Penelitian

(Sumber: PT. Adhi Karya (Persero))

5.2 Pekerjaan *Erection Girder* di Lokasi Penelitian

Girder merupakan balok horizontal berukuran besar yang digunakan untuk mendistribusikan beban dari struktur di atasnya ke kolom dan pondasi atau dari lantai ke balok utama. *Girder* ditempatkan secara membujur di antara dua tumpuan (abutment dan *pierhead*). Menurut narasumber dan pengamatan di lokasi proyek terdapat beberapa kecelakaan kerja yang dapat terjadi pada pekerjaan *erection girder* pada proyek tersebut antara lain:

1. Kegagalan crane
   a. Crane tergelincir atau terbalik
   b. Kabel sling putus
2. Kegagalan hidrolik
   a. Tekanan hidrolik tidak stabil
   b. Kebocoran atau kegagalan sistem hidrolik
3. Kegagalan struktur
   a. Jatuhnya girder
   b. Sambungan girder lepas atau gagal
   c. Scaffolding roboh sehingga pekerja jatuh
4. Kegagalan lifting



Gambar 5. 2 Pekerjaan *Erection girder* dengan *Crane*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Berdasarkan dari hasil pengamatan dan wawancara yang telah dilakukan, kecelakaan kerja yang beresiko tinggi terjadi adalah jatuhnya *girder* pada saat *erection girder*. Alasan kecelakaan ini dikatakan sangat serius adalah karena jika seseorang tertimpa *girder* yang jatuh maka dapat menyebabkan cedera parah bahkan dapat berpotensi menyebabkan kematian. Pada Proyek ini belum pernah terjadi kecelakaan kerja pada pekerjaan *erection girder.*

5.3 Analisis data

Penelitian ini dilakukan dengan menemukan kecelakaan kerja yang mungkin terjadi dalam pengangkatan *girder* (Peristiwa awal). Setelah menemukan kecelakaan kerja yang dapat terjadi, langkah selanjutnya adalah mendapatkan mitigasi yang ada pada proyek ini. Setelah mendapatkan kasus kecelakaan kerja dan memahami mitigasi yang diterapkan dalam proyek ini, kemudian menggambar diagram analisis pohon kejadian dengan peristiwa awal berada di dasar pohon dan bercabang sesuai dengan hasil yang terjadi.

Setelah memperoleh akar dan cabang dari kejadian awal yang sudah dipetakan, langkah selanjutnya adalah menentukan probabilitas pada masing-masing cabang. Probabilitas yang diperoleh berasal dari kuesioner yang dibagikan. Kuisioner yang disebarkan berjumlah empat. Kuesioner yang terdapat pada lampiran 5 disebarkan kepada empat teknisi pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Jogja-Bawen. Keempat kuesioner ini disebarkan kepada teknisi proyek di lapangan untuk menyinkronkan probabilitas kemungkinan terjadi. Berikut merupakan tabel mengenai profil dari responden penelitian:

Tabel 5. 1 Profil Responden

Nama	Jenis Kelamin	Pendidikan Terakhir	Jabatan	Masa Kerja
Ade	Laki-laki	D3	Construction Engineer	3-6 tahun
Iwan Susanto	Laki-laki	D3	Civil Supervisor	7-10 tahun
Hardian Andresworo	Laki-laki	S1	Project Construction Manager	3-6 tahun
Budoyo	Laki-laki	D3	Production Manager	11-13 tahun

5.4 Pengerjaan *Event Tree Analysis*

5.4.1 Menentukan Peristiwa Resiko Awal (*Initial event*)

Menentukan peristiwa risiko awal (*initial event)* adalah langkah pertama dalam menerapkan metode analisis pohon kejadian. Pada tahap ini, perlu dilakukan analisis di lapangan untuk memahami semua kemungkinan dan risiko kecelakaan kerja yang muncul selama *erection girder* dalam Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Seksi 1. Berdasarkan pengamatan di proyek dan informasi dari narasumber, risiko yang dapat terjadi selama *erection girder* atau peristiwa risiko awal (*initial event)* yang diidentifikasi dalam penelitian ini adalah jatuhnya *girder* pada saat *erection girder*.

5.4.2 Menentukan Skenario Mitigasi dari Peristiwa Risiko Awal (*Initial event)*

Mitigasi adalah sekumpulan tindakan atau langkah yang dibuat untuk menghentikan, mengurangi, atau mengatur risiko kecelakaan di lokasi kerja. Tujuan mitigasi adalah untuk menjaga keselamatan dan kesehatan pekerja, mengurangi kerugian fisik, serta memastikan kelancaran aktivitas operasional dalam pekerjaan.

Dalam sub bab ini, tindakan mitigasi yang digunakan adalah mitigasi terhadap risiko awal (*initial event)* yang telah ditetapkan pada sub bab sebelumnya. Risiko awal (*initial event*) yang dipilih adalah jatuhnya *girder* pada saat *erection girder*. Mitigasi yang diperoleh selanjutnya akan menjadi *pivotal event* yang memberikan gambaran umum tentang upaya yang dilakukan untuk mencegah atau mengantisipasi kecelakaan kerja tersebut. Dari masing- masing *pivotal event* ini akan dikembangkan lebih lanjut hingga menacpai keberhasilan mitigasi dan kegagalan mitigasi tersebut. Mitigasi yang diterapkan menggunakan data yang diperoleh dari hasil wawancara dengan narasumber yang bekerja pada proyek tersebut.

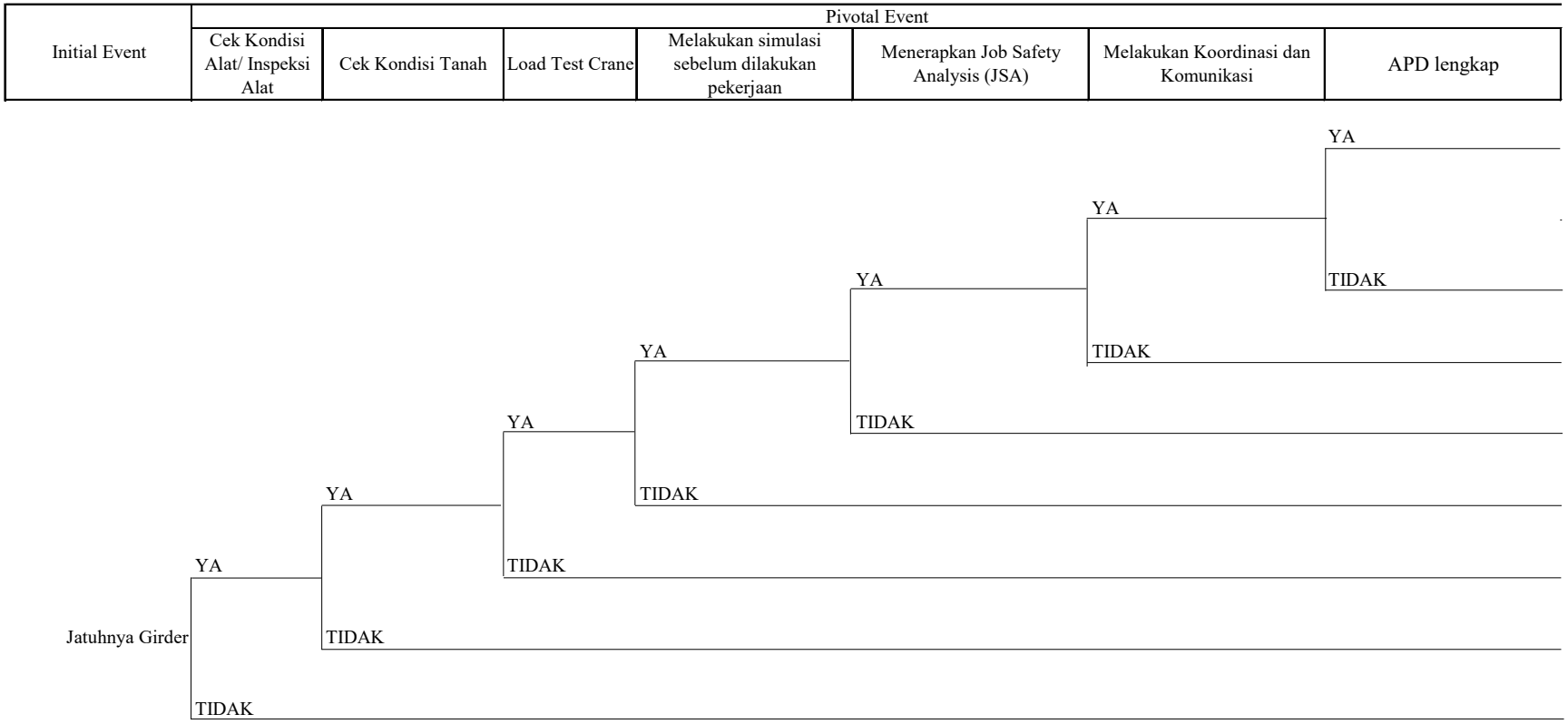
Mitigasi yang ditentukan bertujuan untuk mengurangi risiko dan memudahkan proses penyusunan gambaran dari diagram analisis pohon kejadian. Mitigasi juga bertujuan untuk mengurangi dan mencegah resiko kecelakaan kerja, terutama jatuhnya *girder* pada saat *erection girder*.

Berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber yang bekerja pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Seksi 1 menunjukkan bahwa terdapat

beberapa mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi dan mencegah terjadinya risiko kecelakaan kerja pada saat *erection girder*. Beberapa mitigasi tersebut adalah sebagai berikut.

1. Cek kondisi alat/ inspeksi alat
2. Cek kondisi Tanah
3. Melakukan *Load test crane*
4. Melakukan simulasi sebelum dilakukan pekerjaan
5. Menerapkan *Job Safety Analysis* (JSA)
6. Melakukan koordinasi dan komunikasi
7. Menggunakan APD lengkap pada saat memasuki lokasi pekerjaan

PT. Adhi Karya Persero (Tbk), kontraktor utama untuk Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Seksi 1 menetapkan penggunaan mitigasi yang digunakan tersebut berdasarkan peraturan perundang-undangan K3 dan keputusan departemen. Berikut adalah gambaran dari metode analisis pohon kejadian beserta risiko awal dan mitigasi yang ada:



Gambar 5. 3 Penggambaran Grafik Mitigasi yang Dapat Dilakukan Menggunakan Metode *Event Tree Analysis*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

5.4.3 Menentukan Dampak yang dapat Terjadi

Langkah selanjutnya setelah menentukan mitigasi serta penggambaran diagram pohon kejadian adalah menentukan dampak yang dapat terjadi apabila pekerja tidak menerapkan mitigasi pada saat pekerjaan *erection girder*.

Dampak adalah benturan, pengaruh yang mendatangkan akibat baik positif maupun negatif (Dondo dkk., 2021). Dampak digunakan untuk menunjukan hasil atau pengaruh dari tindakan, keadaan, atau peristiwa tertentu. Dampak dapat menjadi suatu kekuatan yang berdampak positif atau negatif pada sesuatu atau individu. Hal ini merupakan reaksi atau perubahan yang muncul akibat dari tindakan atau peristiwa tertentu.

Dampak yang dapat terjadi pada pekerjaan *erection girder* pada penelitian ini menggunakan pengelompokan dampak berdasarkan Suma'mur (2001) dalam Sitanggang (2021). Menurut Suma'mur kecelakaan kerja dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan tingkat kerusakan yang disebabkan, yaitu:

1. Kecelakaan Kerja Ringan

   Kecelakaan kerja ringan merupakan kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerja lalu memerlukan pengobatan atau perawatan pada hari itu dan dapat kembali bekerja atau istirahat selama < 2 hari.

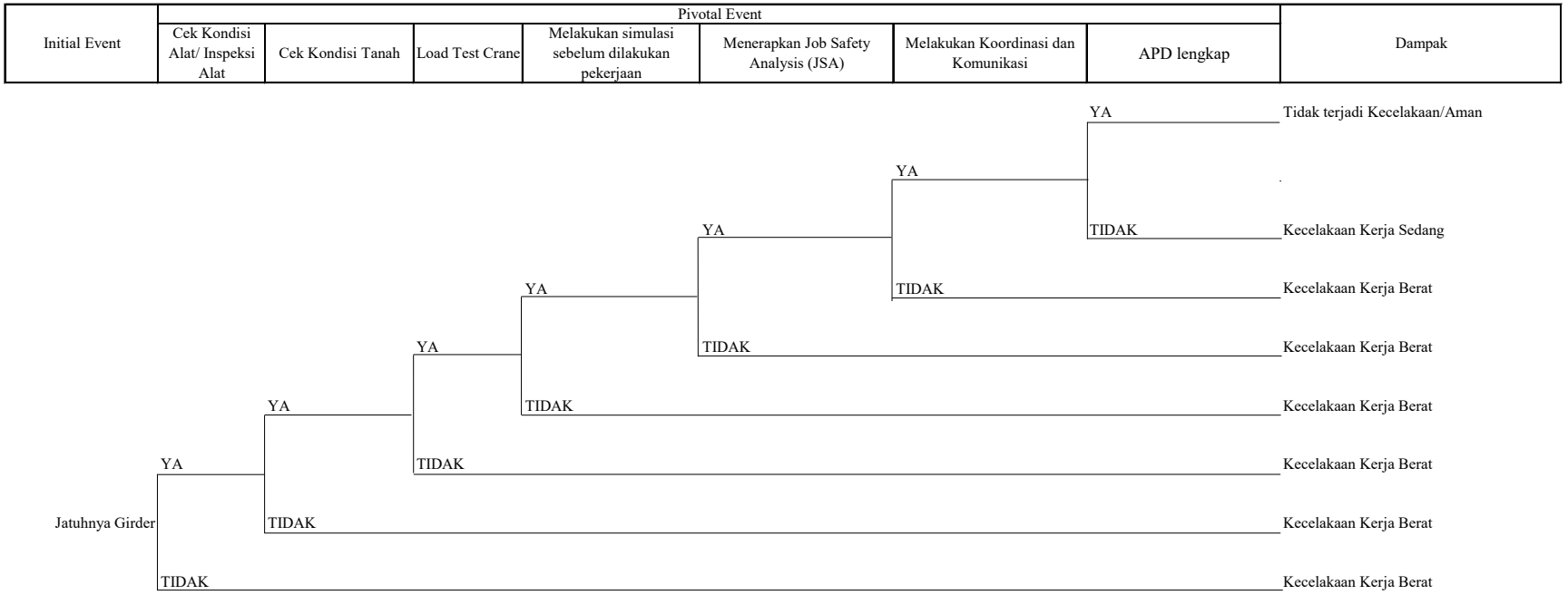
2. Kecelakaan Kerja Sedang

   Kecelakaan kerja sedang merupakan kecelakaan kerja yang menimpa pekerja dan membutuhkan waktu untuk pemulihan dan perawatan selama lebih dari 2 hari. Setelah mendapatkan waktu untuk pemulihan selama 2 hari pekerja dapat bekerja kembali.

3. Kecelakaan Kerja Berat

   Kecelakaan kerja berat merupakan kecelakaan kerja yang menimpa pekerja sehingga menyebabkan cedera dan gangguan fungsi tubuh pada pekerja. Kecelakaan kerja berat menyebabkan pekerja tidak dapat melanjutkan pekerjaannya lagi dan kehilangan pendapatan.

Dengan menggunakan metode *Event Tree Analysis* (ETA) yang juga dikenal sebagai analisis pohon kejadian, berikut merupakan gambaran dari dampak kecelakaan kerja jatuhnya *girder* pada saat *erection girder*.



Gambar 5. 4 Penentuan Dampak Yang Dapat Terjadi Menggunakan Metode *Event Tree Analysis*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Berdasarkan gambar 5.4 di atas didapatkan dampak kecelakaan kerja pada saat *erection girder*. Penentuan dampak dari pivotal event didasarkan pada analisis konsekuensi yang terjadi setelah kejadian tersebut. Pendekatan yang digunakan meliputi kajian literatur dan studi kasus kecelakaan serupa untuk memetakan perkembangan pivotal event menjadi berbagai skenario kecelakaan dengan tingkat dampak yang berbeda. Dengan demikian, identifikasi dampak dilakukan secara sistematis berdasarkan hubungan sebab-akibat dari pivotal event guna memperoleh gambaran risiko secara menyeluruh.

Berdasarkan penentuan dampak dari kecelakaan kerja jatuhnya *girder* pada saat *erection girder* menggunakan analisis pohon kejadian di atas, menunjukkan bahwa enam kemungkinan kecelakaan kerja berat terjadi, satu kemungkinan kecelakaan kerja sedang dan satu kemungkinan kecelakaan tidak terjadi atau aman. Penyebab kecelakaan kerja berat terjadi sebanyak enam skema adalah karena jatuhnya *girder* merupakan kecelakaan kerja yang diklasifikasikan sebagai kecelakaan kerja berat yang memiliki potensi fatalitas dan dampak besar pada proyek.

5.4.4 Menentukan Probabilitas dari Setiap Kemungkinan yang Dapat Terjadi

Langkah selanjutnya yang dapat dilakukan setelah mengidentifikasi risiko awal, mitigasi, dan potensi dampak yang mungkin terjadi adalah mencari nilai probabilitas dari setiap kemungkinan dari kecelakaan kerja yang dapat terjadi. Tujuan dari nilai probabilitas adalah untuk menentukan seberapa mungkin suatu peristiwa kecelakaan kerja dapat terjadi ketika melihat seberapa berhasil atau gagalnya mitigasi untuk mencegah kecelakaan kerja terjadi. Pada penelitian ini kecelakaan kerja yang dicegah adalah ketika jatuhnya *girder* pada saat *erection girder*.

Nilai probabilitas untuk setiap rencana kejadian yang ada diperoleh dari kuesioner yang telah diberikan kepada para pekerja *erection girder* di lapangan. Kuesioner yang dibagikan kepada pekerja merupakan deskripsi angka atau "*verbal descriptors*" yang ada pada data Kementerian PU (2021). Tujuan dari penggunaan

deskripsi angka ini adalah untuk memperkirakan probabilitas reaksi yang akan terjadi dalam kasus dimana tidak ada dasar atau informasi yang memadai. Berikut merupakan tabel deskripsi angka atau "*verbal descriptors*".

Tabel 5. 2 Deskripsi Verbal

Deskripsi	Probabilitas (%)
Pasti (*Virtually Certain)*	99.9
Sangat Mungkin (*Very Likely*)	99
Mungkin (*Likely*)	90
Sedang (*Neutral*)	50
Tidak Mungkin (*Unlikely*)	10
Sangat Tidak Mungkin (*Very Unlikely*)	1
Mustahil (*Virtually Impossible*)	0.1

(Sumber: Kementerian PU)

Berikut merupakan rekap hasil kuesioner yang dibagikan kepada para pekerja di lapangan:

Tabel 5. 3 Rekapan Hasil Kuesioner

No	Akar Penyebab	Probabilitas							
		Responden 1		Responden 2		Responden 3		Responden 4	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
1	*Initial Event*								
	-Jatuhnya *girder* pada saat pekerjaan *erection girder*	99%	1%	90%	10%	90%	10%	90%	10%
2	*Pivotal Event*								
	-Cek Kondisi Alat/ Inspeksi Alat	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%
	- Cek Kondisi Tanah sebelum melakukan *erection girder*	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%
	- Melakukan *Load test crane*	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%
	- Melakukan simulasi sebelum dilakukan pekerjaan	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%
	- Menerapkan *Job Safety Analysis* (JSA)	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%
	- Melakukan Koordinasi dan Komunikasi	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%
	-Menggunakan APD lengkap	99,9%	0,1%	99%	1%	99,9%	0,1%	99,9%	0,1%

Setelah mendapatkan hasil kuesioner, langkah selanjutnya adalah menghitung rata-rata nilai probabilitas kecelakaan kerja dan mitigasi sebagai berikut:

Probabilitas terjadinya kejadian awal

$$= \frac{Responden\ 1 + Responden\ 2 + Responden\ 3 + Responden\ 4}{4}$$

$$= \frac{99\%+90\%+90\%+90\%}{4}$$

$$= 92{,}25\%$$

Probabilitas tidak terjadinya kejadian awal

$$= \frac{Responden\ 1 + Responden\ 1 + Responden\ 3 + Responden\ 4}{4}$$

$$= \frac{1\%+10\%+10\%+10\%}{4}$$

$$= 7{,}75\%$$

Berikut dibawah ini merupakan hasil akhir dari kuesioner yang telah dibagikan kepada 4 pekerja mengenai nilai probabilitas:

Tabel 5. 4 Nilai Probabilitas Kejadian Awal dan Mitigasi

No	Akar Penyebab	Probabilitas	
		Responden	
		Ya	Tidak
1	Kejadian awal		
	-Jatuhnya *Girder* Pada Saat *Erection girder*	92,25%	7,75%
2	Mitigasi yang dilakukan		
	-Cek Kondisi Alat/ Inspeksi Alat	99,9%	0,1%
	- Cek Kondisi Tanah sebelum melakukan *erection girder*	99,9%	0,1%
	- Melakukan *Load test crane*	99,9%	0,1%
	- Melakukan simulasi sebelum dilakukan pekerjaan	99,9%	0,1%
	- Menerapkan *Job Safety Analysis* (JSA)	99,9%	0,1%
	- Melakukan Koordinasi dan Komunikasi	99,9%	0,1%
	-Menggunakan APD lengkap	99,675%	0,325

Berdasarkan tabel 5.4 di atas didapatkan nilai probabilitas kejadian awal terjadi sebesar 92,2%. Sedangkan nilai probabilitas tidak terjadinya kejadian awal adalah 7,25%. Oleh karena itu, pada pekerjaan *erection girder* para pekerja harus mematuhi aturan dan mitigasi yang sudah ditetapkan.

Langkah selanjutnya setelah memperoleh nilai probabilitas dari kejadian awal dan mitigasinya adalah memasukan nilai probabilitas tersebut ke dalam grafik analisis pohon kejadian. Probabilitas dari setiap mitigasi akan dikalikan dan dijadikan satu sesuai dengan skema kemungkinan kecelakaan kerja. Skema dari kecelakaan kerja yang terjadi berdasarkan penggambaran metode pohon kejadian berjumlah delapan. Berikut merupakan perhitungan dari setiap skema kejadian:

Skema 1 = Tdak melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat
Perhitungan = PIE x P1T
= 92,25% x 0,1%
= 0,0923%
Skema 2 = Melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat, tetapi tidak melakukan cek kondisi tanah
Perhitungan = PIE x P1Y x P2T
= 92,25% x 99,90% x 0,1%
= 0,0922%
Skema 3 = Melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat, melakukan cek kondisi tanah, tetapi tidak melakukan *load test crane*
Perhitungan = PIE x P1Y x P2Y x P3T
= 92,25% x 99,9% x 99,9% x 0,1%
= 0,0921%
Skema 4 = Melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat, melakukan cek kondisi tanah, melakukan *load test crane*, tetapi tidak melakukan simulasi sebelum dilakukan pekerjaan
Perhitungan = PIE x P1Y x P2Y x P3Y x P4T
= 92,25% x 99,95% x 99,9% x 99,9% x 0,1%
= 0,0920%
Skema 5 = Melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat, melakukan cek kondisi tanah, melakukan *load test crane*, melakukan simulasi sebelum dilakukan pekerjaan, tetapi tidak menerapkan *Job Safety Analysis* (JSA)

Perhitungan = PIE x P1Y x P2Y x P3Y x P4Y x P5T
= 92,25% x 99,9% x 99,9% x 99,9% x 99,9% x 0,1%
= 0,0919%

Skema 6 = Melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat, melakukan cek kondisi tanah, melakukan *load test crane*, melakukan simulasi sebelum dilakukan pekerjaan, menerapkan *Job Safety Analysis* (JSA), tetapi tidak melakukan koordinasi dan komunikasi

Perhitungan = PIE x P1Y x P2Y x P3Y x P4Y x P5Y x P6T
= 92,25% x 99,9% x 99,9% x 99,9% x 99,9% x 99,9% x 0,1%
= 0,0918%

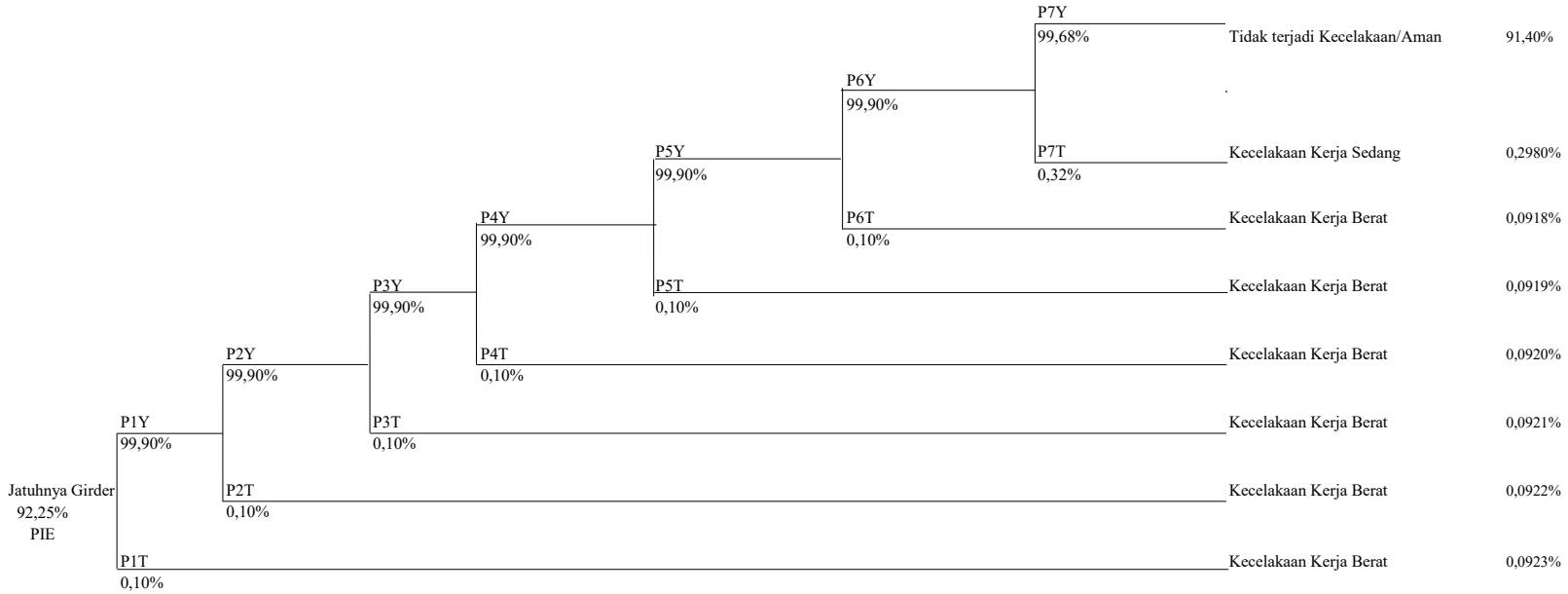
Skema 7 = Melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat, melakukan cek kondisi tanah, melakukan *load test crane*, melakukan simulasi sebelum dilakukan pekerjaan, menerapkan *Job Safety Analysis* (JSA), melakukan koordinasi dan komunikasi, tetapi tidak menggunakan APD lengkap

Perhitungan = PIE x P1Y x P2Y x P3Y x P4Y x P5Y x P6Y x P7T
= 92,25% x 99,9% x 99,9% x 99,9% x 99,9% x 99,9% x 99,9% x 0,32%
= 0,02980%

Skema 8 = Melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat, melakukan cek kondisi tanah, melakukan *load test crane*, melakukan simulasi sebelum dilakukan pekerjaan, menerapkan *Job Safety Analysis* (JSA), melakukan koordinasi dan komunikasi, dan menggunakan APD lengkap

Perhitungan = PIE x P1Y x P2Y x P3Y x P4Y x P5Y x P6Y x P7Y
= 92,25% x 99,9% x 99,9% x 99,9% x 99,9% x 99,9% x 99,9% x 99,68% x 99,675%
= 91,40%

Initial Event	Pivotal Event							Dampak	Probabilitas
	Cek Kondisi Alat/ Inspeksi Alat	Cek Kondisi Tanah	Load Test Crane	Melakukan simulasi sebelum dilakukan pekerjaan	Menerapkan Job Safety Analysis (JSA)	Melakukan Koordinasi dan Komunikasi	APD lengkap		



Gambar 5. 5 Penentuan Probabilitas dan Hasil Akhir Metode *Event Tree Analysis*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Tabel 5. 5 Keterangan Notasi Angka

No	Notasi	Deskripsi
1	PIE	Probabilitas risiko awal (*Initial event*)
2	P1Y	Probabilitas *event* 1 digunakan
3	P1T	Probabilitas *event* 1 tidak digunakan
4	P2Y	Probabilitas *event* 2 digunakan
5	P2T	Probabilitas *event* 2 tidak digunakan
6	P3Y	Probabilitas *event* 3 digunakan
7	P3T	Probabilitas *event* 3 tidak digunakan
8	P4Y	Probabilitas *event* 4 digunakan
9	P4T	Probabilitas *event* 4 tidak digunakan
10	P5Y	Probabilitas *event* 5 digunakan
11	P5T	Probabilitas *event* 5 tidak digunakan
12	P6Y	Probabilitas *event* 6 digunakan
13	P6T	Probabilitas *event* 6 tidak digunakan
14	P7Y	Probabilitas *event* 7 digunakan
15	P7T	Probabilitas *event* 7 tidak digunakan

Berdasarkan hasil dari penggambaran di atas, probabilitas untuk skema sistem keselamatan yang aman atau tidak terjadi kecelakaan adalah 9,1400 x 10^{-1} atau 91,40%. Nilai tersebut didapatkan pada saat pekerja menggunakan seluruh aturan dan mitigasi yang telah ditetapkan proyek. Berikut merupakan rekapan hasil analisis dari metode *event tree analysis*:

Tabel 5. 6 Hasil Analisis Metode *Event Tree Analysis*

No	Mitigasi yang Dilakukan	Dampak	Probabilitas
1	Tidak melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat	Kecelakaan kerja berat	0,0923%
2	Melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat, tetapi tidak melakukan cek kondisi tanah	Kecelakaan kerja berat	0,0922%
3	Melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat, melakukan cek kondisi tanah, tetapi tidak melakukan *load test crane*	Kecelakaan kerja berat	0,0921%
4	Melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat, melakukan cek kondisi tanah, melakukan *load test crane*, tetapi tidak melakukan simulasi sebelum dilakukan pekerjaan	Kecelakaan kerja berat	0,0920%

Lanjutan Tabel 5.6 Hasil Analisis Metode *Event Tree Analysis*

No	Mitigasi yang Dilakukan	Dampak	Probabilitas
5	Melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat, melakukan cek kondisi tanah, melakukan *load test crane*, melakukan simulasi sebelum dilakukan pekerjaan, tetapi tidak menerapkan *Job Safety Analysis* (JSA)	Kecelakaan kerja berat	0,0919%
6	Melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat, melakukan cek kondisi tanah, melakukan *load test crane*, melakukan simulasi sebelum dilakukan pekerjaan, menerapkan *Job Safety Analysis* (JSA), tetapi tidak melakukan koordinasi dan komunikasi	Kecelakaan kerja berat	0,0918%
7	Melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat, melakukan cek kondisi tanah, melakukan *load test crane*, melakukan simulasi sebelum dilakukan pekerjaan, menerapkan *Job Safety Analysis* (JSA), melakukan koordinasi dan komunikasi, tetapi tidak menggunakan APD lengkap	Kecelakaan kerja sedang	0,2980%
8	Melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat, melakukan cek kondisi tanah, melakukan *load test crane*, melakukan simulasi sebelum dilakukan pekerjaan, menerapkan *Job Safety Analysis* (JSA), melakukan koordinasi dan komunikasi, dan menggunakan APD lengkap	Tidak terjadi kecelakaan kerja atau aman	91,40%

Dari Tabel 5.6 di atas dapat dihitung nilai probabilitas terjadinya kecelakaan kerja. Nilai probabilitas dihitung dengan menjumlahkan semua skema yang memiliki kegagalan mitigasi dalam mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Berikut merupakan perhitungannya:

Nilai probabilitas total terjadinya kecelakaan kerja

= skema 1 + skema 2 + skema 3 + skema 4 + skema 5 + skema 7

= 0,0923%+0,0922%+0,0921%+0,0920%+0,0919%+0,0918%+0,2980%

= 0, 85%

Dari perhitungan di atas di dapatkan bahwa nilai probabilitas risiko jatuhnya *girder* pada saat *erection girder* adalah sebesar 0,85%.

5.5 Pengendalian risiko dengan pendekatan hierarki

Pengendalian risiko dengan pendekatan hierarki memiliki 5 tahapan diantaranya eliminasi, substistusi, rekayasa teknik, administrasi, dan alat pelindung diri. Pada saat pekerjaan *erection girder* eliminasi dan substistusi tidak dapat digunakan. Tahapan rekayasa teknik dapat dilakukan dengan membuat perhitungan terhadap alat berat dan beban yang akan di angkat, memberikan peringatan tidak boleh istirahat dibawah alat berat yang sedang parkir dan membunyikan klakson sebagai tanda bahwa alat akan digunakan. Tahapan administrasi dilakukan dengan memastikan bahwa operator yang digunakan merupakan operator bersertifikat, memiliki dokumen SOP yang mudah dipahami, dan memastikan melakukan cek list setiap pekerjaan yang telah selesai dan memastikan pekerjaan tersebut benar. Tahapan yang terakhir adalah dengan menggunakan alat pelindung diri seperti masker, helm, *safety shoes,* rompi dan sarung tangan.

5.6 Pembahasan

Penelitian dilaksanakan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Jogja Bawen Seksi 1. Penelitian ini hanya berfokus pada kecelakaan kerja pada saat pekerjaan *erection girder*. Menurut wawancara dengan salah satu pekerja proyek, selama pekerjaan *erection girder* belum ada kecelakaan kerja yang terjadi pada saat pekerjaan *erection girder*. Tetapi apabila pekerja tidak mematuhi aturan dan mitigasi yang ada, kecelakaan kerja pasti akan terjadi pada saat melakukan pekerjaan *erection girder* tersebut. Kecelakaan yang mungkin terjadi pada saat *erection girder* diantaranya jatuhnya *girder*, Pekerja jatuh dari ketinggian, *sling* putus, dan kegagalan *lifting*.

Berdasarkan hasil wawancara dengan seorang pekerja yang berada pada proyek tersebut, mitigasi yang dilakukan pada saat *erection girder* yaitu: melakukan cek kondisi alat/inspeksi alat, melakukan cek kondisi tanah sebelum melakukan *erection girder*, melakukan *load test crane*, melakukan simulasi sebelum pekerjaa dimulai, menerapkan *Job Safety Analysis* (JSA), serta melakukan koordinasi dan komunikasi, menggunakan APD lengkap saat melakukan pekerjaan *erection girder*.

Risiko awal yang didapatkan dari kecelakaan kerja pada saat pekerjaan *erection girder* tersebut adalah jatuhnya *girder*. Setelah mendapatkan risiko awal dan mitigasi untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja, langkah selanjutnya adalah melakukan pencabangan kemungkinan berhasil dan gagal untuk setiap mitigasi yang telah ditetapkan. Dari hasil pencabangan didapatkan delapan skema dengan satu skema berhasil menanggulangi kecelakaan kerja dan tujuh skema lainnya merupakan skema gagal menanggulangi kecelakaan kerja sehingga memberikan dampak.

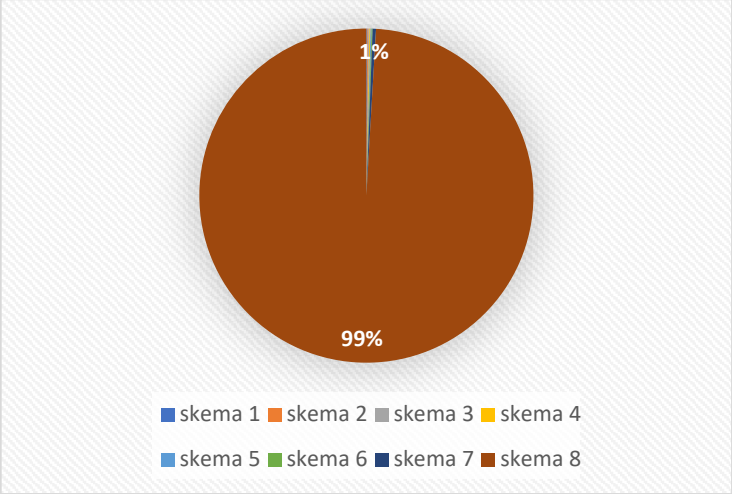
Setelah mendapatkan hasil percabangan, langkah berikutnya adalah menentukan dampak yang dapat terjadi pada setiap skema yang digambarkan pada grafik analisis pohon kejadian. Analisis dampak dari setiap skema dalam penelitian ini didasarkan pada klasifikasi dampak kecelakaan kerja yang dirumuskan oleh Suma'mur. Suma'mur (2001) membagi dampak kecelakaan kerja menjadi tiga kategori diantaranya kecelakaan kerja ringan, kecelakaan kerja sedang, dan kecelakaan kerja berat. Dalam penelitian ini, tercatat enam kejadian kecelakaan kerja berat, satu kejadian kecelakaan kerja sedang dan satu kejadian dimana tidak terjadi kecelakaan kerja atau situasi aman. Tidak terjadinya kecelakaan kerja atau aman adalah skema dimana para pekerja mematuhi semua mitigasi yang telah ditetapkan untuk mencegah kecelakaan kerja pada proyek ini.

Langkah terakhir dari penggambaran analisis pohon kejadian pada kecelakaan kerja jatuhnya *girder* pada saat pekerjaan *erection girder* adalah menentukan probabilitas terjadinya kecelakaan kerja dan menentukan mitigasi yang digunakan berhasil atau gagal. Nilai probabilitas didapatkan dari hasil kuesioner yang telah dibagikan kepada para pekerja pada proyek tersebut. Terdapat empat kuesioner yang dibagikan kepada para pekerja pada penelitian ini.

Nilai probabilitas yang didapakan untuk probabilitas risiko awal (*initial event*) yang telah ditentukan diawal yaitu jatuhnya *girder* pada saat pekerjaan *erection girder* adalah 92,25%. Setelah mendapatkan nilai probabilitas untuk risiko awal, selanjutnya adalah mencari nilai probabilitas pada setiap *pivotal event* yang telah didapatkan. Nilai probabilitas yang didapatkan pada penggunaan APD lengkap sebesar 99,68%, melakukan cek kondisi alat atau inspeksi alat sebesar

99,90% melakukan cek kondisi tanah sebesar 99,90%, melakukan *Load test crane* sebesar 99,90%, melakukan simulasi sebelum pekerjaan dilakukan sebesar 99,90%, menerapkan JSA 99,90%, serta melakukan koordinasi dan komunikasi sebesar 99,90%. Setelah mendapatkan nilai probabilitas dari risiko awal dan *pivotal event*, percabangan dilakukan berdasarkan ya atau tidak nya *pivotal event* tersebut dapat mengantisipasi atau meminimalisir kecelakaan kerja terjadi. dalam metode *Event Tree Analysis* (ETA) ini, percabangan dilakukan sampai *pivotal event* yang telah ditetapkan mencapai kegagalan atau terjadinya kecelakaan kerja.

Dari percabangan yang telah dilakukukan terdapat delapan skema dimana satu skema kemungkinan kecelakaan kerja tidak terjadi atau aman dan tujuh skema lainnya merupakan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja berat. Skema pada saat tidak terjadinya kecelakaan kerja atau aman merupakan skema dimana semua *pivotal event* yang telah ditentukan harus dipatuhi. Skema tidak terjadinya kecelakaan kerja atau aman mendapatkan hasil akhir 91,40%. Sedangkan tujuh skema lainnya merupakan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja baik kecelakaan sedang maupun berat.



Gambar 5. 6 Hasil Skema Metode Event Tree Analysis

Dari ketujuh skema terjadinya kecelakaan kerja tersebut, didapatkan nilai probabilitas terjadinya kecelakaan kerja pada saat *erection girder* sebesar 0,85%.

Nilai tersebut didapat dari probabilitas total skema kegagalan yang mencerminkan akumulasi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja berdasarkan kombinasi berbagai skema yang melibatkan kegagalan suatu mitigasi melakukan pencegahan.

Berdasarkan hasil dari analisis probabilitas yang dilakukan pada setiap skema, probabilitas tidak terjadinya kecelakaan kerja atau aman merupakan probabilitas terbesar. Sedangkan nilai probabilitas terjadi nya risiko kecelakaan kerja kecil. Dari hasil kedua nilai probabilitas tersebut didapatkan bahwa kondisi aman atau tidak terjadinya risiko *girder* jatuh pada saat *erection girder* memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai probabilitas terjadinya risiko *girder* jatuh pada saat *erection girder*. Hal ini terjadi karena pekerja telah menggunakan mitigasi kecelakaan kerja yang ada pada proyek tersebut dengan baik.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil analisis kecelakaan kerja pada pekerjaan *erection girder* pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Seksi 1 dengan menggunakan metode *event tree analysis* adalah sebagai berikut:

1. Kecelakaan kerja yang yang dapat terjadi pada saat pekerjaan *erection girder* adalah jatuhnya *girder*, pekerja terjatuh dari ketinggian, *sling* putus dan kegagalan *lifting.*
2. Mitigasi dan pencegahan yang dapat dilakukan pada risiko kecelakaan kerja jatuhnya girder diantaranya cek kondisi alat/ inspeksi alat, cek kondisi tanah, melakukan *load test crane,* melakukan simulasi sebelum dilakukan pekerjaan, menerapkan *job safety analysis* (JSA), melakukan koordinasi dan komunikasi, menggunakan APD lengkap pada saat memasuki lokasi pekerjaan.
3. Dampak dari kecelakaan kerja jatuhnya *girder* diantaranya pekerja mengalami cedera berat, disabilitas bahkan kematian. Selain itu jatuhnya *girder* juga berdampak pada ekonomi pekerja. Pekerja kehilangan pendapatan karena kehilangan kemampuan bekerja untuk sementara atau selamanya.
4. Risiko jatuhnya *girder* pada saat *Erection girder* pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Seksi 1 memiliki nilai probabilitas sebesar 0,008501 atau 0,85%.

6.2 Saran

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, berikut merupakan saran yang dapat diberikan:

1. Pada seluruh proyek konstruksi harus mewajibkan para pekerjanya untuk mematuhi aturan penggunaan APD lengkap dan jika terdapat pekerja yang tidak mematuhi aturan pekerja tersebut harus diberikan tindakan tegas atau sanksi yang dapat membuat efek jera pada pekerja tersebut.
2. Untuk mengamati topik yang sejenis sebaiknya dalam penelitian selanjutnya menggunakan beberapa proyek yang berbeda agar data yang didapatkan lebih akurat dan detail serta hasil yang didapatkan juga akan lebih baik.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada *crane* tergelincir sebagai *initial event* sehingga dapat mengidentifikasi mitigasi dan dampak yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Agung Jaladri, R., Maranatha Wijayaningtyas, Lila Ayu Ratna Winanda, & Deviany Kartika. (2023). Analisa Risiko Kecelakaan Kerja Proyek Pembangunan Jalur Lintas Selatan Lot 7 Tambak – Serang Kabupaten Blitar Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Dan Metode Domino. *Jurnal Teknik Sipil*, *8*(1), 30–40. https://doi.org/10.56071/deteksi.v8i1.535

Aldillah, R. (2023). Manajemen Proyek Konstruksi 2023. In *Yayasan Kita Menulis* (Nomor August).

Alijoyo, A., Wijaya, B., & Jacob, I. (2022). *Event Tree Analysis Analisis Pohon Kejadian*. www.lspmks.-

Andrean, R., & Sriyana, I. (2022). *Analisis Probabilitas Kegagalan Bendungan Pacal Menggunakan Metode Event Tree Analysis*. *6*(2).

Dondo, S. M., Kiyai, B., & Palar, N. (2021). Dampak sosial pengelolaan tambang emas di Desa Bakan Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jap*, *7*(101), 63–72.

Labombang, M. (2011). Manajemen Risiko Dalam Proyek Konstruksi. *Jurnal SMARTek*, *9*, 39–46.

Martiwi, R., Koesyanti, H., & Tunggul, E. (2017). Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja Pada Pembangunan Gedung. *Higeia Journal of Public Health Research and Development*, *1*(4), 61–71.

Nurhidayatullah, E. F., & Kurniyawan, T. (2023). Analisis Perbandingan Struktur Jembatan Tipe I Girder Dengan U-Girder Beton Prategang Studi Kasus : Jembatan Mojorejo Kecamatan Nglipar Kabupaten Gunungkidul. *Jurnal Rekayasa dan Inovasi Teknik Sipil (Renovasi)*, *8*(1), 6–14.

Riduan Umar, A., Ranap Tua Naibaho, P., & Tama Jagakarsa. (2022). Analisa Perbandingan Pelaksanaan Erection Girder Underpass pada Jalan Nasional dengan Metode Crane dan Metode Launcher. *Asian Journal of Mechatronics, and Electrical Engineering (AJMEE)*, *1*(1), 1–12.

https://journal.formosapublisher.org/index.php/ajmee

Siswanto, A. B., & Salim, M. A. (2021). *Manajemen Proyek* (Nomor November 2019).

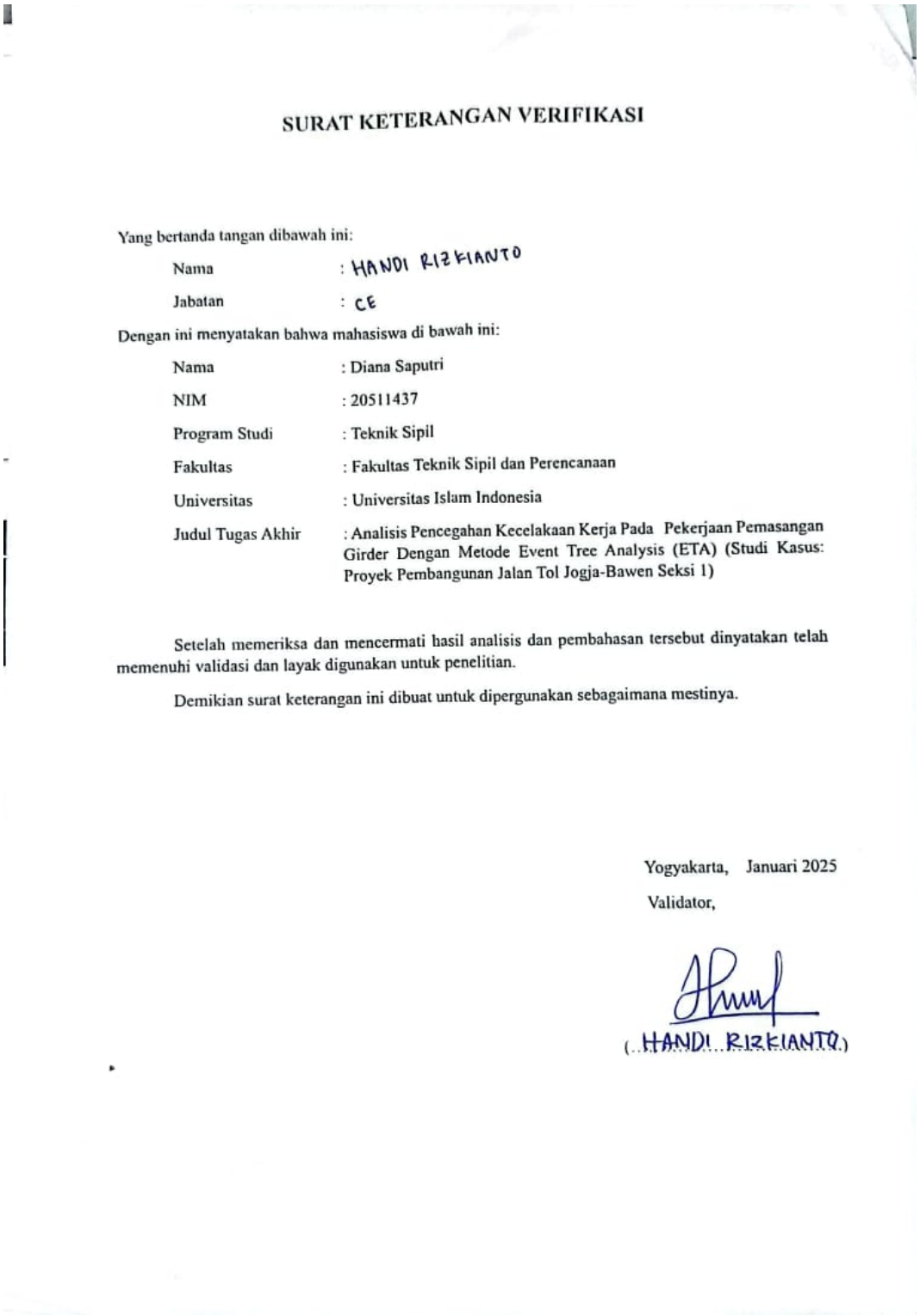
Sudjatmiko, S., & Jayady, A. (2022). Metode Pelaksanaan Erection Steel Box Girder Pada Proyek Relokasi Jembatan Antelope Km 5+145 Bekasi-Jawa Barat. *IKRAITH-Teknologi*, *7*(2), 1–12. https://doi.org/10.37817/ikraith-teknologi.v7i2.2324

LAMPIRAN

Lampiran 1 Time Schedule

Bulan Ke	Jam Kerja	1				2				3				4				5				6			
Minggu ke																									
Kegiatan		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Persiapan																									
Menentukan Topik	4.5	2.25	2.25																						
Pengajuan Penelitian	4.5		2.25	2.25																					
Menentukan Tujuan dan Teori Dasar	4.5		4.50																						
Pengumpulan Data																									
Studi Literatur	11			2.75	2.75	2.75	2.75																		
Wawancara	9							3.00	3.00	3.00															
Dokumen Perusahaan	11.3										5.65	5.65													
Kuesioner	11											3.67	3.67	3.7											
Analisis dan Pembahasan																									
Analisis Hasil Kuesioner	16														5.33	5.33	5.33								
Pengerjaan *Event Tree Analysis*	15																5.00	5.00	5.00						
Pencatatan dan Pelaporan	8.5																			2.83	2.83	2.83			
Penyusunan Laporan																									
Laporan Sementara	20									2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.86	2.86									
Laporan Akhir	18																2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Jumlah Total	133																								
Rencana Mingguan (Jam)		2.25	9.00	5.0	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0	5.9	8.5	12.2	6.5	6.5	8.2	8.2	12.3	7.0	7.0	4.8	4.8	4.8	2.0	2.0	2.0
Jam Kerja Kumulatif (Jam)		2.25	11.25	16.3	19.0	21.8	24.5	27.5	30.5	36.4	44.9	57.0	63.6	70.1	78.3	86.5	98.8	105.8	112.8	117.6	122.5	127.3	129.3	131.3	133

Lampiran 2 Surat Bukti Verifikasi



SURAT KETERANGAN VERIFIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : HANDI RIZKIANTO

Jabatan : CE

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama : Diana Saputri

NIM : 20511437

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas : Universitas Islam Indonesia

Judul Tugas Akhir : Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Pemasangan Girder Dengan Metode Event Tree Analysis (ETA) (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Jogja-Bawen Seksi 1)

Setelah memeriksa dan mencermati hasil analisis dan pembahasan tersebut dinyatakan telah memenuhi validasi dan layak digunakan untuk penelitian.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Januari 2025

Validator,

(HANDI RIZKIANTO)

Lampiran 3 Surat Bukti Wawancara

SURAT BUKTI WAWANCARA

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : HANDI RIZKIANTO

Jabatan : CE

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama : Diana Saputri

NIM : 20511437

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas : Universitas Islam Indonesia

Telah melakukan wawancara untuk pengambilan data penelitian Tugas Akhir yang berjudul "Analisis Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Pemasangan Girder dengan Metode Event Tree Analysis (ETA) (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Jogja-Bawen Seksi 1)".

Demikian surat bukti wawancara ini di buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 5 November 2024

Tertanda

(HANDI RIZKIANTO)

Lampiran 4 Transkrip Hasil Wawancara

Pewawancara : Diana Saputri
Narasumber : Ir. Handi Rizkianto, S. Tr. T., M.T.
Jabatan : Construction Engineer
Lokasi : Kantor Proyek Pembangunan Tol Yogyakarta-Bawen, D.I. Yogyakarta
Waktu : Senin, 5 November 2024, 15.30

Peneliti : Nama bapak siapa dan jabatan bapak sebagai apa di Proyek Tol Jogja Bawen?

Narasumber : Nama saya Handi Rizkianto dan jabatan saya sebagai Conctruction Engineer

Peneliti : Apakah pernah terjadi kecelakaan kerja pada saat pekerjaan pemasangan *girder*?

Narasumber : Sejauh ini belum pernah ada kecelakaan kerja pada saat pekerjaan *erection girder*

Peneliti : karena pada proyek ini belum ada kecelakaan kerja pada saat *erection girder*, apa yang membuat proyek ini sama sekali tidak terjadi kecelakaan kerja?

Narasumber : tidak adanya kecelakaan kerja pada proyek ini pada saat *erection girder* karena pekerjaan *erection girder* merupakan kategori *high risk* sehingga sebelum pelaksanaan pekerjaan sudah mitigasinya seperti JSA (*Job Safety Analysis)* sehingga pengendalian risiko untuk pekerjaan *erection girder* lebih tereduksi. Sehingga risiko kecelakaan kerja lebih kecil dan harapannya tidak akan terjadi.

Peneliti : Apa saja tipe *girder* yang digunakan pada proyek ini?

Narasumber : *Girder* yang digunakan pada proyek ini adalah *girder* beton berupa PCI, *girder* baja berupa unibridge dan *steel box girder*. PCI *girder* beton yang digunakan adalah *girder* dengan bentang 25 m, 30 m, 35 m, dan 40 m. Lalu ada *girder* baja dengan bentang 57 m dan 80 m serta *steel box girder* dengan bentang 80 m.

Peneliti : Apakah ada kesulitan pada saat erection *girder* menggunakan crawler crane?

Lanjutan Lampiran 4 Transkrip Hasil Wawancara

Narasumber : Kesulitan yang ada pada saat pengangkatan *girder* adalah *girder* berada di atas area kalimataram sehingga alat yang ada memiliki keterbatasan akses dan radius angkat crane yang terbatas sesuai *load chart crane*. Radius adalah jarak jangkauan crane dengan titik yang akan di erection. Pada proyek ini crane yang digunakan adalah 2 unit *crane* 250 ton dengan radius 10-14 m.

Peneliti : Apa saja mitigasi untuk mencegah kecelakaan kerja?

Narasumber : Mitigasi yang dilakukan untuk mencegah kecelakaan kerja seperti penggunaann APD, cek alat, cek kesehatan, SOP pekerjaan sudah ada,untuk K3 ada *Job Safety Analysis* (JSA) yang sudah dipelajari oleh sub spesialis *erection* ,adhi karya, adhi konsultan dan jasa marga, simulasi sebelum dilakukan pekerjaan seperti jalur dan pemberhentian crane, *test loading crane* 10-30 menit untuk memastikan alat dalam kondisi bagus, memilih *trase* yang memungkinkan dan paling pendek, cek kondisi tanah untuk tumpuan *crane* dan untuk lewat *boogie*, pengangkatan menggunakan HT untuk komunikasi agar tidak terjadi *miss com*.

Peneliti : Kecelakaan apa saja yg berpotensi terjadi pada saat pengangkatan *girder*?

Narasumber : Kecelakaan yang mungkin terjadi pada saat pengangkatan *girder* seperti jatuh dari ketinggian, *girder* jatuh, *sling* putus, kegagalan *lifting.*

Lampiran 5 Kuesioner

KUESIONER PROBABILITAS MITIGASI JATUHNYA GIRDER PADA SAAT PEMASANGAN GIRDER

Kepada Yth.

Bapak/Ibu/Saudara/i Responden

Perkenalkan nama saya Diana Saputri, mahasiswa Program Studi Teknik Sipil di Universitas Islam Indonesia. Saat ini saya sedang melakukan penelitian sebagai bagian dari Tugas Akhir saya yang berjudul "**ANALISIS PENCEGAHAN KECELAKAAN KERJA PADA PEKERJAAN PEMASANGAN *GIRDER* DENGAN METODE *EVENT TREE ANALYSIS* (ETA) (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL JOGJA-BAWEN SEKSI 1)**"

Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui kecelakaan kerja yang mungkin terjadi pada pekerjaan pemasangan girder, mengetahui dampak dari kecelakaan kerja yang mungkin terjadi dan mengetahui tingkat probabilitas atau kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja pada pekerjaan pemasangan girder.

Saya memohon kesediaan Bapak/Ibu/Saudara/i untuk meluangkan sedikit waktu guna mengisi kuesioner ini. Setiap jawaban yang diberikan akan menjadi kontribusi yang sangat berharga. Selain itu, komentar, tanggapan, dan saran dari Bapak/Ibu/Saudara/i akan sangat membantu dalam penyempurnaan penelitian ini. Saya menjamin bahwa semua informasi yang diberikan akan digunakan secara profesional dan hanya untuk kepentingan akademis.

Saya ucapkan terima kasih atas bantuan dan kesediaan Bapak/Ibu/Saudara/i yang telah meluangkan waktunya dalam pengisian kuesioner ini.

Nama

4 responses

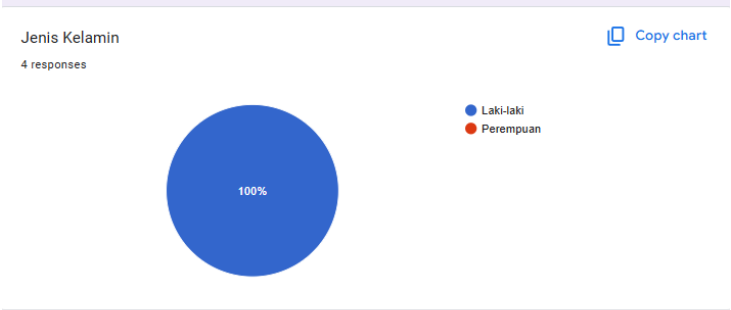
- Iwan susanto
- Budoyo
- Hardian Andresworo
- Ade

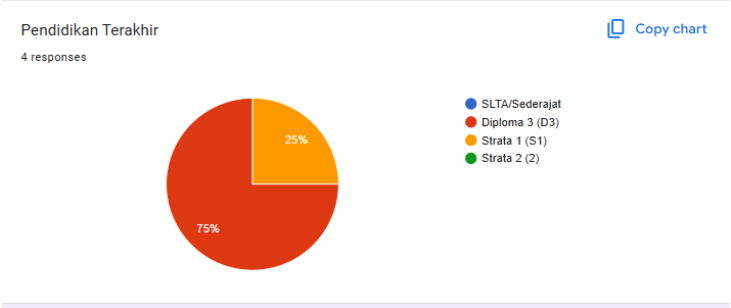
Email

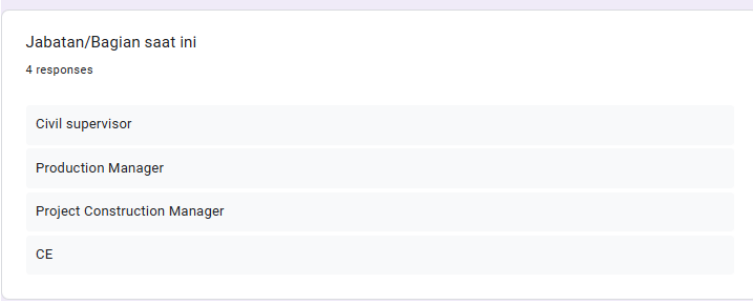
4 responses

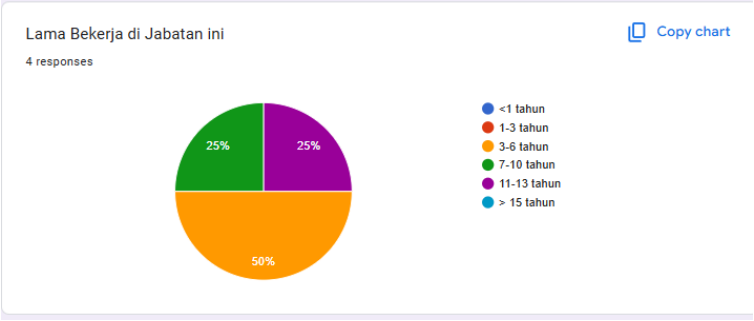
- iwansusanto11@gmail.com
- yoyokbudoyo74@gmail.com
- andresworo@yahoo.co.id
- sanadeyuana84@gmail.com

Lanjutan Lampiran 5 Kuesioner

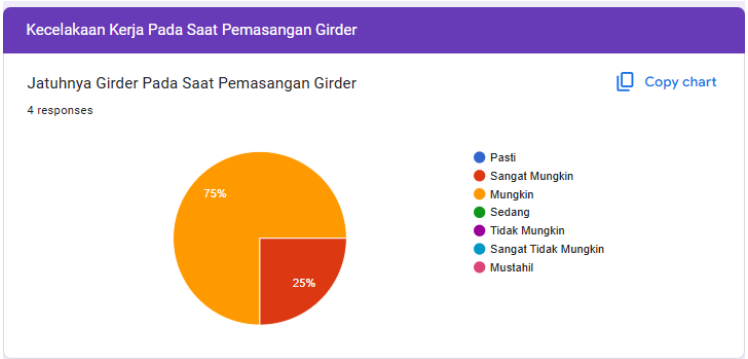


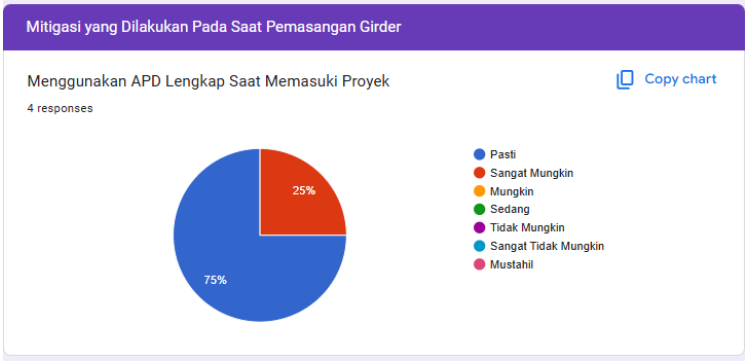


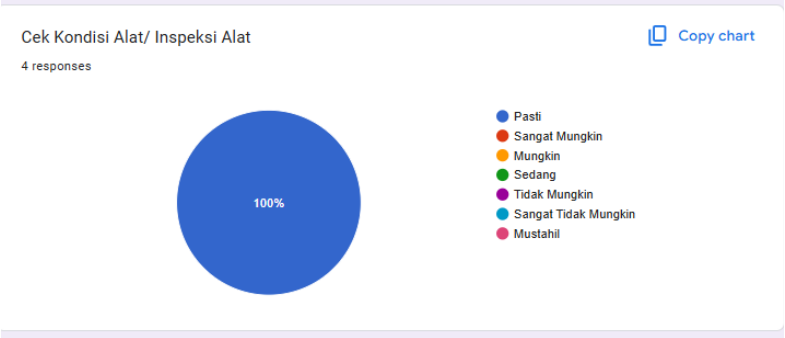


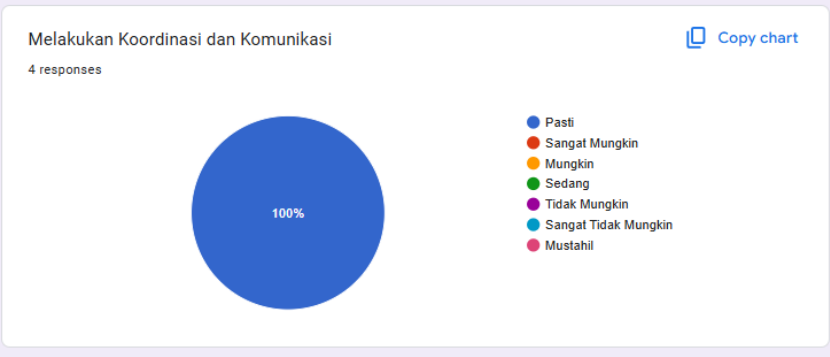


Lanjutan Lampiran 5 Kuesioner









Lanjutan Lampiran 5 Kuesioner



