

## Analisis Akar Penyebab Risiko K3 Pelaksanaan Pekerjaan Abutment dan Pemasangan Girder Metode Fault Tree Analysis (FTA) Proyek Tol Solo – NYIA Kulon Progo

Balqis Sajidah Salim<sup>1)</sup>, Anik Ratnaningsih<sup>2)</sup>, Syamsul Arifin<sup>3)</sup>  
<sup>1, 2, 3)</sup> Universitas Jember, Jl Kalimantan Tegalboto No.37 Jember, Jawa Timur  
Email: [balqissajidah02@gmail.com](mailto:balqissajidah02@gmail.com)<sup>1)</sup>, [anik.teknik@unej.ac.id](mailto:anik.teknik@unej.ac.id)<sup>2\*)</sup>,  
[syamsul.teknik@unej.ac.id](mailto:syamsul.teknik@unej.ac.id)<sup>3)</sup>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v14i1.1078>

(Received: 25 January 2024 / Revised: 19 February 2024 / Accepted: 15 March 2024)

### Abstrak

Jalan Tol Solo-NYIA Kulon Progo menjadi proyek utama pembangunan Indonesia yang memiliki komponen seperti girder, abutment, dan sebagainya. Menurut data BPJS ketenagakerjaan terhitung sejak 2020 hingga 2022 terjadi peningkatan pada kecelakaan kerja. Sehingga perlu adanya evaluasi penerapan K3 dan faktor risiko terjadi. Metode yang digunakan adalah Fault Tree Analysis untuk mendapatkan akar penyebab dari risiko tersebut. Hasil analisis Fault Tree Analysis (FTA) didapatkan risiko dominan pada pekerjaan Abutment yaitu jalanan berdebu, tertusuk besi beton, dan terjatuh dari ketinggian. Risiko dominan pada pemasangan girder didapatkan hasil PCL girder terguling/terjatuh, Iritasi mata, dan Trailer terperosok. Akar penyebab risiko dari pekerjaan abutment dan pemasangan girder disebabkan dari beberapa faktor yaitu faktor manusia, faktor manajemen, faktor teknis dan faktor lingkungan. Respon risiko diantaranya selalu berhati-hati dalam bekerja, melakukan pergantian shift pekerja, menggunakan APD lengkap, melakukan toolbox meeting, mengadakan safety induction dan safety talk, melakukan inspeksi alat, serta operator sebelum memulai pekerjaan, dan menerapkan SOP yang benar.

Kata kunci: *Kecelakaan kerja, Faul Tree Analysis, Manajemen Risiko,*

### Abstract

Toll roads are the main projects of Indonesia's development that have components such as girders, abutments, etc. According to BPJS data, from 2020 to 2022 there has been an increase in work accidents. So it is necessary to evaluate the application of Occupational Health and Safety (OHS) and risk factors. The method used is Fault Tree Analysis to obtain the root cause of the risk. The results of the Fault Tree Analysis (FTA) analysis found the dominant risk in Abutment work, dusty roads, punctured by concrete iron, and falls from a height. The dominant risk in girder installation is obtained from PCL girder rollover/fall, eye irritation, and trailer mired. The root cause of risk from abutment work and girder installation is caused by several factors, there are human factors, management factors, technical factors and environmental factors. Risk responses include always being careful at work, changing worker shifts, using full PPE, conducting toolbox meetings, holding safety induction and safety talks, inspecting equipment, and operators before work, and implementing the correct operating procedures.

Keywords: *OHS, Risk management, Fault Tree Analysis*

## 1. Latar Belakang

Jalan Tol menjadi salah satu mega proyek yang menjadi sasaran utama pembangunan Negara Indonesia yang bertujuan untuk mengurangi kepadatan lalu lintas dan mempermudah mobilisasi. Dilihat dari komponen yang ada pada pekerjaan Jalan Tol, proyek ini dipengaruhi oleh cuaca, jangka waktu yang terbatas, penggunaan tenaga kerja dan alat berat (Firdaus, 2023). Box culvert, girder, abutment, underpass, dan rigid pavement menjadi bagian dari pembangunan jalan Tol. Sehingga karakteristik yang ada pada pekerjaan tersebut menghasilkan risiko yang berbeda (Trisiana, Yafi and Ratnaningsih, 2019). Data BPJS Ketenagakerjaan menampilkan kecelakaan kerja yang terjadi pada rentan tahun 2020 – 2022 di Indonesia mengalami peningkatan, salah satu sumber kecelakaan tersebut berasal dari kegiatan konstruksi (Syaharani, 2023). Tren statistik kecelakaan kerja menunjukkan bahwa kecelakaan kerja di konstruksi meningkat. Frekuensi kecelakaan kerja di konstruksi berlawanan dengan tren kejadian kecelakaan kerja pada industry lainnya. Kecelakaan kerja yang terjadi di bidang konstruksi dapat menyebabkan kerusakan yang lebih besar dibandingkan dengan industry lainnya (Andriani, Wayuni and Kurniawan, 2022). Sehingga setiap proyek konstruksi perlu melakukan evaluasi penuh (Saliano, Akhyar and Subhan, 2022). Kesadaran K3 di proyek sangat penting agar terciptanya zero accident (Alfarezi, Soetjipto and Arifin, 2021).

Kegagalan penerapan K3 tidak cukup dengan hanya mengetahui faktor penyebab saja membutuhkan analisis yang mendalam untuk dapat menentukan kemungkinan kejadian kecelakaan (Soetjipto, J.W Martha, 2021). Metode metode yang ada untuk menganalisis risiko K3 antara lain hazard identification (Alfarezi, Soetjipto and Arifin, 2021), HIRA (Hazard Identification and Risk Assessment) (Ratnaningsih *et al.*, 2019), Task Demand assessment (Rohman and Rohman, 2022), FMEA, serta Fault Tree Analysis (Alfarezi, Soetjipto and Arifin, 2021). Fault Tree Analysis adalah metode yang digunakan untuk menganalisis akar penyebab dari suatu risiko itu terjadi (Irishwanda, Ratnaningsih and Putra, 2021). Metode ini dapat mengidentifikasi error secara deduktif, penyampaian informasi yang efektif, adanya ciri suatu sistem dan kemungkinan interaksinya, pendekatan terhadap adanya human error. Metode ini juga mampu dalam menganalisis faktor kegagalan yang paling mendasar dan mampu menentukan probabilitas kejadian dari setiap faktor tersebut.

Penelitian ini terletak pada proyek tol Solo – NYIA Kulon Progo yang berpotensi mengalami risiko K3 sehingga penelitian ini bertujuan untuk mencari risiko K3 yang terjadi pada pekerjaan abutment dan pemasangan girder. Dilanjutkan dengan mencari risiko dominan pada risiko pekerjaan Abutment dan girder tersebut. Mencari akar penyebab pada permasalahan risiko yang bertujuan untuk mendapatkan respon risiko agar menciptakan mitigasi yang baik dalam pencegahan risiko K3.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Fault Tree Analysis yaitu analisis pohon kesalahan sebagai metode analitis untuk mencari akar penyebab permasalahannya (Leimeister and Kolios, 2018). Pengambilan data dilakukan dengan dua acara yaitu pengambilan data sekunder yaitu metode pelaksanaan dan

shop drawing, lalu data primer yaitu data yang diambil oleh peneliti langsung (Fazlina *et al.*, 2024) dengan penyebaran kuisisioner risiko K3. Pemilihan Responden penelitian berdasarkan kualifikasi yang telah ditentukan. Responden penelitian terdiri dari 20 responden dengan rincian HSE, Surveyor, Operator alat, QC, dan Subkon Girder. Dilanjutkan dengan perhitungan uji validitas dan reliabilitas (Tugiman, Herman and Yudhana, 2022) dengan program bantu Excel atau SPSS. Uji validitas merupakan ketepatan serta kecermatan dalam melakukan pengukuran instrument (Januari, 2024). Range atau taraf signifikan dalam menentukan R hitung dan R tabel adalah sebesar 5%. Apabila R hitung lebih besar daripada R Tabel 5% maka data dapat dikatakan valid (Soetjipto, J.W Martha, 2021). Lalu penyebaran kuisisioner utama dan mencari nilai severity index dan peringkat risiko (Choiruddin and Dani, 2023)

Rumus Uji Validitas adalah sebagai berikut (Utami, Rasmanna and Khairunnisa, 2023):

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}} \quad (1)$$

Keterangan:

N : jumlah responden

X : skor total yang diperoleh dari item variabel x

Y : skor total yang diperoleh dari item variabel y

Sedangkan rumus dari reliabilitas (Slamet and Wahyuningsih, 2022) adalah:

$$rx = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma^2} \right) \quad (2)$$

Keterangan:

Rx : reliabilitas yang dicari,

N : jumlah item pertanyaan

$\sum \sigma_i^2$  : jumlah varians skor tiap item

$\sigma^2$  : varians total

Dilanjutkan dengan Rumus Severity Index dan juga Peringkat Risiko

$$SI = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i \cdot x_i}{4 \sum_{i=0}^4 x_i} 100\% \quad (3)$$

Keterangan

$a_i$  = Konstanta Penilaian

$x_i$  = Frekuensi penilaian

$i = 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots (n)$

$$R = P * I \quad (4)$$

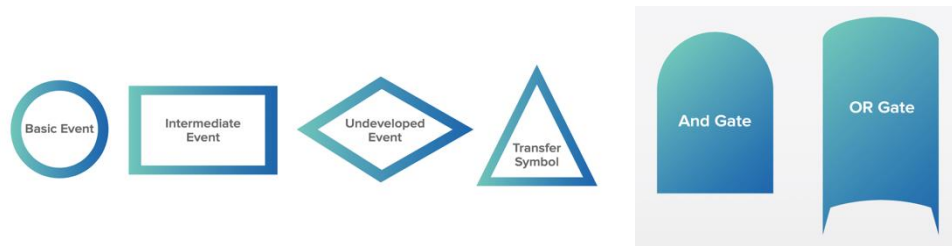
Keterangan

R = Nilai Tingkat Risiko

P = Probability (probabilitas)

I = Impact (dampak)

Setelah mencari peringkat risiko, dilakukan pengelompokan risiko High, Moderate, dan Low. Lalu Menyusun pohon akar penyebab risiko dan mencari minimal cutset dari akar penyebab risiko tersebut. Simbol FTA menurut (Alijoyo, Wijaya and Jacob, 2020) yaitu:



Gambar 1 Simbol pada Metode FTA

Istilah yang digunakan pada metode Fault Tree Analysis (FTA) yaitu (Fadhool Yudhagama, 2020):

- a. Lingkaran (basic event) – merupakan simbol penyebab risiko. Basic event ini juga merupakan symbol sumber atau akar penyebab risiko sehingga tidak perlu analisis lanjutan
- b. Persegi (intermediate event) – menunjukkan bahwa penyebab tersebut memerlukan analisis lanjutan. Simbol ini diikuti logic gates untuk menganalisis peristiwa selanjutnya.
- c. Segi 4 Wajik (undeveloped event) – simbol yang menunjukkan bahwa peristiwa tersebut tidak dapat dianalisis lebih lanjut
- d. Segitiga (transfer symbol) – simbol yang menunjukkan bahwa peristiwa tersebut memerlukan analisis lanjutan, diluar dari peristiwa risiko utama pada analisis yang sedang dikerjakan
- e. AND gate – kejadian risiko yang terjadi apabila seluruh inputnya terjadi
- f. OR gate – kejadian risiko yang terjadi pada salah satu inputnya terjadi atau lebih
- g. Voting OR gate – peristiwa yang terjadi jika jumlah peristiwa yang terjadi sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan (Alijoyo, Wijaya and Jacob, 2020).

Minimal cut set didapatkan dari hasil wawancara dan juga hasil analisis dari beberapa sumber. Hasil dari nilai minimal cutset didapatkan dari probabilitas kemungkinan yang terjadi pada pelaksanaan pekerjaan tersebut.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Uji validitas dan reliabilitas

Hasil Uji validitas dan reabilitas pada masing masing pekerjaan yakni Abutment dan Girder menunjukkan 33 variabel valid dari total 68 variabel dan 45 variabel valid dari total 71 variabel. Hasil Validitas dan Reabilitas pada pekerjaan *abutment* dan *girder* sebagai berikut:

Tabel 1 Reabilitas abutment dan girder

Reabilitas	
<i>Cronbach's Alpha</i>	N of items
0.93947	33
0.958561	45

#### 3.2. Analisis peringkat risiko

Dalam menganalisis peringkat risiko, dilakukan terlebih dahulu penyebaran kuisioner utama untuk mendapatkan angka probabilitas dan dampak oleh responden, sehingga nilai tersebut dapat dihitung seperti pada persamaan (1)

Tabel 2 Severity indeks probabilitas dan dampak

No	Kategori	Nilai Persentase SI	Nilai
1	(SS)	$87,5\% \leq x \leq 100\%$	5
2	(S)	$62,5\% \leq x \leq 87,5\%$	4
3	(C)	$37,5\% \leq x \leq 62,5\%$	3
4	(J)	$12,5\% \leq x \leq 37,5\%$	2
5	(SJ)	$0,00\% \leq x \leq 12,5\%$	1

Sumber: (Rezain *et al.*, 2023)

Penggabungan Nilai P dan I dilakukan setelah mendapatkan nilai severity index dan dilanjutkan dengan Menyusun peringkat High, Low, Moderate, persamaan dari tingkat risiko dapat dilihat pada persamaan (2). Didapatkan hasil 3 kategori risk, 19 kategori Moderate, dan 15 kategori Low pada pekerjaan Abutment. Pada pekerjaan Girder didapatkan data 3 kategori High, 38 kategori Moderate, serta 4 kategori Low.

Tabel 3 Peringkat risiko pekerjaan abutment

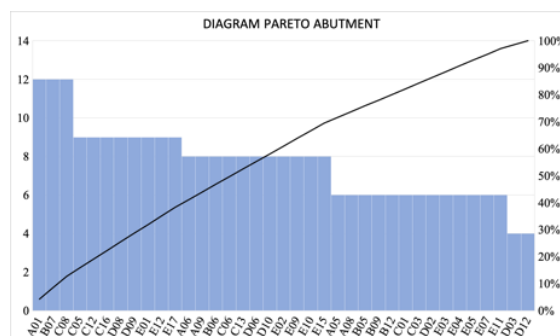
RISIKO	P	I	PxI	Keterangan
A01.Jalanan berdebu	4	3	12	HIGH
B07. Tergores besi beton	3	4	12	HIGH
C08. Terjatuh dari ketinggian	4	3	12	HIGH

Tabel 4 Peringkat risiko girder

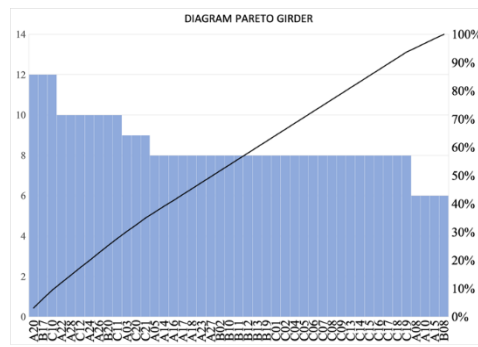
RISIKO	P	I	PxI	Keterangan
A20 PCL Girder terguling	3	4	12	HIGH
B17 Iritasi mata	4	3	12	HIGH
C10 Trailer terperosok/Amblas	3	4	12	HIGH

### 3.3. Diagram pareto

Diagram Pareto adalah diagram yang menunjukkan masalah berdasarkan banyaknya kejadian. Masalah yang paling banyak terjadi menjadi diagram batang yang paling tinggi (Saori *et al.*, 2021). Analisis dengan diagram ini bertujuan untuk mendapatkan kendala yang paling dominan. Prinsip pareto adalah 80% efek disebabkan oleh 20% penyebab. Sehingga dengan kata lain, penyebab kecil dapat berdampak besar (Harvey and Sotardi, 2018).



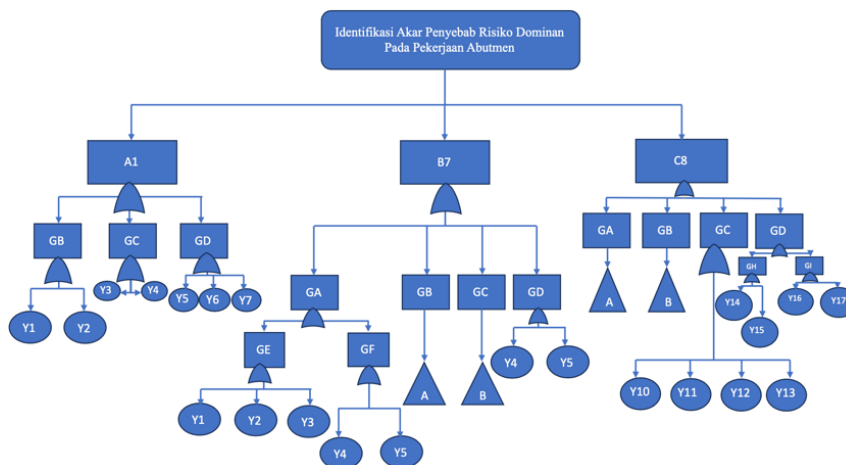
Gambar 2 Diagram pareto abutment



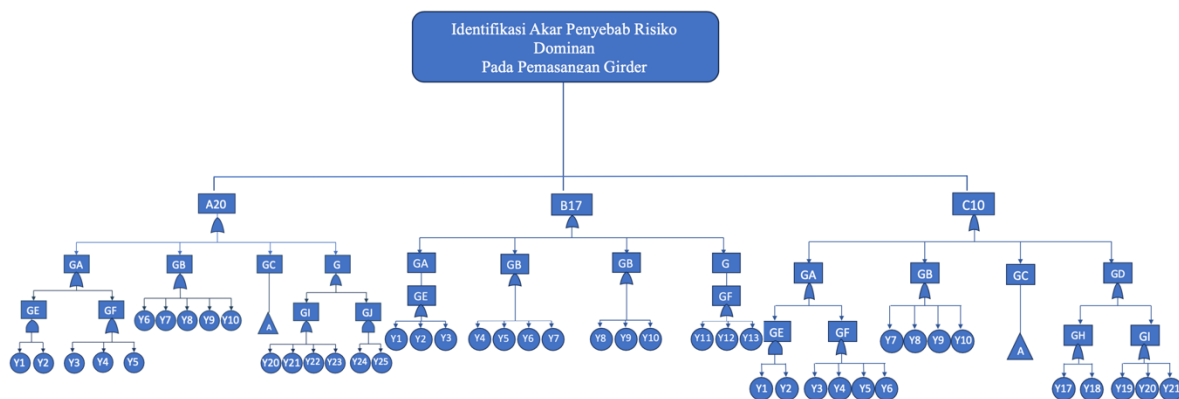
Gambar 3 Diagram pareto girder

### 3.4. Metode Fault Tree Analysis

Tiga variabel yang didapatkan dari hasil High Risk terhadap faktor dominan metode Severity Index dan diagram pareto akan digunakan dalam mengidentifikasi akar penyebab risiko tersebut menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA). Pada pekerjaan Abutment adapun variabel yang akan digunakan yaitu A1, B7, dan C8. Variabel yang digunakan pada Pemasangan Girder yaitu A20, B17, dan C10.



Gambar 4 Model grafis FTA pekerjaan abutment



Gambar 5 Model grafis FTA pemasangan girder

### 3.4.1 Analisis Metode FTA Pekerjaan Abutment Variabel A1

Pada pemodelan grafis FTA gambar 4 diatas terdapat intermediate event yang diberi notasi GA (faktor manusia), GB (faktor manajemen), GC (faktor teknis), GD (faktor cuaca). Dalam intermediate event terdapat basic event yang merupakan akar dari permasalahan tersebut. Berikut adalah akar dari potensi risiko K3 yaitu 0,6947 dari variabel A1

Tabel 5 Minimal cutset pekerjaan abutment variabel A1

No	Event	Kejadian
1	GB	Faktor Manajemen
2	Y1	Tidak ada kesesuaian dengan metode pelaksanaan
3	Y2	Tidak terpasang safety line
4	GC	Faktor Teknis
5	Y3	Tidak digunakannya penutup pada pengangkutan tanah
6	Y4	Daya angkut melebihi kapasitas(sehingga material bertaburan)
7	GD	Faktor Lingkungan (Cuaca)
8	Y5	Perubahan kecepatan angin
9	Y6	Terik matahari yang sangat panas
10	Y7	Perubahan cuaca secara mendadak

### 3.4.2 Analisis Metode FTA Pekerjaan Abutment Variabel B7

Pada pemodelan grafis FTA diatas terdapat intermediate event yang diberi notasi GA (faktor manusia), GB (faktor manajemen), GC (faktor teknis), GD (faktor cuaca). Berikut adalah minimal cut set sebesar 0,5070 variabel B7

Tabel 6 Minimal cutset pekerjaan abutment variabel B7

No	Event	Kejadian
2	GE	Kedisiplinan
3	Y1	Bercanda
4	Y2	Kelelahan
5	Y3	Tidak Fokus
6	GF	Keterampilan
7	Y4	Tidak Kompeten Dalam Bekerja
8	Y5	Tidak Menggunakan APD
9	GB	Manajemen
10	Y6	Kurangnya Penyuluhan Pemakaian APD Yang Benar
11	Y7	Kurangnya Pengawasan
12	Y8	Kurangnya Komunikasi
13	Y9	Kurang Informatif Mengenai Prosedur Pelaksanaan Kerja
14	GC	Faktor Teknis
15	GG	Alat
16	Y10	Alat Sudah Tidak Layak Pakai
17	Y11	Besi Beton Yang Kurang Baik
18	GH	Kelengkapan K3
19	Y12	Ketersediaan APD Tidak Layak Pakai
20	Y13	Kurangnya Pemasangan Rambu Rambu K3

21	GD	Faktor Lingkungan
22	Y14	Area Kerja Terbatas
23	Y5	Area Kerja Tidak Kondusif

### 3.4.3 Analisis Metode FTA Pekerjaan Abutment Variabel C8

Pada pemodelan grafis FTA diatas terdapat intermediate event yang diberi notasi GA (faktor manusia), GB (faktor manajemen), GC (faktor teknis), GD (faktor cuaca). Berikut adalah minimal cut set sebesar 0,3693 variabel C8

Tabel 7 Minimal cutset pekerjaan abutment variabel C8

No	Event	Kejadian
1	GA	Faktor Manusia
2	GE	Kedisiplinan
3	Y1	Bercanda
4	Y2	Kelelahan
5	GF	Keterampilan
6	Y3	Tidak Memiliki Standart keterampilan kerja
7	Y4	Tidak Mengindahkan pemakaian APD
8	GB	Manajemen
9	Y5	Kurangnya Penyuluhan Pemakaian APD Yang Benar
10	Y6	Kurangnya Pengawasan
11	Y7	Kurangnya Inspeksi
12	Y8	Adanya ketidaksesuaian dengan metode pelaksanaan
13	Y9	Tidak terpasangnya safetyline
14	GC	Faktor Teknis
15	Y10	Tidak Ada Rambu Keselamatan
16	Y11	Tidak Adanya Pagar Pengaman
17	Y12	APD tidak sesuai dengan standart
18	Y13	Kurangnya Pemahaman terhadap Metode pelaksanaan
19	GD	Faktor Lingkungan
20	GH	Area
21	Y14	Area Kerja terlalu sempit
22	Y15	Area Kerja Tidak Kondusif
23	GI	Cuaca
24	Y16	Terik Matahari yang panas
25	Y17	Kecepatan angin berubah ubah
26	Y18	Berada pada elevasi tinggi

### 3.4.4 Analisis Metode FTA Pemasangan Girder Variabel A20

Minimal cutset yang diperoleh grafis FTA pemasangan girder variabel A20 adalah sebesar 0,494

Tabel 8 Minimal cutset pekerjaan abutment variabel A20

No	Event	Kejadian
1	GA	Faktor Manusia
2	GE	Fisik:



No	Event	Kejadian
3	Y1	Terburu buru
4	Y2	Kurang konsentrasi
5	GF	Keterampilan :
6	Y1	Tidak memiliki sertifikat keterampilan
7	Y2	Misskomunikasi antar pekerja
8	Y3	Tidak mengindahkan aturan/SOP yang ada
9	GB	Faktor Manajemen
10	Y6	Kurangnya pengawasan dari pihak K3
11	Y7	Kurangnya penyuluhan terhadap metode pelaksanaan
12	Y8	Kurangnya rambu peringatan
13	Y9	tidak meratanya pemasangan safety line
14	Y10	Kurangnya pelaksanaan toolboxmeeting
15	GC	Faktor Teknis
16	GG	Bahan:
17	Y11	Girder yang tidak layak
18	Y12	Kurangnya uji mutu terhadap bahan
Y19	Y13	Pemasangan/pengangkutan yang salah/tidak sesuai
Y20	Y14	Mutu girder yang kurang baik
Y21	GH	Alat
Y22	Y15	Terjadi error pada alat berat
Y23	Y16	Kapasitas Trailer tidak sesuai
Y24	Y17	Kapasitas Crane tidak sesuai
Y25	Y18	Sling crane putus
Y26	Y19	Kurangnya pengecekan alat sebelum pengoprasian
Y27	GD	Faktor Lingkungan
Y28	GI	Area
Y29	Y20	Area yang sempit
Y21	Y21	Tanah yang basah
Y22	Y22	Permukaan tanah tidak merata

### 3.4.5 Analisis Metode FTA Pemasangan Girder Variabel B17

Minimal cutset yang diperoleh grafis FTA pemasangan girder variabel B17 adalah sebesar 0,7097

Tabel 9 Minimal cutset pekerjaan abutment variabel B17

No	Event	Kejadian
1	GA	Faktor Manusia
2	GE	Keterampilan:
3	Y1	Salah dalam melakukan metode kerja
4	Y2	Tidak mengindahkan aturan/SOP yang ada
5	Y3	Tidak menggunakan APD
6	GB	Faktor Manajemen
7	Y4	Kurangnya penyuluhan terhadap metode pelaksanaan
8	Y5	Kurangnya rambu peringatan
9	Y6	Kurangnya sosialisasi terhadap penggunaan APD

No	Event	Kejadian
10	Y7	Kurangnya penyediaan APD
11	GB	Faktor Teknis
12	Y8	Rusaknya alat yang dipakai
13	Y9	APD tidak layak pakai
14	Y10	APD tidak sesuai standar
15	GD	Faktor Lingkungan
16	GF	Cuaca
17	Y11	Berdebu
18	Y12	Kecepatan angin berubah
19	Y13	perubahan cuaca

### 3.4.6 Analisis Metode FTA Pemasangan Girder Variabel C10

Minimal cutset yang diperoleh grafis FTA pemasangan girder variabel B17 adalah sebesar 0,5716

Tabel 10 Minimal cutset pekerjaan abutment variabel C10

No	Event	Kejadian
1	GA	Faktor Manusia
2	GE	Fisik:
3	Y1	Kurang konsentrasi
4	Y2	Kelelahan
5	GF	Keterampilan :
6	Y3	Tidak memiliki sertifikat keterampilan
7	Y4	Tidak mengindahkan aturan/SOP yang ada
8	Y5	Misskomunikasi antar pekerja
9	Y6	Operator tidak mengindahkan arahan
10	GB	Faktor Manajemen
11	Y7	Kurangnya penyuluhan terhadap metode pelaksanaan
12	Y8	Kurangnya pengecekan alat sebelum pengoperasian
13	Y9	Kurangnya penyuluhan K3
14	Y10	kurang terlaksananya toolboxmeeting
15	GC	Faktor Teknis
16	GG	Alat dan K3
17	Y11	Alat tidak layak pakai
18	Y12	Terjadi error pada alat berat
19	Y13	Kurangnya trial sebelum pekerjaan
20	Y14	Kurangnya rambu-rambu peringatan K3
21	Y15	Kurangnya pengecekan alat sebelum pengoprasian
22	Y16	tidak terpasangnya safetyline
23	GD	Faktor Cuaca
24	GH	Cuaca
25	Y17	Berdebu
26	Y18	cuaca yang berubah ubah
27	GI	Area
28	Y19	Topografi yang tidak merata

No	Event	Kejadian
29	Y20	Tanah amblas
30	Y21	Tanah basah

### 3.5. Respon risiko

Respon risiko yang dapat dilakukan berdasarkan risiko yang didapat dari hasil wawancara dan analisis dari sumber penelitian sebelumnya (Gita, 2015), (Rohman and Rohman, 2022), (Firdaus, 2023) adalah sebagai berikut

#### 3.5.1 Variabel A1 Pekerjaan Abutment Jalanan Berdebu

Respon risiko yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko dari pekerjaan Abutment yang didapat dari hasil wawancara dan analisis yaitu menyediakan penutup atau terpal pada alat angkut (*dump truck*) yang untuk mengurangi sebaran tanah, melakukan penyiraman dan pembersihan secara berkala pada jalan, memberi rambu “Hati-Hati jalanan Licin”, menggunakan APD lengkap seperti kacamata, helm, sepatu, serta sarung tangan.

#### 3.5.2 Variabel B7 Pekerjaan Abutment Tergores/tertusuk Besi Beton

Hal yang dapat dilakukan untuk respon risiko pada variabel B7 Pekerjaan Abutment adalah berkonsentrasi dalam bekerja, dilakukannya shift pekerja untuk mengantisipasi *human error*, melakukan *safety induction*, melakukan pengecekan pada alat sebelum digunakan untuk mengurangi *error*, mengganti alat yang rusak, menggunakan APD lengkap.

#### 3.5.3 Variabel C8 Pekerjaan Abutment Terjatuh dari Ketinggian

Respon risiko yang dapat dilakukan adalah mengadakan shift pekerja agar pekerja tidak kelelahan, berkonsentrasi dalam bekerja, memasang railing pada tangga, melakukan *safety induction*, selalu melaksanakan *toolbox meeting* sebelum memulai pekerjaan, memasang rambu rambu yang jelas “Hati Hati Terjatuh dari Ketinggian”, menggunakan APD lengkap seperti Bodyharmest yang telah dikaitkan pada lifeline tersedia, selalu memperhatikan cuaca (hujan deras disertai angin kencang).

#### 3.5.4 Variabel A20 Pemasangan Girder PCL girder Terguling atau terjatuh

Dalam mengurangi risiko pada Pemasangan Girder dapat dilakukan respon risiko seperti melakukan inspeksi terhadap operator crane dalam mengoperasikan crane, penerapan K3L pada vendor transport, memastikan alat yang digunakan bersertifikat untuk mengurangi *error*, melakukan *toolbox meeting*, memasang rambu rambu K3, melakukan pengecekan beban sehingga pengangkutan tidak melebihi kapasitas pada crane, memastikan landasan crane rata terpasang plat besi dan kondisi tanah baik sebelum melakukan pengangkutan.

#### 3.5.5 Variabel B17 Pemasangan Girder Iritasi Mata

Respon risiko yang dapat dilakukan adalah berjati hati dalam bekerja, bekerja sesuai SOP yang berlaku, menggunakan APD lengkap seperti helm, kacamata, sepatu, serta sarung tangan.

### 3.5.6 Variabel C10 Pemasangan Girder Trailer Terperosok/Amblas

Beberapa respon risiko yang didapat melalui wawancara dan analisis untuk mengurangi risiko pada pemasangan girder yaitu memastikan pekerja dalam keadaan sehat, melakukan inspeksi pada operator alat dalam kemampuan mengoperasikan, memastikan kepemilikan sertifikat pengoperasian alat dan SIM, pengecekan kelakayakan kendaraan, melakukan toolboxmeeting dan pengecekan boogie, memastikan pengangkut tidak melebihi truk boogie, memastikan landasan manuver rata dan keadaan tanah baik, tanah tidak dalam keadaan amblas, tidak melakukan selama hujan dan setelah hujan, melakukan safety lifting plan.

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari identifikasi risiko didapatkan risiko yang memiliki potensi tertinggi pada pekerjaan Abutment adalah Variabel Jalanan Berdebu, Tertusuk/tergores besi beton, dan Terjatuh dari Ketinggian serta pada pemasangan Girder risiko yang memiliki potensi tertinggi adalah PCL Girder Terguling, Iritasi Mata serta Trailer terperosok/amblas. Faktor faktor yang mempengaruhi disebabkan oleh faktor manusia, faktor teknis, faktor manajemen serta faktor lingkungan. Sehingga dalam pencegahannya diantaranya adalah penggunaan alat pelindung diri (APD), Pemeriksaan alat sebelum digunakan, tidak melakukan kegiatan saat cuaca buruk, serta waktu bekerja yang efektif agar mengurangi sesuatu yang tidak diinginkan.

### 4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, diharapkan dapat mengembangkan analisis risiko K3 pada keseluruhan pekerjaan konstruksi dan memperluas sudut pandang responden seperti sudut pandang owner, pengguna jalan, agar menghasilkan variabel yang bervariasi dan lengkap.

## Daftar Kepustakaan

- Alfarezi, I. A., Soetjipto, J. W. and Arifin, S. (2021) 'Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Masa Pandemi Covid-19 Dengan Metode Bowtie Analysis', *Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), pp. 96–105. doi: 10.24815/jts.v10i2.21923.
- Alijoyo, A., Wijaya, Q. B. and Jacob, I. (2020) 'Failure Mode Effect Analysis Analisis Modus Kegagalan dan Dampak Risk Evaluation Risk Analysis: Consequences Probability Level of Risk', *Crms*, p. 19. Available at: [www.lspmks.co.id](http://www.lspmks.co.id).
- Andriani, N. D., Wayuni, I. and Kurniawan, B. (2022) 'Analisis Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja Konstruksi Pada Proyek Highrise Building dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA)', *Pro Health Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 4(2), pp. 235–241.

- Choiruddin, H. and Dani, H. (2023) ‘Manajemen Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode FMEA Pada Proyek Pembangunan Gedung At-Taawun Universitas Muhammadiyah Surabaya’, *Teknik Sipil*, pp. 86–92.
- Fadhool Yudhagama (2020) ‘Analisis Keterlambatan Proyek Pada Pembangunan Gedung Perpustakaan Uin Sunan Ampel Surabaya’, *Jurnal Teknik Sipil*, p. 67. Available at: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/28251>.
- Fazlina, R. *et al.* (2024) ‘Optimalisasi Sistem Pemeliharaan Pada Gedung Sekolah Berbasis Pengguna Gedung (Studi Kasus SMA Negeri 2 Meulaboh) Menara: Jurnal Teknik Sipil , Vol 19 No 1 ( 2024 )’, 19(1), pp. 83–88.
- Firdaus, A. A. (2023) ‘Analisis Usaha Pencegahan Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Jsa (Job Safetyanalysis) Pada Pekerjaan Abutmen Jembatan Tol Solo – Yogyakarta ( Studi Kasus : Proyek Jalan Tol Solo – Yogyakarta )’.
- Gita, M. A. (2015) ‘Proyek Marvell City Linden Tower Surabaya Dengan Metode Fmea ( Failure Mode and Analysis ) Dan Fta ( Fault Tree Analysis ) Proyek Marvell City Linden Tower Surabaya Dengan Metode Fmea ( Failure Mode and Analysis ) Dan Fta ( Fault Tree Analysis )’.
- Harvey, H. B. and Sotardi, S. T. (2018) ‘The Pareto Principle’, *Journal of the American College of Radiology*, 15(6), p. 931. doi: 10.1016/j.jacr.2018.02.026.
- Irishwanda, S., Ratnaningsih, A. and Putra, P. P. (2021) ‘Analisis Risiko Teknis Pelaksanaan Pekerjaan Penggantian Elastomer Bearing Pad Pada Jembatan Suramadu Menggunakan Fault Tree Analysis Method’, *Jurnal ‘MITSU’ Media Informasi Teknik Sipil*, 9(1), pp. 1–8.
- Januari, N. (2024) ‘Analisis Kepuasan Pelayanan PT . SAK Dengan Metode Uji Validitas dan Reliabilitas Rizky Fatmawati Pudjo Wita’, 2(1).
- Leimeister, M. and Kolios, A. (2018) ‘A review of reliability-based methods for risk analysis and their application in the offshore wind industry’, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91(April), pp. 1065–1076. doi: 10.1016/j.rser.2018.04.004.
- Ratnaningsih, A. *et al.* (2019) ‘Risk assessment on occupational accident of apartment building structural work with Failure Mode and Effect Analysis ( FMEA ) method’, 2016.
- Rezain, S. *et al.* (2023) *Pelaksanaan Pondasi Bore Pile Menggunakan Metode Fault Tree Analysis*.
- Rohman, M. A. and Rohman, M. A. (2022) ‘Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan Erection Girder PCI Jembatan Tuntang, Proyek Tol Semarang-Demak Seksi 2 Menggunakan Metode Task Demand Assessment (TDA)’, *Jurnal Teknik ITS*, 11(3). doi: 10.12962/j23373539.v11i3.95317.
- Salianto, S., Akhyar, M. and Subhan, M. (2022) ‘Evaluasi penerapan keselamatan dan kesehatan kerja ( K3 ) berdasarkan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja ( SMK3 ) : studi literature’, *Nautical : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(5), pp. 396–399.
- Saori, S. *et al.* (2021) ‘Analisis Pengendalian Mutu pada Industri Lilin (Studi Kasus pada PD Ikram Nusa Persada Kota Sukabumi)’, *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(10), pp. 2133–2138.
- Slamet, R. and Wahyuningsih, S. (2022) ‘Validitas Dan Reliabilitas Terhadap Instrumen Kepuasan Ker’, *Aliansi : Jurnal Manajemen dan Bisnis*, 17(2),

- pp. 51–58. doi: 10.46975/aliansi.v17i2.428.
- Soetjipto, J.W Martha, A. A. S. (2021) ‘Investigating Construction Project Delay Using Fault Tree Analysis Based on Its Dominant Risk on Private Project.’, *Lecture Notes in Civil Engineering*, 225, pp. 873–889.
- Syahrani, M. (2023) *Jumlah Kecelakaan Kerja Indonesia dalam 8 Tahun Terakhir, goodstats*.
- Trisiana, A., Yafi, D. S. A. and Ratnaningsih, A. (2019) ‘Assessment Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Menurut Variabel OHSAS Dengan Menggunakan Metode HIRA, HAZID dan HAZOP (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Ciputra World Phase 3, Surabaya)’, *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 3(1), pp. 28–37.
- Tugiman, T., Herman, H. and Yudhana, A. (2022) ‘Uji Validitas Dan Reliabilitas Kuesioner Model Utaut Untuk Evaluasi Sistem Pendaftaran Online Rumah Sakit’, *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, 9(2), pp. 1621–1630. doi: 10.35957/jatisi.v9i2.2227.
- Utami, Y., Rasmanna, P. M. and Khairunnisa (2023) ‘Uji Validitas dan Uji Reliabilitas Instrument Penilaian Kinerja Dosen’, *Jurnal Sains dan Teknologi*, 4(2), pp. 21–24.