

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENYEBAB KECELAKAAN KERJA PADA
PEKERJAAN SCAFFOLDING DENGAN
MENGUNAKAN METODE FAULT TREE ANALYSIS
(FTA) (Studi Kasus: Proyek RS UII)**

*(ANALYSIS OF THE CAUSES OF WORK ACCIDENTS
IN SCAFFOLDING WORK USING THE FAULT TREE
ANALYSIS (FTA) METHOD) (Case Study: UII Hospital
Project)*

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



**Mita Nur Fadilah
18511011**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2023**

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENYEBAB KECELAKAAN KERJA PADA
PEKERJAAN *SCAFFOLDING* DENGAN
MENGUNAKAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS*
(FTA) (Studi Kasus: Proyek RS UII)**

***(ANALYSIS OF THE CAUSES OF WORK ACCIDENTS
IN SCAFFOLDING WORK USING THE FAULT TREE
ANALYSIS (FTA) METHOD) (Case Study: UII Hospital
Project)***

Disusun Oleh:

ISLAM
Mita Nur Fadilah
18511011


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


Diuji pada tanggal 29 Maret 2023
Oleh Dewan Penguji

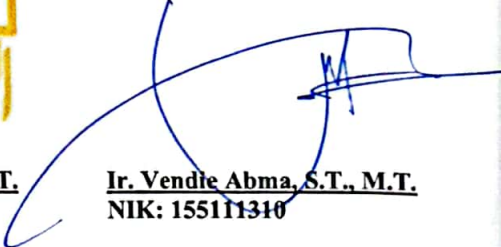
Dosen Pembimbing

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II


Ir. Fitri N., S.T., M.T., Ph.D., IPM.
NIK: 005110101


Tri Nugroho S., S.T., M.T.
NIK: 195110502


Ir. Vendie Abma, S.T., M.T.
NIK: 155111310

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil Program Sarjana


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



PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan bahwa sesungguhnya laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang merupakan hasil dari karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 15 April 2023
Yang membuat pernyataan,



Mita Nur Fadilah
(18511011)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Analisis Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan *Scaffolding* dengan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) (Studi Kasus: Proyek RS UII). Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Program Sarjana, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng) selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Program Sarjana, Fakultas Teknik Sipil, dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Ibu Ir. Fitri Nugraheni S.T., M.T., Ph.D., IPM. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, menasehati, dan memberikan masukan dan saran dalam proses penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T. selaku dosen penguji I dan Bapak Ir. Vendie Abma, S.T., M.T. selaku dosen penguji II dalam Sidang Tugas Akhir.
4. Bapak Moh. Rifqi Rosady, M.T. selaku Validator ahli K3 Utama Konstruksi yang telah memberikan masukan, memeriksa, dan memverifikasi hasil analisis data pada Tugas Akhir ini.
5. Bapak Arya Wirawan selaku *Project Manager* pada Proyek RS UII dan telah memberikan validasi mengenai kemungkinan sumber penyebab yang terjadi.
6. Bapak Heri Rushendi S.T., M.T., selaku narasumber yang telah membantu dalam proses wawancara terhadap perwakilan internal Proyek RS UII dan juga memvalidasi mengenai kemungkinan yang terjadi.

Yogyakarta, 12 April 2023
Penulis,

Mita Nur Fadilah
(18511011)



HALAMAN DEDIKASI

*"Barang siapa belum pernah merasakan pahitnya mencari ilmu walau sesaat,
ia akan menelan hinanya kebodohan sepanjang hidupnya."*

Imam Syafi'i

Tugas akhir ini saya dedikasikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat, rezeki, serta kemudahan kepada saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orangtua saya Bapak Slamet dan Ibu Rini Sulistyowati yang telah memberikan saya do'a, semangat, cinta, dan kasih sayang, serta telah berkorban dari segi materil untuk membiayai sekolah saya hingga saat ini
3. Diri saya yang telah berjuang dan bertahan sampai saat ini sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Teman-teman saya yang selalu menyemangati dan memberikan saran untuk tidak malas dan terus mengerjakan Tugas Akhir dan segera menyelesaikannya serta keluarga dan kerabat yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN DEDIKASI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
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
2.3 Perbedaan Penelitian	9
BAB III LANDASAN TEORI	15
3.1 Tinjauan Umum	15
3.2 Proyek	15
3.2.1 Proyek Konstruksi	16
3.2.2 Jenis-Jenis Proyek Konstruksi	17
3.2.3 Tahapan Proyek Konstruksi	18
3.3 Keselamatan Kerja	19

3.4	Perancah/ <i>Scaffolding</i>	20
3.4.1	Pengertian Perancah/ <i>Scaffolding</i>	20
3.4.2	Tipe-Tipe Perancah/ <i>Scaffolding</i>	21
3.4.3	Jenis-Jenis Perancah/ <i>Scaffolding</i>	23
3.5	Jenis Bekisting	29
3.6	Pengendalian Risiko	30
3.7	<i>Fault Tree Analysis</i>	32
3.7.1	Pengertian <i>Fault Tree Analysis</i>	32
3.7.2	Kekuatan dan Keterbatasan	32
3.7.2.1	Kekuatan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	32
3.7.2.2	Keterbatasan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	34
3.7.3	Aturan Dasar <i>Fault Tree Analysis</i>	35
3.7.4	Validasi Data <i>Fault Tree Analysis</i>	37
3.7.5	Verifikasi Data <i>Fault Tree Analysis</i>	40
3.7.6	Tahapan <i>Fault Tree Analysis</i>	41
BAB IV METODE PENELITIAN		43
4.1	Tinjauan Umum	43
4.2	Subjek dan Objek	43
4.2.1	Subjek	44
4.2.2	Objek	44
4.3	Data dan Metode Pengumpulan Data	44
4.3.1	Data	44
4.3.2	Metode Pengumpulan Data	45
4.4	Metode Analisis Data	46
4.4.1	Analisis Kecelakaan Kerja dengan Metode FTA	46
4.4.2	Langkah Analisis	46
4.5	Tahapan Penelitian	47
4.5.1	Kerangka Berpikir	47
4.5.2	Diagram Alir Penelitian	49
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		51
5.1	Pelaksanaan Penelitian	51

5.2	Analisis Data	51
5.2.1	Data Variabel Kecelakaan Kerja Umum Pada Pekerjaan <i>Scaffolding</i>	52
5.2.2	Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan <i>Scaffolding</i> Proyek RS U11	52
5.2.3	Menentukan <i>Top Event</i>	53
5.2.4	Menentukan Faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan	53
5.2.5	Penggambaran FTA (<i>Fault Tree Analysis</i>)	56
5.2.6	Kombinasi <i>Basic Event</i>	60
5.2.7	Validasi Data FTA (<i>Fault Tree Analysis</i>)	63
5.3	Verifikasi Pakar Ahli	66
5.4	Pembahasan	67
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		73
6.1	Kesimpulan	73
6.2	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA		75
LAMPIRAN		78

DAFTAR TABEL

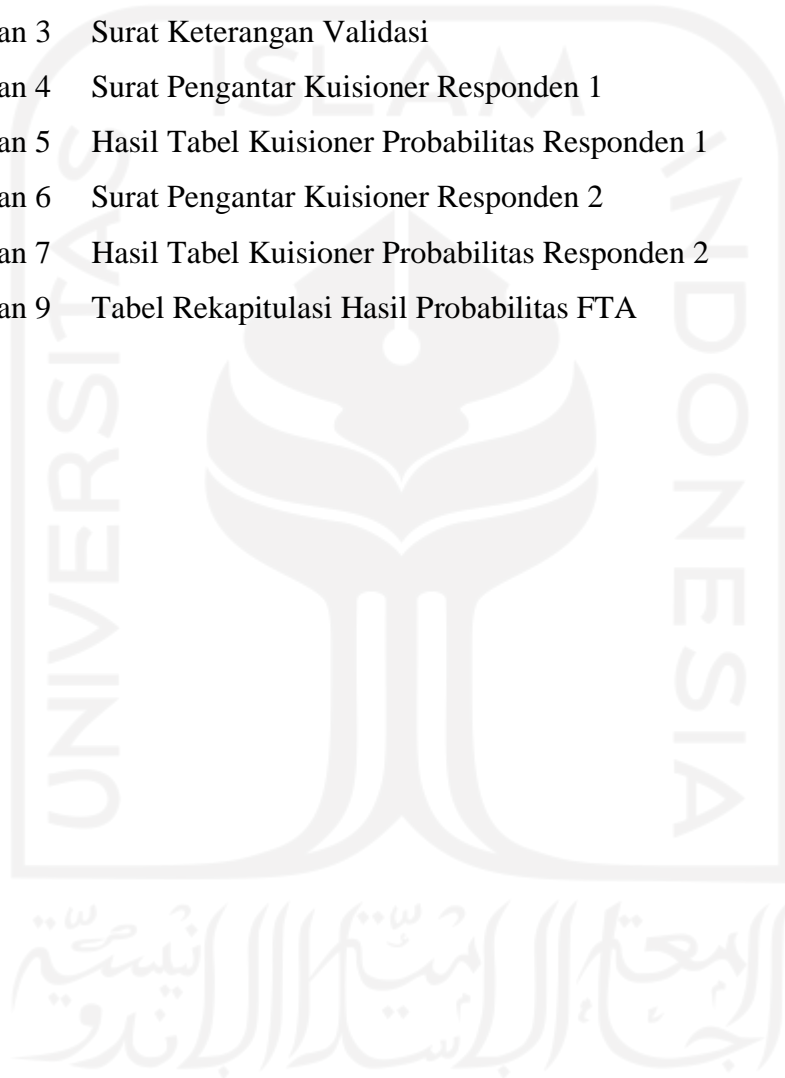
Tabel 2.1	Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	11
Tabel 3.1	<i>Event Symbols of Fault Tree Analysis</i>	35
Tabel 3.2	<i>Gate Symbols of Fault Tree Analysis</i>	36
Tabel 3.3	<i>Transfer Symbols of Fault Tree Analysis</i>	36
Tabel 3.4	Hukum Aljabar <i>Boolean</i>	38
Tabel 5.1	Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja	54
Tabel 5.2	Simbol <i>Fault Tree Analysis</i>	56
Tabel 5.3	Deskripsi Notasi Huruf dan Angka	59
Tabel 5.4	Menggunakan Aljabar <i>Boolean</i>	60
Tabel 5.5	Deskripsi Verbal	61
Tabel 5.6	Nilai Probabilitas Akar Penyebab Terjatuhnya <i>Scaffolding</i>	62
Tabel 5.7	Hasil Analisis Kombinasi Kegagalan dan Pengendalian Risiko	63
Tabel 5.8	Masukan dan Saran Pakar Ahli K3	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	<i>Supported Scaffolding</i>	21
Gambar 3.2	<i>Suspended Scaffolding</i>	22
Gambar 3.3	<i>Aerial Lifts Scaffolding</i>	22
Gambar 3.4	Perancah Andang Kayu	23
Gambar 3.5	Perancah Andang Bambu	24
Gambar 3.6	Perancah Andang Besi	24
Gambar 3.7	Perancah Tiang dari Bambu	25
Gambar 3.8	Perancah dari Bambu dengan Konsol Besi	26
Gambar 3.9	Perancah Tiang Besi atau Pipa	26
Gambar 3.10	<i>Mobile Scaffolding</i>	27
Gambar 3.11	<i>Scaffolding Kayu/Bambu</i>	27
Gambar 3.12	<i>Scaffolding Rangka (Frame Scaffolding)</i>	28
Gambar 3.13	<i>Tube and Coupler Scaffold</i>	28
Gambar 3.14	Hirarki Pengendalian Risiko	31
Gambar 3.15	Permodelan <i>Fault Tree Analysis</i>	42
Gambar 4.1	Diagram Alir Penelitian (<i>Flowchart</i>)	50
Gambar 5.1	Rencana Grafis Permodelan Terjatuhnya <i>Scaffolding</i>	55
Gambar 5.2	Grafik FTA (<i>Fault Tree Analysis</i>) Terjatuhnya <i>Scaffolding</i>	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Surat Bukti Wawancara	79
Lampiran 2	Transkrip Wawancara	80
Lampiran 3	Surat Keterangan Validasi	85
Lampiran 4	Surat Pengantar Kuisisioner Responden 1	86
Lampiran 5	Hasil Tabel Kuisisioner Probabilitas Responden 1	88
Lampiran 6	Surat Pengantar Kuisisioner Responden 2	90
Lampiran 7	Hasil Tabel Kuisisioner Probabilitas Responden 2	92
Lampiran 9	Tabel Rekapitulasi Hasil Probabilitas FTA	94



ABSTRAK

Kecelakaan kerja yang terjadi di Indonesia pada tahun 2021 berjumlah sebanyak 234.270 kasus yang dimana kasus tersebut lebih banyak dibandingkan pada tahun 2020 yang berjumlah sebanyak 221.740 kasus sehingga mengakibatkan kenaikan sebesar 5,65%. Kecelakaan kerja yang paling berisiko terjadi di konstruksi ialah terjatuh dari ketinggian. Beberapa bahaya di tempat tinggi yang dapat memicu terjadinya kecelakaan antara lain ialah: terjatuh, terpeleset, tersandung, dan kejatuhan. Salah satu contoh pekerjaan yang paling sering mengalami kecelakaan kerja pada ketinggian adalah pekerjaan *scaffolding*. Pada penelitian ini, *Fault Tree Analysis* digunakan sebagai alat investigasi setelah terjadi kecelakaan, konsep ini dilakukan dengan mencari keterkaitan secara berantai yang menyebabkan kecelakaan bisa terjadi.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mencari nilai probabilitas dan mengidentifikasi akar penyebab kegagalan/kecelakaan kerja pada pekerjaan *scaffolding* yang telah terjadi yaitu terjatuhnya *scaffolding* dan memberikan pengendalian risiko yang sesuai dengan pedoman hirarki pengendalian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dengan pendekatan yang diawali dengan kegagalan (kecelakaan kerja) sebagai kejadian puncak (*top event*) kemudian merinci apa saja penyebab yang mungkin menjadi faktor dari kegagalan tersebut (*basic event/root cause*).

Hasil dari penelitian ini, didapatkan akar masalah utama yang merupakan penyebab terjadinya kecelakaan terjatuhnya *scaffolding* pada Proyek RS UII antara lain: (1) kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak mengambil bidang yang sesuai dengan keahlian, (2) kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak berpengalaman, kurang dalam pengawasan dikarenakan kurangnya kedisiplinan/kesadaran pada pekerja, (3) alat yang tidak sesuai standar (bengkok, berkarat, rapuh) dikarenakan beban material yang diangkat terlalu berat kurangnya perawatan, alat sudah tua/berumur, dan alat tidak diperbaharui kembali.

Kata Kunci: Kecelakaan Kerja, Pekerjaan *Scaffolding*, Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)

ABSTRACT

There were 234,270 work accidents that occurred in Indonesia in 2021, which were more cases than in 2020, which totaled 221,740 cases, resulting in an increase of 5.65%. The most risk work accident in construction is a fall from a height. Some of the hazards at high places that can trigger accidents include: falls, slips, trips, and falls. One example of work that most often experiences work accidents at height is scaffolding work. In this study, Fault Tree Analysis is used as an investigative tool after an accident, this concept is carried out by looking for a chain link that causes an accident to occur.

This study aims to find probability values and identify the root causes of work failures/accidents in scaffolding work that have occurred, namely the fall of scaffolding and provide risk control in accordance with the hierarchical control guidelines. The method used in this study is the Fault Tree Analysis (FTA) method with an approach that starts with failure (work accident) as a top event and then details what the causes might be as a factor of the failure (basic event/root cause).

The results of this study, obtained the main root problems which were the cause of the scaffolding accident at the UII Hospital Project, including: (1) lack of skills and knowledge because they did not take a field that matched their expertise, (2) lack of skills and knowledge because they did not experienced, lack of supervision due to lack of discipline/awareness of workers, (3) tools that are not up to standard (bent, rusty, brittle) due to the load of material being lifted is too heavy lack of maintenance, tools are old/aged, and tools are not renewed.

Keywords: Occupational Accident, Scaffolding Work, Fault Tree Analysis Method (FTA)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tindakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi (K3 Konstruksi) dilakukan untuk dapat mencegah dan mengurangi kecelakaan kerja yang mungkin terjadi pada proyek konstruksi. K3 Konstruksi merupakan upaya untuk mencegah, menjamin dan melindungi pekerja dan orang di sekitar dari kecelakaan kerja yang mungkin terjadi di area proyek konstruksi. Sedangkan, kecelakaan kerja menurut Suma'mur (2009) adalah kejadian atau peristiwa yang tidak dikehendaki dan merugikan orang, kerusakan harta benda atau kerugian dalam rangka pekerjaan. Risiko kecelakaan kerja yang terjadi pada proyek konstruksi sangat beragam, seperti risiko kecelakaan kerja pada ketinggian, terjepit, terjatuh, tertimpa, dan macam lainnya.

Kecelakaan kerja yang terjadi di Indonesia pada tahun 2021 berjumlah sebanyak 234.270 kasus yang dimana kasus tersebut lebih banyak dibandingkan pada tahun 2020 yang berjumlah sebanyak 221.740 kasus sehingga mengakibatkan kenaikan sebesar 5,65% (Mahdi, 2022). Indonesia merupakan salah satu negara yang menyumbang angka kecelakaan kerja cukup besar dalam bidang konstruksi. Hal ini menjadi perhatian khusus yang harus diperbaiki agar tidak memakan korban jiwa yang semakin besar.

Undang Undang No. 1 tahun 1970 menyatakan bahwa salah satu kegiatan kerja yang perlu mendapat perhatian dari sisi keselamatan kerja adalah kegiatan kerja yang dilakukan pada ketinggian. Kecelakaan kerja yang paling berisiko terjadi di konstruksi ialah terjatuh dari ketinggian. Beberapa bahaya di tempat tinggi yang dapat memicu terjadinya kecelakaan antara lain ialah: terjatuh, terpeleset, tersandung, dan kejatuhan (*New British Standar*, 2005).

Salah satu contoh pekerjaan yang paling sering mengalami kecelakaan kerja pada ketinggian adalah pekerjaan *scaffolding* (Persada, 2015). Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi No. PER/01/MEN/1980 mengatakan

bahwa perancah (*Scaffold*) ialah bangunan peralatan (*platform*) yang dibuat untuk sementara dan digunakan sebagai penyangga tenaga kerja, bahan-bahan serta alat-alat pada setiap pekerjaan konstruksi bangunan termasuk pekerjaan pemeliharaan dan pembongkaran. Alat ini berguna untuk memudahkan pekerja dalam melakukan pekerjaan pada ketinggian. Kecelakaan kerja yang biasanya terjadi pada pekerjaan *scaffolding* biasanya dikarenakan oleh lemahnya struktur pada tiang *scaffolding* maupun papan lantai kerja. Dalam permasalahan ini, kita dapat menentukan penyebab mengapa kecelakaan kerja tersebut terjadi dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA).

Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) atau Analisis Pohon Kesalahan adalah suatu metode untuk menyelesaikan permasalahan dalam bentuk akar-akar penyebab dari berbagai macam permasalahan yang ada (Anthony, 2015). Metode ini, digunakan dalam memprediksi atau digunakan sebagai alat investigasi setelah terjadi kecelakaan, konsep ini dilakukan dengan mencari keterkaitan secara berantai yang menyebabkan kecelakaan bisa terjadi (Ginting dan Kristina, 2020). Dalam metode ini, dilakukan pendekatan yang diawali dengan kegagalan (kecelakaan kerja) sebagai kejadian puncak (*top event*) kemudian merinci apa saja penyebab yang mungkin menjadi faktor dari kegagalan tersebut (*basic event/root cause*). Untuk mengidentifikasi kegagalan tersebut dapat dilakukan melalui faktor fisik maupun non-fisik.

Dalam penelitian ini, akan di analisis kecelakaan kerja pada pekerjaan *scaffolding* dengan mengidentifikasi penyebab apa saja yang mungkin terjadi pada kecelakaan tersebut. Selanjutnya, ditentukan pengendalian risiko yang dapat digunakan agar penyebab atau akar dari kecelakaan kerja tersebut tidak terulang kembali. Dengan melakukan hal ini diharapkan untuk mengetahui solusi/pengendalian kecelakaan kerja yang sesuai berdasarkan akar permasalahan yang di dapatkan dalam upaya menimalisis kecelakaan kerja pada pekerjaan *scaffolding*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang didapatkan adalah apa akar permasalahan terjadinya kecelakaan kerja pada pekerjaan *scaffolding* di Proyek RS UII yang didapatkan melalui metode *Fault Tree Analysis* (FTA)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui akar permasalahan terjadinya kecelakaan kerja pada pekerjaan *scaffolding* di Proyek RS UII yang didapatkan melalui metode *Fault Tree Analysis* (FTA).

1.4 Manfaat Penelitian

Pada sub bab ini, manfaat penelitian dibagi menjadi 3 yaitu sebagai berikut.

1. Bagi Akademisi

Peneliti berharap bahwa penelitian dapat digunakan sebagai referensi/literasi untuk mengetahui lebih jauh tentang kecelakaan kerja pada pekerjaan *scaffolding* dan dapat dijadikan pedoman dan bahan kajian selanjutnya. Penelitian ini juga digunakan sebagai laporan proyek akhir mahasiswa untuk memperoleh gelar sarjana teknik dan untuk menambah pengetahuan, pemahaman dan pengalaman bagi para peneliti di bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja konstruksi (K3 Konstruksi).

2. Bagi Praktisi

Peneliti berharap bahwa penelitian dapat digunakan sebagai bahan evaluasi bagi perusahaan khususnya pada pekerjaan *scaffolding* dengan memberikan masukan/saran mengenai pengendalian kecelakaan kerja yang dapat dilakukan dari pihak perusahaan.

3. Bagi Ilmu Pengetahuan

Peneliti berharap bahwa penelitian dapat digunakan untuk memperkaya wawasan mengenai kecelakaan kerja khususnya pada pekerjaan *scaffolding* serta memberikan ilmu terbaru pada bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi (K3 Konstruksi).

1.5 Batasan Penelitian

Pada sub bab ini, peneliti menggunakan batasan penelitian untuk mempermudah dalam menentukan permasalahan dalam lingkup tertentu. Batasan Penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan pada Proyek RS UII yang terletak di Jl. Srandakan No.KM, RW.5, Jodog, Wijirejo, Kec. Pandak, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Penelitian berfokus kepada kecelakaan kerja yang telah terjadi yaitu terjatuhnya *scaffolding* pada pekerjaan *scaffolding* di Proyek RS UII.
3. Penelitian menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) yang bertujuan mencari faktor-faktor penyebab kecelakaan terjatuhnya *scaffolding*.
4. Pengumpulan data yang dilakukan dengan cara wawancara secara langsung dan pengisian kuisisioner.
5. Narasumber dalam penelitian ini merupakan *Project Manager* dan *Control Engineer* yang merupakan pekerja pada saat pembangunan Proyek RS UII.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Tinjauan pustaka merupakan kumpulan ringkasan dari penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai referensi untuk penyusunan penelitian ini baik dari aspek konsep, tahapan, dan hasil pembahasan. Pada bab ini, akan menjelaskan mengenai penelitian terdahulu yang memiliki kesamaan topik penelitian, sehingga dapat memberikan pengetahuan tambahan serta mengkaji permasalahan dan kemudahan dalam menjalankan penelitian ini.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah penelitian yang memiliki topik sejenis dengan judul penelitian peneliti. Adapun penelitian yang digunakan sebagai tinjauan pustaka/penelitian terdahulu oleh peneliti adalah sebagai berikut.

1. *Constraint and Fault Tree Analysis in Safety Construction System Integration*. Penelitian ini dilakukan oleh Fitri, Bhaskara, dan Purbiantoro (2022). Pada penelitian ini dijelaskan bahwa keselamatan kerja ialah suatu aspek yang wajib untuk terus diperbaharui dikarenakan informasi yang berkaitan diantaranya berasal dari segi kemanusiaan, hukum, akuntabilitas, serta lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi pada bidang keselamatan kerja berdasarkan pandangan Teknik, mengidentifikasi dan menganalisis potensi risiko kecelakaan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan memberikan solusi/cara untuk mengurangi kecelakaan yang terjadi. Penelitian ini menggunakan analisis pengambilan data secara kuantitatif. Metode FTA dipergunakan untuk mengkaji potensi kecelakaan kerja menggunakan penyebab langsung hingga penyebab dasar yang merupakan penyebab terjadinya kecelakaan. Penelitian ini memberikan hasil berupa taraf akurasi penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Kerja yang sudah diterapkan memperoleh tingkat evaluasi sebesar 97,29% serta termasuk dalam taraf penilaian memuaskan, tetapi setelah penilaian probabilitas berdasarkan

penilaian teknik terdapat indikasi keraguan sebesar 23,37%. Hasil dari analisis memakai metode FTA adalah beberapa pekerjaan yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja antara lain pengoperasian *crane*, bikisting, serta pekerjaan tulangan. Kecelakaan ini terjadi akibat pekerja yang lalai atau tidak menggunakan APD (Alat Pelindung Diri), ceroboh, tidak adanya pengawasan, serta kurangnya keahlian dalam bekerja.

2. Analisa Potensi Bahaya Pada Pekerjaan Pemasangan *Scaffolding Overhaul Boiler* PLTU Pelabuhan Ratu.

Penelitian ini dilakukan oleh Aziz, Lestari, Sihotang, Rahmawati, dan Ammar (2022). Pada penelitian ini dijelaskan bahwa Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) merupakan suatu sistem yang melindungi pekerja dan menghindarkan pekerja dari risiko kerugian moral dan juga materil. Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Job Safety Analysis* (JSA) untuk mengidentifikasi tahapan dari Pekerjaan Pemasangan *Scaffolding*. Dari hasil penelitian ini, disimpulkan pada tahap penyiapan peralatan dan bahan untuk *scaffolding* terdapat potensi risiko yaitu: tergores, tertimpa, dan cidera otot. Pada tahap pengangkatan material *scaffolding* terdapat potensi risiko, yaitu: terpleset, tersambar petir, material jatuh, tertimpa, dan kegagalan lifting. Pada tahap pemasangan *scaffolding* terdapat potensi risiko yaitu: terjatuh, tertimpa, tersetrum, sesak, pingsan, dan gatal-gatal. Pada tahap pembongkaran *scaffolding* terjadi potensi resiko yaitu: terjatuh, tertimpa, tersetrum, sesak, pingsan, dan gatal-gatal. Pada tahap penurunan material *scaffolding* terdapat potensi risiko yaitu: terpleset, tersambar peti, material jatuh, tertimpa, dan kegagalan penurunan. Berdasarkan data pada penelitian ini, didapatkan bahwa 89% peralatan yang digunakan oleh PLTU Pelabuhan Ratu telah menunjang keselamatan pekerja dan telah menerapkan K3 dengan benar dan sesuai dengan peraturan Pemerintah. Penggunaan APD digunakan oleh pekerja untuk melindungi dari potensi bahaya yang muncul telah sesuai dengan pengaplikasiannya, namun tetap perlu dilakukan sosialisasi tentang penggunaan APD untuk mengurangi risiko kecelakaan yang terjadi guna

meningkatkan produktivitas dan kinerja dalam bekerja, karena risiko kecelakaan yang terjadi.

3. Analisis Penerapan Program Keselamatan Kerja pada Lantai Produksi dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) PT. XYZ.

Penelitian ini dilakukan oleh Prasmoro, Widyantoro, dan Warniningsih (2021). Pada penelitian ini, dijelaskan bahwa kecelakaan sering terjadi khususnya pada lantai akibat keadaan dan perlakuan yang kurang aman sehingga terjadi kecelakaan. Kurangnya perhatian terhadap pelaksanaan program K3 merupakan salah satu faktor kecelakaan itu terjadi. Pada penelitian ini digunakan 5 metode pengukuran yaitu *Frequency Rate* (FR) untuk mengetahui banyaknya kecelakaan hari yang hilang dalam periode 1 tahun, *Severity Rate* (SR) untuk mengetahui berapa banyak jam kerja yang hilang dikarenakan kecelakaan selama periode 1 tahun, Nilai T Selamat untuk mengkomparasi nilai kecelakaan kerja pada masa lalu dengan masa sekarang, *Fault Tree Analysis* digunakan sebagai alat untuk mencari akar suatu masalah tertentu, dan *Branstorming* untuk menemukan solusi dan mengembangkannya seluas mungkin. Dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa faktor penyebab kecelakaan adalah pekerja tidak serius melakukan pekerjaan, kurangnya kesadaran dari para pekerjaan terhadap keselamatan kerja, terburu-buru dalam menyelesaikan pekerjaan sehingga banyak SOP yang tidak sesuai. Adapun hasil pengukuran pada tahun 2016-2019 *Frequency Rate* (FR) sebesar 170, *Severity Rate* (SR) sebesar 411, dan nilai T selamat sebesar 5,84. Pada tahun 2018 dan 2019 mengalami penurunan sejumlah -6,15.

4. Analisis Risiko Keterlambatan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (Studi Kasus: Proyek Apartemen Suncity Sidoarjo).

Penelitian ini dilakukan oleh Sukmana (2021). Pada studi kasus penelitian ini bertujuan untuk menemukan akar permasalahan yang menyebabkan keterlambatan, mengingat dalam suatu proyek pembangunan pasti terdapat *timeline/schedule* untuk mengatur jalannya suatu proyek agar tepat waktu dalam penyelesaiannya. *Fault Tree Analysis* adalah metode yang digunakan untuk mengartikan kesalahan yang menyebabkan kegagalan dan dibentuk

secara grafik (Foster, 2004). Hasil analisis yang didapatkan dari penelitian ini berupa 7 variabel risiko keterlambatan diantaranya keterlambatan pembayaran antara pemilik kepada kontraktor ataupun pihak terkait, komunikasi yang kurang baik antara pemilik dan pihak terkait, kontrol pekerjaan yang masih kurang, kecelakaan kerja pada saat pelaksanaan pekerjaan, perselisihan dengan penduduk sekitar proyek, kondisi lingkungan yang tidak mendukung jalannya pekerjaan sehingga mengakibatkan keterlambatan, dan pelaksanaan perencanaan dan kontrol kontraktor yang tidak sesuai. Probabilitas pengaruh keseluruhan variabel dalam keterlambatan proyek Apartemen Suncity Sidoarjo sebesar 0,588.

5. Analisa Risiko Kecelakaan Kerja pada Perawatan *Sootblower Boiler* Menggunakan Metode *Importance Index* dan *Fault Tree Analysis* di PT. Clyde Bergemann Indonesia (Studi Kasus: Area *Boiler* PT. IKPP Perawang)
- Penelitian ini dilakukan oleh Rifky (2021). Pada studi kasus ini peneliti menguji alat yaitu *sootblower* yaitu alat pembersih saluran *boiler*. Perawatan jelaga dilakukan secara manual oleh mesin, sehingga menimbulkan risiko kecelakaan kerja yang terjadi. Naiknya angka kecelakaan kerja memaksa perusahaan untuk membayar setiap kecelakaan kerja dan rendahnya produktivitas pekerja. Hal ini mengakibatkan perusahaan membayar lebih untuk kerja lembur guna mencapai tujuan kerja. Pada penelitian ini digunakan metode *Importance Index* untuk mengetahui tingkat resiko kecelakaan kerja menurut jumlah kecelakaan yang terjadi serta tingkat keparahan kecelakaan. Kemudian, analisis pohon kesalahan (*Fault Tree Analysis*) juga digunakan untuk menemukan penyebab masalah dalam bentuk grafik berbentuk pohon kesalahan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai *Importance Index* yaitu risiko kecelakaan kerja akibat jatuh dari ketinggian seperti menggunakan scaffolding berkurang sebesar 41,88%, tangan keseleo saat mengganti tombak menurun dari 40,39%, tangan terbakar saat bersentuhan dengan panas. ketel saat mengganti kemasan *wall box* 62,56%. Akar penyebab kecelakaan saat jatuh dari atas adalah karena tindakan tidak aman antara lain tidak menggunakan APD, kurangnya pengetahuan K3, kelelahan saat bekerja dan

penyebab lainnya. Sedangkan kecelakaan yang disebabkan oleh lingkungan yang tidak aman antara lain kondisi kerja yang tidak aman, *scaffolding* yang tidak stabil, lantai yang tidak rata dan kesalahan pemasangan *scaffolding*.

6. Analisis Efektivitas Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Proyek Konstruksi Menggunakan Metode *Fine* dan *Fault Tree Analysis*.

Penelitian ini dilakukan oleh Ginting dan Kristiana (2020). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keefektifan pengendalian risiko pada proyek pembangunan gedung perkantoran J-Box Jakarta. Penggunaan program SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) diperlukan untuk menganalisis dan memverifikasi data lalu menilai risiko kecelakaan kerja dengan metode *Fine* dan memberikan solusi spesifik dengan metode *Fault Tree Analysis* untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja. Hasil penelitian ini disajikan nilai tingkat potensi risiko kecelakaan kerja < 20 (*Acceptable*) yang berarti risiko telah ditekan seminimal mungkin. Bahaya pekerjaan yang umum adalah tersandung bahan kerja, jari tersangkut besi, dan iritasi mata akibat debu kotor saat membersihkan lokasi pengecoran dengan kompresor udara. Kemudian, menganalisis diagram kesalahan untuk menghasilkan solusi spesifik untuk mengurangi cedera di tempat kerja, termasuk menerapkan metode kerja yang aman untuk semua pekerjaan, mengadakan rapat kerja rutin (*tool box meeting*) sebelum memulai pekerjaan, menggunakan alat pelindung diri ketika melakukan pekerjaan, memasang tanda K3 di setiap pekerjaan dan melakukan pengawasan oleh pihak HSE.

2.3 Perbedaan Penelitian

Pada penelitian terdahulu, terdapat beberapa penelitian yang telah menggunakan Metode *Fault Tree Analysis*. Adapun penelitian-penelitian tersebut adalah *Constraint and Fault Tree Analysis in Safety Construction System Integration* oleh Fitri, Bhaskara, dan Purbiantoro (2022), *Analisa Potensi Bahaya Pada Pekerjaan Pemasangan Scaffolding Overhaul Boiler PLTU Pelabuhan Ratu* oleh Aziz, Lestari, Sihotang, Rahmawati, dan Ammar (2022), *Analisis Penerapan Program Keselamatan Kerja pada Lantai Produksi dengan Metode Fault Tree*

Analysis (FTA) PT. XYZ oleh Prasmoro, Widyantoro, dan Warningsih (2021), Analisis Risiko Keterlambatan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (Studi Kasus: Proyek Apartemen Suncity Sidoarjo) oleh Sukmana (2021), Analisa Risiko Kecelakaan Kerja pada Perawatan *Sootblower Boiler* Menggunakan Metode *Importance Index* dan *Fault Tree Analysis* di PT. Clyde Bergemann Indonesia (Studi Kasus: Area *Boiler* PT. IKPP Perawang) oleh Rifky (2021), dan Analisis Efektivitas Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Proyek Konstruksi Menggunakan Metode *Fine* dan *Fault Tree Analysis* oleh Ginting dan Kristiana (2020).

Dari penelitian terdahulu tersebut telah dirangkum dalam bentuk tabel 2.1 berikut ini.



Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Fitri, Bhaskara, dan Purbiantoro (2022)	Aziz, Lestari, Sihotang, Rahmawati, dan Ammar (2022)	Prasmoro, Widyantoro, dan Warniningsih (2021)
Judul Penelitian	<i>Constraint and Fault Tree Analysis in Safety Construction System Integration</i>	Analisa Potensi Bahaya Pada Pekerjaan Pemasangan <i>Scaffolding Overhaul Boiler</i> PLTU Pelabuhan Ratu	Analisis Penerapan Program Keselamatan Kerja pada Lantai Produksi dengan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) PT. XYZ
Metode Penelitian	<i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	<i>Job Safety Analysis</i> (JSA)	<i>Fault Tree Analysis</i> ,
Hasil Penelitian	Tingkat ketepatan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Kerja yang telah dilakukan memperoleh tingkat penilaian sebesar 97,29%, namun setelah penilaian probabilitas berdasarkan penilaian teknik terdapat indikasi keraguan sebesar 23,37%. Hasil dari analisis dengan menggunakan metode FTA didapatkan beberapa pekerjaan yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja antara lain mengoperasikan <i>crane</i> , <i>bikisting</i> , dan pekerjaan tulangan. Kecelakaan ini terjadi akibat pekerja tidak menggunakan APD (Alat Pelindung Diri) pada saat bekerja, ceroboh/lalai dalam pekerjaan, tidak adanya/kurang pengawasan, dan kurangnya keahlian dalam bekerja.	Pada tahap persiapan peralatan dan bahan untuk <i>scaffolding</i> terdapat potensi risiko yaitu: tergores, tertimpa, dan cedera otot. Pada tahap pengangkatan material <i>scaffolding</i> terdapat potensi risiko, yaitu: terpleset, tersambar petir, material jatuh, tertimpa, dan kegagalan lifting. Pada tahap pemasangan <i>scaffolding</i> terdapat potensi risiko yaitu: terjatuh, tertimpa, tersetrum, sesak, pingsan, dan gatal-gatal. Pada tahap pembongkaran <i>scaffolding</i> terjadi potensi resiko yaitu: terjatuh, tertimpa, tersetrum, sesak, pingsan, dan gatal-gatal. Pada tahap penurunan material <i>scaffolding</i> terdapat potensi risiko yaitu: terpleset, tersambar peti, material jatuh, tertimpa, dan kegagalan penurunan	Faktor penyebab kecelakaan adalah pekerja tidak serius melakukan pekerjaan, kurangnya kesadaran dari para pekerja terhadap keselamatan kerja, terburu-buru dalam menyelesaikan pekerjaan sehingga banyak SOP yang tidak sesuai. Adapun hasil pengukuran pada tahun 2016-2019 <i>Frequency Rate</i> (FR) sebesar 170, <i>Severity Rate</i> (SR) sebesar 411, dan nilai T selamat sebesar 5,84. Pada tahun 2018 dan 2019 mengalami penurunan sejumlah -6,15.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Sukmana (2021)	Rifky (2021)
Judul Penelitian	Analisis Risiko Keterlambatan Menggunakan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (Studi Kasus: Proyek Apartemen Suncity Sidoarjo)	Analisa Risiko Kecelakaan Kerja pada Perawatan <i>Sootblower Boiler</i> Menggunakan Metode <i>Importance Index</i> dan <i>Fault Tree Analysis</i> di PT. Clyde Bergemann Indonesia (Studi Kasus: Area <i>Boiler</i> PT. IKPP Perawang)
Metode Penelitian	<i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	<i>Importance Index</i> dan <i>Fault Tree Analysis</i>
Hasil Penelitian	Terdapat 7 variabel risiko keterlambatan diantaranya keterlambatan pembayaran antara pemilik kepada kontraktor ataupun pihak terkait, komunikasi yang kurang baik antara pemilik dan pihak terkait, kontrol pekerjaan yang masih kurang, kecelakaan kerja pada saat pelaksanaan pekerjaan, perselisihan dengan penduduk sekitar proyek, kondisi lingkungan yang tidak mendukung jalannya pekerjaan sehingga mengakibatkan keterlambatan, dan pelaksanaan perencanaan dan kontrol kontraktor yang tidak sesuai. Probabilitas pengaruh keseluruhan variabel dalam keterlambatan proyek Apartemen Suncity Sidoarjo sebesar 0,588.	Nilai <i>importance index</i> risiko kecelakaan kerja jatuh dari ketinggian seperti halnya penggunaan <i>scaffolding</i> sebesar 41,88%, tangan terkilir pada saat penggantian <i>lance</i> sebesar 40,39%, tangan terluka/terbakar tersentuh boiler panas saat pergantian <i>packing wall box</i> sebesar 62,56%. Akar penyebab terjadinya kecelakaan pada saat terjatuh dari ketinggian yang disebabkan oleh suatu tindakan yang tidak aman diantaranya tidak menggunakan APD, kurangnya pengetahuan tentang K3, kelelahan dalam bekerja dan lainnya. Sedangkan, kecelakaan yang disebabkan oleh lingkungan yang tidak aman antara lain kondisi kerja yang tidak aman, <i>scaffolding</i> yang tidak stabil, lantai yang tidak rata dan kesalahan pemasangan <i>scaffolding</i> .

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Ginting dan Kristiana (2020)	Fadilah (2022)
Judul Penelitian	Analisis Efektivitas Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Proyek Konstruksi Menggunakan Metode <i>Fine</i> dan <i>Fault Tree Analysis</i>	Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan <i>Scaffolding</i> dengan Menggunakan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) (Studi Kasus: Proyek RS UII)
Metode Penelitian	<i>Fine</i> dan <i>Fault Tree Analysis</i>	<i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)
Hasil Penelitian	<p>Nilai angka risiko potensi kecelakaan yang terjadi yaitu <20 (<i>Acceptable</i>) yang berarti pengurangan risiko sudah dilakukan seminimal mungkin. Risiko pekerjaan yang sering terjadi yaitu tersandung material pekerjaan, jari tersangkut besi, dan iritasi mata akibat debu kotoran saat membersihkan lokasi pengecoran dengan kompresor udara. Kemudian, menganalisis diagram kesalahan untuk menghasilkan solusi spesifik untuk mengurangi cedera di tempat kerja, termasuk menerapkan metode kerja yang aman untuk semua pekerjaan, mengadakan rapat kerja rutin (<i>tool box meeting</i>) sebelum memulai pekerjaan, menggunakan alat pelindung diri ketika melakukan pekerjaan, memasang tanda K3 di setiap pekerjaan dan melakukan pengawasan oleh pihak HSE.</p>	

Dari hasil perbandingan pada tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa peneliti terdahulu menggunakan metode *fault tree analysis* namun dengan objek yang berbeda. Adapun objek yg diteliti oleh para peneliti antara lain mengenai rantai kerja, keterlambatan, perawatan *sooftblower boiler*, dan pekerja proyek. Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan meneliti tentang pekerjaan *scaffolding* namun dengan metode yang sama yaitu *fault tree analysis*. Perbedaan objek pada pekerjaan *scaffolding* juga didukung dengan tempat pengambilan pada proyek yang berbeda yaitu pada proyek RS UII sehingga sumber yang didapatkan juga akan berbeda. Hal ini dilakukan agar peneliti mendapatkan variabel dan faktor yang berbeda. Namun, terdapat juga penelitian yang menggunakan objek pekerjaan *scaffolding* tetapi menggunakan metode yang berbeda dengan peneliti yaitu metode *Job Safety Analysis* (JSA).

Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) yang merupakan salah satu alat untuk menentukan akar permasalahan dari suatu masalah yang ada dan direalisasikan dengan sebuah bentuk grafis/bagan pohon kesalahan untuk memudahkan dalam memetakan dan menemukan akar permasalahan tersebut. Selain itu, penelitian ini juga akan dilaksanakan pada proyek RS UII.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umum

Pada Bab 3 ini menjelaskan tentang landasan yang akan digunakan oleh peneliti sebagai acuan dalam mengerjakan penelitian ini. Landasan teori yang digunakan merupakan sebuah dasar ilmu pengetahuan yang bersumber dari buku dan juga ketentuan yang dapat dipercaya penjelasannya. Adanya landasana teori digunakan untuk mengarahkan peneliti agar penelitian dilakukan secara sistematis dan juga sebagai pedoman/dasar ilmu yang akan diterapkan dalam penelitian ini.

Kecelakaan kerja pada proyek konstruksi sering terjadi khususnya pada pekerjaan yang berada pada ketinggian. Hal ini dapat disebabkan kurangnya keahlian dari pekerja dalam mengantisipasi/menangani potensi bahaya yang terjadi pada pekerjaan di ketinggian. Menurut Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia, Nomor 9 Tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja di tempat kerja khususnya pada ketinggian, bekerja pada ketinggian adalah kegiatan atau aktifitas pekerjaan yang dilakukan oleh tenaga kerja pada tempat di permukaan tanah atau perairan yang terdapat perbedaan ketinggian dan memiliki risiko untuk jatuh dan menyebabkan tenaga kerja atau orang lain yang berada di tempat kerja cedera atau meninggal dunia atau menyebabkan kerusakan harta benda. Maka dari itu, analisis potensi kecelakaan kerja khususnya pada ketinggian pada suatu proyek konstruksi sangat perlu dilakukan untuk mengidentifikasi bahaya yang akan terjadi.

3.2 Proyek

Proyek merupakan suatu kegiatan/aktivitas yang memiliki jangka waktu tertentu dengan lokasi sumber daya terbatas, untuk melaksanakan tugas yang telah digariskan. Beberapa ahli mengemukakan bahwa pengertian proyek adalah sebagai berikut.

1. Menurut Nurhayati (2010), proyek merupakan upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting

dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.

2. Menurut Cleland dan King (1987), proyek adalah gabungan dari berbagai sumber daya, yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai suatu sasaran tertentu.

Kegiatan atau tugas yang dilaksanakan pada proyek berupa pembangunan/perbaikan sarana fasilitas (gedung, jalan, jembatan, bendungan dan sebagainya) atau bisa juga berupa kegiatan penelitian, pengembangan. Dari pengertian di atas, maka proyek merupakan kegiatan yang bersifat sementara (waktu terbatas), tidak berulang, tidak bersifat rutin, mempunyai waktu awal dan waktu akhir, sumber daya terbatas/tertentu dan dimaksudkan untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan. Pengertian proyek dalam pembahasan ini berfokus pada proyek konstruksi, yaitu proyek yang berkaitan dengan bidang konstruksi (pembangunan).

3.2.1 Proyek Konstruksi

Menurut Ervianto (2002) proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan upaya pembangunan suatu bangunan ini mencakup pekerjaan pokok dalam bidang teknik sipil dan arsitektur, meskipun tidak jarang juga melibatkan pihak lain seperti teknik industri, mesin, elektro, geoteknik, maupun lansekap.

Rangkaian kegiatan yang terjadi dalam suatu proyek konstruksi yang dilaksanakan tentunya banyak melibatkan para pihak-pihak terkait didalamnya baik secara langsung dan tidak langsung untuk mencapai sebuah hasil yang diharapkan dari sebuah proyek konstruksi. Suatu hubungan antara pihak-pihak yang terkait tersebut dibedakan atas hubungan fungsional dan hubungan kerja. Banyaknya pihak yang terlibat dalam sebuah proyek konstruksi maka dapat dikatakan bahwa setiap kegiatan konstruksi banyak mengandung konflik yang cukup tinggi (Ervianto, 2005).

3.2.2 Jenis-Jenis Proyek Konstruksi

Menurut Budi (2012), jenis-jenis proyek konstruksi dapat dibagi menjadi beberapa kategori, antara lain sebagai berikut.

1. Proyek konstruksi bangunan gedung (*Building Construction*)

Proyek konstruksi bangunan gedung mencakup bangunan gedung perkantoran, sekolah, pertokoan, rumah sakit, rumah tinggal dan sebagainya. Dari segi biaya dan teknologi terdiri dari yang berskala rendah, menengah, dan tinggi. Biasanya perencanaan untuk proyek bangunan gedung lebih lengkap dan detail. Untuk proyek-proyek pemerintah (di Indonesia) proyek bangunan gedung ini dibawah pengawasan/pengelolaan DPU sub Dinas Cipta Karya.

2. Proyek bangunan perumahan/pemukiman (*Residential Contruction/Real Estate*)

Di sini proyek pembangunan perumahan/pemukiman (*real estate*) dibedakan dengan proyek bangunan gedung secara rinci yang didasarkan pada klase pembangunannya serempak dengan penyerahan prasarana-prasarana penunjangnya, jadi memerlukan perencanaan infrastruktur dari perumahan tersebut (jaringan transfusi, jaringan air, dan fasilitas lainnya). Proyek pembangunan pemukiman ini dari rumah yang sangat sederhana sampai rumah mewah, dan rumah susun. Di Indonesia pengawasan di bawah Sub Dinas Cipta Karya.

3. Proyek konstruksi teknik sipil/proyek (*Heavy Engineering Construction*)

Konstruksi rekayasa berat (*Heavy Engineering Construction*) umumnya proyek yang masuk jenis ini adalah proyek-proyek yang bersifat infrastruktur seperti proyek bendungan, proyek jalan raya, jembatan, terowongan, jalan kereta api, pelabuhan, dan lain-lain. Jenis proyek ini umumnya berskala besar dan membutuhkan teknologi tinggi.

4. Proyek konstruksi industri (*Industrial Construction*)

Proyek konstruksi yang termasuk dalam jenis ini biasanya proyek industri yang membutuhkan spesifikasi dan persyaratan khusus seperti untuk kilang minyak, industri berat/industri dasar, pertambangan, nuklir dan sebagainya.

Perencanaan dan pelaksanaannya membutuhkan ketelitian dan keahlian/teknologi yang spesifik.

3.2.3 Tahapan Proyek Konstruksi

Tahapan proyek konstruksi akan membantu semua pihak yang terlibat sebelum memulai pembangunan proyek. Tanpa rancangan lengkap dan matang, proyek konstruksi yang hendak diwujudkan bisa saja terhambat atau menyebabkan kecelakaan. Tahapan proyek konstruksi yang harus dilewati antara lain sebagai berikut.

1. Perencanaan (*Planning*)

Sebagian besar proyek yang bergerak di bidang konstruksi diawali dari rencana atau gagasan yang didasari kebutuhan. Beberapa gagasan biasanya akan dituangkan oleh pemilik proyek sebagai pihak yang terlibat.

2. Studi Kelayakan (*Feasibility Study*)

Proses meyakinkan pemilik proyek bahwa proyek yang bersangkutan sudah layak dilaksanakan. Adapun kegiatan yang dilakukan dalam tahapan perencanaan proyek konstruksi ini mencakup penyusunan rencana kasar sesuai estimasi biaya, prediksi manfaat, analisis kelayakan hingga dampaknya.

3. Pemaparan (*Briefing*)

Pemilik proyek akan menjelaskan fungsi proyek hingga biaya yang nantinya akan ditafsirkan pihak konsultan perencanaan. Sejumlah kegiatan yang akan dilakukan pada tahap ini meliputi penyusunan rencana bersama tenaga ahli, pertimbangan kebutuhan dan lokasi, persiapan ruang lingkup kerja, hingga pembuatan sketsa.

4. Perancangan/Tahap Desain (*Design*)

Proses merancang desain secara mendetail sesuai keinginan pemilik proyek. Tim pada proyek diharapkan mampu mengembangkan ikhtisar proyek sampai akhir, memeriksa masalah teknis, hingga mengajukan persetujuan akhir pada pemilik proyek. Dalam tahapan perencanaan proyek konstruksi ini, tim diminta menyiapkan rancangan mendetail, gambar kerja (jadwal dan spesifikasi), daftar kuantitas, serta taksiran biaya akhir.

5. Pengadaan atau Pelelangan (*Procurement* atau *Tender*)

Pelaksanaan tahap ini bertujuan untuk memperoleh kontraktor yang bersedia mengerjakan proyek konstruksi. Terkadang, harus mencari sub-kontraktor bila dibutuhkan. Kegiatan yang ada pada tahap ini meliputi prakualifikasi dan menyiapkan dokumen kontrak.

6. Pelaksanaan (*Construction*)

Sesuai namanya, tahap ini merupakan proses mendirikan bangunan yang dibutuhkan pemilik proyek sesuai biaya dan waktu yang disepakati dan disusun oleh konsultan. Tahap ini melibatkan perencanaan dan pengendalian hingga koordinasi yang berkaitan dengan kegiatan yang akan berlangsung di lapangan. Pihak-pihak yang berada dalam tahapan perencanaan proyek konstruksi ini mencakup konsultan pengawas dan konsultan MK, kontraktor dan sub-kontraktor, supplier, serta instansi terkait.

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

Tim akan memastikan bangunan selesai tepat waktu dan sesuai dengan kontrak. Pemeriksaan mencakup mengecek kelengkapan fasilitas. Kemudian, tahap pemeriksaan data pelaksanaan (data hingga gambaran pelaksanaan), penelitian bangunan, perbaikan kerusakan, hingga pelatihan pada staf yang akan melakukan pemeliharaan.

3.3 Keselamatan Kerja

Menurut Suma'mur (2013), keselamatan kerja adalah sarana utama untuk pencegahan kecelakaan, cacat dan kematian sebagai akibat kecelakaan kerja. Menurut Silalahi dan Rumondang (1991), keselamatan kerja merupakan suatu usaha untuk mencegah setiap perbuatan atau kondisi tidak selamat yang dapat mengakibatkan kecelakaan. Menurut Purnama (2010), keselamatan kerja juga dapat diartikan sebagai suatu pengetahuan dan penerapannya dalam usaha mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan akibat kerja. Keselamatan kerja merupakan faktor yang sangat penting agar suatu proyek dapat berjalan dengan lancar. Pada situasi yang aman dan selamat, para pekerja akan bekerja juga akan bekerja secara maksimal dan semangat. Keselamatan kerja yang baik adalah pintu gerbang bagi

keamanan tenaga kerja. Keselamatan kerja menyangkut segenap proses produksi dan distribusi, baik barang maupun jasa.

Keselamatan kerja bias any berhubungan dengan peralatan, tempat kerja, lingkungan kerja, serta tata cara dalam melakukan pekerjaan yang bertujuan untuk menjamin keadaan, keutuhan dan kesempurnaan, baik jasmani maupun rohani manusia. Jadi, dapat disimpulkan bahwa keselamatan kerja pada hakekatnya adalah usaha manusia dalam melindungi hidupnya dengan melakukan tindakan preventif dan pengamanan terhadap terjadinya kecelakaan kerja.

Keselamatan sebagai kebutuhan dimaksudkan sebagai setiap manusia untuk mencari dan mengusahakan agar mendapatkan keselamatan dimanapun manusia itu berada, termasuk saat melaksanakan kerja. Keselamatan dapat diusahakan dan diciptakan untuk mengurangi resiko kecelakaan kerja. Tempat kerja menjadi salah satu area dimana sebuah keselamatan tersebut diperlukan. Karena potensi kecelakaan kerja sangat mungkin terjadi di tempat kerja. Hal ini mendorong adanya istilah keselamatan kerja.

3.4 Perancah/Scaffolding

Dalam setiap pembangunan terutama pada perusahaan konstruksi, tentu dibutuhkan suatu alat guna memperlancar dan bagi keselamatan setiap pekerja agar keselamatan lebih terjamin maka perusahaan membutuhkan alat yang dapat digunakan pada pekerjaan ketinggian dan mampu menjamin keselamatan para pekerjanya.

3.4.1 Pengertian Perancah/Scaffolding

Menurut Permenaker No.01 Tahun 1980, pasal (1) huruf (e), Perancah/*Scaffolding* adalah bangunan pelataran kerja (*platform*) yang dibuat untuk sementara dan digunakan sebagai penyangga tenaga kerja, bahan dan alat pada setiap pekerjaan konstruksi termasuk pekerjaan pemeliharaan dan pembongkaran. Perancah (*scaffolding*) atau steger merupakan konstruksi pembantu pada pekerjaan bangunan gedung. Perancah dibuat apabila pekerjaan bangunan gedung sudah mencapai ketinggian 2 Meter dan tidak dapat dijangkau oleh pekerja.

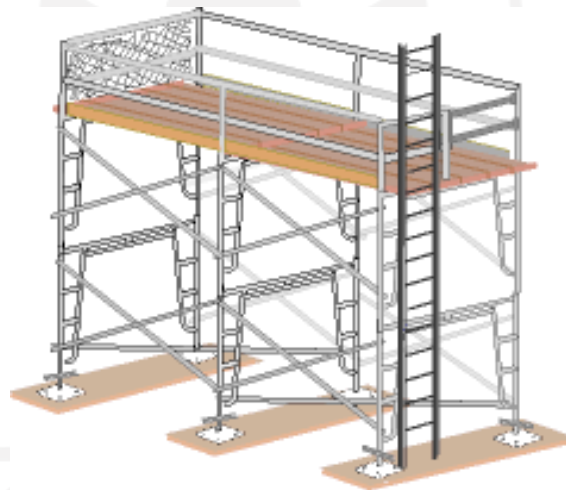
Perancah (*scaffolding*) adalah suatu struktur sementara yang digunakan untuk menyangga manusia dan material dalam konstruksi atau perbaikan gedung dan bangunan-bangunan besar lainnya. Biasanya perancah berbentuk suatu sistem modular dari pipa atau tabung logam, meskipun juga dapat menggunakan bahan-bahan lainnya.

3.4.2 Tipe-Tipe Perancah/Scaffolding

Perancah/*Scaffolding* memiliki 3 tipe dasar, ketiga tipe tersebut adalah sebagai berikut.

1. *Supported scaffolding*

Scaffolding ini disangga oleh tiang-tiang yang dilengkapi dengan pendukung lain seperti sambungan-sambungan, kaki-kaki, kerangka-kerangka dan *outriggers*.

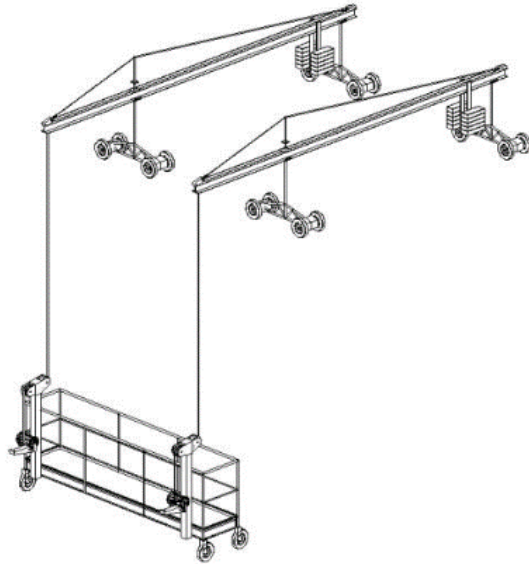


Gambar 3.1 *Supported Scaffolding*

(Sumber: Ryani M J)

2. *Suspended Scaffolding*

Yaitu platform kerja yang didukung oleh tali/sling.



Gambar 3.2 *Suspended Scaffolding*

(Sumber: Ryani M J)

3. *Aerial Lifts Scaffolding*

Platform kerja yang didukung oleh alat tertentu, tipe ini berbentuk seperti man basket atau keranjang manusia.



Gambar 3.3. *Aerial Lifts Scaffolding*

(Sumber: Ryani M J)

3.4.3 Jenis-Jenis Perancah/Scaffolding

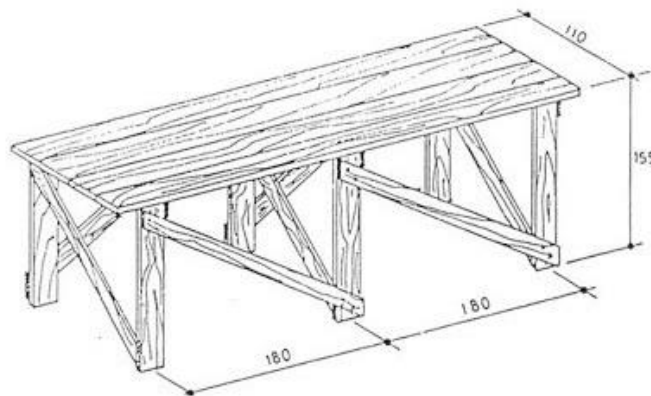
Berikut adalah jenis-jenis perancah berdasarkan fungsinya.

1. Perancah Andang

Perancah ini digunakan pada pekerjaan dengan ketinggian 2,5 m – 3 m. Apabila bekerja lebih tinggi maka tidak disarankan untuk menggunakan perancah ini lagi. Adapun macam-macam perancah andang adalah sebagai berikut:

a. Perancah Andang Kayu

Perancah jenis ini cara pembuatannya cepat dan dapat dipindah-pindah dengan mudah karena biasanya ukurannya tidak besar. Perancah ini ketinggiannya tetap dalam artian ketinggiannya tidak dapat disetel. Biasanya digunakan pada pekerjaan yang tingginya tidak lebih dari 3 m.

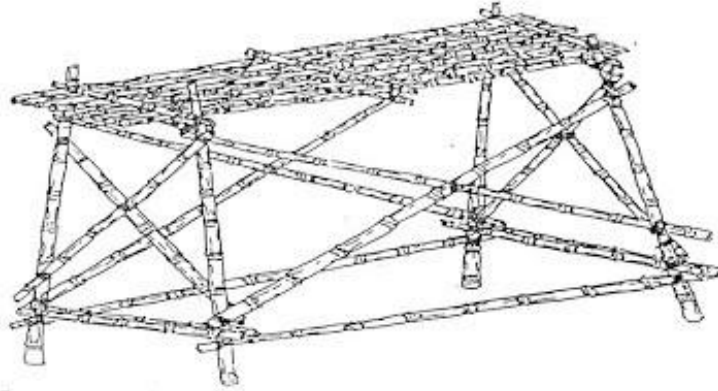


Gambar 3.4 Perancah Andang Kayu

(Sumber: Yuniar, 2017)

b. Perancah Andang Bambu

Perancah jenis ini sama halnya dengan perancah andang kayu hanya bahan pembuatnya saja yang berbeda. Selain itu perancah ini menggunakan tali ijuk sebagai pengikatnya. Adapun kaki andang bambu ini ada yang memakai 2 atau 3 pasang.

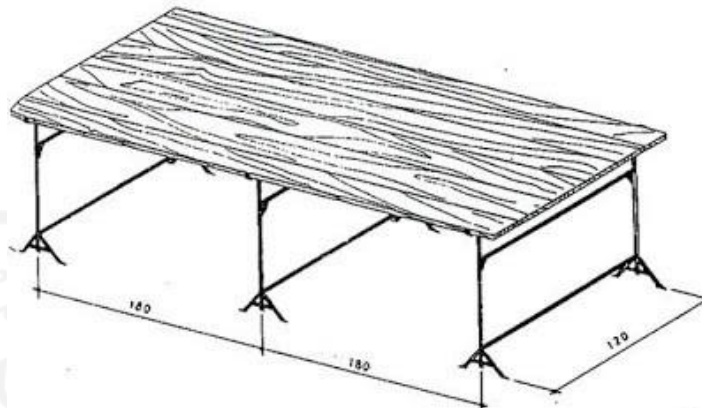


Gambar 3.5 Perancah Andang Bambu

(Sumber: Yuniar, 2017)

c. Perancah Andang Besi

Perancah jenis ini tidak jauh beda dari kedua perancah yang telah disebutkan sebelumnya. Perbedaan yang ada adalah tinggi perancah ini bisa disetel namun tetap saja tidak dapat digunakan untuk ketinggian diatas 3 m. Kaki perancah ini antara satu dengan lainnya berjarak hingga 1,8 m dengan ketebalan papannya 3 cm.



Gambar 3.6 Perancah Andang Besi

(Sumber: Yuniar, 2017)

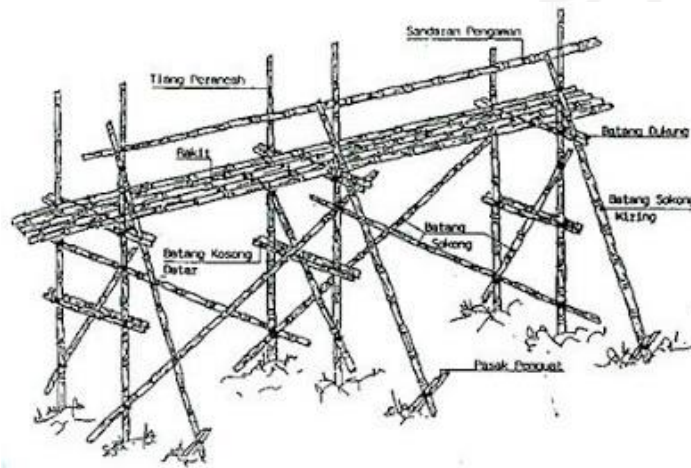
2. Perancah Tiang

Perancah jenis ini digunakan apabila pekerjaan sudah mencapai diatas 3 m, ketinggian perancah ini bisa dibuat sampai 10 m atau lebih, tergantung dari kebutuhan. Adapun perancah jenis ini dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

a. Perancah Tiang dari Bambu

Perancah jenis ini biasa dipakai pada bangunan bertingkat maupun tidak. Adapun alasan penggunaan perancah ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bahan mudah didapatkan
- 2) Pemasangan perancah bambu ini mudah dibongkar dan dapat dipasang kembali tanpa merusak bambu.
- 3) Bahan pengikatnya memakai ijuk yang mudah juga untuk didapatkan.
- 4) Lebih ekonomis dalam segi biaya.



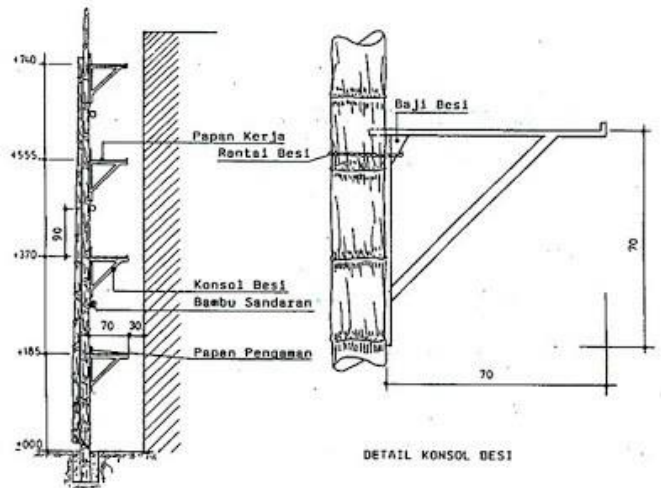
Gambar 3.7 Perancah Tiang dari Bambu

(Sumber: Yuniar, 2017)

b. Perancah Tiang dari Bambu dengan Konsol Besi

Perancah jenis ini hanya ditahan oleh satu tiang bambu saja, berbeda dari jenis yang sebelumnya yang ditahan oleh beberapa penyangga. Adapun keuntungan pemasangan dari perancah ini adalah:

- 1) Tidak memerlukan bambu yang terlalu banyak
- 2) Pemasangannya lebih cepat dari perancah bambu
- 3) Lebih praktis dan menghemat tempat
- 4) Pemasangan konsol dapat dipindah dari tingkat 1 ke tingkat di atasnya.

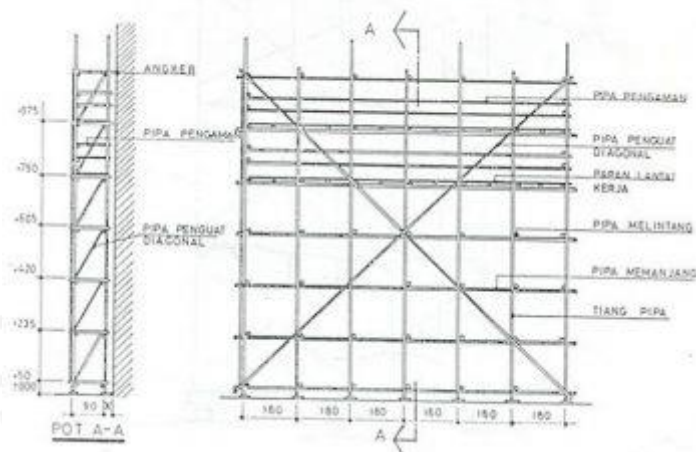


Gambar 3.8 Perancah dari Bambu dengan Konsol Besi

(Sumber: Yuniar, 2017)

c. Perancah Tiang Besi atau Pipa

Jenis perancah satu ini penyetalannya lebih cepat dibandingkan perancah tiang bambu. Alat penyambung yang dipakai adalah koping.



Gambar 3.9 Perancah Tiang Besi atau Pipa

(Sumber: Yuniar, 2017)

3. *Mobile Scaffolding*

Scaffolding jenis ini pada bagian tiangnya dipasang roda, hal ini yang membuat *mobile scaffolding* mudah untuk dipindahkan. Namun *scaffolding* jenis ini mempunyai keterbatasan kekuatan dan ketinggian. Selain itu hanya bisa digunakan pada permukaan yang rata dan datar.



Gambar 3.10 Mobile Scaffolding
(Sumber: Yuniar, 2017)

4. *Scaffolding* Kayu/Bambu

Scaffolding jenis ini terbuat dari bahan kayu atau bambu. Jenis ini terbilang tidak cukup kuat dan mudah patah. Meskipun terbilang sudah kuno, namun jenis ini masih bisa ditemui dalam pemakaiannya. Untuk *scaffolding* dari kayu dolken/ bulat, biasanya digunakan kayu dengan diameter 6-10 cm.

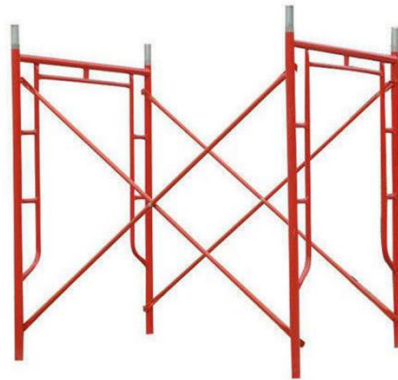


Gambar 3.11 Scaffolding Kayu/Bambu
(Sumber: Peangdao, 2014)

5. *Scaffolding* Rangka (*Frame Scaffolding*)

Scaffolding jenis ini dirangkai mejadi satu bingkai dengan pengelasan, untuk meghubungkan bingkai satu dengann bingkai yang lainnya digunakan rangka

penyilang (*cross brace*) yang dipasang pada setiap standard dengan menggunakan pasak engsel sebagai pengunci. Kerangka yang dipakai biasanya terbuat dari pipa atau tabung logam. *Scaffolding* jenis inilah yang dapat sering kita jumpai pemakaiannya dalam pembangunan sebuah proyek.

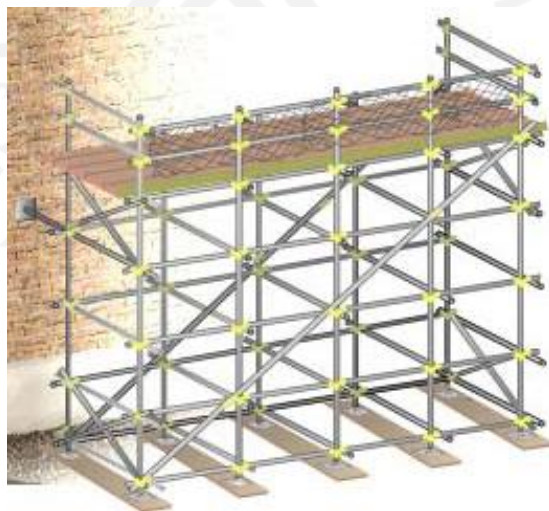


Gambar 3.12 Scaffolding Rangka (*Frame Scaffolding*)

(Sumber: Yuniar, 2017)

6. *Tube and Coupler Scaffold (Scaffold Batang-Batang Pipa)*

Scaffolding jenis ini dapat dirakit dalam berbagai bentuk dan arah sesuai dengan tujuan. Dalam perakitan dan pembongkaran *scaffolding* jenis ini diperlukan tenaga terampil khusus *scaffolding*, karena akan cukup sulit bagi pekerja yang tidak terampil dalam penggunaan *scaffolding tube and coupler*. *Scaffolding* ini memiliki konstruksi yang kuat.



Gambar 3.13 Tube and Coupler Scaffold

(Sumber: Occupational Safety and Health Administration)

3.5 Jenis Bekisting

Bekisting merupakan salah satu tahaap konstruksi bangunan yang kompleks. Pemilihan jenis bekisting yang cocok untuk bangunan konstruksi harus dipikirkan secara matang karena akan mempengaruhi biaya, waktu pengerjaan, dan kualitas dari konstruksi. Adapun banyaknya jenis bekisting yang adalah sebagai berikut ini:

1. Bekisting konvensional

Bekisting konvensional atau juga dikenal dengan istilah bekisting tradisional merupakan bekisting yang berasal dari papan kayu dan kayu balok yg mana setiap kali dilepas dan dibongkar menjadi beberapa potongan kayu yang bisa disusun kembali menjadi bentuk lainnya. Bekisting konvensional ini masih banyak ditemukan di beberapa proyek bangunan.

2. Bekisting Semi Sistem (*Knock Down*)

Bekisting semi sistem (*knock down*) merupakan bekisting yang terbuat dari plat baja atau besi *hollow*. Penggunaan bekisting *knock down* tersebut akan menghasilkan bentuk beton yang lebih presisi jika dibandingkan dengan penggunaan triplek/papan kayu dan kayu balok pada sistem bekisting konvensional. Prinsip dari bekisting semi sistem ini digunakan untuk berulang kali dalam bentuk yang tidak dapat diubah. Penggunaannya dirancang untuk satu proyek, yang ukurannya dapat disesuaikan pada bentuk beton yang diinginkan.

3. Bekisting Sistem (PERI)

Bekisting sistem (PERI) merupakan bekisting yang dirancang dari komponen-komponen yang terbuat dari baja sehingga dapat digunakan berulang kali. Tipe bekisting ini dapat digunakan untuk sejumlah pekerjaan misalnya bekisting untuk panel terowongan dan bekisting untuk beton *pre-cast* atau pracetak. Saat ini sudah banyak penyalur alat-alat bekisting yang menyediakan bekisting sistem untuk dapat disewa oleh vendor/kontraktor.

4. Bekisting *Fiberglass*

Bekisting ini terbuat dari bahan *fiberglass* yang tahan terhadap air sehingga sangat cocok dipakai pada konstruksi yang sebagian/seluruhnya berada di bawah tanah. Selain itu, dengan bekisting dari bahan *fiberglass* membuatnya

tidak mudah berkarat, ramah lingkungan, ringan, mudah dibersihkan, dan tidak terlalu banyak memakan waktu untuk *finishing*.

Bekisting *fiberglass* mampu menghasilkan pekerjaan yang berkualitas. Bekisting *fiberglass* telah memenuhi persyaratan penting dalam konstruksi bekisting yakni ketepatan, stabil, kokoh, baik dalam hal ketegakan, ukuran, kerataan dan kesikuan. Jenis bekisting ini dapat digunakan berulang kali sehingga kontraktor akan lebih hemat jika suatu saat akan dibutuhkan kembali.

5. Bekisting Alumunium

bekisting alumunium jarang digunakan dipasaran konstruksi Indonesia. Masih perlu dilakukan identifikasi risiko mengingat risiko penggunaannya masih belum jelas bagi orang yang belum berpengalaman. Penggunaan bekisting alumunium ini cocok untuk bangunan bertingkat tinggi dengan lantai yang luas dan bentuk ukuran beton yang sama.

3.6 Pengendalian Risiko

Menurut ISO 45001 (2015) perusahaan diminta untuk menetapkan, melaksanakan dan mengidentifikasi risiko kesehatan dan keselamatan kerja dengan melakukan identifikasi terhadap sumber-sumber yang berpotensi mengakibatkan situasi berbahaya, cedera, dan menyebabkan kesehatan yang buruk bagi pekerja. Risiko/bahaya yang sudah diidentifikasi dan dilakukan penilaian memerlukan langkah pengendalian untuk menurunkan tingkat resiko/bahaya-nya menuju ke titik yang aman. Adapun proses yang dilakukan dapat disimpulkan menggunakan Hirarki Pengendalian risiko.

Hirarki Pengendalian Risiko ini merupakan dasar dalam pengambilan keputusan terkait dengan pengendalian risiko. Tujuan hirarki pengendalian risiko adalah untuk menyediakan pendekatan sistematis guna peningkatan keselamatan dan kesehatan, mengeliminasi bahaya dan mengurangi atau mengendalikan risiko keselamatan dan kesehatan kerja. Dalam hirarki pengendalian bahaya, pengendalian yang lebih atas disepakati lebih efektif daripada pengendalian yang lebih bawah. Adapun gambar bentuk hirarki pengendalian resiko dapat dilihat pada

Gambar 3.14



Gambar 3.14 Hirarki Pengendalian Risiko

(Sumber: *Safety Sign* Indonesia, 2022)

Berikut ini penjelasan mengenai hirarki pengendalian risiko.

1. **Eliminasi**
Upaya menghilangkan sumber potensi bahaya yang berasal dari bahan, proses, operasi, atau peralatan. Contoh: berhenti menggunakan bahan kimia berbahaya, menerapkan pendekatan ergonomi ketika merencanakan tempat kerja baru, menghilangkan pekerjaan atau pekerjaan monoton yang menyebabkan stres negatif, dll.
2. **Substitusi**
Upaya mengganti bahan, proses, operasi, atau peralatan dari yang berbahaya menjadi tidak berbahaya. Contoh: mengganti cat berbasis pelarut dengan cat berbasis air, mengubah material lantai yang licin, dll.
3. **Rekayasa Teknologi**
Upaya memisahkan sumber bahaya dari pekerja dengan memasang sistem pengamanan pada alat, mesin, dan/atau area kerja. Contoh: isolasi, pelindung mesin, sistem ventilasi, mencegah jatuh dari ketinggian dengan menggunakan rel penjaga, dll.

4. Pengendalian Administratif

Upaya pengendalian dari sisi pekerja agar dapat melakukan pekerjaan secara aman. Contoh: pelatihan, inspeksi peralatan dan lingkungan kerja, induksi keselamatan, pemasangan rambu keselamatan, dll.

5. Alat Pelindung Diri (APD)

Upaya penggunaan APD yang berfungsi untuk mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari sumber bahaya. Contoh: sepatu keselamatan, kacamata pengaman, pelindung telinga, sarung tangan, dll.

Dalam penerapan hirarki pengendalian risiko, harus dilakukan berurutan atau dikendalikan menggunakan upaya yang paling efektif terlebih dahulu, yakni Eliminasi. Jika tidak memungkinkan, maka upaya pengendalian yang dapat digunakan selanjutnya bisa digunakan (Substitusi, Rekayasa Teknologi, Pengendalian Administratif, dan Alat Pelindung Diri). Namun bisa juga dikombinasikan.

3.7 *Fault Tree Analysis* (FTA)

Pada subbab ini membahas cara penggunaan FTA untuk menunjukkan bagaimana kegagalan (atau peristiwa) tingkat atas yang tidak diinginkan dapat terjadi melalui kombinasi kegagalan, peristiwa, dan/atau kesalahan yang berkontribusi. subbab ini menjelaskan proses sederhana tentang cara mendekati dan mengelola proses FTA. Semakin kompleks permasalahan yang didapat maka semakin diperlukan teknik analisis mendalam untuk mengidentifikasi semua kemungkinan kombinasi kegagalan yang dapat mengakibatkan hilangnya integritas sistem. Oleh sebab itu, dibutuhkan *Fault Tree Analysis* (FTA) yaitu, teknik pohon kesalahan dengan menunjukkan secara grafis, melalui notasi tertentu, hubungan logis antara kegagalan sistem tertentu dan semua penyebab yang berkontribusi.

3.7.1 Pengertian *Fault Tree Analysis*

Menurut ISO 31010 (2009), *Fault Tree Analysis* (FTA) adalah teknik untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang dapat berkontribusi pada peristiwa tertentu yang tidak diinginkan (peristiwa puncak/*top event*). Faktor-faktor penyebab diidentifikasi secara deduktif, diorganisasikan secara logis dan

direpresentasikan secara bergambar dalam diagram pohon yang menggambarkan faktor-faktor penyebab dan hubungan logisnya dengan peristiwa puncak. Faktor-faktor yang diidentifikasi dalam *Fault Tree*/Pohon Kesalahan dapat berupa peristiwa yang terkait dengan kegagalan komponen alat kerja, kesalahan manusia, atau peristiwa terkait lainnya yang mengarah pada peristiwa yang tidak diinginkan.

3.7.2 Kekuatan dan Keterbatasan

Penggunaan metode memiliki kekuatan dan keterbatasan tersendiri dalam mengaplikasikannya. Begitupun dengan metode *Fault Tree Analysis*, berikut merupakan detail kekuatan dan keterbatasan *Fault Tree Analysis* yang telah dirangkum menurut ISO 31010 (2009), Kritzinger (2017), dan NASA *Fault Tree Handbook* (2002).

3.7.2.1 Kekuatan *Fault Tree Analysis* (FTA)

Kekuatan/kelebihan dari metode *Fault Tree Analysis* adalah sebagai berikut.

1. Memberikan pendekatan disiplin yang sangat sistematis dan cukup fleksibel untuk memungkinkan analisis berbagai faktor, termasuk interaksi manusia dan fenomena fisik.
2. Penerapan pendekatan "*top-down*", yaitu teknik untuk memusatkan perhatian pada efek-efek kegagalan yang secara langsung berhubungan dengan peristiwa puncak.
3. Berguna untuk menganalisis sistem dengan banyak subjek dan interaksi.
4. Representasi bergambar mengarah pada pemahaman yang mudah tentang perilaku sistem dan faktor-faktor yang disertakan. Jika pohon kesalahan besar, maka dapat dilakukan pemrosesan pohon kesalahan menggunakan sistem komputer. Fitur ini memungkinkan hubungan logis yang lebih kompleks untuk dimasukkan (misalnya AND dan OR).
5. Analisis logika pohon kesalahan dan identifikasi *cut set* berguna dalam mengidentifikasi jalur kegagalan sederhana dalam sistem yang sangat kompleks di mana kombinasi peristiwa tertentu yang mengarah ke peristiwa puncak dapat diabaikan.

6. FTA merupakan alat untuk memprioritaskan upaya karena hanya berfokus pada penyebab yang mengarah ke kondisi kegagalan tertentu. Hal ini mengurangi biaya penilaian keselamatan serta biaya diagnostik kesalahan.

3.7.2.2 Keterbatasan *Fault Tree Analysis* (FTA)

Keterbatasan dalam penggunaan metode *Fault Tree Analysis* adalah sebagai berikut.

1. Ketidakpastian dalam probabilitas kejadian dasar dimasukkan dalam perhitungan probabilitas kejadian teratas. Hal ini dapat mengakibatkan tingkat ketidakpastian yang tinggi di mana probabilitas kegagalan peristiwa dasar tidak diketahui secara akurat. Namun, tingkat kepercayaan yang tinggi dimungkinkan dalam pembuatan FT yang dipahami dengan baik. *Top event*/kejadian puncak FT mengarahkan semua analisis lainnya secara umum. Jika peristiwa puncak salah didefinisikan, maka FTA akan salah, yang dapat mengakibatkan keputusan yang salah dibuat.
2. Dalam beberapa situasi, peristiwa kausal tidak terikat bersama dan mungkin sulit untuk memastikan apakah semua jalur penting ke peristiwa puncak disertakan. Misalnya, memasukkan semua sumber penyulutan dalam analisis kebakaran sebagai peristiwa puncak. Dalam situasi ini, analisis probabilitas tidak mungkin dilakukan.
3. Pohon kesalahan adalah model statis yaitu interdependensi waktu tidak dibahas.
4. Pohon kesalahan hanya dapat menangani keadaan biner (gagal/tidak gagal) saja.
5. Mode kesalahan manusia dapat dimasukkan dalam pohon kesalahan kualitatif, secara umum kegagalan tingkat atau kualitas yang sering menjadi ciri kesalahan manusia tidak dapat dengan mudah dimasukkan.
6. FTA sangat bergantung pada data probabilitas kegagalan yang akurat. Oleh karena itu penting untuk melakukan 'analisis sensitivitas' dan 'analisis ketidakpastian' pada FTA

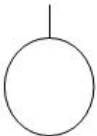
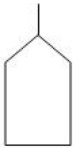
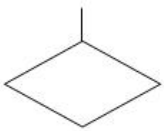
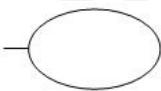
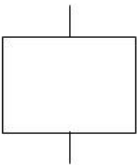
3.7.3 Aturan Dasar *Fault Tree Analysis*

Sebelum membuat *Fault Tree Analysis* sebaiknya kita harus mengetahui aturan dasar apa saja yang diperlukan dalam membuat pohon kesalahan tersebut. Menurut NASA *Fault Tree Handbook* (2002) aturan dasar ini meliputi:

1. Prosedur dan nomenklatur dimana *event* dan *gate* diberi nama dalam FT, dikarenakan antara lain sebagai berikut.
 - a. sangat penting dalam menciptakan FTA yang dapat dimengerti,
 - b. memastikan bahwa *cut set* dan probabilitas yang benar dihitung jika *gate* atau *event* dasar terjadi lebih dari sekali dalam model,
 - c. memberikan konsistensi di antara FT yang berbeda terutama ketika individu yang berbeda mengembangkannya.

Adapun berikut ini merupakan tabel rangkuman gambar simbol dari *Fault Tree Analysis* khususnya pada *event symbol*, *gate symbol*, dan *transfer symbol*.

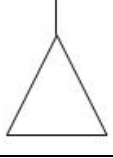

Tabel 3.1 *Event Symbols of Fault Tree Analysis*

Simbol	Nama	Maksud/Arti
	<i>Basic event</i>	kegagalan atau kesalahan dalam komponen atau elemen sistem
	<i>External event</i>	biasanya diharapkan terjadi (bukan kesalahan sendiri)
	<i>Undeveloped event</i>	peristiwa yang tidak tersedia cukup informasi, atau tidak ada konsekuensinya
	<i>Conditioning event</i>	kondisi yang membatasi atau memengaruhi gerbang logika
	<i>Intermediate event/ Event box</i>	dapat digunakan tepat di atas acara utama untuk menyediakan lebih banyak ruang untuk mengetik deskripsi acara. deskripsi peristiwa kegagalan

Tabel 3.2 Gate Symbols of Fault Tree Analysis

Simbol	Nama	Maksud/Arti
	<i>OR gate</i>	keluaran terjadi jika ada masukan.
	<i>AND gate</i>	<i>output</i> terjadi hanya jika semua <i>input</i> terjadi (<i>input</i> tidak tergantung pada sumbernya).
	<i>Exclusive OR gate</i>	<i>output</i> terjadi jika tepat satu <i>input</i> terjadi.
	<i>Priority AND gate</i>	<i>output</i> terjadi jika <i>input</i> terjadi dalam urutan tertentu yang ditentukan oleh peristiwa pengkondisian.
	<i>Inhibit gate</i>	keluaran terjadi jika masukan terjadi di bawah kondisi pengaktifan yang ditentukan oleh peristiwa pengkondisian.

Tabel 3.3 Transfer Symbols of Fault Tree Analysis

Simbol	Nama	Maksud/Arti
	<i>Transfer in</i>	<i>Fault Tree</i> berhubungan dengan halaman <i>Fault Tree</i> yang lain.
	<i>Transfer out</i>	<i>Fault Tree</i> berhubungan dengan tingkat <i>Fault Tree</i> yang lebih tinggi

2. Cara untuk memodelkan kejadian berulang dan *Common Cause Factors* (CCF).
3. Cara untuk memodelkan kesalahan manusia.
4. Meminimalisasi untuk tidak memasukkan 'status sukses' karena probabilitas kegagalan pada item 'tidak gagal' biasanya mendekati 1, pengecualian status sukses tidak akan mempengaruhi kuantifikasi FT tetapi akan menyederhanakan bentuk konstruksinya.

3.7.4 Validasi Data *Fault Tree Analysis*

Validasi adalah penentuan bahwa persyaratan untuk suatu produk sudah benar dan lengkap (Kritzinger, 2017). Tahap memvalidasi *Fault Tree Analysis* dibagi menjadi 3, yaitu:

1. Validasi Keandalan/*Reliability*

Validasi keandalan/*Reliability* adalah untuk memastikan bahwa target keselamatan dapat dicapai melalui 2 perspektif yaitu:

- a. Memeriksa apakah grafis FT telah sesuai dengan kejadian sebenarnya dengan menggunakan *AND gates* untuk memastikan independensi.
- b. Memilih subsistem dan komponen yang sesuai agar dapat membentuk peristiwa dasar dalam FTA

Hal ini sering dicapai dengan menggunakan daftar periksa, skema sistem dan pemeriksaan menyeluruh logika FTA untuk memastikan pada setiap tingkat bahwa semua permutasi telah disertakan. Validasi dilakukan dengan mengisi FTA dengan data probabilitas kegagalan untuk menentukan apakah target keamanan akan tercapai. Namun, karena pohon kesalahan mewakili kejadian hanya dari dua keadaan (BENAR atau SALAH), aturan Aljabar Boolean harus diterapkan.

Tabel 3.4 Hukum Aljabar Boolean

Nama	Contoh	Fungsi
hukum asosiatif	$A \times (B \times C) = (A \times B) \times C$ $A + (B + C) = (A + B) + C$	Aljabar normal dapat digunakan untuk memperluas istilah, dan urutan tidak penting
hukum distributif	$A \times (B + C) = A \times B + A \times C$	
hukum komutatif	$A \times B = B \times A$ $A + B = B + A$	
hukum idempoten	$A \times A = A$ $A + A = A$	Suatu peristiwa yang digabungkan (melalui AND atau OR) dengan dirinya sendiri hanyalah peristiwa itu sendiri
hukum penyerapan	$A \times (A + B) = A$ $A + (A \times B) = A$	Jika suatu peristiwa digabungkan dengan kombinasi dari dirinya sendiri dan peristiwa independent lain, tidak relevan apakah peristiwa lain itu terjadi karena peristiwa pertama akan menghasilkan peristiwa yang lebih tinggi berikutnya.

(sumber: Kritzinger, 2017)

FTA merupakan metode grafis menggunakan gerbang logika dan peristiwa kesalahan untuk memodelkan hubungan sebab-akibat dalam menyebabkan peristiwa yang tidak diinginkan. Metode grafis ini dapat diterjemahkan ke dalam model matematika untuk menghitung probabilitas kegagalan dan ukuran kepentingan sistem (Ericson, 2005). Pendekatan kuantitatif ini memberikan hasil yang lebih bermanfaat, tetapi membutuhkan lebih banyak waktu (misalnya pengumpulan data tingkat kegagalan komponen) dan orang yang berpengalaman.

Kegagalan dalam menerapkan hukum idempoten dan absorpsi dapat menghasilkan estimasi probabilitas yang lebih rendah daripada yang sebenarnya. Setelah aturan Aljabar Boolean diterapkan pada FTA, probabilitas kegagalan dapat dimasukkan ke dalam peristiwa dasar. Kemudian, *top event* kemudian dapat dihitung dengan menentukan probabilitas setiap gerbang secara berurutan sampai probabilitas *top event* diketahui. Jika semua kejadian dasar telah ditemukan, probabilitas dapat ditentukan hanya dengan mengalikan *input* ke gerbang AND dan menjumlahkan *input* ke gerbang OR.

Target probabilitas biasanya dinyatakan sebagai tingkat kegagalan yang bertentangan dengan probabilitas kegagalan absolut. Misalnya, target probabilitas berdasarkan tingkat keparahan kondisi kegagalan dalam 'Probabilitas Rata-rata per Jam Penerbangan'. Hal ini mudah dicapai ketika semua kejadian dasar juga dinyatakan sebagai tingkat kegagalan. Namun, kebingungan dapat muncul ketika beberapa peristiwa dasar dipengaruhi oleh waktu yang berisiko atau peristiwa yang tidak aktif yang mungkin berada dalam keadaan gagal untuk banyak penerbangan dan hanya mengakibatkan masalah ketika kegagalan lain atau keadaan tertentu terjadi.

2. Validasi Tingkat Jaminan Pengembangan/*Development Assurance Level*

Memvalidasi berdasarkan tingkat keselamatan khusus yang disesuaikan dengan tingkat keparahannya.

3. Validasi Kesalahan Manusia/*Human Hazard*

Validasi yang dimaksud adalah memastikan manusia berinteraksi secara normal maupun dalam keadaan bahaya sehingga dapat merespons terhadap kegagalan. Hal ini perlu divalidasi agar manusia dapat mengurangi kegagalan (melalui tindakan pemulihan dan pengendalian) dan memahami bagaimana merespons jika menyebabkan suatu kejadian kegagalan yang bisa mengancam keselamatan. Contoh kesalahan manusia berdasarkan NASA *Fault Tree Handbook* (2002) antara lain sebagai berikut.

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

Namun, NASA *Fault Tree Handbook* (2002) menyarankan untuk tidak membuat model kesalahan manusia. Kesalahan manusia adalah kesalahan yang melibatkan manusia yang melakukan tindakan yang tidak terduga. Alasan *human error of commission* tidak dimodelkan adalah bahwa pendekatan pemodelan saat ini akan memerlukan pertimbangan lingkup tindakan yang hampir tidak terbatas.

3.7.5 Verifikasi Data *Fault Tree Analysis*

Verifikasi FTA yaitu melibatkan/memastikan bahwa model grafis FTA mencerminkan konfigurasi kejadian dan perilaku solusi desain akhir. Metode verifikasi yang berlaku untuk FTA antara lain sebagai berikut.

1. Inspeksi dan *Review* gambar/grafis FTA
2. Analisis FTA dengan kejadian kegagalan yang sesuai dengan peristiwa sebenarnya.
3. Pengujian mode kegagalan yang disimulasikan, dll.

Setelah diverifikasi sepenuhnya, FTA yang diperbarui kemudian ditulis baik sebagai laporan untuk Penilaian Keamanan pada suatu kegagalan. Pada laporan ini harus mencakup indeks kondisi kegagalan yang dipertimbangkan, termasuk target probabilitas yang ditetapkan. Adapun isi dari laporan FTA pada tahap akhir meliputi penjelasan sebagai berikut.

1. Menjelaskan pohon kesalahan, termasuk deskripsi rinci tentang apa arti peristiwa tingkat atas yang ditafsirkan, dan pertimbangan ruang lingkup apapun.
2. Memberikan detail asumsi atau peringatan yang diandalkan selama pembuatan pohon kesalahan, seperti banyaknya kejadian yang telah diasumsikan.
3. Menampilkan tabel kejadian dasar dan probabilitas yang ditetapkan, dengan referensi dari mana mereka diperoleh.
4. Menampilkan diagram pohon kesalahan, dengan menggunakan *transfer gates* jika diperlukan sehingga dapat dibaca dan mudah dipahami.
5. Menambahkan diagram *cut set*, dengan menentukan urutan pertama tertentu (di mana satu peristiwa dasar mengejar ke peristiwa tingkat atas) karena hal ini mewakili kegagalan titik tunggal dalam sistem.

Kesimpulannya, laporan FTA harus mencakup ringkasan hasil pohon kesalahan. Jika telah sesuai dengan target yang diinginkan, maka untuk peristiwa teratas dengan tingkat keparahan bencana merupakan kegagalan titik tunggal yang telah terjadi dan diidentifikasi secara rinci. Selain itu, laporan harus merinci tindakan pemeliharaan apa saja yang diperlukan untuk mengurangi efek kegagalan yang mungkin terjadi.

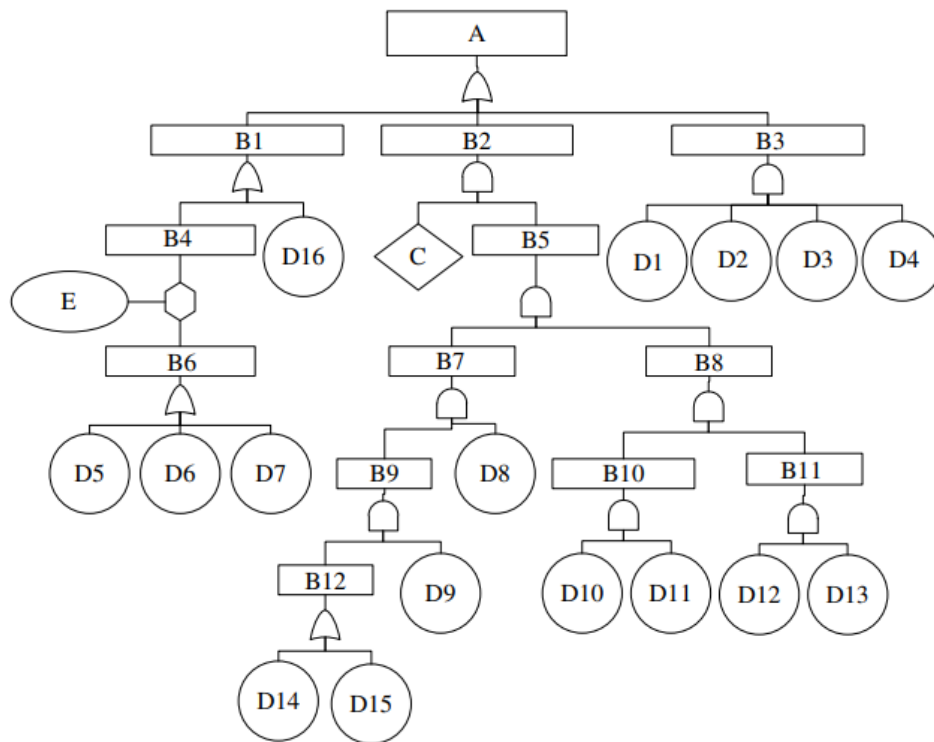
3.7.6 Tahapan *Fault Tree Analysis*

Langkah-langkah untuk mengembangkan pohon kesalahan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan permasalahan yang akan dianalisis. Permasalahan yang dimaksud adalah kegagalan atau mungkin hasil yang lebih luas dari kegagalan itu.
2. Menentukan peristiwa puncak/*top event*, kemungkinan penyebab langsung atau mode kegagalan yang mengarah ke peristiwa puncak yang diidentifikasi.
3. Menganalisis mode penyebab/kesalahan untuk mengidentifikasi bagaimana keagalannya dapat disebabkan.
4. Identifikasi bertahap penyebab/kesalahan dari kejadian yang tidak diinginkan diikuti ke kejadian yang lebih rendah secara berurutan sampai analisis lebih lanjut menjadi tidak dapat diuraikan lagi yang berarti sudah mendasar. Peristiwa dan faktor penyebab pada kejadian terendah yang dianalisis dikenal sebagai peristiwa dasar.
5. Ketika probabilitas yang terjadi telah ditentukan hingga mendapatkan peristiwa dasar, kemungkinan peristiwa teratas dapat dihitung. Agar kuantifikasi *valid*, harus dapat ditunjukkan bahwa, untuk setiap gerbang, semua input diperlukan dan cukup untuk menghasilkan kejadian *output*. Jika hal ini tidak terjadi, pohon kesalahan tidak *valid* untuk analisis probabilitas tetapi dapat menjadi alat yang berguna untuk menampilkan hubungan sebab akibat.

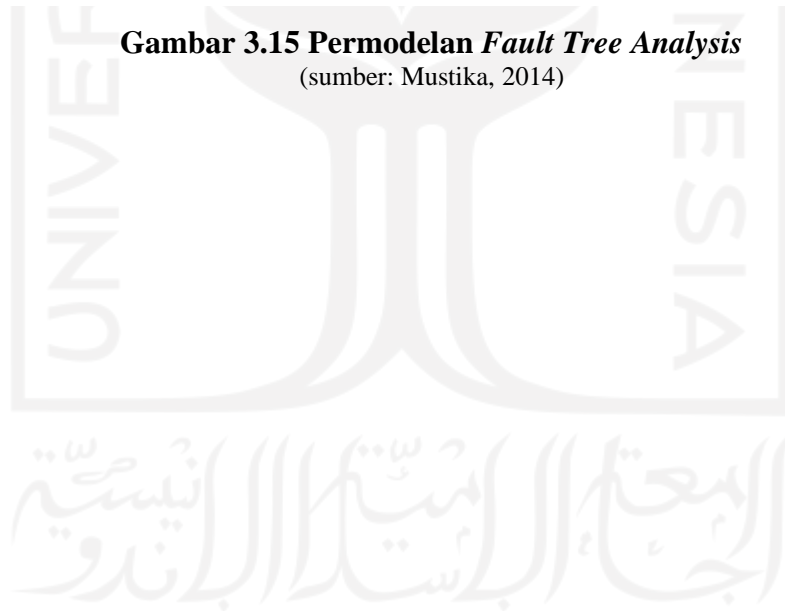
Adapun berikut ini merupakan contoh permodelan *Fault Tree Analysis*.





Gambar 3.15 Permodelan *Fault Tree Analysis*

(sumber: Mustika, 2014)



BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Pada Bab 4 ini, peneliti bermaksud untuk menjelaskan tentang langkah apa saja yang akan dilakukan selama proses penelitian guna menyelesaikan permasalahan yang ada. Metode penelitian yang dimaksud dapat berupa menguraikan seluruh kegiatan yang dilakukan dari awal proses penelitian hingga akhir penelitian. Metode penelitian ini dilakukan sebagai pedoman akan jalannya penelitian pada saat di lapangan agar dapat sejalan dengan landasan teori yang telah ada.

Penelitian yang akan dilakukakan yaitu tentang analisis kecelakaan kerja dengan menerapkan metode *fault tree analysis* pada pekerjaan *scaffolding* dengan studi kasus pada proyek RS UII. Penelitian ini akan bersumber dari hasil wawancara dan studi literatur. Hal ini dikarenakan proses penelitian ini mendapatkan informasi melalui data wawancara berupa gambaran kejadian yang terjadi pada saat pekerjaan *scaffolding* dilakukan dan juga studi literatur yang digunakan sebagai bahan referensi untuk dikaji dan diolah menjadi sebuah variabel.

Pada penelitian ini dilakukan melalui metode penelitian data kualitatif deskriptif yang berarti data konseptual yang disajikan dalam bentuk deskriptif atau tulisan. Data kualitatif menurut Mulachela (2022) adalah data yang tidak berbentuk angka tetapi berbentuk verbal melalui lisan dan kata yang diperoleh dari obeservasi, kuisisioner, wawancara, dan lainnya. Data kualitatif juga bersifat subjektif sehingga memilik banyak perspektif yang berbeda menurut banyak orang. Namun, dalam penelitian ini data akan divalidasi oleh seseorang ahli K3 yang telah tersertifikasi sehingga kebenarannya dapat dipercaya.

4.2 Subjek dan Objek

Subjek dan objek adalah suatu hubungan saling terkait. Subjek dan objek merupakan kunci dari sebuah data dalam mendapatkan gambaran pada penelitian

yang akan dilaksanakan. Hal ini memudahkan peneliti dalam menentukan informasi dan memetakan data sesuai dengan riset yang diperlukan.

4.2.1 Subjek

Subjek penelitian merupakan sebuah batasan bagi peneliti dengan cara menggunakan benda, hal, atau orang untuk menentukan variabel yang digunakan pada penelitian (Arikunto, 2016). Hal ini berarti bahwa subjek merupakan suatu tempat dimana variabel melekat. Oleh karena itu, pada penelitian ini subjek yang digunakan oleh peneliti adalah pekerja pada proyek RS UII

4.2.2 Objek

Objek adalah variabel yang merupakan titik perhatian suatu penelitian (Arikunto, 2016) atau dapat diartikan sebagai masalah yang diteliti. Hal ini berarti bahwa objek merupakan suatu sasaran isu yang digunakan oleh peneliti dalam melaksanakan penelitian. Objek bersifat spesifik dan realistis dalam menentukan pokok bahasannya. Oleh karena itu, objek pada penelitian ini adalah metode *fault tree analysis* pada pekerjaan *scaffolding*.

4.3 Data dan Metode Pengumpulan Data

Data dan metode pengambilan data dilakukan untuk memudahkan peneliti dalam memetakan suatu fakta yang ada. Kemudian, memprosesnya dengan cara menggunakan teknik pengambilan data yang sesuai dengan penelitian. Hal ini dilakukan agar tujuan penelitian dapat tercapai.

4.3.1 Data

Data merupakan kumpulan fakta yang dijadikan sebagai bahan untuk menyusun informasi yang dibutuhkan dalam proses pengolahan data (Arikunto, 2002). Pada penelitian ini, berdasarkan sumber data maka diperoleh data sebagai berikut.

1. Data Primer

Menurut Sugiyono (2018) data primer adalah data yang langsung diterima peneliti tanpa adanya perantara sehingga data primer merupakan data yang spesifik dan sesuai dengan kebutuhan peneliti. Data ini juga sangat akurat

karna proses keterlibatan peneliti dalam pengambilan data secara langsung. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini berupa wawancara pribadi.

2. Data Sekunder

Menurut Sugiyono (2018) data sekunder adalah data yang dikumpulkan oleh orang lain sebelumnya dan dijadikan data oleh peneliti sehingga prosesnya tidak langsung kepada peneliti atau dapat diartikan data sekunder adalah data yang secara tidak langsung diterima oleh peneliti (melalui perantara). Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu studi literasi yang di dapatkan dari berbagai sumber yang ada.

4.3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data menurut Sugiyono (2013) adalah salah satu langkah yang paling strategis dalam penelitian, karena tujuan utama dari penelitian adalah mengumpulkan data. Pengumpulan data juga dapat diartikan sebagai proses dalam mendapatkan suatu data/bahan dari proyek yang diteliti. Maka dari itu, pengumpulan data ini akan dilakukan pada proyek RS UII dengan spesifik pekerjaan pada pekerjaan *scaffolding*. Adapun metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Menurut Danial dan Warsiah (2009) studi literatur adalah penelitian yang dilakukan oleh peneliti dengan cara mengumpulkan beberapa buku, majalah yang berkaitan dengan masalah dan tujuan penelitian. Studi literatur bertujuan untuk menyamakan perspektif bahasan dengan teori yang relevan pada permasalahan yang diteliti oleh peneliti. Hal ini juga dijadikan sebagai bahan rujukan untuk pembahasan hasil penelitian. Pada metode ini, studi literatur yang digunakan adalah jurnal internasional dan nasional, penelitian terdahulu, buku yang relevan, dan standar operasi Internasional dan nasional.

2. Wawancara

Menurut Esterberg dalam Sugiyono (2015) Wawancara adalah pertemuan yang diselenggarakan oleh dua orang di mana informasi atau ide dipertukarkan melalui tanya jawab sehingga dapat dipersempit ke kesimpulan atau makna tentang topik tertentu. Pada metode ini, peneliti melakukan 2 kali wawancara.

Pertama, wawancara dengan pihak proyek mengenai penyebab kecelakaan yang terjadi pada pekerjaan *scaffolding* pada saat proyek berlangsung. Kedua, wawancara dengan pihak ahli K3 yang telah tersertifikasi untuk dapat memvalidasi data yang telah dirangkum oleh peneliti.

4.4 Metode Analisis Data

Menurut Sugiyono (2010), metode analisis data adalah proses pencarian data, mengumpulkan informasi secara sistematis dari wawancara, catatan lapangan dan dokumentasi, mengkategorikan data, membaginya menjadi unit-unit, mensintesiskannya, menggabungkannya menjadi pola dan memilih darinya mana yang penting dan apa yang mudah dipelajari. dan menarik kesimpulan dengan cara yang mudah dipahami oleh diri sendiri maupun orang lain. Adapun analisis data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *Fault Tree Analysis*.

4.4.1 Analisis Kecelakaan Kerja dengan Metode *Fault Tree Analysis*

Setelah mengetahui kecelakaan kerja yang terjadi maka akan dilakukan analisis menggunakan metode *fault tree analysis*. Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan dalam menentukan akar penyebab dalam kecelakaan kerja khususnya pada pekerjaan *scaffolding*.

4.4.2 Langkah Analisis

Jika semua data telah terkumpul baik data sekunder maupun data primer, maka selanjutnya dilakukan analisis data. Adapun sistematis analisis data sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerjaan *scaffolding*. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan *top event* yang akan di gunakan menjadi topik dalam model rancangan grafis *fault tree analysis*.
2. Membuat rancangan grafis *Fault Tree Analysis*. Pembuatan rancangan grafis *fault tree analysis* dapat dilakukan dengan menguraikan *fault event* (kejadian gagal) yang terjadi berdasarkan pada *top event*. Setelah itu, mengevaluasi *fault event* apakah sudah sesuai atau tidak, lalu melengkapinya dengan *logic gate* (gerbang logika) untuk menyambungkan kemungkinan yang terjadi antar *fault event*.

3. Menganalisis dan menghitung *minimal cut set* dengan menggunakan aljabar *boolean*. Aljabar *Boolean* digunakan untuk mempermudah dalam pemahaman secara logika agar lebih sederhana. Serta menyimpulkan kombinasi kegagalan yang terjadi.
4. Menentukan pengendalian risiko yang sesuai dengan kombinasi kegagalan yang dibutuhkan menurut hirarki pengendalian risiko

4.5 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian menjelaskan proses/langkah-langkah yang dilakukan selama pelaksanaan penelitian. Tahapan penelitian harus dilakukan secara urut dan sistematis. Tahap awal dari penelitian ini dimulai dengan menentukan topik penelitian kemudian dilanjutkan dengan menentukan tujuan dan juga literatur-literatur yang relevan dengan topik yang diangkat oleh peneliti. Setelah itu, mengumpulkan data proyek dan menganalisis data tersebut hingga menjadi sebuah hasil penelitian. Tahapan penelitian ini akan dijelaskan secara rinci dalam kerangka berpikir dari awal proses penelitian hingga akhir agar mempermudah dalam memahami maksud dari peneliti. Kemudian, dilanjutkan dengan penggambaran secara singkat melalui diagram alir penelitian/*flowchart*.

4.5.1 Kerangka Berpikir

Berikut merupakan penjelasan tahapan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini.

1. Menentukan Topik Masalah
 Pada penelitian ini, topik masalah yang diangkat oleh peneliti adalah topik berkaitan dengan kecelakaan kerja khususnya pada pekerjaan ketinggian dengan pemecahan masalah menggunakan metode *fault tree analysis*. Oleh karena itu, didapatkan hasil penetapan topik masalah secara spesifik yaitu “Analisis Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan Scaffolding dengan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA). (Studi Kasus: Proyek RS UII)”
2. Menetapkan Tujuan Penelitian
 Penetapan tujuan penelitian ini digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian ini. Adapaun tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi

kecelakaan kerja pada pekerjaan scaffolding, mengetahui akar permasalahan terjadi kecelakaan pada pekerjaan scaffolding, dan mengetahui solusi yang sesuai untuk mengantisipasi kecelakaan kerja terulang kembali.

3. Tinjauan Pustaka dan Studi Literatur

Mencari tinjauan Pustaka dan studi literatur yang berkaitan dengan topik penelitian yang telah diangkat oleh peneliti. Tinjauan Pustaka dan studi literatur yang digunakan dapat berupa kesamaan metode, data, dan teori mengenai “Analisis Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan Scaffolding dengan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA). (Studi Kasus: Proyek RS UII)”

4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan pada saat pelaksanaan penelitian dibagi menjadi 2 jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Berikut penjelasan mengenai proses pengumpulan data secara rinci.

a. Data Primer

- 1) Wawancara, dilakukan terhadap pihak internal proyek maupun pihak eksternal proyek. Pihak internal proyek yang terkait diwawancarai mengenai kejadian pada saat kecelakaan kerja terjadi atau dapat diartikan sebagai narasumber bagi peneliti dalam menganalisis data. Hal ini dilakukan agar peneliti dapat mengetahui informasi secara langsung pada saat kejadian. Pihak eksternal proyek yang diwawancarai dalam penelitian ini adalah seseorang yang ahli dalam K3 untuk memvalidasi serta memberikan referensi saran apakah bentuk akar permasalahan sudah sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

b. Data Sekunder

- 1) Dokumen ketentuan yang mendukung adanya teori penelitian dalam melaksanakan penelitian ini. Dokumen ketentuan ini dapat berupa peraturan perundangan-undangan, standar internasional operasional, dan lainnya.

- 2) Kecelakaan kerja pada pekerjaan scaffolding, didapatkan untuk mengetahui akar penyebab yang mungkin menjadi permasalahan dalam kecelakaan tersebut.

5. Analisis Data dan Pengolahan Data

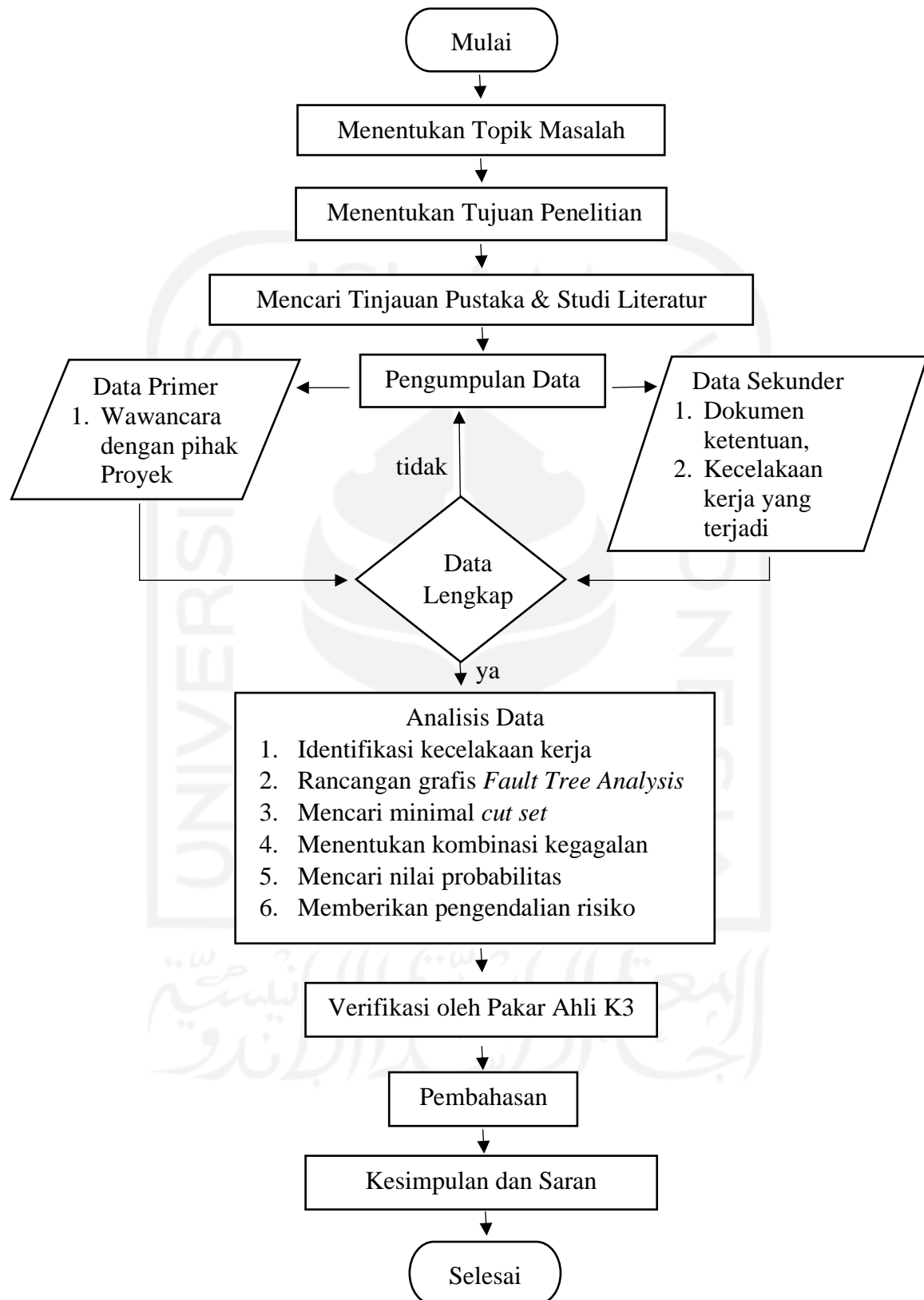
Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode *fault tree analysis*/analisis pohon kesalahan. Hal yang harus dilakukan adalah menentukan *top event*/kejadian puncak yang berarti disini adalah kecelakaan kerja pada pekerjaan *scaffolding*. Kemudian, menentukan *basic event*/*root cause* yang menjadi suatu kemungkinan terjadinya *top event*/kejadian puncak tersebut. *Basic event* ini merupakan akar penyebab *top event*/kejadian puncak yang terjadi. Berdasarkan *basic event* yang telah ditemukan kita dapat mengetahui solusi yang tepat dalam mengantisipasi kecelakaan kerja agar tidak terjadi kembali.

6. Hasil Pembahasan dan Kesimpulan

Hasil pembahasan membahas tentang inti pokok yang telah didapatkan dari pengolahan analisis data sebelumnya dan juga menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan di awal sesuai dengan hasil penelitian yang diperoleh. Kemudian, didapatkan kesimpulan akhir terhadap “Analisis Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan *Scaffolding* dengan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA). (Studi Kasus: Proyek RS UII)”.

4.5.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian *flowchart* adalah gambaran suatu proses tahapan penelitian yang dilakukan dari tahap awal hingga tahap akhir penelitian guna mempermudah dalam pemahaman pembaca dan juga mengarahkan peneliti akan jalannya penelitian agar sesuai dengan rencana penelitian. Diagram alir penelitian berisikan kerangka berpikir peneliti yang diringkas menjadi suatu bagan alir. Berikut bagan alir penelitian dapat di lihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian (Flowchart)

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Pelaksanaan Penelitian

Pada penelitian ini dilaksanakan pada studi kasus Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII yang terletak di Jl. Srandakan No.KM, RW.5, Jodog, Wijirejo, Kec. Pandak, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Proyek Pembangunan ini telah terlaksana pada periode tahun 2016-2017. Proyek pembangunan ini dimiliki oleh Yayasan Badan Wakaf Universitas Islam Indonesia sehingga semua pelaksanaannya dilakukan oleh Swakelola Pengurus Yayasan Badan Wakaf (PYBW) UII.

Pengambilan data yang dilakukan adalah dengan mewawancarai salah satu pekerja Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII. Wawancara yang dilakukan bertujuan untuk memastikan kejadian kecelakaan kerja yang mungkin terjadi pada saat mengerjakan pekerjaan *Scaffolding* dan mendapatkan informasi baru mengenai proyek ketika masih berjalan. Wawancara ini dilakukan pada tanggal 17 September 2022 yang berlokasi di Surakarta. Adapun narasumber yang diwawancarai adalah Bapak Heri Rushendi, S.T., M.T. selaku *Control Engineer* pada saat pelaksanaan Proyek Pembangunan RS UII saat itu.

5.2 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan adalah dengan memetakan kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerjaan *scaffolding* lalu menentukan '*top event*' dari kecelakaan tersebut. Kemudian, dilakukan penggambaran FTA (*Fault Tree Analysis*) berdasarkan '*top event*' sehingga didapatkan faktor/akar masalah dari kecelakaan yang terjadi. Faktor/akar masalah yang didapatkan merupakan '*basic event*' dan dapat disimpulkan sebagai penyebab dari terjadinya kecelakaan. Kemudian, didapatkan kemungkinan kejadian pada saat kecelakaan itu terjadi dalam bentuk kombinasi yang memungkinkan.

5.2.1 Data Variabel Kecelakaan Kerja Umum Pada Pekerjaan *Scaffolding*

Pada setiap pekerjaan konstruksi sering terjadi kecelakaan kerja yang tidak diinginkan khususnya pada pekerjaan *scaffolding*. Berdasarkan jurnal penelitian dengan Judul “Analisa Potensi Bahaya Pada Pekerjaan Pemasangan *Scaffolding Overhaul Boiler* PLTU Pelabuhan Ratu” oleh Aziz, Lestari, Sihotang, Rahmawati, dan Ammar (2022) didapatkan data variabel kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerjaan *scaffolding* sebagaimana telah disampaikan pada Bab II antara lain sebagai berikut:

1. Terjatuh dari *scaffolding*
2. Tertimpa material *scaffolding*
3. Tergores material *scaffolding*
4. Terjepit saat penyusunan/perakitan *scaffolding*
5. Terpeleset saat menggunakan *scaffolding*
6. Tertimpa material bahan yang digunakan
7. Tertimbun material bahan
8. Terjatuhnya material bahan

5.2.2 Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan *Scaffolding* Proyek RS UII

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan pihak Proyek RS UII yaitu Bapak Heri Rushendi, S.T., M.T. selaku *Control Engineer* mengatakan bahwa pernah terjadi kecelakaan kerja pada Proyek Pembangunan RS UII khususnya pada pekerjaan *scaffolding*. Kecelakaan tersebut terjadi setelah Sholat Asar sekitar pukul 4 sore hari itu. Kecelakaan yang terjadi berupa runtuhnya 2 grid kolom pada saat pengecoran balok dan plat di lantai 4 Proyek Pembangunan RS UII. Singkatnya, pada saat itu pengecoran hanya tinggal sedikit lagi untuk selesai sekitar 1 molen mixer. Pada saat itu bekisting sudah dicor dan ingin melanjutkan pengerjaan pengecoran ke sebelahnya. Ternyata posisi bekisting yang baru di cor ini tidak kuat sehingga terjadilah runtuh pada struktur tersebut. Untungnya, Kecelakaan yang terjadi tidak mengakibatkan korban jiwa karena tukang sempat melarikan diri dari lokasi kecelakaan. Namun, kecelakaan mengakibatkan kerugian material yang berkisaran 4-5 juta. Kejadian ini sempat menimbulkan warga sekitar kaget dikarenakan bunyi reruntuhan material yang menggelegar.

5.2.3 Menentukan *Top Event*

Top event (kejadian puncak) adalah permasalahan utama yang terjadi. Pada kasus ini, permasalahan utama adalah kecelakaan kerja yang terjadi pada Proyek Pembangunan RS UII yaitu terjatuhnya *scaffolding* yang mengakibatkan material bahan pada saat pengecoran terjatuh ke lantai di bawahnya. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa *top event* yang digunakan adalah terjatuhnya *scaffolding*. Hal ini dikarenakan material bahan yang terjatuh merupakan akibat dari *scaffolding* yang runtuh/tidak kuat menopang material bahan.

5.2.4 Menentukan Faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan

Pada sub bab ini, peneliti akan menentukan faktor penyebab kecelakaan yang terjadi berdasarkan data kejadian puncak (*top event*) yang telah ditentukan pada sub bab sebelumnya. Faktor penyebab kecelakaan yang didapatkan nanti akan menjadi '*intermediate event*' yang merupakan penjelasan/penggambaran umum dari kejadian puncak itu sendiri. Kemudian, dari masing-masing *intermediate event* akan dikerucutkan lagi menjadi '*basic event*' yang merupakan kejadian dasar yang mungkin terjadi. Penentuan *basic event* menyesuaikan dengan kondisi lapangan maupun studi literatur yang ada.

Tujuan ditentukannya faktor penyebab kecelakaan ini adalah untuk mempermudah dalam penyusunan struktur pada grafik FTA (*Fault Tree Analysis*). Selain itu, kita juga dapat mengetahui runtutan kecelakaan kerja secara sistematis berdasarkan data faktor yang telah dirangkum. Pendekatan dengan menentukan faktor penyebab ini dapat memungkinkan peneliti menganalisis dari berbagai subjek dan interaksi yang mungkin terjadi sehingga grafik FTA (*Fault Tree Analysis*) memiliki jalur kegagalan sederhana yang sangat kompleks berdasarkan pada kombinasi peristiwa yang terjadi.

Pada kecelakaan terjatuhnya *scaffolding* pada Proyek Pembangunan RS UII digunakan 4 faktor yang didapatkan berdasarkan studi literatur pada jurnal penelitian Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja Pada Pembangunan Gedung Perkantoran dan Perkuliahan Tahap III Universitas Wijaya Kusuma Surabaya oleh Sutanto (2010), Adapun 4 faktor kecelakaan kerja secara umum, yaitu:

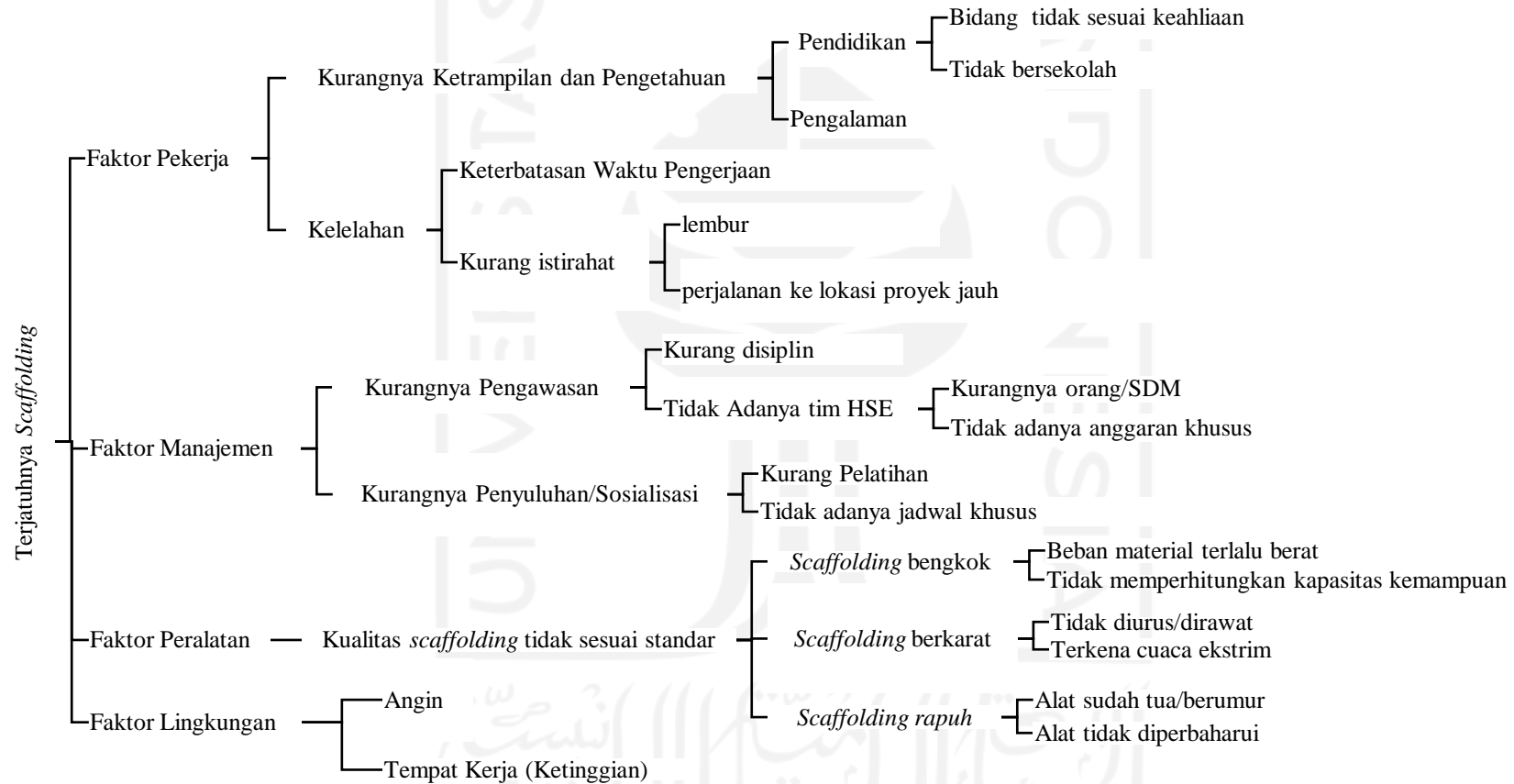
1. Faktor Peralatan
2. Faktor Pekerja
3. Faktor Lingkungan
4. Faktor Manajemen

Faktor diatas merupakan '*intermediate event*' yang berarti masih ada penyebab mendasar lain yang dapat disimpulkan dari masing-masing faktor tersebut. Penyebab mendasar ini merupakan *basic event* atau penyebab paling bawah/dasar yang sudah tidak mungkin untuk ditelusuri kembali. Adapun gambaran penyebab yang mungkin terjadi dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.1 Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja

<i>Intermediate Event</i>	Penyebab Kecelakaan
Faktor Pekerja	<ul style="list-style-type: none"> - Kurangnya pengetahuan dalam penyusunan - Kurangnya ketrampilan/<i>skill</i> - Kelelahan fisik
Faktor Manajemen	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak adanya tim HSE - Kurangnya pengawasan - Kurangnya penyuluhan/sosialisasi
Faktor Peralatan	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Scaffolding</i> bengkok - <i>Scaffolding</i> berkarat - <i>Scaffolding</i> rapuh - Kualitas <i>scaffolding</i> tidak sesuai standar
Faktor Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> - Angin yang berhembus - Tempat kerja yang membahayakan (ketinggian)

Adapun data penyebab kecelakaan diatas diperoleh dari hasil wawancara dengan narasumber dan juga studi literasi yang dilakukan oleh peneliti. Adapun berikut merupakan rencana grafis permodelan terjatuhnya *Scaffolding* yang telah didetailkan/dirincikan.



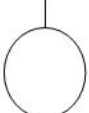
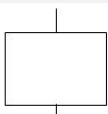


Gambar 5.1 Rencana Grafis Permodelan Terjatuhnya *Scaffolding*

5.2.5 Penggambaran FTA (*Fault Tree Analysis*)

Pada sub bab ini, akan dilakukan penggambaran grafik FTA (*Fault Tree Analysis*) berdasarkan dengan data *top event*, *intermediate event*, dan juga *basic event* yang telah kita tentukan sebelumnya. Tahap pertama yang dilakukan adalah dengan memasukkan *top event* lalu dilanjutkan dengan *intermediate event* hingga *basic event* sesuai dengan data yang diperoleh pada rancangan permodelan. Penggambaran grafik FTA (*Fault Tree Analysis*) ini menggunakan gerbang logika (*logic gate*) untuk menghubungkan antara kejadian awal dengan kejadian selanjutnya serta menggunakan notasi huruf dan angka agar memudahkan pada analisa MOCUS (*Method for Obtaining Cut Sets*) yang bertujuan untuk mencari penyebab yang tersembunyi dari topik kecelakaan kerja yang terjadi.

Penjelasan mengenai data simbol dari *Fault Tree Analysis* telah dijelaskan secara lengkap pada Bab 3 dalam sub bab Aturan Dasar *Fault Tree Analysis*. Pada pembuatan Grafik FTA (*Fault Tree Analysis*) ini digunakan gambar simbol sebagai berikut.

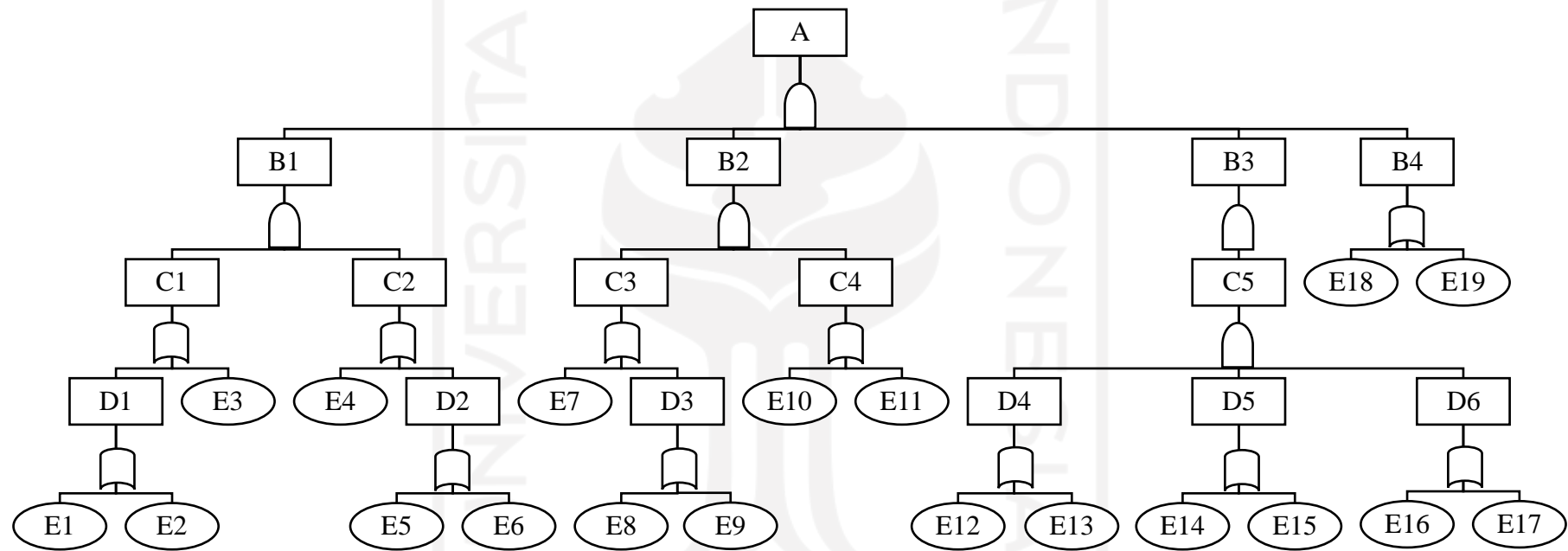
Tabel 5.2 Simbol *Fault Tree Analysis*

Simbol	Nama	Maksud/Arti
	<i>Basic event</i>	kegagalan atau kesalahan dalam komponen atau elemen sistem
	<i>Intermediate event/Event box</i>	dapat digunakan tepat di atas acara utama untuk menyediakan lebih banyak ruang untuk mengetik deskripsi acara. deskripsi peristiwa kegagalan
	<i>OR gate</i>	keluaran terjadi jika ada masukan.
	<i>AND gate</i>	<i>output</i> terjadi hanya jika semua <i>input</i> terjadi (<i>input</i> tidak tergantung pada sumbernya).

Basic event merupakan kegagalan atau kesalahan yang paling dalam sehingga dalam penggambaran grafik berada pada posisi paling bawah dan berbentuk lingkaran. Namun, untuk penggambaran *intermediate event* dan *top event* dilambangkan oleh bentuk persegi panjang. Adapun *top event* merupakan kejadian puncak yakni terjatuhnya *scaffolding* dan *intermediate event* merupakan masa/kejadian transisi antara *top event* dengan *basic event* sehingga peristiwa masih bisa dipetakan kembali.

Setelah menentukan *event/kejadian* yang terjadi menggunakan ketentuan bentuk yang ada maka selanjutnya adalah menentukan gerbang logika (*logic gate*) yang digunakan pada setiap kemungkinan yang telah digambarkan. Penggunaan gerbang OR jika terdapat masukan, masukan yang dimaksud disini adalah kegagalan dasar atau dapat kita sebut sebagai *basic event*. Lalu, untuk gerbang AND digunakan jika antara *output* dan *input* terjadi atau saling berkaitan tetapi dengan syarat bahwa input bukanlah sumber utama/*basic event* yang secara tidak langsung menghubungkan antara *intermediate event* - *intermediate event* atau *intermediate event* - *top event*.

Berdasarkan penjelasan simbol diatas peneliti dapat menganalisis simbol sesuai dengan ketentuan yang ada dan mencocokkannya dengan permodelan grafis terjatuhnya *scaffolding* sehingga didapatkan gambar grafik FTA (*Fault Tree Analysis*) seperti gambar berikut ini.



Gambar 5.2 Grafik FTA (Fault Tree Analysis) Terjatuhnya Scaffolding

Berdasarkan grafik FTA (*Fault Tree Analysis*) diatas, maka didapatkan penjelasan mengenai notasi huruf dan angka yang telah disesuaikan dengan penjelasan pada permodelan grafis sebagai berikut.

Tabel 5.3 Deskripsi Notasi Huruf dan Angka

No	Notasi	Deskripsi	No	Notasi	Deskripsi
1	A	Terjatuhnya <i>Scaffolding</i>	21	E3	Pengalaman
2	B1	Faktor Pekerja	22	E4	Keterbatasan Waktu Pengerjaan
3	B2	Faktor Manajemen	23	E5	lembur
4	B3	Faktor Peralatan	24	E6	perjalanan ke lokasi proyek jauh
5	B4	Faktor Lingkungan	25	E7	Kurang disiplin
6	C1	Kurangnya Ketrampilan dan Pengetahuan	26	E8	Kurangnya orang/SDM
7	C2	Kelelahan	27	E9	Tidak adanya anggaran khusus
8	C3	Kurangnya Pengawasan	28	E10	Kurang Pelatihan
9	C4	Kurangnya Penyuluhan/Sosialisasi	32	E11	Tidak memiliki APD
10	C5	Kualitas scaffolding tidak sesuai standar	33	E12	Beban material terlalu berat
12	D1	Pendidikan	34	E13	Tidak memperhitungkan kapasitas kemampuan
13	D2	Kurang istirahat	35	E14	Tidak diurus/dirawat
14	D3	Tidak Adanya tim HSE	36	E15	Terkena cuaca ekstrim
16	D4	<i>Scaffolding</i> bengkok	37	E16	Alat sudah tua/berumur
17	D5	<i>Scaffolding</i> berkarat	38	E17	Alat tidak diperbaharui
18	D6	<i>Scaffolding</i> rapuh	39	E18	Angin
19	E1	Bidang tidak sesuai keahlian	40	E19	Tempat Kerja (Ketinggian)
20	E2	Tidak bersekolah			

5.2.6 Kombinasi *Basic Event*

Berdasarkan hasil penggambaran grafik FTA (*Fault Tree Analysis*) maka tahap selanjutnya adalah menentukan *cut set*. *Cut set* adalah kombinasi yang membentuk pohon kesalahan/FTA dan jika semua *cut set* terjadi maka akan menyebabkan peristiwa puncak terjadi. Setelah menentukan *cut set*, maka kita harus menentukan minimal *cut set* yang berarti set minimal atau *cut set* yang telah habis direduksi sehingga tidak dapat dicari tanpa mengubah arti dari *cut set* aslinya. *Cut set* dan minimal *cut set* didapatkan menggunakan MOCUS (*Method for Obtaining Cut Sets*) dengan menerapkan Hukum Aljabar *Boolean*.

Pertama, menganalisis lebih lanjut *basic event* yang mengarah ke *top event* dengan mencari *minimal cut set* yang didapat dari hasil analisis menggunakan hukum aljabar *Boolean* dengan sifat distributif. Notasi dari aljabar *Boolean* yang digunakan untuk gerbang OR (*OR gate*) adalah penjumlahan yang disimbolkan dengan (+) sedangkan untuk gerbang AND (*AND gate*) adalah perkalian yang dilambangkan dengan (.)

Tabel 5.4 *Cut Set* Menggunakan Aljabar *Boolean*

A	= B1 . B2 . B3 . B4	C4	= E10 + E11
B1	= C1 . C2	C5	= D4 . D5 . D6
B2	= C3 . C4	D1	= E1 + E2
B3	= C5	D2	= E5 + E6
B4	= E18 + E19	D3	= E8 + E9
C1	= D1 + E3	D4	= E12 + E13
C2	= D2 + E4	D5	= E14 + E15
C3	= D3 + E7	D6	= E16 + E17

Setelah menentukan *cut set* menggunakan hukum aljabar *Boolean* seperti di atas, maka kita dapat melakukan kombinasi *event* sehingga hasil akhirnya sudah tidak dapat direduksi/disederhanakan kembali. Hasil akhir kombinasi *event* yang ditemukan nanti merupakan kejadian utama penyebab kejadian puncak. Adapun kombinasi *event* yang dilakukan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
A &= B1 . B2 . B3 . B4 \\
&= (C1.C2) . (C3.C4) . (C5) . (E18+E19) \\
&= ((D1+E3).(D2+E4)) . ((D3+E7).(E10+E11)) . ((D4.D5.D6)) . (E18+E19) \\
&= (((E1+E2)+E3).((E5+E6)+E4)) . (((E8+E9)+E7).(E10+E11)) . (((E12+ \\
&\quad E13).(E14+E15).(E16+E17))) . (E18+E19) \\
&= (E1+E2+E3) . (E5+E6+E4) . (E8+E9+E7) . (E10+E11) . (E12+E13) . \\
&\quad (E14+E15) . (E16+E17) . (E18+E19)
\end{aligned}$$

Dari hasil data kombinasi *event* menggunakan hukum aljabar *Boolean* di atas didapatkan 8 minimal *cut set*. Pada grafik FTA (*Fault Tree Analysis*) sebelumnya didapatkan 19 *basic event*. Lalu, dengan menggunakan MOCUS (*Method for Obtaining Cut Sets*) dan penerapan hukum aljabar *boolean* didapatkan 8 kombinasi kegagalan.

Setelah mendapatkan kombinasi yang ada maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai probabilitas kemungkinan penyebab yang sering terjadi/penyebab utama pada *top event* tersebut. Penilaian ini dilakukan dengan cara memberikan kuisisioner probabilitas akar penyebab terjatuhnya *scaffolding* kepada 2 responden yang yaitu Heri Rushendi,S.T.,M.T. dan Bapak Arya Wirawan. Berdasarkan data Kementerian PU (2021) untuk memperkirakan probabilitas reaksi/respons apabila tidak ada dasar (yaitu informasi statistik yang memadai), maka dapat dipakai deskripsi angka probabilitas atau “*verbal descriptors*” seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 5.5 Deskripsi Verbal

No.	Deskripsi	Probabilitas
1	Pasti (<i>Virtually Certain</i>)	0,999
2	Sangat Mungkin (<i>Very Likely</i>)	0,99
3	Mungkin (<i>Likely</i>)	0,9
4	Sedang (<i>Neutral</i>)	0,5
5	Tidak Mungkin (<i>Unlikely</i>)	0,1
6	Sangat Tidak Mungkin (<i>Very Unlikely</i>)	0,01
7	Mustahil (<i>Virtually Impossible</i>)	0,001

(Sumber: Kementerian PU, 2021)

Adapun hasil nilai probabilitas akhir yang telah dilakukan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

Tabel 5.6 Nilai Probabilitas Akar Penyebab Terjatuhnya *Scaffolding*

No	Notasi	Akar Penyebab	Probabilitas
1	E1	kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak mengambil bidang yang sesuai dengan keahlian	0,75
2	E2	kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak bersekolah	0,7
3	E3	kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak berpengalaman	0,745
4	E4	Kelelahan dikarenakan kurang istirahat akibat lembur	0,5
5	E5	Kelelahan dikarenakan kurang istirahat akibat perjalanan ke lokasi proyek jauh	0,5
6	E6	Kelelahan dikarenakan keterbatasan waktu pengerjaan sehingga mengharuskan pekerja untuk kerja terus menerus	0,7
7	E7	kurang dalam pengawasan dikarenakan tidak adanya SDM	0,5
8	E8	kurang dalam pengawasan dikarenakan tidak adanya anggaran khusus untuk membuat tim HSE	0,5
9	E9	kurang dalam pengawasan dikarenakan kurangnya kedisiplinan/kesadaran pada pekerja	0,745
10	E10	kurang dalam memberikan penyuluhan/sosialisasi dikarenakan kurangnya pelatihan	0,5
11	E11	kurang dalam memberikan penyuluhan/sosialisasi dikarenakan tidak adanya jadwal khusus pelatihan/sosialisasi	0,5
12	E12	alat yang tidak sesuai standar (bengkok) dikarenakan beban material yang diangkat terlalu berat	0,745
13	E13	alat yang tidak sesuai standar (bengkok) dikarenakan tidak menghitung kapasitas kemampuan dari <i>scaffolding</i> itu sendiri.	0,7
14	E14	alat yang tidak sesuai standar (berkarat) dikarenakan kurangnya perawatan	0,745
15	E15	alat yang tidak sesuai standar (berkarat) dikarenakan dibiarkan di cuaca ekstrim.	0,7
16	E16	alat yang tidak sesuai standar (rapuh) dikarenakan alat sudah tua/berumur	0,745
17	E17	alat yang tidak sesuai standar (rapuh) dikarenakan alat tidak diperbaharui kembali.	0,745
18	E18	Cuaca (angin, badai, dll)	0,7
19	E19	lokasi tempat kerja yang berada di ketinggian.	0,5
Rata - Rata			0,643

Berdasarkan hasil probabilitas pada tabel diatas didapatkan nilai rata-rata angka probabilitas terjatuhnya *scaffolding* sebesar 0,643. Adapun akar masalah utama yang merupakan penyebab terjadinya kecelakaan terjatuhnya *scaffolding* adalah kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak mengambil bidang yang sesuai dengan keahlian dengan nilai probabilitas sebesar 0,7495 lalu kemudian dilanjutkan dengan akar penyebab kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak berpengalaman, kurang dalam pengawasan dikarenakan kurangnya kedisiplinan/kesadaran pada pekerja, alat yang tidak sesuai standar (bengkok) dikarenakan beban material yang diangkat terlalu berat, alat yang tidak sesuai standar (berkarat) dikarenakan kurangnya perawatan, alat yang tidak sesuai standar (rapuh) dikarenakan alat sudah tua/berumur, dan alat yang tidak sesuai standar (rapuh) dikarenakan alat tidak diperbaharui kembali dengan nilai probabilitas sebesar 0,745.

5.2.7 Validasi Data FTA (*Fault Tree Analysis*)

Pada sub bab ini dilakukan pemeriksaan ulang dengan cara memvalidasi *Fault Tree Analysis* yang telah dibuat dan juga memastikan kembali apakah grafik *Fault Tree* telah sesuai dengan kejadian/peristiwa yang terjadi. Berdasarkan hasil akhir dari kombinasi kegagalan kita dapat mendeskripsikan kegagalan yang ada dan juga memberikan pengendalian risiko berdasarkan peristiwa yang terjadi. Hal tersebut disimpulkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 5.7 Hasil Analisis Kombinasi Kegagalan dan Pengendalian Risiko

No	Kombinasi Event	Deskripsi/Penjelasan	Pengendalian Risiko
1	E1, E2, E3	Pekerjaan <i>scaffolding</i> berpotensi terjadi terjatuhnya <i>scaffolding</i> . Hal ini dapat disebabkan oleh faktor pekerja yang kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak mengambil bidang yang sesuai dengan keahlian, tidak bersekolah, dan tidak berpengalaman	<ul style="list-style-type: none"> • Diadakan pelatihan khusus bagi pekerja khususnya pada pekerjaan <i>Scaffolding</i> guna memperkaya ketrampilan dan juga pengetahuan pekerja • Diajarkan cara menggunakan APD seperti alat pelindung kepala, sepatu pelindung anti-slip.

Lanjutan Tabel 5.7 Hasil Analisis Kombinasi Kegagalan dan Pengendalian Risiko

2	E5, E6, E4	Pekerjaan <i>scaffolding</i> berpotensi terjadi terjatuhnya <i>scaffolding</i> . Hal ini dapat disebabkan oleh faktor pekerja yang kelelahan dikarenakan waktu pengerjaan yang terbatas sehingga mengharuskan untuk bekerja terus menerus, lembur, dan perjalanan ke lokasi proyek yang cukup jauh.	<ul style="list-style-type: none"> • Dilakukan pergantian pekerja • Diberikan shift kerja • Diberikan fasilitas transportasi • Diberikan mess yang dekat dengan lokasi proyek agar lebih efisien
3	E8, E9, E7	Pekerjaan <i>scaffolding</i> berpotensi terjadi terjatuhnya <i>scaffolding</i> . Hal ini dapat disebabkan oleh faktor manajemen yang kurang dalam pengawasan dikarenakan tidak adanya SDM, tidak adanya anggaran khusus untuk membuat tim HSE, dan kurangnya kedisiplinan/kesadaran.	<ul style="list-style-type: none"> • Dibuat Kebijakan HSE yang di tandatangani oleh Dirut Perusahaan. • Dibuat RAB Proyek, dengan memasukkan anggaran dalam pelaksanaan HSE • Diberlakukan peraturan khusus mengenai K3 • Dibentuknya tim HSE • Diadakannya safety talk, safety meeting, Safety morning dan hal lainnya secara rutin agar muncul rasa kedisiplinan dan juga kesadaran pada pekerja
4	E10, E11	Pekerjaan <i>scaffolding</i> berpotensi terjadi terjatuhnya <i>scaffolding</i> . Hal ini dapat disebabkan oleh faktor manajemen yang kurang dalam memberikan penyuluhan/sosialisasi dikarenakan kurangnya pelatihan dan juga tidak adanya jadwal khusus.	<ul style="list-style-type: none"> • Diadakan simulasi kecelakaan darurat yang mungkin terjadi di lapangan • Dibuatkan jadwal pelatihan khusus pada pekerja dengan trainer dari Manajer di Proyek

Lanjutan Tabel 5.7 Hasil Analisis Kombinasi Kegagalan dan Pengendalian Risiko

5	E12, E13	Pekerjaan <i>scaffolding</i> berpotensi terjadi terjatuhnya <i>scaffolding</i> . Hal ini dapat disebabkan oleh faktor alat yang tidak sesuai standar (bengkok) dikarenakan beban material yang diangkat terlalu berat dan tidak menghitung kapasitas kemampuan dari <i>scaffolding</i> itu sendiri.	<ul style="list-style-type: none"> • Mengetahui beban maksimum pada <i>scaffolding</i> yang digunakan • Mengecek kembali alat yang digunakan • Memeriksa keamanan alat pada saat alat digunakan
6	E14, E15	Pekerjaan <i>scaffolding</i> berpotensi terjadi terjatuhnya <i>scaffolding</i> . Hal ini dapat disebabkan oleh faktor alat yang tidak sesuai standar (berkarat) dikarenakan kurangnya perawatan dan dibiarkan di cuaca ekstrim.	<ul style="list-style-type: none"> • Menyimpan alat setelah digunakan • Jangan membiarkan alat pada kondisi cuaca yang terbuka • Mengganti bagian alat yang telah rusak atau berkarat karena jika terus digunakan akan menyebabkan alat menjadi bengkok/patah.
7	E16, E17	Pekerjaan <i>scaffolding</i> berpotensi terjadi terjatuhnya <i>scaffolding</i> . Hal ini dapat disebabkan oleh faktor alat yang tidak sesuai standar (rapuh) dikarenakan alat sudah tua/berumur dan alat tidak diperbaharui kembali.	<ul style="list-style-type: none"> • Mengganti alat dengan alat <i>scaffolding</i> yang baru
8	E18, E19	Pekerjaan <i>scaffolding</i> berpotensi terjadi terjatuhnya <i>scaffolding</i> . Hal ini dapat disebabkan oleh faktor lingkungan seperti angin dan lokasi tempat kerja yang berada di ketinggian.	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan keamanan lokasi <i>scaffolding</i> khususnya pada permukaan yang dipijak • Memakai APD yang sesuai pada kondisi yang tinggi seperti alat pelindung kepala, sepatu pelindung anti-slip, memakai tali pengaman (full body harness).

Berdasarkan tabel diatas kita dapat melihat kombinasi kegagalan yang telah didapatkan beserta dengan pengendalian risiko yang sesuai dengan masing-masing kegagalan yang terjadi. Terdapat 8 kombinasi kegagalan yang dimana dari setiap kombinasi terdapat beberapa pengendalian risiko. Adapun pengendalian risiko yang digunakan di atas dapat dikelompokkan berdasarkan tingkatan hirarki pengendalian risiko yang sebelumnya telah dibahas pada Bab 3 secara umum. Untuk pembahasan lebih detail mengenai pengelompokan hirarki pengendalian risiko akan dibahas pada Sub Bab Pembahasan.

5.3 Verifikasi Pakar Ahli K3

Berdasarkan hasil data *Fault Tree Analysis* diatas peneliti telah berdiskusi dengan Pakar Ahli K3 utama yaitu dengan Bapak Rifki Rosady. Hasil analisis yang telah tercantum sebelumnya merupakan hasil final yang telah disetujui oleh Pakar Ahli K3. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa data yang telah dirancang/dibentuk adalah benar dan juga dengan pengawasan dari ahli yang lebih memahami. Adapun data bukti pendukung verifikasi oleh Pakar Ahli K3 telah dilampirkan pada halaman Lampiran. Berikut ini adalah catatan masukan dan saran mengenai data hasil Verifikasi oleh Pakar Ahli K3.

Tabel 5.8 Masukan dan Saran Pakar Ahli K3

No	Pertanyaan	Masukan dan Saran
1	Apakah data hasil analisis FTA (Fault Tree Analysis) yang telah dibuat oleh peneliti telah sesuai dengan standar penerapan SMK3?	Secara teoritis sudah dapat dikatakan sesuai standar tapi dalam pelaksanaan di lapangan memang perlu dilakukan pemilihan pekerja dan peralatan yang akan dipakai. Termasuk jika sudah menyangkut Bahan dan Alat perlu dilakukan penilaian terhadap Quality-nya.
2	Apakah akar permasalahan / <i>basic event</i> yang didapatkan sesuai dengan permasalahan puncak/ <i>top event</i> yang terjadi?	Sudah ketemu permasalahannya. Sehingga dalam pelaksanaan di lapangan, tidak boleh terjadi lagi. Sekalipun masih dalam bentuk penelitian.

Berdasarkan masukan dan saran diatas, perlu adanya pemilihan baik dari segi pekerja, ataupun alat yang akan digunakan pada saat di lapangan. Pekerja yang

memiliki keahlian yang sesuai akan meminimalisir kecelakaan yang terjadi dan juga perlu adanya pemeriksaan pada saat pemilihan alat yang akan digunakan. Terlebih lagi jika hal ini berkaitan dengan bahan dan juga kualitas yang menjadi salah satu faktor kecelakaan ini terjadi. Kelalaian dalam pemilihan alat ini dapat menyebabkan kerugian berupa korban jiwa dan harta benda.

Akar permasalahan yang merupakan *basic event* yang telah ditemukan pada analisis data sebisa mungkin menjadi suatu pelajaran untuk kedepannya agar tidak terjadi kembali. Pemberian solusi pengendalian risiko juga dapat diterapkan untuk mengurangi bahkan menghapus risiko yang mungkin terjadi.

5.4 Pembahasan

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan RS UII yang berlangsung pada tahun 2016-2017. Penelitian berkonsentrasi hanya pada pekerjaan *scaffolding* selama pembangunan berlangsung. Berdasarkan dari hasil wawancara dengan salah satu pekerja Proyek RS UII didapatkan info bahwa pernah terjadi kecelakaan kerja yaitu jatuh/robohnya *scaffolding* sehingga membuat bekisting pada plat dan balok runtuh. Pada kejadian ini, tidak terdapat korban jiwa melainkan, kerugian harta benda berupa materil.

Dari hasil wawancara yang telah didapatkan, maka dapat ditentukan bahwa kecelakaan kerja yang terjadi merupakan *top event* dari *Fault Tree Analysis*. *Top event* merupakan kejadian/peristiwa puncak yang telah ditentukan berdasarkan kejadian yang terjadi. Dalam penelitian ini, *top event* yang digunakan adalah terjatuhnya *scaffolding*. Setelah itu, menentukan *basic event* yang merupakan kejadian/peristiwa dasar dari kemungkinan terjadinya *top event* atau dapat diartikan sebagai akar permasalahan penyebab terjadinya peristiwa terjatuhnya *scaffolding*. *Basic event* yang didapatkan pada penelitian ini bersumber dari informasi yang telah diberikan oleh narasumber dan juga internet.

Setelah mendapatkan *basic event*, peneliti membuat gambaran model grafis FTA seperti halnya telah digambarkan pada sub bab analisis. Dari model grafis ini, diberikan notasi huruf dan angka pada setiap kejadian agar dapat memudahkan dalam mencari hasil akhir dari minimal *cut set*. Selain itu, menentukan gerbang

logika (*logic gate*) antar kejadian/peristiwa yang sesuai berdasarkan pada model grafis yang telah didapatkan sebelumnya. Jika telah selesai memberikan notasi huruf dan angka, dan juga menentukan gerbang logika (*logic gate*) yang akan digunakan maka pembuatan grafik FTA dapat dibuat dan dilanjutkan dengan pencarian minimal *cut set* dengan menggunakan hukum aljabar Boolean yang telah dijelaskan pada Bab 3.

Hasil dari minimal *cut set* didapatkan melalui kombinasi event seperti yang tertera pada sub bab kombinasi *event* pada analisis di atas. Dari hasil kombinasi *event* tersebut didapatkan minimal *cut set* yang menjadi sumber/akar penyebab terjadinya kejadian puncak (*top event*) pada grafik FTA. Kombinasi *event* dapat diartikan sebagai kombinasi kegagalan yang terjadi pada kejadian puncak terjatuhnya *scaffolding*. Pada setiap kombinasi event/kegagalan dapat dihitung nilai probabilitasnya dengan melakukan kuisisioner kepada responden yang mengetahui bagaimana penggunaan *scaffolding* pada lapangan ataupun teori sehingga dapat menilai berdasarkan pengalaman yang pernah dilalui oleh responden. Adapun responden dalam kuisisioner penelitian ini adalah Bapak Heri Rushendi, S.T., M.T. dan Bapak Arya Wirawan yang merupakan pekerja dari Proyek RS U11. Berdasarkan data kuisisioner, nilai probabilitas yang didapatkan pada kecelakaan kerja terjatuhnya *scaffolding* sebesar 0,643. Adapun akar masalah utama yang merupakan penyebab terjadinya kecelakaan terjatuhnya *scaffolding* adalah kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak mengambil bidang yang sesuai dengan keahlian dengan nilai probabilitas sebesar 0,7495 lalu kemudian dilanjutkan dengan akar penyebab kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak berpengalaman, kurang dalam pengawasan dikarenakan kurangnya kedisiplinan/kesadaran pada pekerja, alat yang tidak sesuai standar (bengkok) dikarenakan beban material yang diangkat terlalu berat, alat yang tidak sesuai standar (berkarat) dikarenakan kurangnya perawatan, alat yang tidak sesuai standar (rapuh) dikarenakan alat sudah tua/berumur, dan alat yang tidak sesuai standar (rapuh) dikarenakan alat tidak diperbaharui kembali dengan nilai probabilitas sebesar 0,745.

Pada kombinasi *event* yang telah didapatkan terdapat 4 faktor kegagalan yang terjadi dan dari masing-masing faktor didapatkan akar penyebab kegagalan dan pengendalian risiko berdasarkan tingkatan hirarki pengendalian risiko (merujuk pada Bab 3) antara lain sebagai berikut:

1. Faktor Pekerja

- a. Kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak mengambil bidang yang sesuai dengan keahlian, tidak bersekolah, dan tidak berpengalaman. Maka pengendalian risiko yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Diadakan pelatihan khusus bagi pekerja khususnya pada pekerjaan *Scaffolding* guna memperkaya ketrampilan dan juga pengetahuan pekerja.
- 2) Diajarkan cara menggunakan APD seperti alat pelindung kepala, sepatu pelindung *anti-slip*

Pengendalian risiko 1 merupakan hirarki pengendalian administratif dikarenakan usaha yang dilakukan berupaya pada pengendalian dari sisi pekerja dan pengendalian risiko 2 merupakan hirarki alat pelindung diri dikarenakan keterlibatan penggunaan APD yang tepat yang dapat membantu mengamankan tubuh dari bahaya.

- b. Kelelahan dikarenakan waktu pengerjaan yang terbatas sehingga mengharuskan untuk bekerja terus menerus, lembur, dan perjalanan ke lokasi proyek yang cukup jauh. Maka pengendalian risiko yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Dilakukan pergantian pekerja
- 2) Diberikan *shift* kerja
- 3) Diberikan fasilitas transportasi
- 4) Diberikan mess yang dekat dengan lokasi proyek agar lebih efisien

Pengendalian risiko 1 dan 2 merupakan hirarki yang termasuk dalam pengendalian administratif dikarenakan penanggulangan dilakukan dari sisi pekerja. Pengendalian 3 merupakan hirarki substitusi dikarenakan penggantian proses yang semula pekerja berangkat sendiri, kini telah

diberi fasilitas transportasi. Pengendalian 4 merupakan hirarki eliminasi dikarenakan dengan diberdirikannya mess yang berlokasi dekat dengan proyek maka potensi bahaya kelelahan akibat jarak antar proyek dan tempat tinggal hilang.

2. Faktor Manajemen

a. Kurang dalam pengawasan dikarenakan tidak adanya SDM, tidak adanya anggaran khusus untuk membuat tim HSE, dan kurangnya kedisiplinan/kesadaran. Maka pengendalian risiko yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Dibuat Kebijakan HSE yang di tandatangani oleh Dirut Perusahaan.
- 2) Dibuat RAB Proyek, dengan memasukkan anggaran dalam pelaksanaan HSE
- 3) Diberlakukan peraturan khusus mengenai K3
- 4) Dibentuknya tim HSE
- 5) Diadakannya *safety talk*, *safety meeting*, *Safety morning* dan hal lainnya secara rutin agar muncul rasa kedisiplinan dan juga kesadaran pada pekerja

Pengendalian risiko 1, 2, 3, 4 dan 5 merupakan hirarki pengendalian administratif dikarenakan pengendalian dilakukan pada sisi pekerja dengan menerapkan peraturan ataupun kebijakan yang bertujuan untuk melakukan pekerjaan secara aman.

b. Kurang dalam meberikan penyuluhan/sosialisasi dikarenakan kurangnya pelatihan dan juga tidak adanya jadwal khusus. Maka pengendalian risiko yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Diadakan simulasi kecelakaan darurat yang mungkin terjadi di lapangan
- 2) Dibuatkan jadwal pelatihan khusus pada pekerja dengan *trainer* dari Manajer di Proyek.

Pengendalian risiko 1 dan 2 merupakan hirarki pengendalian administratif dikarenakan usaha yang dilakukan berupaya pada pengendalian dari sisi pekerja agar pekerja mendapat pengetahuan baru saat di lapangan.

3. Faktor Peralatan

- a. Tidak sesuai standar (bengkok) dikarenakan beban material yang diangkat terlalu berat dan tidak menghitung kapasitas kemampuan dari *scaffolding* itu sendiri. Maka pengendalian risiko yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Mengetahui beban maksimum pada *scaffolding* yang digunakan
- 2) Mengecek kembali alat yang digunakan
- 3) Memeriksa keamanan alat pada saat alat digunakan

Pengendalian risiko 1 merupakan hirarki rekayasa teknologi dikarenakan usaha yang dilakukan untuk memisahkan kondisi bahaya dari pekerja. Pengendalian yang dilakukan bertujuan untuk memberikan kondisi aman bagi pekerja ketika para pekerja mengetahui beban maksimum *scaffolding* dan memperhitungkan beban di atasnya sehingga dapat diantisipasi. Pengendalian risiko 2 dan 3 merupakan hirarki pengendalian administratif dikarenakan usaha yang dilakukan berupaya pada pengendalian dari sisi pekerja agar merasa aman.

- b. Tidak sesuai standar (berkarat) dikarenakan kurangnya perawatan dan dibiarkan di cuaca ekstrim. Maka pengendalian risiko yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Menyimpan alat setelah digunakan
- 2) Jangan membiarkan alat pada kondisi cuaca yang terbuka
- 3) Mengganti bagian alat yang telah rusak atau berkarat karena jika terus digunakan akan menyebabkan alat menjadi bengkok/patah.

Pengendalian risiko 1 dan 2 merupakan hirarki pengendalian administratif dikarenakan dilakukan dari segi pekerja agar dapat merasa aman. Pengendalian risiko 3 merupakan hirarki substitusi dikarenakan mengganti bahan yang semula berbahaya menjadi tidak berbahaya.

- c. Tidak sesuai standar (rapuh) dikarenakan alat sudah tua/berumur dan alat tidak diperbaharui kembali. Maka pengendalian risiko yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Mengganti alat dengan alat *scaffolding* yang baru

Pengendalian risiko 1 merupakan eliminasi diakarenakan pengendalian yang dilakukan berupa menghilangkan sumber bahaya yakni alat yang rapuh lalu digantikan dengan menggunakan alat yang baru.

4. Faktor Lingkungan

a. Angin dan lokasi tempat kerja yang berada di ketinggian. Maka pengendalian risiko yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

- 1) Memastikan keamanan lokasi *scaffolding* khususnya pada permukaan yang dipijak
- 2) Memakai APD yang sesuai pada kondisi yang tinggi seperti alat pelindung kepala, sepatu pelindung *anti-slip*

Pengendalian risiko 1 merupakan pengendalian administratif dikarenakan pengendalian dilakukan dari sisi pekerja agar dapat merasa aman. Pengendalian risiko 2 merupakan pengendalian alat pelindung diri dikarenakan berkaitan dengan alat bantu khusus yang digunakan untuk melindungi tubuh dari bahaya.

Berdasarkan pada hasil kegagalan yang ditemukan peneliti, dapat dilakukan pengendalian resiko berdasarkan kegagalan yang terjadi. Pengendalian risiko yang didapatkan berdasarkan hasil diskusi peneliti bersama ahli pakar K3. Setelah memetakan/mengelompokkan pengendalian risiko berdasarkan tingkatan ataupun hirarki pengendalian risikonya kita dapat mengetahui urutan pengendalian yang harus dilakukan berdasarkan keefektifannya.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan antara lain sebagai berikut.

Hasil analisis penyebab kecelakaan kerja pada pekerjaan *scaffolding* dengan menggunakan metode *fault tree analysis* pada proyek RS UII didapatkan akar masalah utama yang merupakan penyebab terjadinya kecelakaan terjatuhnya *scaffolding* antara lain sebagai berikut.

1. Kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak mengambil bidang yang sesuai dengan keahlian.
2. Kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak berpengalaman, kurang dalam pengawasan dikarenakan kurangnya kedisiplinan/kesadaran pada pekerja.
3. Alat yang tidak sesuai standar (bengkok, berkarat, rapuh) dikarenakan beban material yang diangkat terlalu berat kurangnya perawatan, alat sudah tua/berumur, dan alat tidak diperbaharui kembali.

6.2 Saran

Pada penelitian ini, menganalisis kecelekaan kerja pada pekerjaan *scaffolding* menggunakan metode *fault tree analysis* merupakan suatu hal yang sangat bermanfaat untuk dapat menjadikan kita lebih berhati hati dalam menggunakan *scaffolding* serta juga dapat menambah ilmu pengetahuan mengenai cara pengendalian risiko pada pekerjaan *scaffolding* sehingga kecelakaan kerja yang terjadi dapat berkurang.

Berdasarkan analisis dan kesimpulan yang dilakukan berdasarkan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) pada pekerjaan *scaffolding* pada pengamatan proyek RS UII agar dapat memberikan hasil yang lebih maksimal maka terdapat beberapa saran antara lain sebagai berikut.

1. Dalam mengerjakan suatu proyek, sebaiknya penting terdapat tim/divisi K3 atau HSE (*health, safety and environment*) agar dapat melakukan pengawasan pada saat proyek berlangsung guna mengurangi angka kecelakaan kerja dan juga potensi bahaya yang mungkin terjadi.
2. Untuk penelitian selanjutnya yang memiliki topik sejenis agar dapat mencari data lebih detail dalam mengidentifikasi kecelakaan kerja pada aspek pekerjaan tertentu yang dikaji sehingga hasil dari pengamatan yang didapatkan dapat dianalisa lebih banyak dan bervariasi.



DAFTAR PUSTAKA

- Suma'mur. 2009. *Higiene Perusahaan Dan Kesehatan Kerja (HIPERKES)*. Sagung Seto. Jakarta.
- Mahdi, M.I. 2022. Kasus Kecelakaan Kerja di Indonesia Alami Tren Meningkat. (<https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/kasus-kecelakaan-kerja-di-indonesia-alami-tren-meningkat>. Diakses 10 Juni 2022).
- Health and Safety Executive*. 2007. *The Work at Height Regulations 2005 (as embedded) A Brief Guide*. Health and Safety Executive; United Kingdom.
- Persada, Y.B. 2015. Risk Assessment K3 Pada Proses Pengoperasian *Scaffolding* Pada Proyek Apartemen PT.X di Surabaya. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, Vol.4 No.2: 199–210. Surabaya.
- Anthony, R. dan Noya, S. 2015. *The Application of Hazard Identification and Risk Analysis (HIRA) And Fault Tree Analysis (FTA) Methods for Controlling Occupational Accidents in Mixing Division Dewa-Dewi Farm*. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol.3 No.2:118–129. Malang.
- Fitri, N., Bhaskara, A., and Purbiantoro, A. 2022. *Constraint and Fault Tree Analysis in Safety Construction System Integration*. *Proceedings of the 5th International Conference on Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials*. Singapore.
- Aziz N.N., Lestari A.M., Sihotang R., Rahmawati D., dan Ammar M. 2022. Analisa Potensi Bahaya Pada Pekerjaan Pemasangan *Scaffolding Overhaul Boiler* PLTU Pelabuhan Ratu. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*. Vol.8., No.1, Februari 2022, pp. 16-24. Indonesia.
- Sukmana, A.M. 2021. Analisis Risiko Keterlambatan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (Studi Kasus: Proyek Apartemen Suncity Sidoarjo). *Skripsi*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Jember. Jember.
- Prasmoro, A.V., Widyantoro, M., dan Warniningsih. 2021. Analisis Penerapan Program Keselamatan Kerja pada Lantai Produksi dengan Metode *Fault Tree*

- Analysis (FTA) PT. XYZ. Jurnal Rekayasa Lingkungan. Vol.21 No.2:75–82. Bekasi.*
- Rifky, M. 2021. Analisa Risiko Kecelakaan Kerja pada Perawatan *Sootblower Boiler* Menggunakan Metode *Importance Index* dan *Fault Tree Analysis* di PT. Clyde Bergemann Indonesia (Studi Kasus: Area *Boiler* PT. IKPP Perawang). *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru. Pekanbaru.
- Ginting, N.S. dan Kristiana, R. 2020. Analisis Efektivitas Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Proyek Konstruksi Menggunakan Metode *Fine* dan *Fault Tree Analysis*. *TEKNIK*, 41 (2), 2020, 192-200. Jakarta.
- Nurhayati. 2010. Manajemen Proyek. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Cleland, D. I., and King, W. R. 1987. *Systems Analysis and Project Management*. Mc Graw-Hill. New York.
- Ervianto, W. I. 2002. Manajemen Proyek Konstruksi, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Budi, K. 2012. Proyek Konstruksi. (<https://www.ilmutekniksipil.com/pengelolaan-dan-pengendalian-proyek/proyek-konstruksi>). Diakses 18 Juli 2022).
- Suma'mur. 2013. Higiene Perusahaan Dan Kesehatan Kerja (HIPERKES) edisi 2. Sagung Seto. Jakarta.
- Silalahi dan Ramondang. 991. Ikhtisar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Edisi Ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Purnama, H. 2010. Bidang Keilmuan K3. Percetakan Angkasa. Bandung.
- NASA *Office Of Safety and Mission Assurance*. 2002. *Fault Tree Handbook with Aerospace Applications*. Washington, DC
- Kritzinger, D. 2017. *Aircraft System Safety*. Woodhead Publishing.
- International Standard*. 2009. *International Electrotechnical Commission: Risk management — Risk assessment techniques*. IEC/FDIS 31010:2009.
- Mulachela, H. 2022. Data Adalah Keterangan Nyata, Pahami Jenis dan Cara Pengumpulannya. (<https://katadata.co.id/safrezi/berita/61f396de648df/data-adalah-keterangan-nyata-pahami-jenis-dan-cara-pengumpulannya>). Diakses 14 Juli 2022).

- Arikunto, S. 2016. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Alfabeta. Bandung.
- Sugiyono. 2013. *Metodelogi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- Widoyoko, E.P. 2014. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta
- Danial dan Wasriah. 2009. *Metode Penulisan Karya Ilmiah*. Laboratorium Pendidikan Kewarganegaraan UPI. Bandung.
- Sugiyono. 2013. *Statistika Untuk Penelitian*. Alfabeta. Bandung.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kombinasi, Mix Methods*. Alfabeta. Bandung.
- Sutanto, H. 2010. *Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja Pada Pembangunan Gedung Perkantoran dan Perkuliahan Tahap III Universitas Wijaya Kusuma Surabaya*. Makalah. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

The background features a large, light gray watermark of the Universitas Islam Indonesia logo. The logo is a shield-shaped emblem with a stylized minaret in the center. The word "ISLAM" is at the top, "UNIVERSITAS" is on the left, and "INDONESIA" is on the right. Below the shield is the university's name in Arabic calligraphy: "الجامعة الإسلامية الأندونيسية".

LAMPIRAN

SURAT BUKTI WAWANCARA

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Heri Rusendi, ST, MT

Jabatan : Control Engineer

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswi di bawah ini:

Nama : Mita Nur Fadilah

NIM : 18511011

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas : Universitas Islam Indonesia

Telah melakukan wawancara untuk pengambilan data penelitian Tugas Akhir yang berjudul "Analisis Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan *Scaffolding* Dengan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) (Studi Kasus: Proyek RS UII)" pada tanggal 17 September 2022 yang berlokasi di Proyek RSUI Kustati Surakarta.

Demikian surat bukti wawancara ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 9 Maret 2023

Tertanda,



Heri Rusendi, ST, MT

Lampiran 1: Transkrip Wawancara

Pewawancara : Mita Nur Fadilah
Narasumber : Heri Rushendi, S.T., M.T.
Lokasi : RSUD Kustatinya, Surakarta
Waktu : Sabtu, 17 September 2022, 10.00 WIB

Peneliti : Apakah terjadi kecelakaan kerja pada saat proyek pembangunan RS UII?

Narasumber : Untuk kecelakaan kerja pada proyek itu sangat umum terjadi, baik itu yang paling kecil hingga yang paling besar akibatnya. Untuk rumah sakit UII waktu itu kalo tidak salah mengampu pekerjaan struktur, waktu pekerjaan struktur banyak penggunaan material scaffolding apalagi untuk balok dan plat soalnya kan untuk yang perancah ataupun yang menopang dari sisi bekisting balok dan platnya itukan banyak digunakan scaffolding. Nah, kebetulan waktu itu diindikasi kita juga awalnya kan kurang paham ya karena memang divisi diswakelola UII itu divisi K3 itu tidak ada. Jadi untuk penanggung jawab K3 dilakukan bersama-sama. Jadi waktu kecelakaan kerja RS UII itu diindikasi bahwa terjadi kelapukan dari sisi scaffolding karena kecelakaan pada saat itu sifatnya runtuh akibat pengecoran balok dan plat. Jadi pada saat itu yang runtuh 2 grid kolom runtuh pada saat ngecor ya tinggal dikit sisa 1 molen mixer lagi mungkin sudah selesai. Tidak ada memakan korban jiwa tidak ada. Karena tukangnyanya sempet malarikan diri. Kan di bawah ada stoving istilahnya. Jadi di lantai bawah itu ada yang menjaga/melihat kekuatan dari bekistingnya balok dan plat itu. Nah, yang bawah sudah kasih kode yang atas sudah malarikan diri dari pengecoran itu. Jadi yang dirugikan materil aja sebenarnya. Kalo untuk sisi korban jiwa tidak ada, luka-luka pun tidak ada. kejadiannya di lantai 4 kemudian diidentifikasi scaffoldingnya yang rapuh yang tidak

kuat. Karena system penataan atau system scaffoldingnya di bentuk atau disetting udah ngurut dari lantai 1 dan tidak ada masalah walaupun dari system penyetelan/penyusunan scaffoldingnya yang salah. Jadi disepakati pada waktu itu, hasil identifikasi dari teman teman dilapangan scaffoldingnya yang rapuh. Dan memang kita lihat ada sisi yang bengkok di scaffolding itu sisi yang banyak karatnya. Jadi setelah kasus itu, kita identifikasi bahwa scaffolding kita tidak layak kita kembalikan ke penyedia sewa dan kita minta untuk ditukar. Jadi untuk kerugian lebih rugi di beton dan penulangannya. Dan malamnya langsung beton yang tumpah kita bobok, jadi jangan sampai mengeras, sampai malam tukang kami lemburkan pada saat itu jangan sampai udah kering.

Peneliti : Lalu, Apakah ada faktor dari cuaca yang berpengaruh pada kecelakaan pada saati itu?

Narasumber : tidak ada, pada saat itu cuaca cerah dan kondisi ngecor pada saat itu mendekati sore waktu sudah mau selesei, ya habis asar. Mendekati sore sekitar jam 4 an atau setengah 4an sorean.

Peneliti : untuk jenis scaffoldingnya yang digunakan pada saat itu apaya mas?

Narasumber : steel frame biasa. Ada freme 170, ada frame 90, ada frame 190. Ya steel scaffolding yang besi itu.

Peneliti : Untuk kerugiannya kalo boleh tau taksirannya sekitar berapa ya mas?

Narasumber : sekitar 4 kubikan. Sekitar 4-5 jutaan. Karena untuk besinya kan masih utuh masih bisa kita selamatkan yang gak bisa di selamatkan kan betonnya sama triplek-tripleknya. Betonnya waktu itu sekitar 4 kubikan kalo ditaksir waktu itu dua juta delapan ratus tambah triplek tambah bekisting material triplek segala macem ya anggaplah 2 kali lipat ya sekitar 7 8 juta apaya

- Peneliti : sebelumnya telah disebutkan bahwa tidak ada K3 nya. Lalu, bagaimana ntuk mengontrol dilapangannya dan mungkin bisa saja kecelakaan terjadi karna faktor tidak ada K3 nya lalu yang akan bertanggung jawab/disalahkan siapa ya?
- Narasumber : tidak ada yang disalahkan, karena pada saat itu untuk SOP proyek sendiri tidak ada K3. Tidak ada yang menjadi polisi proyek itu tidak ada. Jadi y akita disitu salah bareng-bareng. Jadi untuk APD itu ita filter bareng-bareng dari satpam yang gak pake helm yang gak pake sepatu ya gak boleh masuk Cuma ya kalo dilapangan kan kita gak tau kaena gak ada polisinya tadi. Gak ada yg keliling gak ada yang patroli. Satpam juga jaga di depan di pos ya kelilingnya ya sekali itu pas jam keamanan.
- Peneliti : untuk rumah sakit UII sendiri kalo boleh tau untuk total lantainya ada berapa ya mas?
- Narasumber : ada 7 lantai. ada basement, 1-6. Cuma yang diaktifkan baru 5 lantai. Jadi basement, 1 2 3 4. Jadi lantai ~~5~~^{5 & 6} nya belum diaktifkan. Untuk kejadiannya sendiri terjadi dilantai 4. Di pengecoran balok dan plat dilantai 4. Itu yang agak sedikit ekstrim lah karena memang waktu runtuhnya beton kan suaranya mengelegar. Jadi kedengaran dari warga sekitar juga langsung kita identifikasi langsung kesana dan alhamdulillahnya gaada korban jiwa. Karna ada yang storing ada yang ngecek dibawah kan ngecor lantai 4 jadi ada yang stanby. Biasanya kalo orang ngecor apalagi yang volumenya besar karena scaffolding yang banyak dipakai itukan pengecoran balok dan plat karna sekali ngecor itu bisa dapat banyak bisa sampai 200 kubik luasan arenya bisa sampai ya 150 m2. Nah, itu basanya ada storing biasanya. Itu posisinya biasanya di bawah, di bagiannya scaffolding itu nah dia ngelihat ada bekisting yang gak kuat gak, kalo missal ada yang gak kuat dia berhentiin dulu gak ngecor dikuatin dulu dan segala macam. Nah, pada saat bekisting itu yang storing dah ngasih kode karna posisi

pada saat bekisting sedah di cor bukan belum dicor ya tinggal mau melanjutkan kesebelahnya. Posisi yang baru di cor ini gak kuat lalu di kode oleh yang storing kepada yang di atas lalu yang di atas langsung melarikan diri.

Peneliti : oiya untuk data proyek secara umum kalo boleh tau apa saja ya mas?

Narasumber : proyek itu proyek rumah sakit. Awalnya itukan proyek rumah sakit Pendidikan UII Cuma untuk sementara dinamain Proyek Rumah Sakit UII. Kala itu project yang membuat rumah sakit Kerjasama antara Yayasan dan FK UII. Karena itu tuntutan akrditasi kedokteran jadi untuk dipakai untuk koas segala macam, tapi bersifat untuk umum sama seperti RSA UGM lah Cuma untuk mendapatkan title akademik atau Pendidikan nanti setelah berjalan beberapa tahun jadi sementara Namanya RS UII dulu. Untuk tipe pondasinya itu borepile kurang lebih 80 cm. untuk proyeknya dimulai dari tanggal 27 Mei 2016 dan seleseinya dianggap akhir 2018. Dan saat itu juga merupakan salah satu proyek UII yang besar. Untuk total luas lahannya itu ada tambah tambah terus karena berjalannya konstruksi Yayasan ada penambahan lahan untuk pelebaran rumah sakitnya. Setelah di beli Yayasan itu sekitar 3,5 hektar. Kemudian total lantai itu 7 lantai yaitu basement, 1, 2, 3, 4, 5, 6, tapi yang digunakan itu basement, 1, 2, 3, 4, lantai 5 6 nya kosong. Jadi secara fasad dia itu utuh Cuma dalemannya kopong. Itu terkait investasi juga ya. Jadi nnti kalo udah settle, manajemen sudah feedback, sudah ada pemasukan sendiri dari rumah sakitnya baru pembangunan 5 6 dilanjutkan. Untuk sarana dan prasarananya lengkap ada ruang operasi, IGD, masjid, dll.

Peneliti : untuk anggaran yang dikeluarkan dalam pembangunan proyek RS UII kisaran brp ya mas?

Narasumber : untuk anggaran budget itu karena lantai 5 6 nya di pangkas ya. Itu 170 Milyar di luar medical equipmentnya karena itu ranahnya manajemen rumah sakitnya kyk beli tempat tidur, dll. Yang kita bangun itu hospital equipment yang melekat di bangunannya. Kita yang ngadain. Cuma kan kalo bed dll itukan pisah.

Peneliti : lalu, untuk posisi masnya pada saat bergabung dalam proyek RS UII apa ya mas?

Narasumber : Control Engineer

8.

SURAT KETERANGAN VALIDASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : MOH. RIFKI ROSADY
Jabatan : AHLI KB UTAMA KONSTRUKSI

Telah memeriksa dan mencermati hasil analisis dan pembahasan penelitian yang berjudul "Analisis Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan *Scaffolding* Dengan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) (Studi Kasus: Proyek RS UII)" yang telah disusun oleh:

Nama : Mita Nur Fadilah
NIM : 18511011
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas : Universitas Islam Indonesia

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

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 6 Maret 2023

Validator,


(M. RIFKI ROSADY)

SURAT PENGANTAR KUISIONER

Kepada
Bapak/Ibu Responden
Di Tempat

Dengan Hormat,

Dalam rangka penyelesaian Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Program Sarjana Universitas Islam Indonesia saya bermaksud untuk mengadakan kuisisioner pada penelitian saya dengan keterangan sebagai berikut:

Nama : Mita Nur Fadilah

No. Mhs : 18511011

Judul Penelitian : Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan *Scaffolding* Dengan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) (Studi Kasus: Proyek RS UII)

Dengan ini memohon kesediaan Bapak/Ibu untuk dapat membantu dalam pengisian kuesioner yang nantinya akan digunakan dalam penelitian Tugas Akhir saya. Adapun data yang diperoleh akan digunakan untuk penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan dalam Tugas Akhir saya.

Demikian surat pengantar ini saya sampaikan, besar harapan saya agar Bapak/Ibu bersedia dalam mengisi kuisisioner yang ada. Atas perhatian dan kerja samanya saya ucapkan terimakasih.

Yogyakarta, 6 April 2023

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



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

Hormat Saya,
Peneliti



Mita Nur Fadilah

Nama : Heri Rushendi, S.T., M.T
Pengalaman Proyek : 9 tahun
Jabatan pada Proyek : *Control Engineer & Logistic Manager*
Proyek yang telah dijalankan :

1. Rumah Sakit JIH, Sleman (Pengembangan) : 2014 - 2015
2. Hotel Unisi, Jogja : 2015 - 2016
3. Rumah Sakit Universitas Islam Indonesia, Bantul : 2016 - 2018
4. Fakultas Ilmu Agama Islam UII, Sleman : 2018 - 2022
5. Distribution Center of Importa, Sleman : 2021 - 2022
6. Swasana Resto, Sleman : 2021 - 2022
7. Pabrik Sampoerna YTI, Bantul : 2022
8. Furnice - Importa Showroom, Jogja : 2022 - now
9. Rumah Sakit Kustati, Surakarta : 2022 - now

Berikut ini merupakan form kuisisioner akar penyebab terjatuhnya *Scaffolding*. Adapun tata cara penilaian dapat dilakukan dengan memberikan tanda (✓) pada kolom yang telah disediakan. Penilaian yang digunakan berdasarkan Kementerian PU (2021) untuk memperkirakan probabilitas reaksi/respons apabila tidak ada dasar (yaitu informasi statistik yang memadai), maka dapat dipakai deskripsi angka probabilitas atau “*verbal descriptors*” seperti pada tabel berikut ini.

No.	Deskripsi	Probabilitas
1	Pasti (<i>Virtually Certain</i>)	0,999
2	Sangat Mungkin (<i>Very Likely</i>)	0,99
3	Mungkin (<i>Likely</i>)	0,9
4	Sedang (<i>Neutral</i>)	0,5
5	Tidak Mungkin (<i>Unlikely</i>)	0,1
6	Sangat Tidak Mungkin (<i>Very Unlikely</i>)	0,01
7	Mustahil (<i>Virtually Impossible</i>)	0,001

(Sumber: Kementerian PU, 2021)

Adapun item akar penyebab pada kuisisioner telah didapatkan melalui metode *Fault Tree Analysis* yang dilakukan pada kecelakaan terjatuhnya *scaffolding*.

Demikian form kuisisioner ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 10 April 2023

Informan,



Heri Rushendi, S.T., M.T

Tabel Kuisisioner Probabilitas Akar Penyebab Terjatuhnya Scaffolding

No	Akar Penyebab	Probabilitas			
		Sedang	Mungkin	Sangat Mungkin	Pasti
1	Faktor Pekerja				
	- kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak mengambil bidang yang sesuai dengan keahlian				✓
	- kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak bersekolah		✓		
	- kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak berpengalaman			✓	
	- Kelelahan dikarenakan kurang istirahat akibat lembur	✓			
	- Kelelahan dikarenakan kurang istirahat akibat perjalanan ke lokasi proyek jauh	✓			
	- Kelelahan dikarenakan keterbatasan waktu pengerjaan sehingga mengharuskan pekerja untuk kerja terus menerus		✓		
	Total	2	2	1	1
	Persentase (%)		79,89%		
2	Faktor Manajemen				
	- kurang dalam pengawasan dikarenakan tidak adanya SDM	✓			
	- kurang dalam pengawasan dikarenakan tidak adanya anggaran khusus untuk membuat tim HSE	✓			
	- kurang dalam pengawasan dikarenakan kurangnya kedisiplinan/kesadaran pada pekerja			✓	
	- kurang dalam memberikan penyuluhan/sosialisasi dikarenakan kurangnya pelatihan	✓			
	- kurang dalam memberikan penyuluhan/sosialisasi dikarenakan tidak adanya jadwal khusus pelatihan/sosialisasi	✓			
	Total	4		1	
	Persentase (%)		59,89%		

Lanjutan Tabel Kuisisioner Probabilitas Akar Penyebab Terjatuhnya Scaffolding

No	Jenis Faktor Penyebab	Probabilitas			
		Sedang	Mungkin	Sangat Mungkin	Pasti
3.	Faktor Peralatan				
	- alat yang tidak sesuai standar (bengkok) dikarenakan beban material yang diangkat terlalu berat			✓	
	- alat yang tidak sesuai standar (bengkok) dikarenakan tidak menghitung kapasitas kemampuan dari <i>scaffolding</i> itu sendiri.		✓		
	- alat yang tidak sesuai standar (berkarat) dikarenakan kurangnya perawatan			✓	
	- alat yang tidak sesuai standar (berkarat) dikarenakan dibiarkan di cuaca ekstrim.		✓		
	- alat yang tidak sesuai standar (rapuh) dikarenakan alat sudah tua/berumur			✓	
	- alat yang tidak sesuai standar (rapuh) dikarenakan alat tidak diperbaharui kembali.			✓	
	Total	0	2	4	0
	Persentase (%)		96,096		
4	Faktor Lingkungan				
	- Cuaca (angin, badai, dll)		✓		
	- lokasi tempat kerja yang berada di ketinggian.	✓			
	Total	1	1		
	Persentase (%)		70,070		

SURAT PENGANTAR KUISIONER

Kepada
Bapak/Ibu Responden
Di Tempat

Dengan Hormat,

Dalam rangka penyelesaian Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Program Sarjana Universitas Islam Indonesia saya bermaksud untuk mengadakan kuisisioner pada penelitian saya dengan keterangan sebagai berikut:

Nama : Mita Nur Fadilah

No. Mhs : 18511011

Judul Penelitian : Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan *Scaffolding* Dengan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) (Studi Kasus: Proyek RS UII)

Dengan ini memohon kesediaan Bapak/Ibu untuk dapat membantu dalam pengisian kuesioner yang nantinya akan digunakan dalam penelitian Tugas Akhir saya. Adapun data yang diperoleh akan digunakan untuk penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan dalam Tugas Akhir saya.

Demikian surat pengantar ini saya sampaikan, besar harapan saya agar Bapak/Ibu bersedia dalam mengisi kuisisioner yang ada. Atas perhatian dan kerja samanya saya ucapkan terimakasih.

Yogyakarta, 6 April 2023

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



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

Hormat Saya,
Peneliti



Mita Nur Fadilah

Nama : ARJA WIRAWAN
 Pengalaman Proyek : 23 tahun
 Jabatan pada Proyek : Project Manager
 Proyek yang telah dijalankan : RS. KUSTATI, Rsi. Cawas, JIH SDO, R.S. UII, R.S. Al-Isyad, Unisi Hotel, Neo Maliogoro Hotel,

Berikut ini merupakan form kuisiner akar penyebab terjatuhnya *Scaffolding*. Adapun tata cara penilaian dapat dilakukan dengan memberikan tanda (✓) pada kolom yang telah disediakan. Penilaian yang digunakan berdasarkan Kementerian PU (2021) untuk memperkirakan probabilitas reaksi/respons apabila tidak ada dasar (yaitu informasi statistik yang memadai), maka dapat dipakai deskripsi angka probabilitas atau “*verbal descriptors*” seperti pada tabel berikut ini.

No.	Deskripsi	Probabilitas
1	Pasti (<i>Virtually Certain</i>)	0,999
2	Sangat Mungkin (<i>Very Likely</i>)	0,99
3	Mungkin (<i>Likely</i>)	0,9
4	Sedang (<i>Neutral</i>)	0,5
5	Tidak Mungkin (<i>Unlikely</i>)	0,1
6	Sangat Tidak Mungkin (<i>Very Unlikely</i>)	0,01
7	Mustahil (<i>Virtually Impossible</i>)	0,001

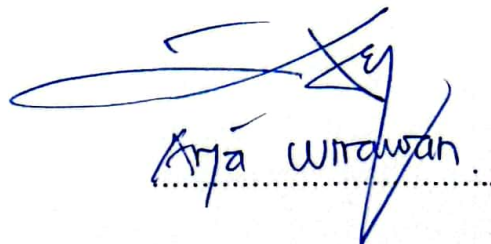
(Sumber: Kementerian PU, 2021)

Adapun item akar penyebab pada kuisiner telah didapatkan melalui metode *Fault Tree Analysis* yang dilakukan pada kecelakaan terjatuhnya *scaffolding*.

Demikian form kuisiner ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta/10/4-2023

Informan,


Arja Wirawan

Tabel Kuisisioner Probabilitas Akar Penyebab Terjatuhnya Scaffolding

No	Akar Penyebab	Probabilitas			
		Sedang	Mungkin	Sangat Mungkin	Pasti
1	Faktor Pekerja				
	- kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak mengambil bidang yang sesuai dengan keahlian	✓			
	- kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak bersekolah	✓			
	- kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak berpengalaman	✓			
	- Kelelahan dikarenakan kurang istirahat akibat lembur	✓			
	- Kelelahan dikarenakan kurang istirahat akibat perjalanan ke lokasi proyek jauh	✓			
	- Kelelahan dikarenakan keterbatasan waktu pengerjaan sehingga mengharuskan pekerja untuk kerja terus menerus	✓			
	Total	6	0	0	0
	Persentase (%)	50			
2	Faktor Manajemen				
	- kurang dalam pengawasan dikarenakan tidak adanya SDM	✓			
	- kurang dalam pengawasan dikarenakan tidak adanya anggaran khusus untuk membuat tim HSE	✓			
	- kurang dalam pengawasan dikarenakan kurangnya kedisiplinan/kesadaran pada pekerja	✓			
	- kurang dalam memberikan penyuluhan/sosialisasi dikarenakan kurangnya pelatihan	✓			
	- kurang dalam memberikan penyuluhan/sosialisasi dikarenakan tidak adanya jadwal khusus pelatihan/sosialisasi	✓			
	Total	6	0	0	0
	Persentase (%)	50			

Lanjutan Tabel Kuisiner Probabilitas Akar Penyebab Terjatuhnya Scaffolding

No	Jenis Faktor Penyebab	Probabilitas			
		Sedang	Mungkin	Sangat Mungkin	Pasti
3.	Faktor Peralatan				
	- alat yang tidak sesuai standar (bengkok) dikarenakan beban material yang diangkat terlalu berat	✓			
	- alat yang tidak sesuai standar (bengkok) dikarenakan tidak menghitung kapasitas kemampuan dari <i>scaffolding</i> itu sendiri.	✓			
	- alat yang tidak sesuai standar (berkarat) dikarenakan kurangnya perawatan	✓			
	- alat yang tidak sesuai standar (berkarat) dikarenakan dibiarkan di cuaca ekstrim.	✓			
	- alat yang tidak sesuai standar (rapuh) dikarenakan alat sudah tua/berumur	✓			
	- alat yang tidak sesuai standar (rapuh) dikarenakan alat tidak diperbaharui kembali.	✓			
	Total	6	0	0	0
	Persentase (%)		50		
4	Faktor Lingkungan				
	- Cuaca (angin, badai, dll)	✓			
	- lokasi tempat kerja yang berada di ketinggian.	✓			
	Total	2	0	0	0
	Persentase (%)		50		

Tabel Rekapitulasi Hasil Probabilitas FTA

No	Notasi	Akar Penyebab	Responden		Probabilitas
			1	2	
1	E1	kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak mengambil bidang yang sesuai dengan keahlian	0,999	0,5	0,7495
2	E2	kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak bersekolah	0,9	0,5	0,7
3	E3	kurang memiliki ketrampilan dan pengetahuan dikarenakan tidak berpengalaman	0,99	0,5	0,745
4	E4	Kelelahan dikarenakan kurang istirahat akibat lembur	0,5	0,5	0,5
5	E5	Kelelahan dikarenakan kurang istirahat akibat perjalanan ke lokasi proyek jauh	0,5	0,5	0,5
6	E6	Kelelahan dikarenakan keterbatasan waktu pengerjaan sehingga mengharuskan pekerja untuk kerja terus menerus	0,9	0,5	0,7
7	E7	kurang dalam pengawasan dikarenakan tidak adanya SDM	0,5	0,5	0,5
8	E8	kurang dalam pengawasan dikarenakan tidak adanya anggaran khusus untuk membuat tim HSE	0,5	0,5	0,5
9	E9	kurang dalam pengawasan dikarenakan kurangnya kedisiplinan/kesadaran pada pekerja	0,99	0,5	0,745
10	E10	kurang dalam memberikan penyuluhan/sosialisasi dikarenakan kurangnya pelatihan	0,5	0,5	0,5
11	E11	kurang dalam memberikan penyuluhan/sosialisasi dikarenakan tidak adanya jadwal khusus pelatihan/sosialisasi	0,5	0,5	0,5
12	E12	alat yang tidak sesuai standar (bengkok) dikarenakan beban material yang diangkat terlalu berat	0,99	0,5	0,745

Lanjutan Tabel Rekapitulasi Hasil Probabilitas FTA

No	Notasi	Akar Penyebab	Responden		Probabilitas
			1	2	
13	E13	alat yang tidak sesuai standar (bengkok) dikarenakan tidak menghitung kapasitas kemampuan dari <i>scaffolding</i> itu sendiri.	0,9	0,5	0,7
14	E14	alat yang tidak sesuai standar (berkarat) dikarenakan kurangnya perawatan	0,99	0,5	0,745
15	E15	alat yang tidak sesuai standar (berkarat) dikarenakan dibiarkan di cuaca ekstrim.	0,9	0,5	0,7
16	E16	alat yang tidak sesuai standar (rapuh) dikarenakan alat sudah tua/berumur	0,99	0,5	0,745
17	E17	alat yang tidak sesuai standar (rapuh) dikarenakan alat tidak diperbaharui kembali.	0,99	0,5	0,745
18	E18	Cuaca (angin, badai, dll)	0,9	0,5	0,7
19	E19	lokasi tempat kerja yang berada di ketinggian.	0,5	0,5	0,5