

**ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA PEMBANGUNAN
*UNDERPASS***

**(Studi Kasus: PT. Adhi Karya-Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-
Yogyakarta-NYIA Seksi II Paket 2.2 Monjali-Gamping)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Rillo Pambudi
No. Mahasiswa : 19522042

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 18 - 03 - 2024



(Rillo Pambudi)
19 522 042

SURAT BUKTI PENELITIAN



beyond construction

SURAT KETERANGAN

No.005/AK/JS-2.2/XII/2023

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : HASTOMO ADI
Jabatan : Deputy Project Director IV
Perusahaan : PT. Adhi Karya (Persero) Tbk.
Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Seksi II
Paket 2.2 Monjali-Gamping (STA. 51+800 s/d STA. 65+800)
Alamat : Jl. Ring Road Barat No. 35. Kranggahan I. Trihanggo, Gamping,
Sleman. Yogyakarta 55291

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa yang bersangkutan di bawah:

Nama : Rillo Pambudi
NIM : 19522042
Program Keahlian : Teknik Industri
Universitas : Universitas Islam Indonesia

Telah melaksanakan Magang pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo- Yogyakarta - NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.2 Monjali-Gamping (STA. 51+800 s/d STA. 65+800) yang di mulai pada tanggal 20 November 2023 sampai dengan 20 Desember 2023.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 20 Desember 2023

PT. Adhi Karya (Persero) Tbk.

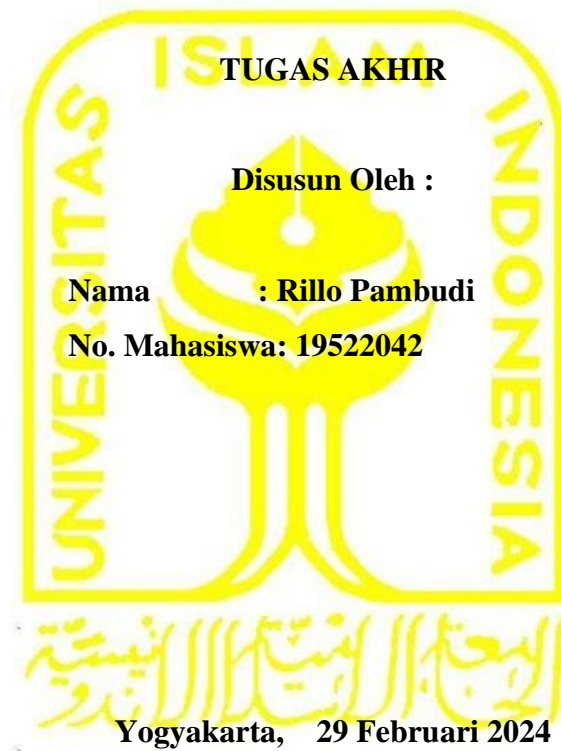
Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo
Seksi II Paket 2.2 Monjali-Gamping (STA. 51+800 s/d STA. 65+800)



Deputy Project Director IV

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA PEMBANGUNAN *UNDERPASS*
(Studi Kasus : PT. Adhi Karya-Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA
Seksi II Paket 2.2 Monjali-Gamping)



Dosen Pembimbing

(Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN. Eng.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA PEMBANGUNAN *UNDERPASS*
(Studi Kasus : PT. Adhi Karya-Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA
Seksi II Paket 2.2 Monjali-Gamping)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Rillo Pambudi

No. Mahasiswa: 19 522 042

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

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 18 - Maret - 2024

Tim Penguji

Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU.,
 ASEAN. Eng.



Ketua

Annisa Uswatun Khasanah, S.T., M.Sc.



Anggota I

Suci Miranda, S.T., M.Sc.



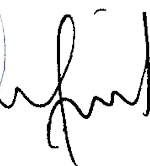
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo. S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.

015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang sangat mendalam Alhamdulillah Tugas Akhir ini merupakan pencapaian saya dalam menyelesaikan program sarjana dan mendapatkan gelar ST yang saya persembahkan kepada kedua orangtua saya, Papa Arfan dan Mama Herlina, kedua kakak saya Bang Ari dan Kak Dilla yang senantiasa mendoakan, memberi dukungan moril dan materil, selalu menyayangi dan mencintai dengan tulus, memberi nasihat dan solusi atas keluh kesah saya. Tak lupa kepada teman-teman dekat saya yang selalu menemani saya dalam menjalankan masa-masa perkuliahan dari awal hingga akhir. Kepada dosen-dosen Teknik Industri Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan. Serta saya ucapkan terimakasih kepada bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN. Eng. atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini juga kepada perusahaan PT. Adhi Karya yang sudah memberikan tempat untuk penelitian Tugas Akhir ini.

MOTTO

“Investasi paling penting yang bisa kamu lakukan adalah untuk dirimu sendiri”

(Warren Buffet)

“Barang siapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Dia akan memberi jalan keluar”

(Q.S Al Zalzalah: 7)

“Anda mungkin bisa menunda, tapi waktu tidak akan menunggu”

(Benjamin Franklin)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Alhamdulillah rabbil'alam, puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah senantiasa memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Pembangunan *Underpass*" sesuai dengan tenggat waktu yang telah diberikan meskipun dengan adanya hambatan selama proses pengerjaannya. Tanpa pertolongan-Nya penulis tidak dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik yang disusun sebagai memenuhi syarat kelulusan pada Teknik Industri.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu selama penyusunan Tugas Akhir ini, baik waktu dan bantuan lainnya. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng., selaku dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, dan selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, ilmu, petunjuk, nasehat, motivasi, dan dorongan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo. S.T., M.Sc., Ph.D., IPM., selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Hastomo Adi selaku *Deputy Project Director* IV PT. Adhi Karya pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.2 Monjali-Gamping yang telah bersedia meluangkan waktu, pemikiran, dan tempat untuk proses penelitian ini.
4. *Team* QHSE PT. Adhi Karya pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.2 Monjali-Gamping yang selalu memberikan motivasi, ilmu, serta pengalaman baru di dunia kerja.
5. Kedua orang tua tercinta, ayahanda H. Arfan, S.T., M.M. dan ibunda Hj. Herlina, S.E. yang telah menjadi sosok paling berpengaruh dalam hidup penulis yang selalu memberikan doa, nasehat, motivasi, dukungan, kasih sayang, perhatian dan cinta yang tak terhingga kepada penulis dalam menempuh pendidikan.
6. Saudara kandung penulis Berlian Fahri S.T. dan Dilla Arlina S.T. yang telah banyak memberikan bantuan serta dukungan untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Sahabat saya dari awal masa perkuliahan Tiara, Febiola, Anan, Rafly, dan Gian yang telah menemani suka dan duka sejak awal di Jogja hingga saat ini.
8. Sahabat Lanketo Juplek, Oky, Tibo, Mamad, Opol, Jodi, Fatih, Albert, Bowo, dan Dafa yang telah menemani selama masa penulisan Tugas Akhir ini.
9. Pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan kontribusi selama penyusunan Tugas Akhir.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan yang berlimpah serta rahmat dan karunia atas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Dalam penulisan Tugas Akhir ini tentu saja masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mohon kritik, saran, dan masukan untuk penulis yang lebih baik di masa yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat digunakan semestinya dan memberikan manfaat bagi kita semua.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 18 Maret 2024



Rillo Pambudi
19 522 042

ABSTRAK

Permasalahan utama dengan pengembangan jalan yang ada di perkotaan adalah masalah kemacetan. Kemacetan dan masalah yang dihadapi dalam pengembangan jalan diantaranya keterbatasan lahan, perlintasan kereta api maupun pengembangan jalan tol. Jalur lintas atas (*flyover*) dan jalur lintas bawah (*underpass*) menjadi alternatif penanganannya untuk mengurangi kemacetan di area sekitar. Pembangunan alternatif ini biasa disebut dengan industri konstruksi merupakan pekerjaan yang memiliki tingkat kecelakaan kerja yang tinggi. Sehingga, pentingnya penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang bertujuan untuk memberikan perlindungan bagi tenaga kerja dan orang lain ditempat kerja, melindungi aset perusahaan, melindungi masyarakat, dan lingkungan. PT. Adhi Karya Tbk merupakan perusahaan yang bergerak dibidang konstruksi yang saat ini tengah aktif menjalankan proyek tol yang menghubungkan Yogyakarta dengan Solo dan memiliki proyek tambahan berupa *underpass*. Proses pembuatan ini tetap terdapat potensi risiko yang perlu diidentifikasi, evaluasi, dan dikelola secara efektif demi keselamatan dan kelancaran proyek sehingga diperlukan analisis risiko dengan JSA, FMEA, dan FTA pada penelitian ini. Metode JSA digunakan untuk mengetahui potensi bahaya kecelakaan kerja pada pekerjaan pembangunan *underpass* sehingga, diperoleh 22 potensi bahaya. Untuk FMEA dihasilkan *failure mode* tertinggi yaitu tersayat benda tajam dan tumpul pada aktivitas fabrikasi pembesian. Selanjutnya, metode FTA menghasilkan tiga *basic event* dari *top event* risiko kecelakaan kerja “tersayat benda tajam dan tumpul pada aktivitas fabrikasi pembesian”.

Kata Kunci: FMEA, FTA, JSA, K3, Risiko

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Literatur	6
2.1.1 Analisis risiko kecelakaan kerja di konstruksi jalan tol	6
2.1.2 Analisis risiko kecelakaan kerja menggunakan metode JSA dan FTA.	7
2.1.3 Analisis risiko kecelakaan kerja menggunakan metode JSA, FMEA, dan FTA atau JSA di konstruksi jalan tol	13
2.2 Landasan Teori	19
2.2.1 Profil perusahaan	19
2.2.2 Keselamatan dan kesehatan kerja (K3)	22
2.2.3 Lingkungan kerja	23
2.2.4 Kecelakaan kerja	24
2.2.5 Bahaya	25
2.2.6 Risiko	25
2.2.7 Job safety analysis (JSA)	26
2.2.8 Failure mode effect analysis (FMEA)	27
2.2.9 Fault tree analysis (FTA)	30
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Subjek dan Objek Penelitian	33
3.2 Pengumpulan Data	33
3.3 Jenis Data	33
3.4 Diagram Alur Penelitian	35
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	39
4.1 Identifikasi Potensi Bahaya Kecelakaan Kerja	39
4.1.2 Job Safety Analysis Worksheet	41
4.1.3 Pengumpulan data Severity, Occurrence dan Detection	45
4.2 Identifikasi Nilai RPN Kecelakaan Kerja Tertinggi	52

4.2.1	<i>Pembobotan Risk Priority Number (RPN)</i>	52
4.3	Usulan Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja	59
4.3.1	<i>Diagram Fault Tree Analysis</i>	59
4.3.2	<i>Rekomendasi Fault Tree Analysis (FTA)</i>	60
4.3.3	<i>Standard Operating Procedure (SOP)</i>	61
4.3.4	<i>Formulir Pelaksanaan Standar Operasional Prosedur (SOP)</i>	63
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		64
5.1	Identifikasi Potensi Bahaya Kecelakaan Kerja.....	64
5.2	Identifikasi Nilai RPN Kecelakaan Kerja Tertinggi.....	69
5.3	Usulan Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja	73
BAB VI PENUTUP		74
6.1	Kesimpulan.....	74
6.2	Saran	74
LAMPIRAN.....		A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Induktif	15
Tabel 2. 2 Kategori <i>Severity</i>	29
Tabel 2. 3 Kategori <i>Occurrence</i>	29
Tabel 2. 4 Kategori <i>Detection</i>	29
Tabel 2. 5 Kategori RPN	30
Tabel 2. 6 Simbol-simbol FTA	31
Tabel 4. 1 <i>Job Safety Analysis Worksheet</i>	41
Tabel 4. 2 Penentuan <i>Severity</i>	45
Tabel 4. 3 Penentuan <i>Occurrence</i>	47
Tabel 4. 4 Penentuan <i>Detection</i>	50
Tabel 4. 5 Pembobotan RPN	52
Tabel 4. 6 Tabel FTA Tersayat Benda Tajam dan Tumpul	60
Tabel 4. 7 Tabel Rekomendasi FTA	60
Tabel 4. 8 Standar Operasional Prosedur	62
Tabel 4. 9 Tabel Formulir SOP	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lokasi PT. Adhi Karya.....	21
Gambar 2. 2 Lokasi Proyek Tol Solo-Yogyakarta	22
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	35
Gambar 4. 1 Diagram Alur Proses Pekerjaan	39
Gambar 4. 2 Diagram FTA Tersayat Benda Tajam dan Tumpul.....	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan utama dengan pengembangan jaringan jalan yang ada di perkotaan adalah masalah kemacetan. Menurut Perkasa (2023), kemacetan dan masalah yang dihadapi dalam pengembangan jalan diantaranya keterbatasan lahan, perlintasaan kereta api maupun pengembangan jalan tol. Dari permasalahan tersebut, jalur lintas atas (*flyover*) dan jalur lintas bawah (*underpass*) menjadi alternatif penanganannya untuk mengurangi kemacetan ataupun mengganggu pergerakan transportasi di area sekitar.

Pembangunan jalan lintas atas (*flyover*) dan jalan lintas bawah (*underpass*) atau bisa disebut dengan industri konstruksi merupakan pekerjaan yang memiliki tingkat kecelakaan kerja yang tinggi dikarenakan kondisi kerja di industri konstruksi melibatkan berbagai elemen yang kompleks, diantaranya penggunaan alat berat, bahan material dan sumber daya manusia. Dalam kondisi seperti proyek konstruksi menciptakan lingkungan kerja yang memiliki potensi risiko yang tinggi sehingga perlu kesiapan untuk menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja.

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merujuk pada suatu rangkaian aktivitas yang bertujuan untuk memastikan terciptanya lingkungan kerja yang aman, bebas dari gangguan fisik dan mental yang dilakukan melalui upaya pembinaan dan pelatihan, pemberian arahan, serta pengendalian terhadap pelaksanaan tugas para pekerja. Selain itu, bantuan yang diberikan sesuai dengan ketentuan yang berlaku baik yang ditetapkan oleh Lembaga pemerintah maupun perusahaan tempat para pekerja (Elphiana, 2017). Sedangkan menurut Adiratna (2022), penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) bertujuan untuk memberikan perlindungan bagi tenaga kerja dan orang lain di tempat kerja, melindungi asset perusahaan, melindungi masyarakat dan lingkungan sebagaimana diamanatkan dalam Undang-Undang No. 1 Tahun 1970. Berdasarkan hasil pencatatan sampai dengan semester I tahun 2023 jumlah kecelakaan kerja di Indonesia menurut jenis keanggotaan BPJS ketenagakerjaan dilaporkan sebanyak 159.127 kasus dari Pekerja Penerima Upah, 7.845 kasus dari Pekerja Bukan Penerima Upah dan 1.363 kasus dari Pekerja Jasa Konstruksi. Sedangkan untuk Penyakit Akibat Kerja tercatat sebanyak 91 kasus (Satu Data Kemnaker, 2024). Angka tersebut menjadi indikasi bahwa penerapan K3 harus semakin menjadi prioritas bagi dunia kerja di Indonesia.

PT. Adhi Karya Tbk merupakan perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi, berdiri sejak zaman hindia belanda dengan nama *Architechen-Ingenicure-en- Annermersbedrif Associatie Selle en de Bruyn, Reyes en de Vries N.V (Assosiatie N.V)* dan diambil oleh pemerintahan indonesia pada tahun 1958. Konstruksi pada PT. Adhi Karya Tbk meliputi seluruh sektor bangunan Gedung, sektor bangunan sipil, pekerja mekanikal dan elektrikal, serta pembangunan sarana dan prasarana yang dikerjakan oleh Departemen Infrastruktur I, II, Departemen Perkeretaapian, Departemen Gedung, dan Pt Adhi Persada Gedung.

PT. Adhi Karya Tbk saat ini tengah aktif menjalankan proyek konstruksi jalan tol yang akan menghubungkan Yogyakarta dengan Solo. Selain itu perusahaan juga mengadakan proyek tambahan yaitu pembuatan jalan *underpass* yang menghubungkan jalan arah utara ke arah selatan yang tertutup oleh jalan tol yang bertujuan untuk memudahkan masyarakat sekitar melintasi jalan tersebut. Namun, tidak dapat dipungkiri proses pelaksanaan proyek konstruksi jalan tol memiliki resiko kecelakaan kerja yang tinggi untuk para pekerjanya. Pada PT. Adhi Karya tercatat sebanyak 149 kasus kecelakaan yang terjadi pada tahun 2018-2022, selama 5 tahun tersebut PT. Adhi Karya belum pernah mencapai status *Zero Accident*. Harapan perusahaan kedepannya akan mencapai status *Zero Accident* yang berarti tidak terjadi kecelakaan kerja selama proyek konstruksi dilaksanakan. Untuk mencapai harapan perusahaan tersebut, pembuatan jalan tol dan *underpass* memerlukan identifikasi, evaluasi, dan pengelolaan secara efektif demi keselamatan dan kelancaran proyek.

Dalam penelitian ini dibutuhkan suatu metode yang tepat guna mencari akar permasalahan kecelakaan kerja (K3) untuk mengurangi risiko terjadinya kecelakaan kerja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi bahaya kecelakaan dan keselamatan kerja pekerja di area kerja proyek. Dalam mengidentifikasi dan menganalisis potensi bahaya kecelakaan kerja ada beberapa metode yang dapat digunakan seperti metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment & Risk Control*) dan JSA. Metode HIRARC digunakan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, dan mengendalikan risiko yang ada pada lingkup pekerjaan yang luas (Indragiri, 2018), sedangkan metode JSA digunakan untuk menganalisis risiko-risiko yang terkait dengan pekerjaan tertentu (Laali, 2021). Untuk memenuhi kebutuhan penelitian tersebut peneliti menggunakan metode *Job Safety Analysis* (JSA) sebagai metode pengumpulan data guna menangkap aktivitas pekerjaan dan kemungkinan risiko cedera akibat perkerjaan di area proyek secara lebih spesifik pada tiap tiap elemen kerja pada proyek. Selanjutnya, data aktivitas perkerjaan dan kemungkinan risiko

cedera yang sudah didapatkan akan diolah guna mencari nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sebagai alat identifikasi mode kegagalan risiko cedera kerja dan konsekuensinya. Metode terakhir yang digunakan yaitu metode *Fault Tree Analysis* (FTA) yang berguna untuk menganalisis perbaikan berdasarkan hasil RPN tertinggi yang didapatkan.

JSA (*Job Safety Analysis*) merupakan alat atau metode yang digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan atau mengidentifikasi bahaya yang ada pada pekerjaan seseorang dan menerapkan pengendalian yang tepat dalam upaya mencegah terjadinya kecelakaan serta menyusun prosedur kerja yang benar merupakan salah satu keuntungan dari metode JSA, yang meliputi mempelajari dan melaporkan setiap langkah pekerjaan, mengidentifikasi bahaya pekerjaan yang sudah ada atau potensi yang berfokus pada tahapan pekerjaan, dan mudah untuk di pahami serta dapat dengan cepat diselesaikan (Rosdiana, 2017).

Setelah ditemukan data aktivitas kerja dan risiko – risiko dari analisis JSA, dilakukan analisis menggunakan metode FMEA yang bertujuan untuk mencari nilai risiko tertinggi. Menurut Stamatis (1995) seperti yang dikutip oleh Hanif (2022), FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan dalam sebuah sistem, desain, proses dan pelayanan. Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan pemberian nilai atau skor masing – masing kegagalan berdasarkan tingkat keparahan (*Severity*), tingkat frekuensi kemungkinan risiko terjadi (*Occurrence*), dan tingkat deteksi (*Detection*).

Setelah diketahui risiko tertinggi dari analisis FMEA, maka dilakukan analisis akar penyebab bahaya serta memberikan rekomendasi perbaikan menggunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*). FTA merupakan suatu model grafis dimana pohon ini menyangkut penyebab-penyebab yang paralel dan memiliki kombinasi kesalahan-kesalahan yang dapat menyebabkan kejadian dari peristiwa yang tidak diinginkan, atau juga dapat diartikan sebagai gambaran umum timbal balik yang logis dari peristiwa – peristiwa dasar yang mempengaruhi ke arah peristiwa yang tidak diinginkan menjadi peristiwa puncak dari pohon kesalahan tersebut, sehingga puncak dari pohon kesalahan tersebut dapat diberikan rekomendasi perbaikan (Syarifuddin, 2020).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan pada PT. Adhi Karya yang terdapat pada latar belakang, dapat disimpulkan bahwa pada proses pelaksanaan proyek konstruksi *Underpass* jalan tol berpotensi

menyebabkan kecelakaan kerja yang tinggi untuk pekerjanya. Perusahaan memiliki target *zero accident*, namun data menunjukkan bahwa telah terjadi 149 kecelakaan kerja sejak tahun 2018 hingga 2022. Berikut merupakan rumusan masalah yang didapatkan dari kesimpulan permasalahan pada PT. Adhi Karya.

1. Berapa banyak dan apa saja potensi bahaya kecelakaan kerja yang ada pada proyek pembangunan *Underpass*?
2. Apa saja *Failure Mode* kecelakaan kerja tertinggi dan efeknya pada proyek pembangunan *Underpass*?
3. Apa saja penyebab kecelakaan kerja dan bagaimana pengendalian risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan pembangunan *Underpass*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang didapatkan, maka tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi potensi bahaya kecelakaan kerja pada pembangunan *Underpass*
2. Mengidentifikasi *Failure Mode* kecelakaan kerja tertinggi pada pekerjaan pembangunan *Underpass*
3. Mendesain usulan pengendalian risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan pembangunan *Underpass* berdasarkan penyebab kecelakaan kerja

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut manfaat dari penelitian ini.

1. Bagi Peneliti
Peneliti dapat mengaplikasikan keilmuan Teknik Industri yang nyata di bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada proyek konstruksi.
2. Bagi Perusahaan
 - a. Sebagai rekomendasi dan referensi untuk perusahaan mengenai risiko bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada pekerjaan pembangunan *Underpass* sehingga perusahaan dapat menyusun pencegahan dan meminimalisir risiko kecelakaan kerja.
 - b. Dapat mengimplementasi K3 yang baik pada pekerja sehingga meningkatkan keselamatan, produktivitas, dan kinerja pekerja pembangunan *Underpass*.

1.5 Batasan Penelitian

Berikut batasan dari penelitian ini.

1. Observasi dan Identifikasi dilakukan di area kerja pembangunan *Underpass* Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.2.
2. Wawancara dilakukan kepada pekerja pembangunan *Underpass* Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.2.
3. Metode FTA hanya menganalisis *Failure Mode* dengan nilai RPN tertinggi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

2.1.1 Analisis risiko kecelakaan kerja di konstruksi jalan tol.

Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode FMEA pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Sigli-Banda Aceh Struktur *Elevated* bertujuan untuk meminimalisir dan mengurangi dampak dari kecelakaan kerja dengan penerapan manajemen risiko. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa risiko kecelakaan kerja dengan nilai RPN tertinggi yaitu pekerja terjatuh dari ketinggian. Pengendalian risiko yang dilakukan untuk meminimalisir kecelakaan kerja yaitu dengan cara mengubah desain (ukuran, material, dan spesifikasi teknis) dan mengembangkan peralatan deteksi (Ihsan, 2022).

Analisis K3 Pada proyek konstruksi jalan TOL di Indonesia menggunakan metode FMEA dengan referensi 10 jurnal literatur yang digunakan sebagai sumber *dated* hasil perhitungan yang didapatkan menunjukkan bahwa jenis potensi pekerjaan yang memiliki risiko paling tinggi pada pembangunan jalan ialah bahaya fisik, bahaya kimia dan bahaya girder atau pengerasan aspal. Dengan klasifikasi RPN tertinggi (*high*) berupa pengisian bahan bakar solar, kategori menengah (*medium*) yaitu pembersihan lahan pengecoran, kategori rendah (*low*) berupa pembongkaran dan pemasangan perancah dan terakhir kategori sangat tinggi (*critical risk*) berupa penggalian tanah dan pengangkatan material seperti blok beton, besi penyangga dan lain sebagainya. Dari risiko yang telah ditemukan diidentifikasi dan diberikan solusi guna menurunkan tingkat risiko yang bertujuan untuk menghilangkan dan mengurangi keseluruhan risiko bahaya pada pekerja konstruksi (Alfiyah, 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Pramesti (2023) membahas tentang pengendalian risiko terkait kecelakaan kerja pada proyek konstruksi jalan Tol Yogyakarta – Bawen Paket 1 (Seksi 1) yang memiliki risiko kecelakaan kerja tinggi disebabkan oleh beberapa faktor seperti kesalahan pada alat kerja, metode kerja, serta kelalaian dari pekerja itu sendiri. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi risiko terkait kecelakaan kerja menggunakan metode *bowtie* dan pengambilan data menggunakan kuisisioner dari hasil kuisisioner tersebut dianalisis penilaian risiko pada risiko yang relevan menggunakan perhitungan *severity index* dan

likelihood index. Hasil penelitian ini ditemukan tiga risiko yang ekstrim yaitu segmen alok girder terguling, sling *crane* terputus saat pengangkatan girder dan girder runtuh. Lalu dianalisis penyebab risiko tersebut menggunakan metode *bowtie* dan didapatkan penyebab utamanya ialah operator yang tidak terampil, pekerja kelelahan, perubahan cuaca mendadak, kondisi alat yang kurang baik, beban pengangkatan berlebih, dan manuver pekerjaan tidak memenuhi syarat. Dampak yang terjadi dari risiko tersebut adalah pekerja mengalami cedera dan membutuhkan kontrol *recovery* berupa pemakaian APD dan pengecekan kelayakan alat berat.

Pembangunan jalan bebas hambatan cisumdawu fase III yang sedang dibangun pada jalur Cileunyi sampai Rancakalong menjadi objek untuk penelitian ini, peneliti memfokuskan analisis pekerjaan bagaimana cara mengidentifikasi, mencegah, mengevaluasi serta mengendalikan risiko menggunakan metode pengambilan keputusan pada *software* SPSS untuk mengetahui perbandingan jumlah risiko serta tingkat kepentingan risiko yang terjadi di lapangan. Rekapitulasi tanggapan responden mengenai analisis pekerjaan pembangunan Tol Cisumdawu fase III menghasilkan persentase 63,27% kategori kuat, pencegahan risiko 62,00% yang dikategorikan kuat, evaluasi risiko 63,00% yang dikategorikan kuat dan pengendalian risiko 68,10% yang dikategorikan kuat dan empati yang dikategorikan kuat (Walujodjati, 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Suseno (2015) meneliti risiko pada proyek pembangunan tol pertama di Indonesia yaitu proyek pembangunan tol jagorawi, tol ini menghubungkan jalur Jakarta dan Bogor yang dibangun pada tahun 1973 dan beroperasi pada tahun 1978 proyek ini memiliki risiko kecelakaan kerja yang sangat tinggi dalam tahap konstruksi, segala risiko yang harus ditangani oleh pihak pengendali risiko. Dalam konstruksi banyak bahaya yang dapat terjadi secara tidak terduga dan sulit diprediksi tujuan penemilian ini adalah menganalisis bagaimana suatu manajemen risiko konstruksi ditetapkan pada jalan tol dengan skema *Build Operate Transfer* (BOT) hasil penelitian ini menunjukkan bahwa risiko tertinggi yang mungkin terjadi pada Jalan Tol Semarang - Solo seksi 1 dikaitkan dengan kurang efektifnya pemeliharaan dan penerapan solusi.

2.1.2 Analisis risiko kecelakaan kerja menggunakan metode JSA dan FTA.

Penelitian yang dilakukan oleh Silvia (2022), Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Bagian Mekanik Pada Proyek Pltu Ampana (2x3 Mw) Menggunakan Metode *Job Safety Analysis* (JSA) bertujuan untuk membangun dan mengoperasikan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).

Arena proyek yang begitu besar dan pengoperasiannya dilakukan 1 X 24 jam maka memiliki risiko bahaya bagi para pekerja khususnya para mekerja mekanik. Apabila tidak dilakukan pengendalian risiko lecelakaan kerja maka akan sangat berbahaya. Oleh karena itu metode JSA di pilih untuk menyelesaikan permasalahan Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa para pekerja pada proyek PLTU Ampana (2x3 MW) memiliki tingkat risiko kecelakaan kerja yang sangat besar dalam setiap pekerjaan di semua area. Cara untuk menanggulangi risiko kecelakaan kerja dapat dilakukan sesuai dengan hirarki pengendalian risiko.

Penelitian yang dilakukan oleh Ilham (2020), Analisis Pelaksanaan Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3) Dengan Metode *Job Safety Analysis* (JSA) Proyek Pembangunan Jembatan SiKatak Universitas Diponegoro Semarang bertujuan untuk mengetahui upaya penerapan keamanan dan keselamatan kerja (K3) dengan melakukan identifikasi dan pengendalian kecelakaan kerja diarea proyek. Metode JSA digunakan pada penelitian ini, lalu dilakukan analisa data proyek dengan analisa yang berpedoman standar AZ/NZS 4360:2004. Berdasarkan hasil analisis, dari 9 tahapan didapatkan level risiko rendah sampai sedang untuk pekerjaan persiapan, sedangkan level risiko tinggi meliputi pekerjaan oprit jembatan, pekerjaan drainase jalan jembatan, pekerjaan pelengkap jembatan, pekerjaan genset, pekerjaan tata udara, untuk pekerjaan level risiko tertinggi meliputi pekerjaan struktur jembatan dan pekerjaan elektrik. Terdapat 5 tahapan pekerjaan yang memiliki risiko sangat tinggi, yaitu pada tahapan pekerjaan struktur, tahapan pekerjaan elektrik, pekerjaan elektronik, pekerjaan tata udara, dan tahapan pekerjaan genset. Peran K3 dalam pengendalian risiko pada proyek secara keseluruhan sudah disesuaikan dengan metode rencana K3 pada dokumen proyek, pada pekerjaan struktur para pekerja yang menggunakan APD helm masih kurang, untuk rompi para pekerja juga masih sangat kurang. Tetapi untuk pemakaian sepatu para pekerja sudah ada kesadaran untuk mentaatinya. Upaya dalam aspek pengendalian terhadap pekerjaan yaitu dengan memakai APD yang lengkap (Helm, rompi, sarung tangan, kacamata, sepatu *safety*, masker), dan sering *diadakan briefing safety talk, safety induction, safety patrol, evaluasi meeting*, dan penyediaan rambu yang jelas, serta penataan peralatan kerja yang rapi.

Identifikasi Bahaya Kecelakaan Kerja di PT. Toshin Prima Fine Blanking Menggunakan Metode *Job Safety Analysis* dan *Hazard Identification, Risk Assesment, and Risk Control*. Penelitian ini bertujuan untuk mencari penyebab terjadinya kecelakaan, mengetahui nilai atau tingkat risiko bahaya yang ada pada setiap mesin dan memberi usulan pengendalian risiko diarea produksi. Penelitian ini menggunakan metode JSA untuk mengidentifikasi bahaya dan

metode HIRARC untuk melakukan penilaian seberapa besar tinggi tingkat resiko yang terjadi pada mesin tersebut dan melakukan pengendalian resiko untuk mencegah atau dapat mengurangi kecelakaan kerja pada pekerja. Penelitian ini menunjukkan hasil bahwa potensi bahaya di area produksi berasal dari faktor manusia, mesin dan manajemen perusahaan. Penilaian *severity* dan *likelihood* yang digunakan untuk menentukan *risk* matriks digunakan untuk acuan pengendalian terhadap bahaya yang termasuk dalam *medium risk* dan *high risk* melalui usulan pengendalian risiko dengan melakukan pengendalian teknis, administratif dan pengendalian alat pelindung diri (Rakhman, 2022)

Penelitian yang dilakukan oleh Bastuti (2019) Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode FMEA dan FTA Untuk Menurunkan Tingkat Risiko Kecelakaan Kerja (PT. Berkah Mirza Insani) bertujuan untuk mengetahui potensi risiko yang terjadi, dan menurunkan potensi risiko kecelakaan kerja pada bagian produksi di PT. Berkah Mirza Insani. Penelitian ini mengaplikasikan metode FMEA dan FTA. Didapat RPN tertinggi di divisi produksi yang mencakup 8 pekerjaan adalah pada Proses dan langkah *pensupplyan* CNG ke *costumer* (operasional PRS) dengan nilai *severity* 5, *occurence* 3, *detection* 4 dan RPN 60. Sedangkan *Fault Tree Analysis* (FTA) didapat faktor penyebab tingkat risiko tertinggi yaitu Proses dan langkah *pensupplyan* CNG ke *costumer* (operasional PRS) saat *unloading* dan operasional CNG dengan potensi bahaya ledakan *Pressure Regulator System* (PRS).

Penelitian yang dilakukan oleh Trisaid (2020), Analisis Risiko Menggunakan Kerja pada Kegiatan *Rig Service* Menggunakan Metode HIRARC dengan Pendekatan FTA bertujuan untuk mengidentifikasi risiko bahaya, *risk level*, penyebab hingga dihasilkannya rekomendasi pengendalian khususnya di area *RIG service* yang dapat membantu dalam mengantisipasi terjadinya kecelakaan kerja. Metode yang digunakan ialah HIRARC dengan pendekatan FTA, kemudian setelah dilakukan analisis menggunakan metode HIRARC dapat diketahui risiko bahaya tertinggi yaitu, terjatuh, terjepit dan terpeleset dengan nilai *risk level* sebesar 5 dengan kategori tinggi. Kemudian setelah dilakukan analisis lebih lanjut penyebab risiko bahaya yaitu, posisi material atau alat yang tidak sesuai dengan ketentuan dan kurang penerapan pelaksanaan SOP dalam bekerja.

Penelitian yang dilakukan oleh Iskandar (2021) Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Integrasi Metode *Fuzzy AHP-FMEA* dan *FTA* (Studi Kasus: PT. Mataram Tunggal Garment). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada divisi packing. Peneliti menggunakan *Job safety*

analysis (JSA) sebagai metode pengumpulan data dengan mencatat aktivitas pekerjaan dan potensi risiko kecelakaan kerja. *Fuzzy Analytical Hierarchy Process-Failure Mode and Effect Analysis* (*Fuzzy AHP-FMEA*) digunakan untuk mengidentifikasi *failure mode* terhadap risiko kecelakaan kerja dan efeknya, metode *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan sebagai metode analisis untuk perbaikan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi. Didapat hasil dari metode JSA ditemukan 27 risiko kecelakaan kerja yang kemudian dilakukan perhitungan RPN hasil *fuzzy AHP* dan didapatkan tiga *failure mode* dengan nilai RPN tertinggi, yaitu FM14 dengan RPN 4,1315, FM23 dengan RPN 4,1315, dan FM12&19 dengan RPN 4,1060. Tiga *failure mode* tersebut akan dilakukan analisis FTA untuk dibuat rekomendasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Laali (2021), Analisis Kecelakaan Kerja Pada Bengkel Bubut dan Las Wijaya dengan Metode *Job Safety Analysis* (JSA) Dengan Pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) bertujuan untuk mengetahui risiko bahaya yang terdapat pada Bengkel Bubut dan Las Wijaya yang dapat menimbulkan kecelakaan pada operator. Penelitian menggunakan metode JSA dengan pendekatan FMEA. Hasil dari penelitian ini menunjukkan terdapat 20 kecelakaan kerja yang ada di Bengkel Bubut dan Las Wijaya yaitu: menghirup asap las, terkena percikan api las, mata merah setelah proses pengelasan, terpapar radiasi sinar *ultraviolet*, tersandung kabel las, tangan tersayat ulir bubut, tersayat material tajam, tersandung besi, mata terkena ampas proses pembubutan, kejatuhan material besi, mata terkena gram gerinda, tersayat mata gerinda, tersayat material yang tajam, tangan terkena serpihan gram gerinda yang panas, tersandung kabel gerinda, tangan tersayat mata pahat/*end mill*, tangan terkena serbuk panas dari proses *milling*, terbentur *body* mesin, tersayat sudut tajam benda kerja, tertimpa benda kerja. Usulan perbaikan yang dapat diberikan adalah menambahkan beberapa alat pelindung diri yang sesuai dengan pekerjaan dan lingkungan bengkel, operator harus menggunakan kacamata pengaman, pelindung wajah, penutup telinga, masker, sarung tangan pengaman, sepatu pengaman.

Penelitian yang dilakukan oleh Mulyojati (2023) Usulan Perbaikan Kecelakaan Kerja Pada Proses Pencetakan PT. Mega Jaya Logam Menggunakan JSA dan FTA. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui faktor penyebab kecelakaan serta mencari potensi dan risiko yang didapat menggunakan metode *Job Safety Analysis* (JSA) lalu menganalisis serta mencocokkan potensi bahaya yang didapat dengan beberapa faktor yang membuat para pekerja mendapati kecelakaan kerja yang dicari menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) yang kemudian diberikan usulan bagaimana upaya pengendalian dengan metode agar meminimalisir kecelakaan kerja di masa

mendatang. Diketahui bahwa perlu adanya penekanan pada para tenaga kerja yang tidak mematuhi aturan terutama APD. Peninjauan ulang pada area produksi dimana perlu adanya pembenahan ulang posisi limbah. Selain itu perlu adanya pengecekan berkala terhadap alat kerja.

Penelitian yang dilakukan oleh Sidik (2022), Identifikasi Perawatan Mesin Press Hidrolik Dengan Menggunakan Metode FMEA dan FTA (Studi Kasus di Bengkel Cahaya Ilahi) Penelitian ini membahas tentang identifikasi perawatan mesin hidrolik dengan menerapkan metode *Failure Mode and Effect* (FMEA) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) sebagai pelengkap dalam penelitian ini. Diketahui bahwa komponen mesin *Press* yang memiliki RPN tertinggi yaitu Pompa yang mempunyai nilai RPN sebesar 192 dan Katup Kendali mempunyai nilai RPN sebesar 245, dan kemudian hasil pencarian akar masalah menggunakan metode FTA didapatkan 4 akar masalah yang dimana disebabkan oleh faktor yang sama yaitu Oli tidak diganti dan kelalaian pekerja. Kesimpulan yang diperoleh yaitu nilai RPN tertinggi terdapat pada pompa dan katup kendali, sehingga komponen tersebut yang menjadi prioritas dalam tindakan perbaikan. Berdasarkan analisa metode FTA penyebab sering terjadinya kerusakan pada mesin Press disebabkan oleh 2 faktor, yaitu Oli tidak diganti dan kelalaian pekerja.

Pada penelitian Imansuri (2021) yang berjudul Analisis Penerapan 5S dan Identifikasi Kecelakaan Kerja Pada Industri Vulkanisir Ban. Diperlukan upaya untuk meminimalisir kecelakaan kerja dengan mengidentifikasi penyebab kecelakaan kerja yang terjadi dan analisis untuk mengetahui gambaran penerapan 5S. Serta memberikan usulan rekomendasi untuk meminimalisir persentase terjadinya kecelakaan kerja dan kondisi penerapan 5S di perusahaan. Untuk mengetahui penyebab kecelakaan kerja maka diidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan kecelakaan kerja pada industri vulkanisir ban dengan menggunakan metode FTA serta analisis penerapan 5s. Berdasarkan hasil pengolahan kuesioner dapat disimpulkan bahwa sebanyak 40,8% responden kurang setuju prinsip 5S telah terlaksana dengan baik pada perusahaan. Berdasarkan hasil perhitungan probabilitas FTA didapatkan jenis kecelakaan kerja tersayat mesin gerinda kemungkinan akan dialami oleh karyawan sebesar 93%. Perhitungan probabilitas FTA kecelakaan kerja tersebut memiliki angka kemungkinan terjadi paling besar dibandingkan kecelakaan kerja lainnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Fikri (2022), Pengelolaan Resiko Kecelakaan Kerja di *Open Area* Konstruksi Berbasis Pendekatan HIRARC bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja serta mengetahui nilai resiko dan

memberikan usulan perbaikan pada open area konstruksi di PT. IJK. HIRARC merupakan metode yang digunakan di penelitian ini. Hasil dari penelitian ini mengidentifikasi bahwa faktor penyebab kecelakaan kerja di *open area* konstruksi PT. IJK adalah faktor manusia, faktor material, dan juga faktor lingkungan. Nilai resiko menunjukkan bahwa dari 16 jenis kegiatan di setiap stasiun kerja terdapat 13 resiko dengan tingkat *low risk*, 4 resiko dengan tingkat *moderate risk*, 4 resiko dengan tingkat *high risk*, dan 3 resiko dengan tingkat *extreme risk*. Rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah dengan penggunaan alat pelindung diri, pemberian rambu-rambu, dan pengecekan alat secara berkala. Dengan demikian, maka potensi bahaya dan resiko yang akan terjadi dapat dicegah dan dikelola dengan baik.

Penelitian yang dilakukan oleh Azzahra (2022), Analisis Risiko Kerja Menggunakan *Job Safety Analysis (JSA)* Dengan Pendekatan *Hazard Identification, Risk Assesment and Risk Control (HIRARC)* di PT Indo Java Rubber Planting Co., bertujuan untuk mengidentifikasi risiko yang ada di area sortasi, pengeringan, dan pengepresan PT Indo Java Rubber Planting Co., dengan menggunakan *tools Job Safety Analysis (JSA)* dan *Hazard Identification, Risk Assesment, and Risk Control (HIRARC)*. Hasilnya menunjukkan bahwa sebagian besar risiko ada pada kategori *low* sebesar 44%, diikuti kategori *medium* sebesar 37%, kategori *high* sebesar 19%, dan kategori *extreme* yang tidak ada atau 0%. Pengendalian risiko yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan warna atau cat penanda, menggunakan sarung tangan, menggunakan sepatu *boots* karet, mengepel lantai, menggantung pisau, dan memberikan area khusus.

Penelitian yang dilakukan oleh Lestari (2023), Penilaian Risiko K3 Pekerjaan *Enclosed Space Entry* Pada Kapal Km. Sabuk Nusantara 40 Menggunakan Metode *JSA* dan *Bow Tie Assesment* bertujuan untuk melakukan penilaian risiko tentang keselamatan diri pada saat bekerja di dalam ruangan tertutup untuk mengetahui penyebab, dampak, dan kontrol dari kurangnya pemahaman dan pengetahuan Anak Buah Kapal tentang keselamatan diri pada saat bekerja di dalam ruangan tertutup. Peneliti mendapat hasil nilai sangat tinggi/*extreme* (E) dalam melaksanakan pekerjaan di ruangan tertutup, yakni kru kapal menghirup udara/gas beracun saat melakukan pengecekan di tangki *cofferdam* dimana hasil ini mendapatkan nilai *likelihood* (kemungkinan) 66% dan nilai *severity* (keparahan) 71%. Dengan mengadakan *drill* secara rutin mengenai penerapan prinsip-prinsip keselamatan di ruangan tertutup (*enclosed space*) yang lebih detail kepada semua Anak Buah Kapal dan di akhir penutupan *drill* menampilkan video *training* yang menampilkan tayangan tentang berbagai kecelakaan yang terjadi di dalam ruang

tertutup (*enclosed space*) serta penyebab kejadian tersebut diulas secara detail. Jadi dengan *drill* tentang penerapan prinsip-prinsip keselamatan tentang materi ruangan tertutup (*enclosed space*) yang lebih detail kepada semua Anak Buah Kapal, diharapkan dapat meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja di dalam ruang tertutup (*enclosed space*).

Penelitian yang dilakukan oleh Toyib (2022), Analisis Risiko Kerja Pada Departemen Produksi Pipa Menggunakan Metode HIRARC bertujuan untuk menggali potensi bahaya menggunakan *tools Job Safety Analysis* pada kegiatan produksi pipa. Hasil analisa penilaian risiko pada produksi pipa terdapat 15 risiko rendah, 12 risiko sedang, 1 risiko tinggi, dan 1 ekstrem. Pengendalian risiko terdapat 3 bahaya yang belum terealisasikan pada proses produksi pipa seperti bahan yang melintang, *roll* yang berserakan dan fasilitas yang memadai. Hasil penelitian merekomendasikan perbaikan secara rekayasa teknis, administrasi dan penyediaan alat pelindung diri.

2.1.3 Analisis risiko kecelakaan kerja menggunakan metode JSA, FMEA, dan FTA atau JSA di konstruksi jalan tol.

Penelitian ini dilakukan pada proyek konstruksi jalan Solo Balapan – Kadipiro, dalam proses konstruksi didapatkan hasil bahwa proyek ini memiliki potensi kecelakaan kerja yang sangat tinggi bagi pekerjanya karena lokasi berada pada jalan utama dan di area ramai kendaraan melintas. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode FMEA dan JSA dimana metode FMEA digunakan untuk mencari risiko yang dapat terjadi dan metode JSA digunakan untuk menganalisis dan mencari solusi dari permasalahan yang ada. Tujuan dari penelitian ini adalah guna menghindari terjadinya kecelakaan kerja pada pekerja, dengan hasil nilai RPN tertinggi sebesar 460,8 terdapat pada elemen kerja penggalian dan risiko tertimpa alat berat hasil JSA menunjukkan terdapat 49 risiko yang terdiri dari 14 risiko pada saluran pracetak pekerjaan pemasangan, 19 risiko pada pekerjaan pemasangan geotekstil, 16 risiko pada pekerjaan badan jalan (Astuti, 2022).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Salim (2024), proyek pemangunan jalan Tol Solo-NYIA Kulon Progo merupakan proyek pembangunan utama di Indonesia yang memiliki komponen seperti girder, abutment dan sebagainya. Mengutip data dari BPJS ketenagakerjaan sejak tahun 2020 – 2022 terjadi kenaikan angka kecelakaan kerja sehingga diperlukan evaluasi penerapan K3 dan faktor risiko penyebabnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode FTA dengan hasil didapatkan risiko dominan pada pekerjaan Abutment adalah

jalan berdebu, tertusuk besi beton dan terjatuh dari ketinggian, risiko dominan pada pemasangan girder adalah kemungkinan girder terjatuh, iritasi mata, dan trailer terperosok hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti faktor manusia, faktor manajemen, faktor teknis dan faktor lingkungan. Respon risiko yang dapat diberikan adalah pergantian shift bagi pekerja untuk menghindari kondisi pekerja yang terlalu lelah, penggunaan APD lengkap pada pekerja, melakukan *toolbox meeting*, mengadakan *safety induction*, inspeksi kondisi alat berat, dan penerapan SOP yang benar.

Pembangunan Flyover jalan Tol Warungasem Batang merupakan pembangunan berskala besar risiko yang mungkin timbul juga sangat besar salah satunya adalah risiko kecelakaan kerja pada pekerja konstruksi, metode analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah metode FMEA dan *Risk Assesment* hasil dari penelitian ini menunjukkan Dari 7 kategori yang telah dinilai oleh responden, dipilih kategori project *characteristic* yang memiliki RPN tertinggi. Kemudian strategi mitigasi diberikan pada kategori potensial menggunakan FMEA. Hasil analisis dari metode FMEA selanjutnya digunakan untuk membantu pelaksana proyek dalam menanggulangi risiko yang terjadi pada pembangunan flyover Warungasem (Sari, 2018).

Penelitian yang dilakukan oleh Ilham (2020), Analisis Pelaksanaan Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3) Dengan Metode *Job Safety Analysis* (JSA) Proyek Pembangunan *flyover* di Semarang bertujuan untuk mengetahui upaya penerapan keamanan dan keselamatan kerja (K3) dengan melakukan identifikasi dan pengendalian kecelakaan kerja diarea proyek. Metode JSA digunakan pada penelitian ini, lalu dilakukan analisa data proyek dengan analisa yang berpedoman standar AZ/NZS 4360:2004. Berdasarkan hasil analisis, dari 9 tahapan didapatkan level risiko rendah sampai sedang untuk pekerjaan persiapan, sedangkan level risiko tinggi meliputi pekerjaan oprit jembatan, pekerjaan drainase jalan jembatan, pekerjaan pelengkap jembatan, pekerjaan genset, pekerjaan tata udara, untuk pekerjaan level risiko tertinggi meliputi pekerjaan struktur jembatan dan pekerjaan elektrik. Terdapat 5 tahapan pekerjaan yang memiliki risiko sangat tinggi, yaitu pada tahapan pekerjaan struktur, tahapan pekerjaan elektrik, pekerjaan elektronik, pekerjaan tata udara, dan tahapan pekerjaan genset. Peran K3 dalam pengendalian risiko pada proyek secara keseluruhan sudah disesuaikan dengan metode rencana K3 pada dokumen proyek, pada pekerjaan struktur para pekerja yang menggunakan APD helm masih kurang, untuk rompi para pekerja juga masih sangat kurang. Tetapi untuk pemakaian sepatu para pekerja sudah ada kesadaran untuk mentaatinya. Upaya dalam aspek pengendalian terhadap pekerjaan yaitu dengan memakai APD yang lengkap

(Helm, rompi, sarung tangan, kacamata, sepatu *safety*, masker), dan sering *diadakan briefing safety talk, safety induction, safety patrol*, evaluasi *meeting*, dan penyediaan rambu yang jelas, serta penataan peralatan kerja yang rapi.

Hasil analisa dokumen JSA pada proyek jalan lintas timur riau berisikan identifikasi bahaya dan pengendalian risiko K3 terhadap para pekerja, untuk mengetahui tingkat kepatuhan pekerja dan implementasi rekomendasi yang telah diberikan dalam penerapan rekomendasi pengendalian bahaya dilapangan perlu dilakukan pengamatan untuk itu dipilih metode Job Safety Observation (JSO) yang merupakan metode pengamatan pekerjaan untuk meningkatkan kualitas pelaksanaan keselamatan kerja. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap implementasi JSA pada proyek KPBU jalan lintas Timur Riau dengan metode JSO khususnya pada pekerjaan Trial AC – WC (*wearing - course*) dapat disimpulkan bahwa dari 32 bentuk pengendalian JSA yang dilaksanakan dilapangan sesuai hasil JSO yang dilaksanakan pada STA 18+300 – 18+900 hanya 20 bentuk pengendalian (62,5%) dan juga ditemukan adanya 3 (tiga) bentuk pengendalian bahaya yang tidak dapat dipastikan bentuk pelaksanaannya dilapangan (Putra, 2023).

Berikut merupakan Tabel 2.1 *State of Art* yang menjelaskan metode-metode yang digunakan pada setiap referensi.

Tabel 2. 1 Kajian Induktif

Penulis	Judul	Jurnal	Metode
Stevana Silvia, Cresna Balili, Ferida Yuamita.	Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Bagian Mekanik Pada Proyek Pltu Ampana (2x3 Mw) Menggunakan Metode <i>Job Safety Analysis</i> (JSA).	Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)	JSA
Afra Frahdilla Ihsan, Cahyono Bintang Nurcahyo	Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode FMEA pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Sigli-Banda Aceh Struktur <i>Elevated</i> .	Jurnal Teknik ITS	FMEA
Ferry Rakhman, Denny Andesta, Ahmad Waiusr.	Identifikasi Bahaya Kecelakaan Kerja di PT. Toshin Prima	JUSTI (Jurnal Sistem Teknik Industri)	JSA, HIRARC

Penulis	Judul	Jurnal	Metode
Siti Trisaid.	Nurlelyza Analisis Risiko Menggunakan Kerja pada Kegiatan <i>Rig Service</i> Menggunakan Metode HIRARC dengan Pendekatan FTA.	Jurnal Ilmiah Teknik Industri	FTA, HIRARC
Sofian Bastuti.	Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode FMEA dan FTA Untuk Menurunkan Tingkat Risiko Kecelakaan Kerja (PT. Berkah Mirza Insani).	TEKNOLOGI	FMEA, FTA
Mukhamad Iskandar.	Nur Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Integrasi Metode <i>Fuzzy AHP-FMEA</i> dan <i>FTA</i> (Studi Kasus: PT. Mataram Tunggal Garment).	n/a (skripsi)	JSA, <i>Fuzzy</i> AHP-FMEA, FTA
Ruli Sumiratul Laali.	Analisis Kecelakaan Kerja Pada Bengkel Bubut dan Las Wijaya dengan Metode <i>Job Safety Analysis</i> (JSA) Dengan Pendekatan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).	Syntax Jurnal Indonesia	Literate; Ilmiah JSA, FMEA
Pulung Akbar Mukti Mulyojati.	Usulan Perbaikan Kecelakaan Kerja Pada Proses Pencetakan PT.	Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer	JSA, FTA

Penulis	Judul	Jurnal	Metode
Jakpar Sidik, Winny Andalia, Tolu Tamalika.	Mega Jaya Logam Menggunakan JSA dan FTA. Identifikasi Perawatan Mesin Press Hidrolik Dengan Menggunakan Metode FMEA dan FTA (Studi Kasus di Bengkel Cahaya Ilahi).	Jambura Industrial Review	FMEA, FTA
Febriza Imansuri.	Analisis Penerapan 5S dan Identifikasi Kecelakaan Kerja Pada Industri Vulkanisir Ban.	<i>Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health</i>	FTA
M. Afdholul Fikri, Nina Aini Mahbubah, Yanuar Pandu Negoro.	Pengelolaan Resiko Kecelakaan Kerja di <i>Open Area</i> Konstruksi Berbasis Pendekatan HIRARC.	Surya Teknika	JSA, HIRARC
Muhammad Ilham Mawazirul Akbar, Riska Dwi Anggara, Kartono Wibowo, Djoko Susilo Adhy.	Analisis Pelaksanaan Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3) Dengan Metode <i>Job Safety Analysis</i> (JSA) Proyek Pembangunan Jembatan SiKatak Universitas Diponegoro Semarang.	KONFERENSI ILMIAH MAHASISWA UNISSULA 4	JSA
Faradhina Azzahra, Enny Purwati Nurlaili, Jonathan Dharmaputra Ratisan.	Analisis Risiko Kerja Menggunakan <i>Job Safety Analysis</i> (JSA) Dengan Pendekatan <i>Hazard Identification, Risk Assesment and Risk Control</i> (HIRARC) di PT Indo Java Rubber Planting Co.	Jurnal Agrifoodtech	JSA, HIRARC
Jumrotin Lestari, Nisa Minto Basuki.	Penilaian Risiko K3 Pekerjaan <i>Enclosed Space Entry</i> Pada	<i>Ocean Engineering: Jurnal Ilmu Teknik</i>	JSA, <i>Bowtie Risk Assessment</i>

Penulis	Judul	Jurnal	Metode
	Kapal Km. Sabuk dan Teknologi Nusantara 40 Maritim		
	Menggunakan Metode JSA dan <i>Bow Tie Assesment</i> .		
Muhamat Abu Toyib.	Analisis Risiko Kerja Pada Departemen Produksi Pipa Menggunakan Metode HIRARC.	n/a (skripsi)	HIRARC, JSA
Audrey Pramesti, Rachmawati	Anindita Farida Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta–Bawen Paket 1 (Seksi 1) Menggunakan Metode <i>Bowtie</i>	Jurnal Teknik ITS	<i>Bowtie</i>
Eko Walujodjati, Satrio Rahadian	Putra Manajemen Risiko K3 Pekerjaan Jalan Tol Cisumdawu Phase III	Jurnal Konstruksi	SPSS
Yadi Harto Muhammad Wibowo, Hario Setiadji	Suseno, Agung Bagus <i>Risk analysis of BOT scheme on post-construction toll road</i>	<i>Procedia Engineering</i>	BOT Scheme
Cynthia Alfiyah, Pulih, Afridah, Hakim Zakkiy	Qori Yekti, Wiwik Abdul Fasya Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Filure Mode and Effect Analysis Pada Pekerja Proyek Kontruksi: <i>Literature Review</i>	Jurnal Ilmu Psikologi dan Kesehatan	FMEA
Satria Jaya Putra, Armada	Eka Evaluasi Terhadap Implementasi <i>Job Safety Analysis</i> (JSA) Dengan <i>Job Safety Observation</i> (JSO)	Jurnal Inovtek Seri Teknik Sipil dan Aplikasi (TEKLA)	JSA, JSO
Diana Puspita Abra Anggita Muhammad	Sari, Duhita, Maya, Arman Analisis Risiko Pada Proyek Pembangunan <i>Flyover</i> Tol Warungasem Batang Dengan Kerangka <i>Project Complexity</i>	Seminar Nasional IENACO	PCRA, FMEA

Penulis	Judul	Jurnal	Metode
	<i>and Risk Assesment</i> dan FMEA		
Septiana Widi Astuti, Muhammad Dhisa Alfariji, Armyta, Ayu Prativi	<i>Efforts to Prevent Work Accidents with The Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method</i>	<i>Journal of World Science</i>	FMEA, JSA
Balqis Sajidah Salim, Anik Ratnaningsih, Syamsul Arifin	Analisis Akar Penyebab Risiko K3 Pelaksanaan Pekerjaan Abutment dan Pemasangan Girder Metode <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> Proyek Tol Solo – NYIA Kulon Progo	Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil	FTA

Berdasarkan Tabel 2.1 kajian induktif terhadap serangkaian penelitian dalam bidang keselamatan dan kesehatan kerja (K3) telah dilakukan secara luas diberbagai proyek konstruksi Indonesia. Metode analisis yang umum digunakan termasuk *Failure Mode and Effect Anlysis (FMEA)*, *Job Safety Anlysis (JSA)*, dan *Fault Tree Analysis (FTA)*. Hasil penelitian berfokus pada risiko tinggi seperti pekerja terjatuh dari ketinggian, bahaya fisik, kimia dan mekanik serta potensi bahaya pada mesin dan pelaratan. Rekomendasi pengendalian risiko meliputi penggunaan alat pelindung (APD), pelatihan untuk meningkatkan keterampilan pekerja, penerapan standar keselamatan kerja dan peningkatan pemeliharaan pelaratan. Dengan pendekatan yang tepat, dapat diharapkan bahwa penelitian ini juga hanya membantu dalam mengurangi angka kecelakaan kerja tetapi juga meningkatkan kesadaran akan keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan kerja konstruksi.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Profil perusahaan.

PT. Adhi Karya Tbk. merupakan perusahaan yang sudah ada sejak zaman hindia belanda dengan nama *Architecten-Ingencure-en Annermersbedrijf Associatie Selle en de Bruyn, Reyese en de Vries N.V (Assosiate N.V.)*. Perusahaan ini akhirnya diambil alih oleh Pemerintah Indonesia pada tahun 1958, dan pada tanggal 11 Maret 1960 dinasionalisasikan dan kemudian ditetapkan sebagai PN Adhi Karya. Nasionalisasi ini menjadi pemacu pembangunan infrastruktur di Indonesia. Berdasarkan pengesahaan Menteri Kehakiman Republik Indonesia,

pada tanggal 1 Juni 1974, ADHI berubah menjadi Perseroan Terbatas (PT). Hingga 2004 ADHI telah menjadi perusahaan konstruksi pertama yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia.

Sebagai salah satu BUMN terkemuka di Indonesia, ADHI selalu memberikan yang terbaik dalam setiap pembangunan proyek, sehingga dapat dipercaya menjadi bagian dari pertumbuhan infrastruktur di Indonesia hingga saat ini. Lini bisnis yang dikembangkan saat ini sesuai dengan perubahan terakhir Anggaran Dasar PT. Adhi Karya (Persero) Tbk berdasarkan Akta Notaris No. 163 Tanggal 28 Mei 2019, disebutkan bidang usaha ADHI sebagai berikut:

1. Konstruksi

Meliputi seluruh sektor bangunan Gedung, sektor bangunan sipil, pekerjaan mekanikal dan elektrikal, serta pembangunan sarana dan prasarana yang dikerjakan oleh Departemen Infrastruktur I, II, Departemen Perkeretaapian, Departemen Gedung, dan PT Adhi Persada Gedung.

2. Properti

Meliputi bidang pembangunan High-rise Building dan Landed house yang dikerjakan oleh PT Adhi Persada Properti dan PT Adhi Commuter Properti.

3. Industri

4. Meliputi bidang industri dan pabrikasi bahan serta komponen produk jadi bidang konstruksi yaitu beton pracetak (precast) yang dikerjakan oleh PT Adhi Persada Beton.

5. Energi

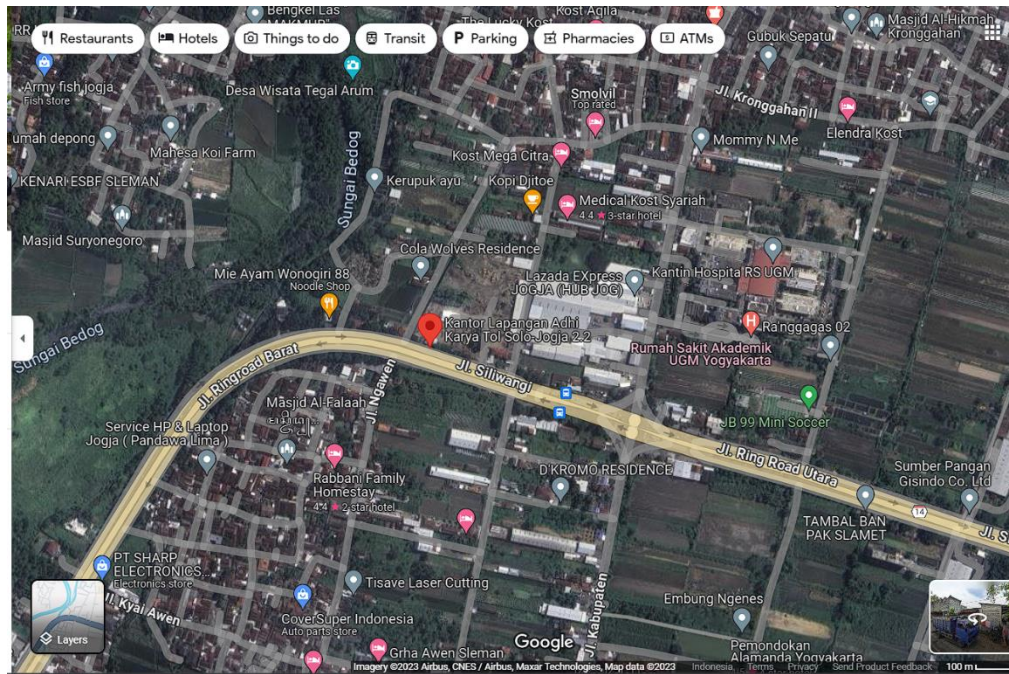
Meliputi bidang kelistrikan, telekomunikasi, perminyakan, agro industri dan petrokimia, serta perbaikan atau pemeliharaan pekerjaan yang dikerjakan oleh Departemen EPC.

6. Investasi

7. Meliputi bidang kegiatan usaha berupa penyertaan modal pada perusahaan lain dan/atau pengelolaan usaha di bidang prasarana/ sarana dasar, jalan tol, industri energi baru terbarukan, industri konveksi, pengelolaan limbah termasuk bahan berbahaya dan beracun (B3) dan lain-lain yang dikerjakan oleh Departemen Investasi, PT Dumai Tirta Persada, dan PT Jalintim Adhi Abipraya.

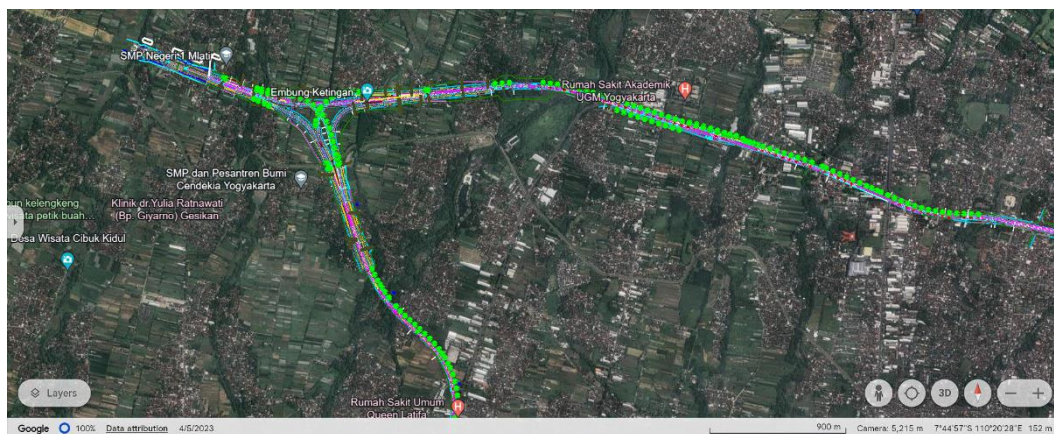
PT. Adhi Karya Tbk. berlokasi di Gedung Selatan Jalan Raya Pasar Minggu KM.18 Jakarta Selatan 12510 Indonesia. Namun, pada studi kasus kali ini berada pada Kantor Lapangan PT.

Adhi Karya Tol Solo – Jogja 2.2 yang berlokasi di Kranggahan I, Trihanggo, Kec. Gamping, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.



Gambar 2. 1 Lokasi PT. Adhi Karya

Penempatan proyek yaitu di bagian Proyek Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Seksi 2 Paket 2.2 yang berlokasi di Kranggahan I, Trihanggo, Kec. Gamping, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Ruas Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Paket 2.2 tahap 1, yaitu sepanjang 14 km (STA 51+800 s.d 65+800) meliputi daerah Monjali sampai SS Gamping.



Gambar 2. 2 Lokasi Proyek Tol Solo-Yogyakarta

2.2.2 Keselamatan dan kesehatan kerja (K3).

Keselamatan dan kesehatan kerja penting bagi perusahaan, karena akibat kecelakaan dan penyakit akibat kerja tidak hanya merugikan pekerja, namun juga perusahaan baik secara langsung maupun tidak langsung. Marwansyah (2014) menjelaskan keselamatan (*safety*) adalah perlindungan untuk para pekerja dari luka yang diakibatkan karena kecelakaan yang terjadi pada saat bekerja. Adapun penjelasan mengenai kesehatan yang dijelaskan oleh Wibowo (2016) bahwa kesehatan kerja merupakan kondisi yang akan berfokus kepada kondisi mental, fisik, emosional para karyawannya. Dari kedua penjelasan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa keselamatan dan kesehatan kerja merupakan perlindungan yang dibuat oleh perusahaan untuk melindungi karyawannya dari kecelakaan kerja dan kondisi kesehatan baik secara fisik maupun mental.

Tujuan keselamatan dan kesehatan kerja yang dijelaskan oleh Suma'mur (2019) adalah agar setiap pegawai mendapatkan jaminan keselamatan dan kesehatan kerja, agar setiap perlengkapan dan peralatan kerja digunakan sebaik-baiknya, agar semua hasil produksi dipelihara keamanannya, agar adanya jaminan atas pemeliharaan dan peningkatan gizi pegawai, agar meningkatkan kegairahan, keserasian kerja, dan partisipasi kerja, agar terhindar dari gangguan kesehatan yang disebabkan oleh lingkungan kerja. Kinerja karyawan secara etimologi kata kinerja ini berasal dari bahasa Inggris yaitu *job performance* adalah suatu hasil pencapaian kerja yang sesuai dengan kualitas dan kuantitas tanggung jawabnya.

K3 membahas hubungan langsung antara risiko bahaya dan kematian, cedera, dan penyakit pekerja. Pada dasarnya tujuan K3 adalah agar karyawan dapat pulang kerja dengan selamat.

Hal ini diyakini telah mengurangi risiko kecelakaan kerja di berbagai negara (Schulte, 2019) . Berdasarkan pendapat Syafrial (2020), tujuan dan manfaat dari K3 adalah sebagai berikut.

- a. Mencegah risiko kecelakaan kerja, kecacatan, kematian, dan penyakit.
- b. Memelihara lingkungan kerja baik berupa mesin, material, dan bangunan.
- c. Meningkatkan produktivitas perusahaan, menjaga kebersihan lingkungan, dan meningkatkan efisiensi perusahaan.
- d. Memberikan jaminan kepada para pekerja mengenai kesehatan, keamanan, keselamatan, lingkungan kerja yang kondusif, dan proteksi

2.2.3 Lingkungan kerja.

Lingkungan kerja didefinisikan oleh Anam (2018) ialah sesuatu yang disekeliling karyawan sehingga mempengaruhi seseorang untuk mendapatkan rasa aman, nyaman, serta rasa puas dalam melakukan dan menuntaskan pekerjaan yang diberikan oleh atasan.

Lingkungan kerja fisik menurut Sedarmayanti (2009) adalah semua keadaan berbentuk fisik yang terdapat di sekitar tempat kerja yang dapat mempengaruhi karyawan baik secara langsung maupun tidak langsung. Menurut Sedarmayanti (2009) ada beberapa kategori lingkungan kerja fisik:

1. Penerangan di tempat kerja
2. Temperatur di tempat kerja
3. Sirkulasi udara
4. Kebisingan di tempat kerja
5. Peralatan kerja
6. Ruang gerak
7. Keamanan di tempat kerja

Sedangkan lingkungan kerja non fisik menurut Sedarmayanti (2009) adalah semua keadaan yang terjadi berkaitan dengan hubungan kerja, baik hubungan dengan atasan maupun hubungan sesama rekan kerja, ataupun hubungan dengan bawahan.

2.2.4 Kecelakaan kerja.

Menurut Tarwaka (2012), Kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang jelas tidak dikehendaki dan tidak terduga yang dapat menimbulkan kerugian berupa waktu, harta benda atau *property*, dan korban jiwa yang terjadi di dalam suatu proses kerja atau yang berkaitan dengannya. Menurut PERMENAKER No. 03/MEN/1998 Kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang tidak dikehendaki dan tidak diduga semula yang dapat menimbulkan korban manusia dan atau harta benda (Kementrian Tenaga Kerja, 1998).

Suatu kecelakaan kerja tidak dapat terjadi dengan sendirinya, akan tetapi terjadi oleh satu atau beberapa faktor penyebab kecelakaan sekaligus dalam suatu kejadian (Tarwaka, 2012). Berikut sebab – sebab yang dapat menjadi penyebab kecelakaan kerja (Tarwaka, 2012):

1. Penyebab Dasar

Penyebab dasar merupakan sebab atau yang mendasari secara umum terhadap kejadian atau peristiwa kecelakaan. Berikut penyebab dasar kecelakaan kerja di tempat kerja:

- a. Komitmen dari pihak manajemen perusahaan dalam upaya menerapkan dan menjalankan K3.
- b. Manusia atau pekerjaannya itu sendiri.
- c. Kondisi tempat kerja, sarana kerja, dan lingkungan kerja.

2. Penyebab Utama

Penyebab utama dari kejadian kecelakaan kerja adalah adanya factor dari K3 yang belum dilaksanakan secara benar. Berikut penyebab utama kecelakaan kerja di tempat kerja:

- a. Faktor manusia atau tindakan tidak aman (*unsafe actions*) yaitu tindakan berbahaya yang dilakukan oleh para tenaga kerja.
- b. Faktor Lingkungan atau kondisi tidak aman (*unsafe conditions*) yaitu kondisi tidak aman dari mesin, peralatan, lingkungan tempat kerja, proses kerja, sifat pekerjaan, dan sistem kerja.
- c. Interaksi antara manusia dan mesin yang tidak sesuai (*unsafe man-machine interaction*)

Dalam melaksanakan JSA, pembuatannya terdiri dari 4 langkah dasar, antara lain (Tarwaka, 2014):

1. Menentukan jenis pekerjaan yang akan dianalisis

Langkah pertama dari pembuatan JSA adalah mengidentifikasi aktivitas kerja

2. Mengurai elemen pekerjaan
3. Mengidentifikasi potensi bahaya
4. Membuat pengendalian bahaya

2.2.5 Bahaya.

Bahaya ditempat kerja adalah segala sesuatu di tempat kerja yang dapat melukai pekerja, baik secara fisik maupun mental. Bahaya merupakan potensi yang dimiliki oleh bahan/material, proses atau cara dari pekerja yang dapat menimbulkan kerugian terhadap keselamatan dan kesehatan jiwa seseorang (Dharma, 2017).

Bahaya atau *Hazard* adalah suatu sumber yang berpotensi menimbulkan kerugian baik berupa luka terhadap manusia, penyakit, kerusakan *property*, lingkungan atau kombinasinya (*frank bird-loss control management*). Bahaya keselamatan kerja merupakan bahaya yang berdampak pada timbulnya kecelakaan kerja yang dapat menyebabkan luka (*injury*), cacat hingga kematian serta kerusakan *property*. Menurut Dharma (2017), dampak yang ditimbulkan bersifat akut. Jenis bahaya keselamatan kerja dapat diklasifikasikan menjadi:

- a. Bahaya mekanis, yaitu gerakan mekanis yang dihasilkan oleh benda atau peralatan mekanis yang bergerak baik secara manual maupun dengan penggerak dan dapat menyebabkan cedera atau kerusakan seperti tersayat, terpotong, terjatuh, terjepit, dan terpeleset.
- b. Bahaya elektrikal adalah bahaya yang berasal dari listrik yang dapat menyebabkan kebakaran, sengatan listrik, dan kontak singkat.
- c. Bahaya kebakaran dan peledakan adalah bahaya yang berasal dari bahan kimia yang berbahaya dan meledak.

2.2.6 Risiko.

Menurut AS/NZS (2004), risiko adalah peluang terjadinya sesuatu yang akan mempunyai dampak terhadap sasaran, diukur dengan hukum sebab akibat. Risiko diukur berdasarkan nilai *probability dan consequences*. Konsekuensi atau dampak hanya akan terjadi bila ada bahaya dan kontak atau *exposure* antara manusia dengan peralatan ataupun material yang terlihat dalam suatu interaksi.

Manajemen risiko didefinisikan sebagai suatu kumpulan kegiatan yang bertujuan untuk mengelola potensi risiko yang ada dalam suatu aktivitas kegiatan (AS/NZS, 2004). Manfaat dari manajemen risiko menurut AS/NZS (2004) adalah meminimalisir kejadian yang dapat

menimbulkan risiko, meningkatkan efektifitas, kinerja, dan perencanaan, meningkatkan efisiensi dan keuntungan ekonomis, meningkatkan nama baik perusahaan atau organisasi, sebagai tanggung jawab direksi untuk melindungi para pekerja, dan meningkatkan kesejahteraan para pekerja.

2.2.7 *Job safety analysis (JSA).*

JSA adalah suatu alat yang berguna untuk membantu mengidentifikasi bahaya sehingga para pekerja dapat melakukan pekerjaan dengan aman dan efisien. Didefinisikan oleh Rijanto (2010) JSA merupakan suatu prosedur yang digunakan untuk meninjau metode atau cara kerja dan bahaya yang tidak terlindungi. Bahaya tersebut bisa terjadi karena mungkin telah diabaikan pada peletakan pabrik atau bangunan dan pada rancangan mesin-mesin peralatan, peralatan ringan, tempat kerja, dan proses, mungkin telah dikembangkan setelah produksi dimulai, serta akibat dari perubahan pada prosedur kerja atau pekerjaannya.

JSA menurut Ilmy (2020) memiliki tujuan untuk pengidentifikasian terhadap potensi bahaya pada setiap aktivitas pekerjaan secara detail sehingga pekerja diharapkan dapat mengenali bahaya-bahaya yang ada disekitar tempat kerja sebelum terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat dari kerja.

Dalam penerapannya, ada beberapa manfaat dari JSA seperti yang dikemukakan oleh Ilmy (2020) yaitu:

1. Dapat memberikan pemahaman yang sama terhadap setiap orang atau pekerja tentang apa yang harus dilakukan untuk mengerjakan pekerjaan dengan baik dan selamat.
2. Sebagai wadah yang efektif untuk pelatihan pekerja baru di perusahaan.
3. Elemen yang paling penting dapat dimasukkan ke dalam daftar keselamatan, pengarahan sebelum memulai pekerjaan, observasi keselamatan, dan sebagai topik pada rapat keselamatan.
4. Membantu dalam proses penulisan prosedur keselamatan urutan kerja dan rencana kerja.
5. Suatu alat yang dapat mencegah kecelakaan pada pekerjaan yang tidak rutin dilakukan.

Dalam melaksanakan JSA, pembuatannya terdiri dari 4 langkah dasar, antara lain (Tarwaka, 2014):

1. Menentukan jenis pekerjaan yang akan dianalisis

Langkah pertama dari pembuatan JSA adalah mengidentifikasi aktivitas kerja dianggap berbahaya. Untuk menentukan aktivitas yang berbahaya atau tidak, didasarkan pada:

a. Frekuensi kecelakaan

Pekerjaan yang sering menyebabkan kecelakaan adalah tujuan dari JSA. Semakin tinggi kecelakaan terjadi maka semakin diperlukan pembuatan JSA untuk pekerjaan tersebut.

b. Kecelakaan yang mengakibatkan luka

Pekerjaan yang mengakibatkan luka, baik luka yang menyebabkan cacat sementara, maupun luka yang menyebabkan cacat tetap.

c. Pekerjaan dengan potensi kerugian yang tinggi

Pekerjaan yang melibatkan risiko serius bagi keselamatan, kesehatan, dan harta benda.

d. Pekerjaan baru

JSA perlu dibuat untuk jenis pekerjaan baru, begitu juga jika ada peralatan baru sehingga tidak terjadi *nearmiss* atau kecelakaan terlebih dahulu.

2. Menguraikan elemen pekerjaan

Membagi pekerjaan menjadi beberapa langkah dasar sehingga dapat terbentuk suatu prosedur kerja yang dapat dinilai potensi kerugian dan keefektifannya. Dalam penguraian pekerjaan diperlukan observasi secara langsung ke area kerja untuk mengetahui secara pasti bagaimana suatu pekerjaan dilakukan.

3. Mengidentifikasi potensi bahaya

Dari proses penguraian elemen pekerjaan secara tidak langsung akan ditemukan bahaya apa saja yang ada pada setiap langkah pekerjaan. Diharapkan setiap bahaya dapat diminimalkan atau dihilangkan sampai batas yang dapat ditoleransikan. Bahaya yang dimaksud dapat diartikan sebagai suatu kondisi yang menyebabkan cedera, kerusakan, kerugian, dan kecelakaan.

4. Membuat pengendalian bahaya

Langkah terakhir dalam pembuatan JSA adalah membuat suatu pengendalian bahaya yang dapat mencegah suatu kecelakaan kerja terjadi.

2.2.8 *Failure mode effect analysis (FMEA)*.

Menurut Moubrey (1997), *Failure Modes and Effect Analysis (FMEA)* adalah suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap

kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan. Analisis FMEA memfokuskan pada penyebab kerusakan dan mekanisme terjadinya kerusakan. Ketika penyebab dan mekanisme kerusakan telah diidentifikasi untuk setiap *failure mode*, selanjutnya dapat diberikan saran untuk waktu pelaksanaan pencegahan, atau perencanaan *monitoring* untuk menurunkan *failure rate*. Sehingga bentuk potensi kegagalan dapat ditekan melalui langkah-langkah antisipasi berdasarkan suatu prioritas. Kegagalan digolongkan berdasarkan dampak yang diberikan terhadap kesuksesan suatu misi dari sebuah sistem.

Secara umum FMEA didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi tiga hal, yaitu (Hanif, 2015):

1. Penyebab kegagalan yang potensial dari sistem, desain produk, dan proses selama siklus hidupnya.
2. Efek yang ditimbulkan dari suatu kegagalan yang terjadi pada suatu produk, komponen atau sistem.
3. Tingkat kekritisan efek kegagalan terhadap fungsi sistem, desain produk, dan proses.

Tahapan dari penilaian menggunakan FMEA adalah sebagai berikut (Gumelar, 2019):

1. Identifikasi produk, desain atau sistem yang akan dianalisis.
2. Identifikasi potensi *failure mode* pada produk, desain, atau sistem yang akan dianalisis.
3. Mengidentifikasi potensi efek kegagalan pada produk, desain, atau sistem yang akan dianalisis.
4. Identifikasi penyebab kegagalan produk, desain, atau sistem yang akan dianalisis.
5. Mengidentifikasi mode-mode deteksi.
6. Menentukan rating pada *severity* (S), *occurrence* (O), *detection* (D), dan *Risk Priority Number* (RPN).

Menurut Dongan (2016) dalam FMEA, proses identifikasi dimulai dari menemukan bentuk kegagalan secara kualitatif dan memberikan skor yang telah dikonversi dari tiga faktor atau komponen FMEA yaitu keparahan (*Severity*), frekuensi kejadian (*Occurrence*), dan tingkat deteksi (*Detection*). Setelah itu dilakukan perhitungan secara kuantitatif dengan cara mengalikan skor-skor untuk menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN). RPN adalah hasil perkalian antara *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) ($RPN=S \times O \times D$).

Adapun penentuan kategori berdasarkan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* (Piatkowski, 2017):

Tabel 2. 2 Kategori *Severity*

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

Tabel 2. 3 Kategori *Occurrence*

Rating	Probabilitas Kegagalan	No. dari Kegagalan
1	Sangat tidak mungkin terjadinya kegagalan	< 1 per 1.000.000
2	Tidak mungkin terjadinya kegagalan	1 per 100.000
3	Kegagalan sangat jarang terjadi	1 per 50.000
4	Kegagalan jarang terjadi	1 per 10.000
5	Kegagalan hanya terjadi sesekali	1 per 5.000
6	Kegagalan terjadi cukup sering	1 per 1.000
7	Kegagalan terjadi secara berulang di area yang sama	1 per 600
8	Kegagalan selalu berulang	1 per 400
9	Kegagalan selalu sering berulang	1 per 100
10	Kegagalan selalu terjadi secara berulang di area yang sama	1 per 10

Tabel 2. 4 Kategori *Detection*

Rating	Kategori	Tingkat Mendeteksi
1	Hampir Pasti	Sangat besar kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak
2	Sangat Tinggi	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan sangat tinggi
3	Tinggi	Besar kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak
4	Agak Tinggi	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan agak tinggi
5	Sedang	Sedang kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak

Rating	Kategori	Tingkat Mendeteksi
6	Rendah	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan rendah
7	Sangat Rendah	Kecil kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak
8	Jarang	Jarang kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan
9	Sangat Jarang	Mustahil kemungkinan untuk mendeteksi penyebab yang berpotensi merusak
10	Hampir Tidak Mungkin	Pengontrol tidak dapat mendeteksi kegagalan

Tabel 2. 5 Kategori RPN

Nilai Risk Priority Number (RPN)	Kategori	Perlakuan
192 – 1000	Tinggi	Lakukan perbaikan saat ini
65 – 191	Sedang	Upaya untuk melakukan perbaikan
0 – 64	Rendah	Risiko dapat diabaikan

2.2.9 Fault tree analysis (FTA).

Fault Tree Analysis (FTA) merupakan metode analisa, dimana terdapat suatu kejadian yang tidak diinginkan disebut *undesired event* terjadi pada sistem, dan sistem tersebut kemudian dianalisa dengan kondisi lingkungan dan operasional yang ada untuk menemukan semua cara yang mungkin terjadi yang mengarah pada terjadinya *undesired event* tersebut (Kristiansen, 2005).

Menurut Manulang (2015), *Fault Tree Analysis* merupakan teknik yang banyak dipakai untuk studi yang berkaitan dengan risiko dan keandalan dari suatu sistem *engineering*. FTA dapat menentukan peristiwa yang dapat menyebabkan kegagalan sistem *engineering* dan kemungkinan terjadi peristiwa tersebut. Sebuah *top event* yang merupakan definisi dari kegagalan suatu sistem (*system failure*), harus ditentukan terlebih dahulu dalam mengkonstruksi FTA. Sistem kemudian dianalisa untuk menemukan semua kemungkinan yang didefinisikan pada *Top event*. *Fault Tree* adalah model grafis yang terdiri dari beberapa kombinasi kesalahan yang terjadi secara paralel dan berurutan. Kombinasi kesalahan ini dapat menghasilkan peristiwa kegagalan yang sudah ditetapkan.

Analisis FTA seperti yang dikutip Alijoyo (2021) merupakan metode yang tepat dalam memahami bagaimana sebuah sistem dapat gagal atau dalam konteks manajemen risiko, bagaimana sebuah risiko dapat terjadi dan apa saja penyebabnya. Teknik ini dapat

mengidentifikasi cara terbaik untuk mengurangi tingkat risiko dan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi suatu peristiwa risiko. Faktor-faktor penyebab risiko diidentifikasi secara deduktif, disusun secara logis dan tergambar dalam bentuk diagram pohon yang menggambarkan hubungan logis antara faktor penyebab tersebut dengan peristiwa risiko. Menurut Sutanto (2010), metode FTA bertujuan untuk:


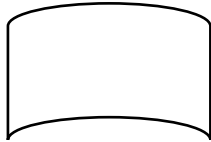
1. Mengidentifikasi kombinasi dari *equipment failure* dan *human error* yang dapat menyebabkan terjadinya suatu kejadian yang tidak diinginkan.
2. Memprediksi kombinasi kejadian yang tidak dikehendaki, sehingga dapat dilakukan koreksi untuk meningkatkan produk *safety*.

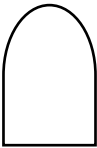
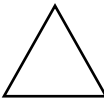
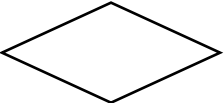
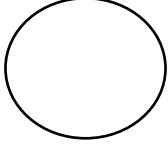
Adapun tahapan pengerjaan FTA menurut Sutanto (2010) yaitu:

1. Menentukan masalah yang akan dianalisa (*problem definition*) dengan syarat *main system failure*, jangan terlalu umum, jangan terlalu sempit, sebisa mungkin untuk masalah yang akan dianalisa lebih spesifik.
2. Membuat gambar konstruksi FTA yaitu dengan cara dari *top event*, kemudian *event* berikutnya sampai akhirnya ke *basic event*.
3. Memberikan jawaban masalah FTA. Memberikan berbagai kemungkinan kombinasi risiko yang mungkin, yang mana jika mereka semua terjadi atau ada secara serempak akan menyebabkan *top event*, dengan menentukan minimal *cut set ranking*.

Berikut merupakan simbol-simbol yang digunakan dalam FTA untuk menguraikan suatu *event* (Arief, 2019):

Tabel 2. 6 Simbol-simbol FTA

<i>Event Symbols</i>	Keterangan
<p><i>Top Event</i></p> 	<i>Top Event</i> didefinisikan sebagai suatu kejadian utama yang tidak diinginkan yang akan diidentifikasi lebih lanjut menuju kejadian dasar lainnya
<p><i>Logic Event OR</i></p> 	Sebuah peristiwa risiko dapat terjadi apabila salah satu atau lebih dari input peristiwa di bawahnya terjadi.

<i>Event Symbols</i>	Keterangan
<p data-bbox="411 286 643 320"><i>Logic Event AND</i></p> 	<p data-bbox="831 286 1393 398">Sebuah peristiwa risiko dapat terjadi apabila seluruh input peristiwa di bawahnya terjadi.</p>
<p data-bbox="411 510 643 544"><i>Transferred Event</i></p> 	<p data-bbox="831 510 1393 656"><i>Transferred Event</i> merupakan simbol berbentuk segitiga yang berfungsi menunjukkan bahwa uraian lanjutan kejadian berada di halaman lain.</p>
<p data-bbox="403 678 651 712"><i>Undeveloped Event</i></p> 	<p data-bbox="831 678 1393 790"><i>Undeveloped Event</i> merupakan dasar yang tidak akan dikembangkan lagi karena sudah terpenuhi</p>
<p data-bbox="451 846 603 880"><i>Basic Event</i></p> 	<p data-bbox="831 846 1393 992"><i>Basic Event</i> merupakan kejadian yang tidak diharapkan yang diketahui sebagai penyebab dasar sehingga tidak perlu dianalisis lebih lanjut lagi</p>

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Subjek dan Objek Penelitian

Berikut merupakan subjek dan objek pada penelitian ini.

1. Subjek Penelitian

Menurut Arikunto (2006), subjek penelitian memberi batasan subjek penelitian sebagai benda, hal atau tempat data untuk variabel penelitian melekat, dan yang dipermasalahkan. Subjek pada penelitian ini adalah risiko kecelakaan kerja pada pembangunan *Underpass* dan para pekerja proyek tersebut.

2. Objek Penelitian

Menurut Supranto (2000), objek penelitian adalah pokok persoalan yang akan diteliti untuk mendapatkan data lebih terarah. Objek pada penelitian ini adalah proses pembangunan *Underpass* Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.2.

3.2 Pengumpulan Data

Berikut merupakan metode pengumpulan data pada penelitian ini.

1. Observasi

Observasi dilakukan dengan pengamatan secara langsung di area kerja pembangunan *Underpass* Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.2.

2. Wawancara

Wawancara langsung kepada karyawan PT. Adhi Karya yang mengawasi pembangunan *Underpass* Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.2.

3. Kajian Literatur

Kajian literatur terdiri dari kajian induktif dan deduktif. Kajian induktif berupa penelitian yang telah dilakukan oleh para ahli. Kajian deduktif berisi materi yang akan digunakan pada penelitian ini.

3.3 Jenis Data

Penelitian ini menggunakan beberapa jenis sumber data, yaitu data primer dan data sekunder. Berikut merupakan sumber data yang digunakan pada penelitian ini.

1. Data Primer

Menurut Sunyoto (2013), data primer adalah data asli yang dikumpulkan oleh peneliti sendiri untuk menjawab masalahnya secara khusus. Data primer pada penelitian ini diperoleh dengan cara wawancara serta observasi langsung. Berikut data primer yang dibutuhkan pada penelitian ini

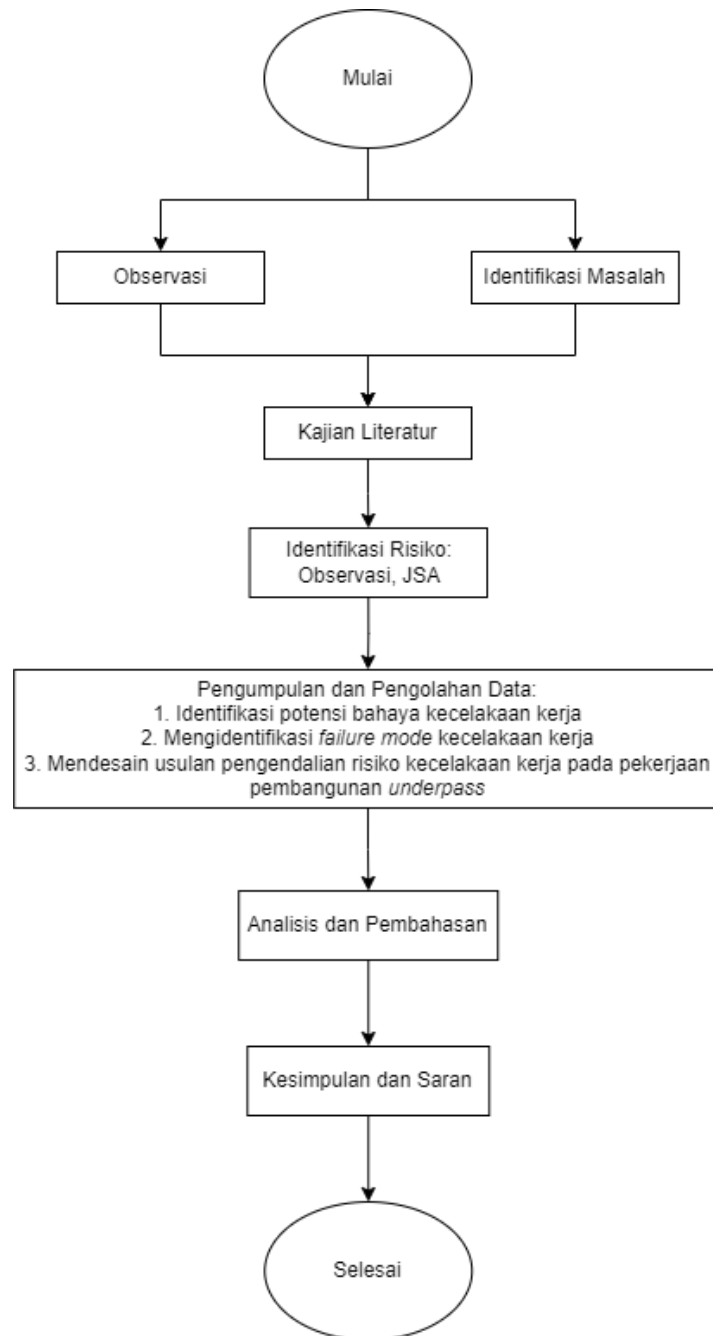
- a. Data alur dan deskripsi aktivitas pekerjaan pada pembangunan *Underpass*.
- b. Data *Failure Mode* mengenai K3 pada pembangunan *Underpass* berdasarkan aktivitas pekerjaan.
- c. Nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*, pada setiap *Failure Mode*.
- d. Nilai RPN dari metode FMEA.

2. Data Sekunder

Menurut Sunyoto (2013), data sekunder adalah data yang bersumber dari catatan yang ada di perusahaan dan dari sumber lainnya. Data sekunder dari penelitian ini diperoleh dari dokumen perusahaan dari beberapa literatur seperti jurnal dan buku yang berhubungan dengan topik penelitian ini.

3.4 Diagram Alur Penelitian

Berikut merupakan diagram alur dari penelitian ini.



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari diagram alur penelitian di atas.

1. Mulai
2. Observasi

Penelitian diawali dengan observasi langsung di area kerja pembangunan *underpass*. Pada tahap ini peneliti menggali informasi mengenai proses dan lingkungan kerja pada area kerja pembangunan *underpass*.

3. Identifikasi Masalah

Setelah melakukan observasi, tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi permasalahan yang terdapat di area kerja untuk dijadikan studi kasus penelitian. Permasalahan yang didapatkan pada pembangunan *underpass* yaitu mengenai risiko kecelakaan kerja yang membahayakan.

4. Kajian Literatur

Kajian literatur pada penelitian berupa kajian induktif dan kajian deduktif. Kajian induktif yaitu penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, kajian deduktif yaitu uraian mengenai materi yang akan digunakan pada penelitian ini.

5. Identifikasi Risiko

Pada tahapan identifikasi risiko dilakukan dengan mengidentifikasi *failure mode* terhadap kecelakaan kerja pada pembangunan *underpass*. Adapun langkah yang dilakukan pada identifikasi risiko yaitu observasi di area kerja pembangunan *underpass* dan pencatatan pada *JSA Worksheet*. Data yang dicatat berupa *failure mode*, penyebab, akibat, dan penanganan yang saat ini dilakukan oleh perusahaan. Kegiatan ini didampingi oleh *supervisor* yang bertanggung jawab pada proyek pembangunan *underpass*.

6. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Peneliti mengumpulkan data yang diperlukan untuk pengolahan data berupa data primer dan sekunder. Berikut merupakan langkah yang dilakukan pada tahapan pengumpulan data.

- a. **Penyesuaian Tujuan 1:** Mengidentifikasi potensi bahaya kecelakaan kerja pada pembangunan *underpass*.

Observasi

Observasi dilakukan melalui pengamatan secara langsung terkait kasus kecelakaan yang ada pada area kerja PT. Adhi Karya.

Wawancara

Wawancara dilakukan secara langsung kepada *expert* dan pekerja dari PT. Adhi Karya.

Kajian Literatur

Kajian Literatur yang digunakan berupa data historis yang ada pada perusahaan berupa sebagai berikut:

- *Severity*: Tingkat keparahan pada metode FMEA menggunakan skala dari 1-10 dimana semakin tinggi angka menandakan tingkat keparahan risiko yang semakin tinggi.
- *Occurrence (or Probability)*: Potensi terjadinya tingkat kecelakaan kerja menggunakan skala 1-10 sebagai tingkat probabilitas potensi terjadi dimana angka 10 menandakan tingkat probabilitas yang sangat tinggi.
- *Detection*: Kemampuan untuk mendeteksi kegagalan skala 1-10 digunakan untuk menentukan tingkat kemampuan dalam mendeteksi bahaya atau risiko, semakin tinggi angka skala maka semakin sulit untuk mendeteksi.
- Nilai-nilai S, O, D didapatkan melalui wawancara kepada para *expert* dan observasi langsung untuk mendapatkan data primer yang dibutuhkan guna perhitungan RPN (*Risk Priority Number*)

- b. **Penyesuaian Tujuan 2:** Mengidentifikasi *failure mode* kecelakaan kerja tertinggi pada pekerjaan pembangunan *underpass*

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure mode kecelakaan kerja didapatkan dari data historis perusahaan, penilaian dilakukan terhadap suatu aktivitas ataupun pekerjaan dengan mengkalikan $S \times O \times D$ dimana:

S: Tingkat keparahan kecelakaan kerja yang terjadi di perusahaan (*Severity*)

O: Frekuensi atau seberapa sering kecelakaan terjadi di perusahaan (*Occurrence*)

D: Seberapa sulit kecelakaan yang ada di perusahaan terdeteksi (*Detection*)

Nilai RPN di dapatkan dari pengkalian *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). Nilai *Risk Priority Number* (RPN) dapat dilihat pada Tabel 2. 5. Kemudian perhitungan nilai RPN dari berbagai risiko, risiko dengan nilai RPN tertinggi akan diambil menjadi prioritas perbaikan yang selanjutnya dianalisis dan diberikan rekomendasi menggunakan metode FTA.

- c. **Penyesuaian Tujuan 3:** Mendesain pengendalian risiko kecelakaan kerja pada pembangunan *underpass* berdasarkan kecelakaan kerja.

Membuat rekomendasi FTA berdasarkan hasil perhitungan RPN tertinggi dengan tujuan memberikan alternatif solusi rekomendasi perbaikan sesuai kebutuhan.

7. Analisis dan Pembahasan

Setelah mendapatkan hasil dari pengolahan data, dilakukan penjelasan mengenai analisis terhadap hasil dari tiap tujuan penelitian yang telah diolah pada bab 4 termasuk berbagai kekurangan dalam pengolahan data untuk tiap tujuan penelitian dan pembahasan hasil pengolahan data.

8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini peneliti menyimpulkan hasil dari analisis dan pembahasan penelitian yang sudah dilakukan sesuai dengan rumusan masalah. Lalu akan diberikan saran dari penelitian ini.

9. Selesai

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Identifikasi Potensi Bahaya Kecelakaan Kerja

4.1.1 Alur proses pekerjaan.

Identifikasi potensi bahaya dilakukan pada proyek pembangunan *Underpass* Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.2 terdapat 8 tahapan pekerjaan utama.

Berikut merupakan alur proses pekerjaan pada proyek pembangunan *Underpass* yang perlu diidentifikasi potensi risikonya:



Gambar 4. 1 Diagram Alur Proses Pekerjaan

Berikut merupakan penjelasan proses pekerjaan dari Gambar 4.1.

1. *Pre-start Job Meeting*

Pada tahap ini pekerja melakukan *meeting* terkait rencana kerja, tugas dan tanggung jawab, potensi bahaya yang ada, dan peraturan keselamatan kerja yang berlaku kepada seluruh pekerja yang terlibat *sedetail* mungkin. Para pekerja juga memastikan bahwa *Work Permit* telah disetujui oleh pihak yang berwenang (*Contractor*) atau diketahui oleh *Company*. Kemudian menentukan *Assembly Point* untuk sarana berkumpul dalam keadaan darurat. Selanjutnya memastikan area kerja bersih dan aman sebelum memulai pekerjaan.

2. Fabrikasi Pembesian

Pekerjaan yang dilakukan pada tahapan ini adalah pembuatan struktur besi yang diperkuat dengan menggunakan rangkaian batang besi yang disusun dan dihubungkan. Pada pekerjaan ini melibatkan aktivitas pemotongan dan penghubungan batang besi sesuai dengan desain konstruksi.

3. Pемindahan Material Besi dari Gudang Fabrikasi ke Lokasi Pekerjaan

Pada tahap ini para pekerja memindahkan material besi dari gudang menuju lokasi pekerjaan dengan menggunakan *Yupcrane*. Operator mengatur *Yupcrane* dan mengangkat material dengan hati-hati. *Yupcrane* digunakan untuk memindahkan material menuju lokasi pekerjaan. Material besi kemudian diturunkan ke lokasi pekerjaan yang sudah ditentukan.

4. Pembesian Tulangan

Pada tahap ini pekerja menyusun dan mengelompokkan material besi yang sudah dipotong sesuai desain konstruksi. Kemudian material yang telah tersusun akan diikat menggunakan kawat besi beton untuk memastikan bahwa tulangan memiliki struktur yang kuat.

5. Pembuatan Bekisting

Pada tahap ini pekerja memotong material bekisting sesuai dengan desain yang sudah ada.

6. Pemasangan Bekisting

Pada tahap ini, bekisting dipasang dan disusun sesuai pola yang sudah ditentukan. Pekerja juga menempatkan penyangga untuk mendukung bekisting.

7. Pengecoran

Pada tahapan ini, campuran beton dimasukkan kedalam bekisting. Lalu beton yang sudah dicor akan dipadatkan agar tidak ada rongga udara didalam campuran beton.

8. Pembongkaran Bekisting

Pada tahapan ini, pekerja akan memastikan bahwa beton sudah mengeras dengan sempurna. Setelah beton mengeras bekisting akan dilepaskan dari beton.

4.1.2 Job safety analysis worksheet.

Pengambilan data dilakukan dengan observasi secara langsung di area kerja dan wawancara dengan pekerja mengenai risiko kecelakaan kerja pada setiap aktivitas kerja. Berikut merupakan JSA *worksheet* hasil observasi dan wawancara.

Tabel 4. 1 Job Safety Analysis Worksheet

Aktivitas Pekerja	Failure Mode	Cause Failure Mode	Pengendalian
Fabrikasi pembersian	Tersayat benda tajam dan tumpul	Terkena mesin pemotong besi	<ul style="list-style-type: none"> Berhati-hati dan konsentrasi dalam bekerja Memakai APD (helm, sepatu, dan sarung tangan) Melakukan pengawasan saat bekerja
	Pekerja tersandung sisa material besi	Sisa material berserakan di area kerja	Menjaga 5R di area kerja (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin)
Pemindahan material besi dari gudang fabrikasi ke lokasi pekerjaan	Tertabrak kendaraan dan kecelakaan	Tidak menyadari kondisi sekitar	<ul style="list-style-type: none"> Pengawasan saat pemindahan Terdapat petugas pengatur lalu lintas
	Pekerja kejatuhan material saat menaikan <i>Yupcrane</i>	Posisi tubuh salah saat pengangkatan material	<ul style="list-style-type: none"> Berhati-hati dan konsentrasi dalam bekerja Melakukan pengawasan saat pekerjaan dilakukan Memakai APD (helm, sepatu, rompi, sarung tangan)
	<i>Yupcrane</i> terguling	Permukaan tidak rata, tanah lunak	Memastikan landasan untuk <i>yupcrane</i> kuat

Aktivitas Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	Pengendalian
Pembesian Tulangan	Besi terjatuh dari <i>Yupcrane</i>	Material terikat dengan sempurna	Memastikan pengikat material di <i>Yupcrane</i> kuat
	Besi panjang keluar dari bak <i>Yupcrane</i>	Material terikat dengan sempurna	Memberikan tanda atau rambu yang dipasang di belakang material/ <i>Yupcrane</i>
	Banyak warga sekitar yang mendekat	Tidak ada penanda batas area kerja	Pasang rambu “SELAIN PEKERJA DI LARANG MENDEKAT” Pasang <i>Safety Line</i> untuk pembatas
	Tergores besi beton/bendrat	Tidak hati-hati saat sedang di area kerja	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Checklist scaffolding</i> sesuai standart dan diberi <i>tag</i> • Memakai APD (sarung tangan) • Menghimbau pekerja untuk fokus dan memastikan dalam keadaan sehat dalam bekerja
	Tangan terjepit tang/gegep	Posisi jari tangan saat melakukan pekerjaan salah	<ul style="list-style-type: none"> • Memakai APD (helm, sepatu, rompi, sarung tangan) • Menghimbau pekerja untuk fokus dan memastikan dalam keadaan sehat dalam bekerja
	Kaki tersandung besi beton	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak menyadari kondisi sekitar area kerja • Sisa material berserakan di area kerja 	<ul style="list-style-type: none"> • Berhati-hati dan konsentrasi dalam bekerja • Melakukan perapian area kerja dari sisa material (prinsip 5R)

Aktivitas Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	Pengendalian
Pembuatan bekisting	Mata terkena serpihan kayu	<ul style="list-style-type: none"> • Sisa material bekisting berserakan di area kerja • Material bekisting tidak layak digunakan 	<ul style="list-style-type: none"> • Jangan mendekati pekerja saat memotong bekisting • Memakai APD (kacamata <i>safety</i>) • Memastikan material bekisting sesuai prosedur pemakaian
	Terkena paku, palu, atau gerinda	Sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja	<ul style="list-style-type: none"> • Hati-hati dan konsentrasi dalam bekerja • Memakai APD (kacamata <i>safety</i>, sarung tangan, <i>safety shoes</i>) • Menerapkan 5R di lingkungan kerja
	Gangguan pendengaran	Suara bising akibat pukulan palu dan suara gerinda	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan <i>safety induction</i>, TBM sebelum bekerja • Pekerja menggunakan APD (ear plug)
Pemasangan dan pembongkaran bekisting	Terkena paku, palu, atau gergaji	Sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja	<ul style="list-style-type: none"> • Berhati-hati dan konsentrasi dalam bekerja • Melakukan pengawasan saat pekerjaan dilakukan
	Jatuh ketinggian	<ul style="list-style-type: none"> • Pemasangan <i>scaffolding</i> tidak sesuai standar • Tidak ada <i>railing</i> • Tidak ada tangga untuk naik 	<ul style="list-style-type: none"> • Memakai APD (Helm, sepatu, rompi, <i>bodyharness</i>, sarung tangan) • Terdapat jalur khusus yang sudah disediakan • Memastikan APK terpasang dan kuat untuk digunakan • Melakukan pengawasan saat pekerjaan dilakukan

Aktivitas Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	Pengendalian
	Pekerja kejatuhan benda dari atas (palu, kaso, dll)	<ul style="list-style-type: none"> • Kurang koordinasi antara sesama pekerja • Alat kerja berserakan 	<ul style="list-style-type: none"> • Memasang rambu “AWAS KEJATUHAN BENDA DARI ATAS” • Dilarang menjatuhkan benda dari atas sembarangan, harus melihat kebawah dahulu
	Gangguan pendengaran	Suara bising akibat pukulan palu dan suara gergaji	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan <i>safety induction</i>, TBM sebelum bekerja • Pekerja menggunakan APD (<i>earplug</i> bila nilai kebisingan >85 dB)
Pengecoran	Jatuh ketinggian	dari <ul style="list-style-type: none"> • Pemasangan <i>scaffolding</i> tidak sesuai standar • Tidak ada <i>railing</i> • Tidak ada tangga untuk naik 	<ul style="list-style-type: none"> • Memakai APD (Helm, sepatu, rompi, <i>bodyharness</i>). • Terdapat jalur khusus yang sudah disediakan • Memastikan APK terpasang dan kuat untuk digunakan • Melakukan pengawasan saat pekerjaan dilakukan
	Pekerja terpleset/tersandung	Permukaan kerja licin	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan <i>slump</i> beton sudah sesuai spesifikasi teknis • Menggunakan APD (sepatu <i>safety</i>)
	Tertabrak <i>mixer</i>	truk Pekerja tidak menyadari kondisi sekitar	<ul style="list-style-type: none"> • Memasang rambu “HATI-HATI KELUAR MASUK KENDARAAN PROYEK” • Melakukan pengawasan saat pekerjaan dilakukan

Aktivitas Pekerja	Failure Mode	Cause Failure Mode	Pengendalian
	Truk terguling	<i>mixer</i> Permukaan jalan tidak rata, tanah lunak	<ul style="list-style-type: none"> • Menempatkan <i>flagman</i> • Memastikan akses lalu lintas dapat dilewati dengan aman

Dari Tabel 4.1 yang didapatkan melalui hasil wawancara diketahui bahwa ditemukan 22 risiko kecelakaan kerja beserta penyebab dan penanganan yang saat ini dilakukan oleh perusahaan. Hasil dari tabel JSA ini akan diolah menggunakan metode FMEA untuk dihitung nilai *Risk Priority Number* (RPN).

4.1.3 Pengumpulan data severity, occurrence dan detection.

Dalam metode FMEA untuk mengidentifikasi tingkat RPN membutuhkan nilai S, O, D risiko kecelakaan kerja dan efeknya pada pembangunan *Underpass*.

1. Penentuan Nilai *Severity*

Severity (S) merupakan sebuah penilaian yang didasari dari tingkat keparahan dari suatu risiko kecelakaan kerja. Berikut merupakan penentuan nilai *severity* (S). Nilai *Severity* diberikan oleh seorang *expert* yang merupakan *supervisor* dari divisi QHSE, nilai *severity* ditentukan secara subjektif oleh *expert* berdasarkan kemampuan *expert* dalam menganalisis dan mendeteksi efek dari risiko kecelakaan kerja yang terjadi, kemampuan *expert* ini didapatkan dari pengalaman dibidang yang berkaitan.

Tabel 4. 2 Penentuan *Severity*

Aktivitas Pekerja	Failure Mode	Cause Failure Mode	S
Fabrikasi pembesian	Tersayat benda tajam dan tumpul	Terkena mesin pemotong besi	5
	Pekerja tersandung sisa material besi	Sisa material berserakan di area kerja	3
Pemindahan material besi dari gudang fabrikasi ke lokasi pekerjaan	Tertabrak kendaraan dan kecelakaan	Tidak menyadari kondisi sekitar	8
	Pekerja kejatuhan material saat menaikan ke <i>Yupcrane</i>	Posisi tubuh salah saat pengangkatan material	3
	<i>Yupcrane</i> terguling	Permukaan tidak rata, tanah lunak	8
	Besi terjatuh dari <i>Yupcrane</i>	Material tidak terikat dengan sempurna	3

Aktivitas Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	S
Pembesian Tulangan	Besi panjang keluar dari bak <i>Yupcrane</i>	Material tidak terikat dengan sempurna	3
	Banyak warga sekitar yang mendekat	Tidak ada penanda batas area kerja	6
	Tergores besi beton/bendrat	Tidak hati-hati saat sedang di area kerja	5
	Tangan terjepit tang/gegep	Posisi jari tangan saat melakukan pekerjaan salah	5
	Kaki tersandung besi beton	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak menyadari kondisi sekitar area kerja • Sisa material berserakan di area kerja 	3
Pembuatan bekisting	Mata terkena serpihan kayu	<ul style="list-style-type: none"> • Sisa material bekisting berserakan di area kerja • Material bekisting tidak layak digunakan 	1
	Terkena paku, palu, atau gerinda	Sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja	5
	Gangguan pendengaran	Suara bising akibat pukulan palu dan suara gerinda	2
Pemasangan dan pembongkaran bekisting	Terkena paku, palu, atau gergaji	Sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja	5
	Jatuh dari ketinggian	<ul style="list-style-type: none"> • Pemasangan <i>scaffolding</i> tidak sesuai standar • Tidak ada <i>railing</i> • Tidak ada tangga untuk naik 	8
	Pekerja kejatuhan benda dari atas (palu, kaso, dll)	<ul style="list-style-type: none"> • Kurang koordinasi antara sesama pekerja • Alat kerja berserakan 	2
	Gangguan pendengaran	Suara bising akibat pukulan palu dan suara gergaji	2

Aktivitas Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	S
Pengecoran	Jatuh dari ketinggian	<ul style="list-style-type: none"> • Pemasangan <i>scaffolding</i> tidak sesuai standar • Tidak ada <i>railing</i> • Tidak ada tangga untuk naik 	8
	Pekerja terpeleset/tersandung	Permukaan kerja licin	3
	Tertabrak truk <i>mixer</i>	Pekerja tidak menyadari kondisi sekitar	8
	Truk <i>mixer</i> terguling	Permukaan jalan tidak rata, tanah lunak	8

Dari Tabel 4.2 didapatkan 6 aktivitas pekerjaan yang memiliki nilai *Severity* (S) tertinggi yang didapatkan hasil diskusi dan ditentukan oleh *expert* yaitu pada aktivitas pemindahan material besi dari gudang fabrikasi kelokasi pekerjaan dengan *failure mode* tertabrak kendaraan dan terjadi kecelakaan dengan *cause failure mode* tidak menyadari kondisi sekitar memiliki nilai S sebesar 8, pada pemasangan dan pembongkaran bekisting dengan *failure mode* jatuh dari ketinggian dengan *cause failure mode* pemasangan *scaffolding* tidak sesuai standar, tidak ada *railing* dan tidak ada tangga untuk naik memiliki nilai S sebesar 8, dan aktivitas yang terakhir ada pengecoran dengan *failure mode* jatuh dari ketinggian, tertabrak truk *mixer*, dan truk *mixer* terguling dengan *cause failure mode* pemasangan *scaffolding* tidak sesuai standar, tidak ada *railing* dan tidak ada tangga untuk naik memiliki nilai S sebesar 8.

2. Penentuan Nilai *Occurrence* (O).

Occurrence (O) merupakan penilaian terhadap frekuensi terjadinya risiko kecelakaan kerja. Berikut merupakan penentuan nilai *occurrence* (O). Nilai *occurrence* didapatkan dari data historis perusahaan yang diberikan oleh *expert* melalui kegiatan wawancara guna mengetahui seberapa sering suatu kecelakaan kerja terjadi.

Tabel 4. 3 Penentuan *Occurrence*

Aktivitas Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	O
Fabrikasi pembersian	Tersayat benda tajam dan tumpul	Terkena mesin pemotong besi	5

Aktivitas Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	O
Pemindahan material besi dari gudang fabrikasi ke lokasi pekerjaan	Pekerja tersandung sisa material besi	Sisa material berserakan di area kerja	3
	Tertabrak kendaraan dan kecelakaan	Tidak menyadari kondisi sekitar	1
	Pekerja kejatuhan material saat menaikan ke <i>Yupcrane</i>	Posisi tubuh salah saat pengangkatan material	1
	<i>Yupcrane</i> terguling	Permukaan tidak rata, tanah lunak	1
	Besi terjatuh dari <i>Yupcrane</i>	Material tidak terikat dengan sempurna	1
	Besi panjang keluar dari bak <i>Yupcrane</i>	Material tidak terikat dengan sempurna	1
	Banyak warga sekitar yang mendekat	Tidak ada penanda batas area kerja	1
Pembesian Tulangan	Tergores besi beton/bendrat	Tidak hati-hati saat sedang di area kerja	2
	Tangan terjepit tang/gegep	Posisi jari tangan saat melakukan pekerjaan salah	3
	Kaki tersandung besi beton	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak menyadari kondisi sekitar area kerja • Sisa material berserakan di area kerja 	3
Pembuatan bekisting	Mata terkena serpihan kayu	<ul style="list-style-type: none"> • Sisa material bekisting berserakan di area kerja • Material bekisting tidak layak digunakan 	3
	Terkena paku, palu, atau gerinda	Sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja	2
	Gangguan pendengaran	Suara bising akibat pukulan palu dan suara gerinda	1
	Pemasangan dan pembongkaran bekisting	Terkena paku, palu, atau gergaji	Sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja

Aktivitas Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	O
	Jatuh dari ketinggian	<ul style="list-style-type: none"> • Pemasangan <i>scaffolding</i> tidak sesuai standar • Tidak ada <i>railling</i> • Tidak ada tangga untuk naik 	2
	Pekerja kejatuhan benda dari atas (palu, kaso, dll)	<ul style="list-style-type: none"> • Kurang koordinasi antara sesama pekerja • Alat kerja berserakan 	3
	Gangguan pendengaran	Suara bising akibat pukulan palu dan suara gergaji	1
Pengecoran	Jatuh dari ketinggian	<ul style="list-style-type: none"> • Pemasangan <i>scaffolding</i> tidak sesuai standar • Tidak ada <i>railling</i> • Tidak ada tangga untuk naik 	2
	Pekerja terpelehet/tersandung	Permukaan kerja licin	2
	Tertabrak truk <i>mixer</i>	Pekerja tidak menyadari kondisi sekitar	1
	Truk <i>mixer</i> terguling	Permukaan jalan tidak rata, tanah lunak	1

Dari Tabel 4.3, didapatkan 1 aktivitas pekerjaan yang memiliki nilai *Occurrence* (O) tertinggi yang didapatkan dari data historis perusahaan yang diberikan oleh *expert* melalui kegiatan wawancara yaitu pada aktivitas fabrikasi pembesian dengan *failure mode* tersayat benda tajam dan tumpul dengan *cause failure mode* terkena mesin pemotong besi. Memiliki nilai O sebesar 5.

3. Penentuan Nilai *Detection* (D).

Detection (D) merupakan penilaian terhadap seberapa sulit menemukan potensi risiko kecelakaan kerja serta tindakan perbaikan. Nilai *detection* didapatkan melalui kegiatan wawancara antara peneliti dengan *expert* mengenai sistem pengamanan kerja pada setiap aktivitas kerja namun dengan sistem pengamanan yang sudah ada tidak menutup kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja. Berikut merupakan penentuan nilai *detection* (D).

Tabel 4. 4 Penentuan *Detection*

Aktivitas Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	D
Fabrikasi pembesian	Tersayat benda tajam dan tumpul	Terkena mesin pemotong besi	3
	Pekerja tersandung sisa material besi	Sisa material berserakan di area kerja	3
Pemindahan material besi dari gudang fabrikasi ke lokasi pekerjaan	Tertabrak kendaraan dan kecelakaan	Tidak menyadari kondisi sekitar	1
	Pekerja kejatuhan material saat menaiki ke <i>Yupcrane</i>	Posisi tubuh salah saat pengangkatan material	1
	<i>Yupcrane</i> terguling	Permukaan tidak rata, tanah lunak	1
	Besi terjatuh dari <i>Yupcrane</i>	Material tidak terikat dengan sempurna	2
	Besi panjang keluar dari bak <i>Yupcrane</i>	Material tidak terikat dengan sempurna	1
	Banyak warga sekitar yang mendekat	Tidak ada penanda batas area kerja	1
Pembesian Tulangan	Tergores besi beton/bendrat	Tidak hati-hati saat sedang di area kerja	3
	Tangan terjepit tang/gegep	Posisi jari tangan saat melakukan pekerjaan salah	1
	Kaki tersandung besi beton	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak menyadari kondisi sekitar area kerja • Sisa material berserakan di area kerja 	3
Pembuatan bekisting	Mata terkena serpihan kayu	<ul style="list-style-type: none"> • Sisa material bekisting berserakan di area kerja • Material bekisting tidak layak digunakan 	1
	Terkena paku, palu, atau gerinda	Sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja	2
	Gangguan pendengaran	Suara bising akibat pukulan palu dan suara gerinda	1
	Terkena paku, palu, atau gergaji	Sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja	2

Aktivitas Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	D
Pemasangan dan pembongkaran bekisting	Jatuh dari ketinggian	<ul style="list-style-type: none"> • Pemasangan <i>scaffolding</i> tidak sesuai standart • Tidak ada <i>railing</i> • Tidak ada tangga untuk naik 	3
	Pekerja kejatuhan benda dari atas (palu, kaso, dll)	<ul style="list-style-type: none"> • Kurang koordinasi antara sesama pekerja • Alat kerja berserakan 	2
	Gangguan pendengaran	Suara bising akibat pukulan palu dan suara gergaji	1
Pengecoran	Jatuh dari ketinggian	<ul style="list-style-type: none"> • Pemasangan <i>scaffolding</i> tidak sesuai standart • Tidak ada <i>railing</i> • Tidak ada tangga untuk naik 	1
	Pekerja terpeleset/tersandung	Permukaan kerja licin	1
	Tertabrak truk <i>mixer</i>	Pekerja tidak menyadari kondisi sekitar	1
	Truk <i>mixer</i> terguling	Permukaan jalan tidak rata, tanah lunak	1

Dari Tabel 4.4 didapatkan 3 aktivitas pekerjaan yang memiliki nilai *Detection* (D) tertinggi yang didapatkan kegiatan wawancara dengan *expert* yaitu pada aktivitas fabrikasi pembesian dengan *failure mode* tersayat benda tajam dan tumpul serta pekerja tersandung sisa material besi *cause failure mode* terkena mesin pemotong besi dan sisa material berserakan di area kerja memiliki nilai D sebesar 3, pembesian tulangan dengan *failure mode* tergores besi beton/bendrat dan kaki tersandung besi beton *cause failure mode* tidak hati-hati saat sedang diarea kerja, tidak menyadari kondisi sekitar area kerja dan sisa material berserakan di area kerja memiliki masing-masing nilai D sebesar 3, dan aktivitas yang terakhir pemasangan dan pembongkaran bekisting *failure mode* jatuh dari ketinggian dengan *cause failure mode* pemasangan *scaffolding* tidak sesuai standar, tidak ada *railing* dan tidak ada tangga untuk naik memiliki nilai D sebesar 3.

4.2 Identifikasi Nilai RPN Kecelakaan Kerja Tertinggi

4.2.1 Pembobotan risk priority number (RPN).

Berikut merupakan tabel perhitungan RPN. Nilai RPN didapatkan dengan cara mengalikan antara nilai S, O, dan D. Berikut merupakan penilaian RPN.

Tabel 4. 5 Pembobotan RPN

Langkah Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	Pengendalian	S	O	D	RPN	Kategori
Fabrikasi pembersian	Tersayat benda tajam dan tumpul	Terkena mesin pemotong besi	<ul style="list-style-type: none"> Berhati-hati dan konsentrasi dalam bekerja Memakai APD (helm, sepatu, dan sarung tangan) Melakukan pengawasan saat bekerja 	5	5	3	75	Sedang
	Pekerja tersandung sisa material besi	Sisa material berserakan di area kerja	Menjaga 5R di area kerja (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin)	3	3	3	27	Rendah
Pemindahan material besi dari gudang fabrikasi ke lokasi pekerjaan	Tertabrak kendaraan dan kecelakaan	Tidak menyadari kondisi sekitar	<ul style="list-style-type: none"> Pengawasan saat pemindahan Terdapat petugas pengatur lalu lintas 	8	1	1	8	Rendah
	Pekerja kejatuhan material saat menaikan ke <i>Yupcrane</i>	Posisi tubuh salah saat pengangkatan material	<ul style="list-style-type: none"> Berhati-hati dan konsentrasi dalam bekerja Melakukan pengawasan saat pekerjaan dilakukan Memakai APD (helm, sepatu, rompi, sarung tangan) 	3	1	1	3	Rendah

Langkah Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	Pengendalian	S	O	D	RPN	Kategori
	Yupcrane terguling	Permukaan jalan tidak rata, tanah lunak	Memastikan landasan untuk yupcrane kuat	8	1	1	8	Rendah
	Besi terjatuh dari Yupcrane	Material terikat dengan sempurna	Memastikan pengikat material di Yupcrane kuat	3	1	2	6	Rendah
	Besi panjang keluar dari bak Yupcrane	Material terikat dengan sempurna	Memberikan tanda atau rambu yang dipasang di belakang material/Yupcrane	3	1	1	3	Rendah
	Banyak warga sekitar yang mendekat	Tidak ada penanda batas area kerja	Pasang rambu "SELAIN PEKERJA DI LARANG MENDEKAT" Pasang Safety Line untuk pembatas	6	1	1	6	Rendah
Pembesian Tulangan	Tergores besi beton/bendrat	Tidak hati-hati saat sedang di area kerja	<ul style="list-style-type: none"> • Checklist scaffolding sesuai standart dan diberi tag • Memakai APD (sarung tangan) • Menghimbau pekerja untuk fokus dan memastikan dalam keadaan sehat dalam bekerja 	5	2	3	30	Rendah

Langkah Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	Pengendalian	S	O	D	RPN	Kategori
	Tangan tang/gegep	terjepit Posisi jari tangan saat melakukan pekerjaan salah	<ul style="list-style-type: none"> • Memakai APD (helm, sepatu, rompi, sarung tangan) • Menghimbau pekerja untuk fokus dan memastikan dalam keadaan sehat dalam bekerja 	5	3	1	15	Rendah
	Kaki tersandung beton	besi <ul style="list-style-type: none"> • Tidak menyadari kondisi sekitar area kerja • Sisa material berserakan di area kerja 	<ul style="list-style-type: none"> • Berhati-hati dan konsentrasi dalam bekerja • Melakukan perapian area kerja dari sisa material (prinsip 5R) 	3	3	3	27	Rendah
Pembuatan bekisting kayu	Mata terkena serpihan	<ul style="list-style-type: none"> • Sisa material berserakan di area kerja • Material bekisting tidak layak digunakan 	<ul style="list-style-type: none"> • Jangan mendekati pekerja saat memotong bekisting • Memakai APD (kacamata <i>safety</i>) • Memastikan material bekisting sesuai prosedur pemakaian 	1	3	1	3	Rendah

Langkah Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	Pengendalian	S	O	D	RPN	Kategori
	Terkena paku, palu, atau gerinda	Sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja	<ul style="list-style-type: none"> Hati-hati dan konsentrasi dalam bekerja Memakai APD (kacamata <i>safety</i>, sarung tangan, <i>safety shoes</i>) Menerapkan 5R di lingkungan kerja 	5	2	2	20	Rendah
	Gangguan pendengaran	Suara bising akibat pukulan palu dan suara gerinda	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan <i>safety induction</i>, TBM sebelum bekerja Pekerja menggunakan APD (<i>earplug</i> bila nilai kebisingan >85 dB) 	2	1	1	2	Rendah
Pemasangan dan pembongkaran bekisting	Terkena paku, balu, atau gergaji	Sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja	<ul style="list-style-type: none"> Berhati-hati dan konsentrasi dalam bekerja Melakukan pengawasan saat pekerjaan dilakukan 	5	2	2	20	Rendah

Langkah Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	Pengendalian	S	O	D	RPN	Kategori
	Jatuh dari ketinggian	<ul style="list-style-type: none"> • Pemasangan <i>scaffolding</i> tidak sesuai standart • Tidak ada <i>railing</i> • Tidak ada tangga untuk naik 	<ul style="list-style-type: none"> • Memakai APD (Helm, sepatu, <i>bodyharnest</i>, sarung tangan • Terdapat jalur khusus yang sudah disediakan • Memastikan APK terpasang dan kuat untuk digunakan • Melakukan pengawasan saat pekerjaan dilakukan 	8	2	3	48	Rendah
	Pekerja kejatuhan benda dari atas (palu, kaso, dll)	<ul style="list-style-type: none"> • Kurang koordinasi antara sesama pekerja • Alat kerja berserakan 	<ul style="list-style-type: none"> • Memasang rambu "AWAS KEJATUHAN BENDA DARI ATAS" • Dilarang menjatuhkan benda dari atas sembarangan, harus melihat kebawah dahulu 	2	3	2	12	Rendah
	Gangguan pendengaran	Suara bising akibat pukulan palu dan suara gergaji	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan <i>safety induction</i>, TBM sebelum bekerja • Pekerja menggunakan APD (<i>earplug</i> bila nilai kebisingan >85 dB) 	2	1	1	2	Rendah

Langkah Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	Pengendalian	S	O	D	RPN	Kategori
Pengecoran	Jatuh dari ketinggian	<ul style="list-style-type: none"> Pemasangan <i>scaffolding</i> tidak sesuai standart Tidak ada <i>railing</i> Tidak ada tangga untuk naik 	<ul style="list-style-type: none"> Memakai APD (Helm, sepatu, <i>bodyharnest</i>, sarung tangan Terdapat jalur khusus yang sudah disediakan Memastikan APK terpasang dan kuat untuk digunakan Melakukan pengawasan saat pekerjaan dilakukan 	8	2	1	16	Rendah
	Pekerja terpleset/tersandung	Permukaan kerja licin	<ul style="list-style-type: none"> Memastikan <i>slump</i> beton sudah sesuai spesifikasi teknis Menggunakan APD (sepatu <i>safety</i>) 	3	2	1	6	Rendah
	Tertabrak truk <i>mixer</i>	Pekerja tidak menyadari kondisi sekitar	<ul style="list-style-type: none"> Memasang rambu "HATI-HATI KELUAR MASUK KENDARAAN PROYEK" Melakukan pengawasan saat pekerjaan dilakukan 	8	1	1	8	Rendah

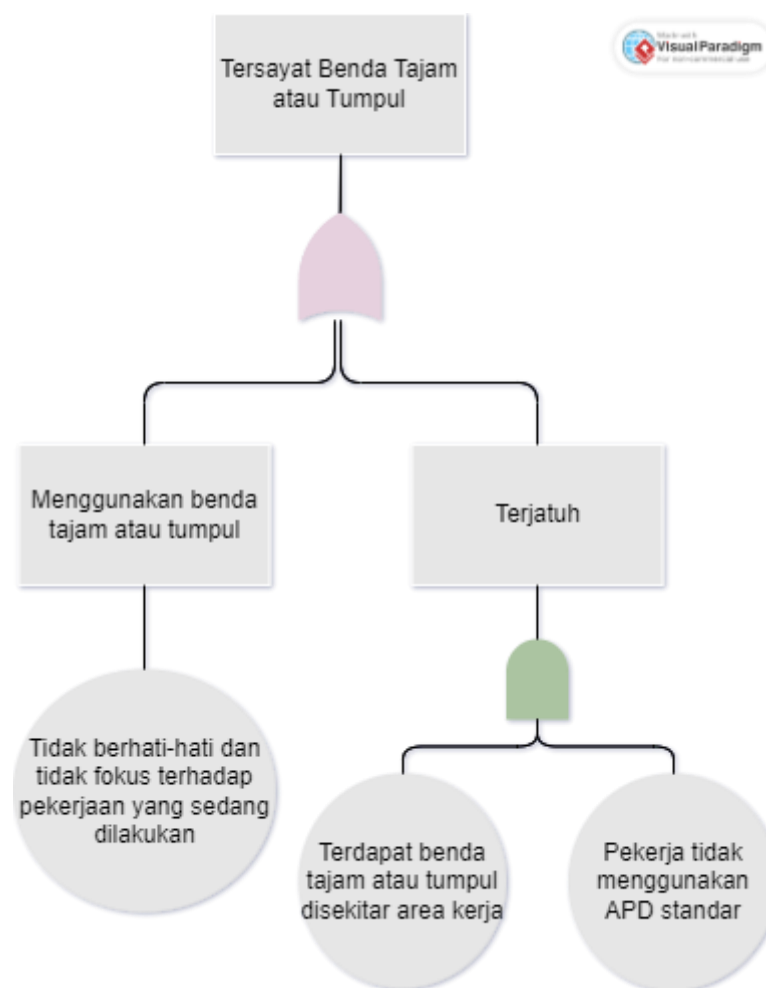
Langkah Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	Pengendalian	S	O	D	RPN	Kategori
	Truk <i>mixer</i> terguling	Permukaan jalan tidak rata, tanah lunak	<ul style="list-style-type: none"> • Menempatkan <i>flagman</i> • Memastikan akses lalu lintas dapat dilewati dengan aman 	8	1	1	8	Rendah

Dari Tabel 4.5 didapatkan bahwa pada aktivitas pekerjaan fabrikasi pembesian dengan *failure mode* tersayat benda tajam dan tumpul dengan *cause failure mode* terkena mesin pemotong besi dengan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 75 dengan kategori sedang.

4.3 Usulan Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja

4.3.1 Diagram fault tree analysis.

Setelah analisis FMEA dilakukan, selanjutnya membuat analisis untuk mengetahui penyebab potensi risiko kecelakaan kerja berdasarkan nilai RPN tertinggi dengan menggunakan metode FTA. Berikut merupakan diagram FTA terhadap *failure mode* dengan nilai RPN tertinggi. Tersayat benda tajam dan tumpul pada aktivitas fabrikasi pembesian.



Gambar 4. 2 Diagram FTA Tersayat Benda Tajam dan Tumpul

Berdasarkan Gambar 4.2 diketahui tiga *basic event* dari *top event* risiko kecelakaan kerja tersayat benda tajam dan tumpul seperti yang tertera pada Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4. 6 Tabel FTA Tersayat Benda Tajam dan Tumpul

No	<i>Intermediate Event 1</i>	<i>Intermediate Event 2</i>	<i>Basic Event</i>
1	Menggunakan benda tajam atau tumpul	-	Tidak berhati-hati dan tidak fokus terhadap pekerjaan yang sedang dilakukan
2	Terjatuh	-	Terdapat benda tajam atau tumpul disekitar area kerja Pekerja tidak menggunakan APD standar

Berdasarkan Tabel 4.6 diketahui bahwa terdapat *basic event* dari aktivitas tersayat badan tajam atau tumpul dengan *intermediate event 1* yaitu menggunakan benda tajam atau tumpul sehingga pekerja memiliki kemungkinan tersayat benda tajam atau tumpul.

4.3.2 Rekomendasi fault tree analysis (FTA).

Berikut merupakan tabel rekomendasi dari analisis pengolahan data menggunakan metode FTA.

Tabel 4. 7 Tabel Rekomendasi FTA

No	<i>Top Event</i>	<i>Intermediate Event 1</i>	<i>Intermediate Event 2</i>	<i>Basic Event</i>	Rekomendasi
1	Tersayat benda tajam dan tumpul pada aktivitas fabrikasi pembesian	Menggunakan benda tajam atau tumpul	-	Tidak berhati-hati dan tidak fokus terhadap pekerjaan yang sedang dilakukan	Mengikuti SOP kerja yang benar dan aman, serta meningkatkan fokus dan kewaspadaan saat bekerja
		Terjatuh	-	Terdapat benda tajam atau tumpul disekitar area kerja	Simpan alat kerja di tempat yang aman, serta tetap terapkan prinsip 5R di area kerja
				Pekerja tidak menggunakan APD standar	Memastikan pekerja menggunakan APD yang memadai untuk

No	Top Event	Intermediate Event 1	Intermediate Event 2	Basic Event	Rekomendasi
					pengerjaan fabrikasi pembesian

Berdasarkan Tabel 4.7 hasil diagram FTA diatas dapat diketahui bahwa *top event* kecelakaan kerja “tersayat benda tajam dan tumpul pada aktivitas fabrikasi pembesian” memiliki tiga *basic event*. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode FTA didapatkan tiga rekomendasi untuk mengatasi risiko kecelakaan kerja “tersayat benda tajam dan tumpul pada aktivitas fabrikasi pembesian”, yaitu sebagai berikut.

1. Mengikuti SOP kerja yang benar dan aman, serta meningkatkan fokus dan kewaspadaan saat bekerja.
2. Simpan alat kerja di tempat yang aman, serta tetap terapkan prinsip 5R di area kerja.
3. Memastikan pekerja menggunakan APD yang memadai untuk pengerjaan fabrikasi pembesian.

4.3.3 Standard operating procedure (SOP).

Berikut merupakan tabel SOP (Standar Operasional Prosedur) berdasarkan rekomendasi perbaikan yang sudah didapatkan dari analisis FTA. Penyusunan SOP dilakukan melalui dua tahap yaitu hasil dari rekomendasi FTA dan diskusi dengan *expert* perusahaan, sehingga SOP yang dicantumkan di bawah merupakan SOP baru dan sudah disetujui oleh perusahaan.

Tabel 4. 8 Standar Operasional Prosedur

**STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR UNTUK MENINGKATKAN
KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA**

TUJUAN

SOP ini dibuat untuk memberikan panduan terkait dengan perbaikan yang dihasilkan dari analisis FTA pada aktivitas kerja fabrikasi pembesian, pemasangan dan pembongkaran bekisting, dan pembesian tulangan.

RUANG LINGKUP

SOP ini mencakup rekomendasi perbaikan di area kerja, termasuk keselamatan dan kesehatan kerja, pelatihan, dan penggunaan APD pada area aktivitas kerja.

PENANGGUNG JAWAB

Setiap individu yang berada di area konstruksi bertanggung jawab untuk pelaksanaan prosedur. Dengan disiplinnya setiap individu akan mempengaruhi setiap kegiatan yang dilakukan di area konstruksi.

PROSEDUR**1. Implementasi area fabrikasi pembesian**

1. 1 Mengikuti SOP kerja yang benar dan aman, serta meningkatkan fokus dan kewaspadaan saat bekerja.
1. 2 Simpan alat kerja di tempat yang aman, serta tetap terapkan prinsip 5R di area kerja.
1. 3 Memastikan pekerja menggunakan APD yang memadai untuk pengerjaan fabrikasi pembesian.

2. Implementasi area pemasangan dan pembongkaran bekisting

2. 1 Pastikan permukaan area kerja dalam kondisi baik dan tidak rusak, serta selalu gunakan APD yang sesuai untuk aktivitas kerja.
2. 2 Sesuaikan beban dengan kapasitas *scaffolding*.
2. 3 Perhatikan kondisi cuaca saat sedang bekerja.

3. Implementasi area pembesian tulangan

3. 1 Selalu menggunakan APD yang sesuai dengan aktivitas kerja.
3. 2 Ikuti SOP kerja yang benar dan aman, serta tingkatkan kesadaran dan kewaspadaan kerja.
3. 3 Pastikan alat kerja dalam kondisi yang baik.


PENUTUP

Prosedur ini akan diperbarui secara berkala yang disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan perusahaan. Setiap individu yang terlibat diharapkan untuk mematuhi SOP.

4.3.4 Formulir pelaksanaan standar pperasional prosedur (SOP).

Berikut ini merupakan contoh formulir pelaksanaan SOP yang harus diisi oleh pekerja sebelum melakukan pekerjaan. Formulir SOP dibawah ini merupakan formulir SOP berdasarkan dari kebijakan perusahaan.

Tabel 4. 9 Tabel Formulir SOP

		PT. ADHI KARYA		
SOP		No. Dokumen	:	
FORMULIR SOP		Nama Pekerja	:	
		Tanggal Berlaku	:	
		Penanggung Jawab	:	
NO	KEGIATAN	PIC	KETERANGAN	CHECK
1	2	3	4	5
1	Pemeriksaan Kesehatan	QHSE Supervisor	Memastikan kondisi kesehatan pekerja dalam keadaan prima	√
2	Penggunaan APD Lengkap	QHSE Supervisor	Penggunaan APD sesuai dengan panduan pekerjaan yang dilakukan	√
3	Pengecekan Alat kerja	QHSE Supervisor	Memastikan alat kerja dalam kondisi baik	√
4	<i>Clearing</i> Area Kerja	QHSE Supervisor	Memastikan area kerja aman	√
5	Pengembalian Alat Kerja	QHSE Supervisor	Mengembalikan alat kerja sesuai dengan tempatnya dan memastikan kondisinya seperti semula	√
<i>“Safety Is Our Spirit”</i>				

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Identifikasi Potensi Bahaya Kecelakaan Kerja

Proses pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara langsung kepada pekerja di proyek pembangunan *Underpass* Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo. Setelah terkumpulnya data-data yang dibutuhkan untuk penelitian, data diolah menggunakan *Job Safety Analysis* (JSA) untuk diketahui risiko, akibatnya, dan penanganan yang saat ini dilakukan oleh perusahaan. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, ditemukan 22 risiko kecelakaan kerja beserta penyebab dan penanganan yang saat ini dilakukan oleh perusahaan yang didapatkan dari pengumpulan data melalui *Job Safety Analysis Worksheet*, pengumpulan data melalui *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* (S, O, D). Dari beberapa temuan risiko kecelakaan kerja yang ada di PT. Adhi Karya adalah sebagai berikut:

1. *Job Safety Analysis Worksheet*

Dari 6 aktivitas pekerjaan yang ada, terdapat potensi bahaya dan risiko bahayanya masing-masing, sebagai berikut:

- a. Pada aktivitas fabrikasi pembesian dengan *failure mode* tersayat benda tajam dan tumpul, dan pekerja tersandung dengan *cause failure mode* terkena mesin pemotong besi, dan sisa material berserakan di area kerja.
- b. Pada aktivitas pemindahan material besi dari gudang fabrikasi ke lokasi pekerjaan dengan *failure mode* tertabrak kendaraan dan kecelakaan, pekerja kejatuhan material saat menaikan ke *Yupcrane*, *Yupcrane* terguling, besi terjatuh dari *Yupcrane*, besi panjang keluar dari *Yupcrane*, dan banyak warga sekitar yang mendekat dengan *cause failure mode* tidak menyadari kondisi sekitar, posisi tubuh salah saat mengangkat material, permukaan tidak rata dan tanah lunak, material tidak terikat dengan sempurna, material tidak terikat dengan sempurna dan tidak ada penanda batas area kerja.
- c. Pada aktivitas pembesian tulangan dengan *failure mode* tergores besi beton/bendrat, tangan terjepit tang/gegep, dan kaki tersandung besi beton dengan *cause failure mode* tidak hati-hati saat sedang diarea kerja, posisi jari tangan saat melakukan pekerjaan salah, tidak menyadari kondisi area kerja, dan sisa material berserakan diarea kerja.
- d. Pada aktivitas pembuatan bekisting dengan *failure mode* mata terkena serpihan kayu, terkena (paku, palu atau gerinda), dan gangguan pendengaran dengan *cause failure mode* sisa material bekisting berserakan diarea kerja, material bekisting tidak layak digunakan,

dan sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja, dan suara bising akibat pukulan palu dan gerinda.

- e. Pada aktivitas pemasangan dan pembongkaran bekisting dengan *Failure Mode* terkena paku, palu atau gergaji, jatuh dari ketinggian, pekerja kajatuhan benda dari atas, dan gangguan pendengaran dengan *cause failure mode* sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja, pemasangan *scaffolding* tidak sesuai standar, tidak ada *railing*, tidak ada tangga untuk naik, kurang koordinasi antara sesama pekerja, alat kerja berserakan, dan suara bising akibat suara pukulan palu dan suara gergaji.
- f. Pada aktivitas pengecoran dengan *failure mode* jatuh dari ketinggian, pekerja terpeleset/tersandung, dan tertabak truk *mixer* dengan *cause failure mode* pemasangan *scaffolding* tidak sesuai standar, tidak ada *railing*, tidak ada tangga untuk naik, permukaan kerja licin, dan pekerja tidak menyadari kondisi sekitar.

2. *Severity*

Dari 6 aktivitas pekerjaan yang ada, terdapat potensi bahaya dan risiko bahayanya masing-masing, sebagai berikut:

- a. Pada aktivitas fabrikasi pemsian dengan *failure mode* tersayat tajam dan tumpul, dan pekerja tersandung dengan *cause failure mode* terkena mesin pemotong besi memiliki nilai S sebesar 5, dan sisa material berserakan di area kerja memiliki nilai S sebesar 3.
- b. Pada aktivitas pemindahan material besi dari Gudang fabrikasi ke lokasi pekerjaan dengan *failure mode* tertabrak kendaraan dan kecelakaan, pekerja kejatuhan material saat menaikan ke *Yupcrane*, *Yupcrane* terguling, besi terjatuh dari *Yupcrane*, besi panjang keluar dari *Yupcrane*, dan banyak warga sekitar yang mendekat dengan *cause failure mode* tidak menyadari kondisi sekitar memiliki nilai S sebesar 8, posisi tubuh salah saat mengangkat material memiliki nilai S sebesar 3, permukaan tidak rata dan tanah lunak memiliki nilai S sebesar 8, material tidak terikat dengan sempurna memiliki nilai S sebesar 3, material tidak terikat dengan sempurna memiliki nilai S sebesar 3, dan tidak ada penanda batas area kerja memiliki nilai S sebesar 6.
- c. Pada aktivitas pembesian tulangan dengan *failure mode* tergores besi beton/bendrat, tangan terjepit tang/gegep, dan kaki tersandung besi beton dengan *cause failure mode* tidak hati-hati saat sedang diarea kerja memiliki nilai S sebesar 5, posisi jari tangan saat melakukan

pekerjaan salah memiliki nilai S sebesar 5, dan tidak menyadari kondisi area kerja dan sisa material berserakan di area kerja memiliki nilai S sebesar 3.

- d. Pada aktivitas pembuatan bekisting dengan *Failure Mode* mata terkena serpihan kayu, terkena (paku, palu atau gerinda), dan gangguan pendengaran dengan *cause failure mode* sisa material bekisting berserakan di area kerja memiliki nilai S sebesar 1, material bekisting tidak layak digunakan memiliki nilai S sebesar 1, sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja memiliki nilai S sebesar 5, dan suara bising akibat pukulan palu dan gerinda memiliki nilai S sebesar 2.
- e. Pada aktivitas pemasangan dan pembongkaran bekisting dengan *failure mode* terkena paku, palu atau gergaji, jatuh dari ketinggian pekerja kajatuhan benda dari atas, gangguan pendengaran dengan *cause failure mode* sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja memiliki nilai S sebesar 5, pemasangan *scaffolding* tidak sesuai standar memiliki nilai S sebesar 8, tidak ada *railing* memiliki nilai S sebesar 8, tidak ada tangga untuk naik memiliki nilai S sebesar 8, kurang koordinasi antara sesama pekerja memiliki nilai S sebesar 2, alat kerja berserakan memiliki nilai S sebesar 2, dan suara bising akibat suara pukulan palu dan suara gergaji memiliki nilai S sebesar 2.
- f. Pada aktivitas pengecoran dengan *Failure Mode* jatuh dari ketinggian, pekerja terpeleset/tersandung, dan tertabak truk *mixer* dengan *cause failure mode* pemasangan *scaffolding* tidak sesuai standar memiliki nilai S sebesar 8, tidak ada *railing* memiliki nilai S sebesar 8, tidak ada tangga untuk naik memiliki nilai S sebesar 8, permukaan kerja licin memiliki nilai S sebesar 3, pekerja tidak menyadari kondisi sekitar memiliki nilai S sebesar 8 dan permukaan tidak rata, tanah lunak memiliki nilai S sebesar 8.

3. Occurrence

Dari 6 aktivitas pekerjaan yang ada, terdapat potensi bahaya dan risiko bahayanya masing-masing, sebagai berikut:

- a. Pada aktivitas fabrikasi pebsian dengan *failure mode* tersayat tajam dan tumpul, dan pekerja tersandung dengan *cause failure mode* terkena mesin pemotong besi memiliki nilai O sebesar 5, dan sisa material berserakan di area kerja memiliki nilai O sebesar 3.
- b. Pada aktivitas pemindahan material besi dari gudang fabrikasi ke lokasi pekerjaan dengan *failure mode* tertabrak kendaraan dan kecelakaan, pekerja kejatuhan material saat menaikan ke *Yupcrane*, *Yupcrane* terguling, besi terjatuh dari *Yupcrane*, besi panjang keluar dari

Yupcrane, dan banyak warga sekitar yang mendekat dengan *cause failure mode* tidak menyadari kondisi sekitar memiliki nilai O sebesar 1, posisi tubuh salah saat mengangkat material memiliki nilai O sebesar 1, permukaan tidak rata dan tanah lunak memiliki nilai O sebesar 1, material tidak terikat dengan sempurna memiliki nilai O sebesar 1, material tidak terikat dengan sempurna memiliki nilai O sebesar 1 dan tidak ada penanda batas area kerja memiliki nilai O sebesar 1.

- c. Pada aktivitas pembesian tulangan dengan *failure mode* tergores besi beton/bendrat, tangan terjepit tang/gegep, dan kaki tersandung besi beton dengan *cause failure mode* tidak hati-hati saat sedang diarea kerja memiliki nilai O sebesar 2, posisi jari tangan saat melakukan pekerjaan salah memiliki nilai O sebesar 3, dan tidak menyadari kondisi area kerja dan sisa material berserakan diarea kerja memiliki nilai O sebesar 3.
- d. Pada aktivitas pembuatan bekisting dengan *failure mode* mata terkena serpihan kayu, terkena (paku, palu atau gerinda), dan gangguan pendengaran dengan *cause failure mode* sisa material bekisting berserakan diarea kerja memiliki nilai O sebesar 3, material bekisting tidak layak digunakan memiliki nilai O sebesar 2, sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja memiliki nilai S sebesar 5, dan suara bising akibat pukulan palu dan gerinda memiliki nilai O sebesar 1.
- e. Pada aktivitas pemasangan dan pembongkaran bekisting dengan *failure mode* terkena paku, palu atau gergaji, jatuh dari ketinggian, pekerja kajatuhan benda dari atas, gangguan pendengaran dengan *cause failure mode* sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja memiliki nilai O sebesar 2, pemasangan *scaffolding* tidak sesuai standar memiliki nilai O sebesar 2, tidak ada *railing* memiliki nilai O sebesar 2, tidak ada tangga untuk naik memiliki nilai O sebesar 2, kurang koordinasi antara sesama pekerja memiliki nilai O sebesar 3, alat kerja berserakan memiliki nilai S sebesar 3, dan suara bising akibat suara pukulan palu dan suara gergaji memiliki nilai S sebesar 1.
- f. Pada aktivitas pengecoran dengan *failure mode* jatuh dari ketinggian, pekerja terpeleset/tersandung, dan tertabak truk *mixer* dengan *cause failure mode* pemasangan *scaffolding* tidak sesuai standar memiliki nilai O sebesar 2, tidak ada *railing* memiliki nilai O sebesar 2, tidak ada tangga untuk naik memiliki nilai O sebesar 2, permukaan kerja licin memiliki nilai O sebesar 2, pekerja tidak menyadari kondisi sekitar memiliki nilai O sebesar 1, dan permukaan tidak rata, tanah lunak memiliki nilai O sebesar 1.

4. *Detection*

Dari 6 aktivitas pekerjaan yang ada, terdapat potensi bahaya dan risiko bahayanya masing-masing, sebagai berikut:

- a. Pada aktivitas fabrikasi pemsian dengan *failure mode* tersayat tajam dan tumpul, dan pekerja tersandung dengan *cause failure mode* terkena mesin pemotong besi memiliki nilai D sebesar 3, dan sisa material berserakan di area kerja memiliki nilai D sebesar 3.
- b. Pada aktivitas pemindahan material besi dari gudang fabrikasi ke lokasi pekerjaan dengan *failure mode* tertabrak kendaraan dan kecelakaan, pekerja kejatuhan material saat menaikan ke *Yupcrane*, *Yupcrane* terguling, besi terjatuh dari *Yupcrane*, besi panjang keluar dari *Yupcrane*, dan banyak warga sekitar yang mendekat dengan *cause failure mode* tidak menyadari kondisi sekitar memiliki nilai D sebesar 1, posisi tubuh salah saat mengangkat material memiliki nilai D sebesar 1, permukaan tidak rata dan tanah lunak memiliki nilai D sebesar 1, material tidak terikat dengan sempurna memiliki nilai D sebesar 2, material tidak terikat dengan sempurna memiliki nilai D sebesar 1, dan tidak ada penanda batas area kerja memiliki nilai D sebesar 1.
- c. Pada aktivitas pembesian tulangan dengan *failure mode* tergores besi beton/bendrat, tangan terjepit tang/gegep, dan kaki tersandung besi beton dengan *cause failure mode* tidak hati-hati saat sedang diarea kerja memiliki nilai D sebesar 3, posisi jari tangan saat melakukan pekerjaan salah memiliki nilai D sebesar 1, dan tidak menyadari kondisi area kerja dan sisa material berserakan diarea kerja memiliki nilai D sebesar 3.
- d. Pada aktivitas pembuatan bekisting dengan *failure mode* mata terkena serpihan kayu, terkena (paku, palu atau gerinda), dan gangguan pendengaran dengan *cause failure mode* sisa material bekisting berserakan diarea kerja memiliki nilai D sebesar 1, material bekisting tidak layak digunakan memiliki nilai D sebesar 2, dan sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja memiliki nilai D sebesar 1, dan suara bising akibat pukulan palu dan gerinda memiliki nilai D sebesar 2.
- e. Pada aktivitas pemasangan dan pembongkaran bekisting dengan *failure mode* terkena paku, palu atau gergaji, jatuh dari ketinggian, pekerja kajatuhan benda dari atas, dan gangguan pendengaran dengan *cause failure mode* sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja memiliki nilai D sebesar 3, pemasangan *scaffolding* tidak sesuai standar memiliki nilai D sebesar 3, tidak ada *railing* memiliki nilai D sebesar 3, tidak ada tangga untuk naik memiliki nilai D sebesar 3, kurang koordinasi antara sesama pekerja memiliki nilai D

sebesar 2, alat kerja berserakan memiliki nilai D sebesar 2, dan suara bising akibat suara pukulan palu dan suara gergaji memiliki nilai D sebesar 1.

- f. Pada aktivitas pengecoran dengan *failure mode* jatuh dari ketinggian, pekerja terpeleset/tersandung, dan tertabak truk *mixer* dengan *cause failure mode* pemasangan *scaffolding* tidak sesuai standar memiliki nilai D sebesar 1, tidak ada *railing* memiliki nilai D sebesar 1, tidak ada tangga untuk naik memiliki nilai D sebesar 1, permukaan kerja licin memiliki nilai D sebesar 1, pekerja tidak menyadari kondisi sekitar memiliki nilai D sebesar 1 dan permukaan tidak rata, tanah lunak memiliki nilai D sebesar 1.

Dari hasil pengumpulan data yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa terdapat beberapa potensi bahaya yang ada di PT. Adhi Karya, sehingga hal ini dapat dikatakan bahwa pada area pembangunan *underpass* kurang aman oleh karena itu hasil dari tabel JSA ini akan diolah menggunakan metode FMEA untuk dihitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang didapatkan dengan mengalikan nilai *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D).

5.2 Identifikasi Nilai RPN Kecelakaan Kerja Tertinggi

Pembobotan RPN didapatkan dari pengakalian $S \times O \times D$ yang mana nilai dari S, O, D itu sendiri didapatkan dari data historis yang ada di perusahaan, dapat diketahui pada Tabel 4.5 *failure mode* yang memiliki nilai RPN tertinggi, yaitu tersayat benda tajam dan tumpul pada aktivitas fabrikasi pembesian dengan nilai RPN sebesar 75.

Berikut merupakan pembobotan RPN dari 6 aktivitas pekerjaan yang terdapat potensi bahaya dan risiko bahayanya masing-masing:

- a. Pada aktivitas fabrikasi pembesian dengan *failure mode* tersayat tajam dengan *cause failure mode* terkena mesin pemotong besi memiliki nilai *Severity* sebesar 5, nilai *Occurrence* sebesar 5, dan nilai *Detection* sebesar 3 sehingga dari nilai *severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan dan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 75 sehingga pada aktivitas pekerjaan fabrikasi pembesian memiliki kategori sedang, sedangkan pada *failure mode* pekerja tersandung sisa material besi dengan *cause failure mode* sisa material berserakan di area kerja memiliki nilai *Severity* sebesar 3, nilai *Occurrence* sebesar 3, dan nilai *Detection* sebesar 3 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan dan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 27 sehingga memiliki kategori rendah.

- b. Pada aktivitas pemindahan material besi dari gudang fabrikasi ke lokasi pekerjaan dengan *failure mode* tertabrak kendaraan dan kecelakaan, dengan *cause failure mode* tidak menyadari kondisi sekitar memiliki nilai *Severity* sebesar 8, nilai *Occurrence* sebesar 1 dan nilai *Detection* sebesar 1 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 8 sehingga pada aktivitas pekerjaan fabrikasi pembesian memiliki kategori rendah, pada *failure mode* pekerja kejatuhan material saat menaikan ke *Yupcrane* dengan *cause failure mode* posisi tubuh salah saat pengangkatan material memiliki nilai *Severity* sebesar 3, nilai *Occurrence* sebesar 1, dan nilai *Detection* sebesar 1 sehingga dari nilai *severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 3 sehingga memiliki kategori rendah, pada *failure mode* *Yupcrane* terguling dengan *cause failure mode* permukaan jalan tidak rata, tanah lunak memiliki nilai *Severity* sebesar 8, nilai *Occurrence* sebesar 1 dan nilai *Detection* sebesar 1 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan dan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 8 sehingga memiliki kategori rendah, pada *failure mode* besi terjatuh dari *Yupcrane* dengan *cause failure mode* material tidak terikat dengan sempurna memiliki nilai *Severity* sebesar 3, nilai *Occurrence* sebesar 1 dan nilai *Detection* sebesar 2 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 6 sehingga memiliki kategori rendah, pada *failure mode* besi panjang keluar dari bak *Yupcrane* dengan *cause failure mode* material tidak terikat dengan sempurna memiliki nilai *Severity* sebesar 3, nilai *Occurrence* sebesar 1 dan, nilai *Detection* sebesar 1 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 3 sehingga memiliki kategori rendah, dan pada *failure mode* banyak warga sekitar yang mendekat dengan *cause failure mode* tidak ada penanda batas area kerja memiliki nilai *Severity* sebesar 6, nilai *Occurrence* sebesar 1, dan nilai *Detection* sebesar 1 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 6 sehingga memiliki kategori rendah.
- c. Pada aktivitas pembesian tulangan dengan *failure mode* tergores besi beton/bendrat dengan *cause failure mode* tidak hati-hati saat sedang diarea kerja memiliki nilai *Severity* sebesar 5, nilai *Occurrence* sebesar 2, dan nilai *Detection* sebesar 3 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority*

- Number*) sebesar 30 sehingga memiliki kategori rendah, pada *failure mode* tangan terjepit tang/gegep dengan *cause failure mode* posisi jari tangan saat melakukan pekerjaan salah memiliki nilai *Severity* sebesar 5, nilai *Occurrence* sebesar 3, dan nilai *Detection* sebesar 1 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan dan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 15 sehingga memiliki kategori rendah, dan pada *failure mode* kaki tersandung besi beton dengan *cause failure mode* tidak menyadari kondisi sekitar area kerja dan sisa material berserakan di area kerja nilai *Severity* sebesar 3, nilai *Occurrence* sebesar 3 dan nilai *Detection* sebesar 3 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 27 sehingga memiliki kategori rendah.
- d. Pada aktivitas pembuatan bekisting dengan *failure mode* mata terkena serpihan kayu dengan *Cause Failure Mode* sisa material bekisting berserakan di area kerja dan material bekisting tidak layak digunakan memiliki nilai *Severity* sebesar 1, nilai *Occurrence* sebesar 3, dan nilai *Detection* sebesar 1 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 3 sehingga memiliki kategori rendah, pada *failure mode* terkana paku, palu, atau gerinda dengan *Cause Failure Mode* sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja memiliki nilai *Severity* sebesar 5, nilai *Occurrence* sebesar 2, dan nilai *Detection* sebesar 2 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 20 sehingga memiliki kategori rendah, dan pada *failure mode* gangguan pendengaran dengan *cause failure mode* suara bising akibat pukulan palu dan suara gerinda memiliki nilai *Severity* sebesar 2, nilai *Occurrence* sebesar 1, dan nilai *Detection* sebesar 1 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan dan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 2 sehingga memiliki kategori rendah.
- e. Pada aktivitas pemasangan pembongkaran bekisting dengan *failure mode* terkena paku, palu, gergaji dengan *cause failure mode* sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja memiliki nilai *Severity* sebesar 5, nilai *Occurrence* sebesar 2, dan nilai *Detection* sebesar 2 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 20 sehingga pada memiliki kategori rendah, pada *failure mode* jatuh dari ketinggian dengan *cause failure mode* pemasangan *scaffolding* tidak sesuai standar, tidak ada *railing* dan tidak ada tangga untuk

naik memiliki nilai *Severity* sebesar 8, nilai *Occurrence* sebesar 2, dan nilai *Detection* sebesar 3 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 48 sehingga memiliki kategori rendah, pada *failure mode* pekerja kejatuhan benda dari atas (palu, kaso, dll) *cause failure mode* kurang koordinasi antara sesama pekerja dan alat kerja berserakan memiliki nilai *Severity* sebesar 2, nilai *Occurrence* sebesar 3, dan nilai *Detection* sebesar 2 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 12 sehingga memiliki kategori rendah, dan pada *failure mode* gangguan pendengaran dengan *cause failure mode* suara bising akibat pukulan palu dan suara gergaji memiliki nilai *Severity* sebesar 2, nilai *Occurrence* sebesar 1, dan nilai *Detection* sebesar 1 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 2 sehingga memiliki kategori rendah.

- f. Pada aktivitas pengecoran dengan *failure mode* jatuh dari ketinggian dengan *cause failure mode* pemasangan *scaffolding* tidak sesuai standar memiliki nilai *Severity* sebesar 8, nilai *Occurrence* sebesar 2, dan nilai *Detection* sebesar 1 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 16 sehingga memiliki kategori rendah, pada *failure mode* pekerja terpleset/kesandung dengan *cause failure mode* permukaan tempat kerja licin memiliki nilai *Severity* sebesar 3, nilai *Occurrence* sebesar 2, dan nilai *Detection* sebesar 1 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 6 sehingga memiliki kategori rendah, pada *failure mode* tertabrak truk *mixer* dengan *cause failure mode* pekerja tidak menyadari kondisi sekitar memiliki nilai *Severity* sebesar 8, nilai *Occurrence* sebesar 1, dan nilai *Detection* sebesar 1 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 8 sehingga memiliki kategori rendah, dan pada *failure mode* truk *mixer* terguling dengan *cause failure mode* permukaan jalan tidak rata dan tanah lunak memiliki nilai *Severity* sebesar 8, nilai *Occurrence* sebesar 1, dan nilai *Detection* sebesar 1 sehingga dari nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dikalikan mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 8 sehingga memiliki kategori rendah.

Berdasarkan dari penjelasan diatas didapatkan bahwa pada aktivitas pekerjaan fabrikasi pembesian dengan *failure mode* tersayat benda tajam dan tumpul dengan *cause failure mode* terkena mesin pemotong besi dengan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 75 dengan kategori sedang maka perlu tinjau lebih dalam dan mencari pengendalian menggunakan analisis FMEA, selanjutnya dilakukan analisis untuk perbaikan berdasarkan nilai RPN tertinggi dari hasil FMEA dengan menggunakan metode FTA.

5.3 Usulan Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja

Setelah dilakukan analisis penilaian risiko menggunakan FMEA, kemudian dilanjutkan melakukan penyusunan rekomendasi dari *basic event* yang didapatkan dari hasil diagram FTA, hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Berdasarkan Tabel 4.7, pada *top event* tersayat benda tajam dan tumpul pada aktivitas fabrikasi pembesian dapat disimpulkan jika penyebab risiko pekerja tersayat benda tajam dan tumpul disebabkan pekerja menggunakan benda tajam atau tumpul dan pekerja terjatuh (tersandung). Berdasarkan dari hasil pengolahan data menggunakan FTA didapatkan 3 rekomendasi berdasarkan *basic event* adalah sebagai berikut:

- a. *Basic event* tidak berhati-hati dan tidak fokus terhadap pekerjaan yang sedang dilakukan dengan memberikan rekomendasi mengikuti SOP kerja yang benar dan aman serta meningkatkan fokus dan kewaspadaan saat bekerja.
- b. *Basic event* terdapat benda tajam atau tumpul disekitar area kerja dengan memberikan rekomendasi menyimpan alat kerja di tempat yang aman, serta tetap terapkan prinsip 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin) di area kerja.
- c. *Basic event* pekerja tidak menggunakan APD standar dengan memberikan rekomendasi memastikan pekerja menggunakan APD yang memadai untuk pengerjaan fabrikasi pembesian.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan JSA *Worksheet* ditemukan 22 risiko kecelakaan kerja beserta penyebab dan penanganan yang saat ini dilakukan oleh perusahaan pada proyek pembangunan *Underpass* Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo.
2. Berdasarkan hasil analisis FMEA, dapat diketahui *failure mode* yang memiliki nilai RPN tertinggi, yaitu tersayat benda tajam dan tumpul pada aktivitas fabrikasi pembesian dengan nilai RPN sebesar 75.
3. Hasil dari desain rekomendasi didapatkan 3 rekomendasi berdasarkan *basic event* dari diagram FTA pada aktivitas pekerjaan fabrikasi pembesian, yaitu:
Mengikuti SOP kerja yang benar dan aman serta meningkatkan fokus dan kewaspadaan saat bekerja, menyimpan alat kerja di tempat yang aman, serta tetap terapkan prinsip 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin) di area kerja, dan rekomendasi yang terakhir yaitu memastikan pekerja menggunakan APD yang memadai untuk pengerjaan fabrikasi pembesian.

6.2 Saran

Berikut merupakan saran dari penelitian ini.

1. Rekomendasi untuk mengatasi risiko kecelakaan kerja tersayat benda tajam dan tumpul pada aktivitas fabrikasi pembesian.
 - a. Mengikuti SOP kerja yang benar dan aman, serta meningkatkan fokus dan kewaspadaan saat bekerja.
 - b. Simpan alat kerja di tempat yang aman, serta tetap terapkan prinsip 5R di area kerja.
 - c. Memastikan pekerja menggunakan APD yang memadai untuk pengerjaan fabrikasi pembesian.
2. Diharapkan adanya pertimbangan sebagai rekomendasi bagi perusahaan untuk menyempurnakan hasil penelitian ini, khususnya untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiratna. SH. M.Hum, Y., Astono. MS, D. dr. S., Fertiaz. S.K.M. M.KKK, M., Subhan. S.T. M.M., Sugistria. S.T, C. A. O., Prayitno. S.T, H., Khair. S.T, R. I., Branda. S.T, A., & Putri. S.K.M, B. A. (2022). *Profil Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional Indonesia Tahun 2022* (M. Dr. dr. Sudi Astono, M. P. M. K. I. Dr. Drs. Ima Ismara, Dr. Istiatiati Surianingsih. M.KK, M. K. C. Dr. Suci Rahmad, Abdul Hakim, M. . Ir. Chandra Kurniawan, dr. Erdiana M.H.L., S. K. M. M. K. Muhammad Fertiaz, dr. Anitasari Kusumawati, Alvin Alfiansyah, dr. Rafael Nanda R (IDKI), & S. (IIEA) Made Yenny Puspitarini (eds.); Cetakan Pertama). Kementrian Ketenagakerjaan Republik Indonesia.
- Alfiyah, C. Q., Asih, A. Y. P., Afridah, W., & Fasya, A. H. Z. (2023). ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS PADA PEKERJA PROYEK KONTRUKSI: LITERATURE REVIEW. *Jurnal Ilmu Psikologi Dan Kesehatan*, 1(4), 283–290. <https://doi.org/10.47353/sikontan.v1i4.715>
- Alijoyo, A., Wijaya, B., & Jacob, I. (2021). Analisis Pohon Kesalahan (Fault Tree Analysis). In *CRMS Indonesia*. CRMS Indonesia. <https://irmapa.org/belajar-teknik-asesmen-risiko-analisis-pohon-kesalahan-fault-tree-analysis-fta/>
- Anam, C. (2018). Pengaruh Motivasi, Kompetensi, Kepemimpinan, Lingkungan Kerja dan Disiplin Kerja Terhadap Kinerja Guru di Sekolah Menengah Kejuruan. *Jurnal Manajemen Dan Pendidikan Islam*, 4(1), 40–56. <http://journal.unipdu.ac.id/index.php/dirasat/index>
- Arief, F. N. M. (2019). Analisa Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Hotel Mason Pine Bandung Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA). In *Program Studi Teknik Industri*.
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- AS/NZS, A. S. / N. Z. S. (2004). Risk Management Guidelines. *Sidney: Australian Standard / New Zealand Standard*.
- Astuti, S. W., Alfariji, M. D., Armyta, & Prativi, A. (2022). EFFORTS TO PREVENT WORK ACCIDENTS WITH THE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) METHOD. *Journal of World Science*, 1(11). <https://doi.org/10.47701/jws.v1i11.145>
- Azzahra, F., Purwati Nurlaili, E., & Dharmaputra Ratisan, J. (2022). Analisis Risiko Kerja Menggunakan Job Safety Analysis (JSA) Dengan Pendekatan Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control (Hirarc) di PT Indo Java Rubber Planting Co. In *Jurnal Agrifoodtech* (Vol. 1, Issue 1). <https://jurnal2.untagsmg.ac.id/index.php/agrifoodtech>
- Bastuti, S. (2019). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Menurunkan Tingkat Risiko Kecelakaan Kerja (PT. BERKAH MIRZA INSANI). *TEKNOLOGI*, 2(1).
- Dharma, A. A. B., Adnyana Putera, I. G. A. A., & Parami, A. A. D. (2017). Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Pembangunan Jambuluwuk Hotel & Resort Petitenget. *Jurnal Spektran*, 5(1), 47–55. <https://doi.org/10.24843/spektran.2017.v05.i01.p06>
- Dongan, A., Desrianty, A., & Rispianda. (2016). Upaya Usulan Perbaikan terhadap Air Minum dalam Kemasan (19 Liter) dengan Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Value Engineering. *Reka Integra*, 4(1), 170–181.
- Elphiana, E. ., Yuliansyah, M. D., & M. Kosasih, Z. (2017). Pengaruh Keselamatan dan Kesehatan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan PT. Pertamina EP Asset 2 Prabumulih. *Jurnal Ilmiah Manajemen Bisnis Dan Terapan*.
- Fikri, M. A., Mahbubah, N. A., & Negoro, Y. P. (2022). Pengelolaan Resiko Kecelakaan Kerja

- di Open Area Konstruksi Berbasis Pendekatan HIRARC. *Surya Teknika*, 9(2), 441–449.
- Gumelar, I., & Hendri, T. (2019). Analisa Perbaikan Produk NG Pada Proses Mixing dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Rekayasa Teknologi Dan Sains Terapan*, Vol. 2(No. 1), 2–19.
- Hanif, R. Y., Rukmi, S. R., & Susanty, S. (2015). Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury DI PT. X dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, Vol. 03(No. 03), 137–147.
- Hanif, Y. R., & Basuki, M. (2022). Penilaian Risiko K3 pada Proses Pembangunan Kapal Bantu Rumah Sakit (BRS) menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Matrik Risiko. *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan (SEMATAN)*, 1(1), 280–288. <https://ejournal.itats.ac.id/sematan>
- Ihsan, A. F., & Nurcahyo, C. B. (2022). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode FMEA pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Sigli-Banda Aceh Struktur Elevated. *Jurnal Teknik ITS*, 11(1).
- Ilham, M., Akbar, M., Anggara, R. D., Wibowo, K., & Adhy, D. S. (2020). Analisis Pelaksanaan Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3) Dengan Metode Job Safety Analysis (JSA) Proyek Pembangunan Jembatan SiKatak Universitas Diponegoro Semarang. *KONFERENSI ILMIAH MAHASISWA UNISSULA 4*.
- Ilmy, A. B. N. (2020). *Penerapan Metode Job Safety Analysis Di Proses Produksi Mebel Pt . Paradise Island Furniture Terhadap Bahaya Kecelakaan Kerja*.
- Imansuri, F. (2021). Analisis penerapan 5S dan Identifikasi Kecelakaan Kerja Pada Industri Vulkanisir Ban. *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, 5(2), 21. <https://doi.org/10.21111/jihoh.v5i2.4677>
- Indragiri, S., & Yuttya, T. (2018). Manajemen Risiko K3 Menggunakan Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC). *Jurnal Kesehatan*, 9(1), 39–52. <https://doi.org/10.38165/jk>
- Iskandar, M. N. (2021). *Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Integrasi Metode Fuzzy AHP-FMEA dan FTA (Studi Kasus: PT. MATARAM TUNGGAL GARMENT)*.
- Kemntrian Tenaga Kerja. (1998). *Peraturan Menteri Tenaga Kerja*.
- Kristiansen, S. (2005). *Maritime Transportation: Safety Management and Risk Analysis* (1st Editio). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/978080473369>
- Laali, R. S. (2021). Analisis Kecelakaan Kerja pada Bengkel Bubut dan Las Wijaya dengan Metode Job Safety Analysis (Jsa) dengan Pendekatan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea). *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 6(4). <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v6i4.2473>
- Lestari, J. N., & Basuki, M. (2023). Penilaian Risiko K3 Pekerjaan Enclosed Space Entry Pada Kapal Km. Sabuk Nusantara 40 Menggunakan Metode Job Safety Analysis Dan Bow Tie Risk Assesment. *Ocean Engineering: Jurnal Ilmu Teknik Dan Teknologi Maritim*, 2(1), 60–75. <https://doi.org/10.58192/ocean.v2i1.1166>
- Manulang, M. (2015). *Dasar-Dasar Manajemen*. Gadjah Mada University Press.
- Marwansyah. (2014). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Bandung: CV Alfabeta.
- Moubray, J. (1997). Reliability Centered Maintenance II. In *British Library Cataloguing in Publication Data* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Mulyojati, P. A. M., & Yuamita, F. (2023). Usulan Perbaikan Kecelakaan Kerja Pada Proses Pencetakan PT MEGA JAYA LOGAM Menggunakan JSA dan FTA. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro Dan Komputer*, 3(2), 360–374.

- <https://doi.org/10.51903/juritek.v3i2.1900>
- Perkasa, A. G., Ismiyati, & Riyanto, B. (2023). Analisis Faktor Risiko Pada Pelaksanaan Pekerjaan Di Proyek Pembangunan Flyover. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 8(7). <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v6i6>
- Piątkowski, J., & Kamiński, P. (2017). Risk Assessment of Defect Occurrences in Engine Piston Castings by FMEA Method. *Archives of Foundry Engineering*, 17(3), 107–110. <https://doi.org/10.1515/afe-2017-0100>
- Pramesti, A. A., & Rachmawati, F. (2023). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta–Bawen Paket 1 (Seksi 1) Menggunakan Metode Bowtie. *Jurnal Teknik ITS*, 12(2), 110–115.
- Putra, S. J. E., & Armada. (2023). Evaluasi Terhadap Implementasi Job Safety Analysis (JSA) Dengan Job Safety Observation (JSO). *Jurnal Inovtek Seri Teknik Sipil Dan Aplikasi (TEKLA)*, 5(1), 1–54.
- Rakhman, F., Andesta, D., & Waiusr, A. (2022). Identifikasi Bahaya Kecelakaan Kerja di PT.TOSHIN PRIMA FINE BLANKING Menggunakan Metode Job Safety Analysis dan Hazard Identification, Risk Assesment and Risk Control. *JUSTI (Jurnal Sistem Teknik Industri)*, 2(2).
- Rijanto, B. (2010). *Pedoman Praktis Keselamatan, Kesehatan Kerja (K3L)*. Mitra Wacana Media.
- Rosdiana, N., Anggraeni, S. K., & Umyati, A. (2017). Identifikasi Risiko Kecelakaan Kerja Pada Area Produksi Proyek Jembatan Dengan Metode Job Safety Analysis (JSA). *Jurnal Teknik Industri*, 5(1), 1–6.
- Salim, B. S., Ratnaningsih, A., & Arifin, S. (2024). Analisis Akar Penyebab Risiko K3 Pelaksanaan Pekerjaan Abutment dan Pemasangan Girder Metode Fault Tree Analysis (FTA) Proyek Tol Solo – NYIA Kulon Progo. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), 279–292. <https://doi.org/10.29103/tj.v14i1.1078>
- Sari, D. P., Duhita, A., Maya, A., & Arman, M. (2018). ANALISIS RISIKO PADA PROYEK PEMBANGUNAN FLYOVER TOL WARUNGASEM BATANG DENGAN KERANGKA PROJECT COMPLEXITY AND RISK ASSESMENT DAN FMEA. *Seminar Nasional IENACO*, 318–321. <https://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca>
- Satu Data Kemnaker. (2024). *Kecelakaan Kerja Tahun 2023*. <https://satudata.kemnaker.go.id/data/kumpulan-data/1728#>
- Schulte, P., Delclos, G., Felknor, S. A. & Chosewood, L. C. (2019). *Toward an expanded focus for occupational safety and health: a commentary. International journal of environmental research and public health*. 16(24), 4946.
- Sedarmayanti, M.Pd. . APU. (2009). *Sumber Daya Manusia dan Produktivitas Kerja*. Mandar Maju.
- Sidik, J., Andalia, W., & Tamalika, T. (2022). Identifikasi Perawatan Mesin Press Hidrolik dengan Menggunakan Metode FMEA dan FTA (Studi Kasus di Bengkel Cahaya Ilahi). *Jambura Industrial Review*, 2(2), 2022. <https://doi.org/10.37905/jirev.2.2.57-64>
- Silvia, S., Balili, C., & Yuamita, F. (2022). Analisis Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Bagian Mekanik Pada Proyek Pltu Ampana (2x3 Mw) Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 1, 61–69.
- Suma'mur. (2019). *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*. Jakarta: CV Sagung Seto.
- Sunyoto, D. (2013). *Metodologi Penelitian Akuntansi* (A. Gunarsa (ed.)). PT. Refika Aditama Anggota Ikapi.
- Supranto, J. (2000). *Statistik Teori dan Aplikasi*. In *Statistik Teori dan Aplikasi* (6th ed.).

Erlangga.

- Suseno, Y. H., Wibowo, M. A., & Setiadji, B. H. (2015). Risk analysis of BOT scheme on post-construction toll road. *Procedia Engineering*, 125, 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.018>
- Sutanto, H. (2010). *Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja Pada Pembangunan Gedung Perkantoran dan Perkuliahan Tahap III Universitas Wijaya Kusuma Surabaya*.
- Syafrial, H. & Ardiansyah, A. (2020). Prosedur Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada PT. Satunol Mikrosistem Jakarta. *JURNAL ABIWARA*, 1(2), 60–70.
- Syarifuddin, Anwar, & Indori, P. (2020). Analisis Kesehatan dan Kecelakaan Kerja Dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Pada Area Stasiun Pengumpul Di PT Pertamina EP Asset 1 Rantau Field. *Industrial Engineering Journal*, 9(2).
- Tarwaka. (2012). *Dasar-Dasar Keselamatan Kerja Serta Pencegahan Kecelakaan di Tempat Kerja*. Harapan Press.
- Tarwaka. (2014). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Harapan Press.
- Toyib, M. A. (2022). *Analisis Risiko Kerja Pada Departemen Produksi Pipa Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assesment and Risk Control (Studi kasus : PT. XYZ)*.
- Trisaid, S. N. (2020). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Kegiatan Rig Service Menggunakan Metode HIRARC Dengan Pendekatan FTA. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 8(1), 25–33.
- Walujodjati, E., & Rahadian, S. P. (2021). Manajemen Risiko K3 Pekerjaan Jalan Tol Cisumdawu Phase III. *Jurnal Konstruksi*, 19(1), 60–69. <http://jurnal.itg.ac.id/>
- Wibowo, E., & Utomo, H. (2016). Pengaruh Keselamatan dan Kesehatan Kerja terhadap Kinerja dengan Kepuasan Kerja sebagai Variabel Intervening Studi Kasus pada Karyawan bagian Produksi Serbuk Effervescent PT Sido Muncul Semarang. *Among Makart*, 9(27), 38–59.

LAMPIRAN

Tabel Wawancara Penilaian FMEA

Langkah Pekerjaan	<i>Failure Mode</i>	<i>Cause Failure Mode</i>	S	O	D	RP N	Kateg ori
Fabrikasi pembesian	Tersayat benda tajam dan tumpul Pekerja tersandung sisa material besi	Terkena mesin pemotong besi Sisa material berserakan di area kerja					
Pemindahan material besi dari gudang fabrikasi ke lokasi pekerjaan	Tertabrak kendaraan dan kecelakaan Pekerja kejatuhan saat menaikan <i>Yupcrane</i> <i>Yupcrane</i> terguling Besi terjatuh dari <i>Yupcrane</i> Besi panjang keluar dari bak <i>Yupcrane</i> Banyak sekitar mendekat	Tidak menyadari kondisi sekitar Posisi tubuh salah saat pengangkatan material Permukaan jalan tidak rata, tanah lunak Material tidak terikat dengan sempurna Material tidak terikat dengan sempurna Tidak ada penanda batas area kerja					

Langkah Pekerjaan	Failure Mode	Cause Failure Mode	S O D	RP N	Kateg ori
Pembesian Tulangan	Tergores besi beton/bendrat	Tidak hati-hati saat sedang di area kerja			
	Tangan terjepit tang/gegep	Posisi jari tangan saat melakukan pekerjaan salah			
	Kaki tersandung besi beton	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak menyadari kondisi sekitar area kerja • Sisa material berserakan di area kerja 			
Pembuatan bekisting	Mata terkena serpihan kayu	<ul style="list-style-type: none"> • Sisa material bekisting berserakan di area kerja • Material bekisting tidak layak digunakan 			
	Terkena paku, palu, atau gerinda	Sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja			
	Gangguan pendengaran	Suara bising akibat pukulan palu dan suara gerinda			

Langkah Pekerjaan	<i>Failure Mode</i>	<i>Cause Failure Mode</i>	S	O	D	RP N	Kateg ori
Pemasangan dan pembongkaran bekisting	Terkena paku, balu, atau gergaji	Sisa material tajam dan alat kerja berserakan di area kerja					
	Jatuh dari ketinggian	<ul style="list-style-type: none"> • Pemasangan <i>scaffolding</i> tidak sesuai standart • Tidak ada <i>railing</i> • Tidak ada tangga untuk naik 					
	Pekerja kejatuhan benda dari atas (palu, kaso, dll)	<ul style="list-style-type: none"> • Kurang koordinasi antara sesama pekerja • Alat kerja berserakan 					
	Gangguan pendengaran	Suara bising akibat pukulan palu dan suara gergaji					

Langkah Pekerjaan	<i>Failure Mode</i>	<i>Cause Failure Mode</i>	S O D	RP N	Kateg ori
Pengecoran	Jatuh ketinggian	<ul style="list-style-type: none"> • Pemasangan <i>scaffolding</i> tidak sesuai standart • Tidak ada <i>railing</i> • Tidak ada tangga untuk naik 			
	Pekerja terpleset/tersandung	Permukaan kerja licin			
	Tertabrak <i>mixer</i>	truk Pekerja tidak menyadari kondisi sekitar			
	Truk terguling	<i>mixer</i> Permukaan jalan tidak rata, tanah lunak			

Dokumentasi



