



## Analisis Efektivitas Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Konstruksi Dengan Metode *Fine* Dan *Fault Tree Analysis* Pada Pembangunan *Christian Center* Tahap II

Eris Rosita<sup>#a</sup>, Deane R. O. Walangitan<sup>#b</sup>, Grace Y. Malingkas<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia  
<sup>a</sup>erisrosita70@gmail.com, <sup>b</sup>ronnywalangitan16@gmail.com, <sup>c</sup>gracemalingkas@unsrat.ac.id

### Abstrak

Proyek konstruksi adalah kegiatan yang berisiko tinggi, terutama dalam hal kecelakaan kerja. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengendalian risiko yang efektif selama pelaksanaan proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat risiko yang ada pada proyek serta pengendalian risiko kecelakaan kerja yang dapat dilakukan untuk meminimalisir risiko tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data primer berupa penyebaran kuesioner, observasi lapangan dan data sekunder berupa data umum proyek. SPSS 25 digunakan untuk uji validitas data primer. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode *Fine* untuk mengidentifikasi tingkat risiko dan mengembangkan model *Fault Tree* yang dapat digunakan untuk mengevaluasi efektivitas pengendalian risiko. Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan gedung *Christian Center* Manado Tahap II. Penelitian ini berfokus pada pekerjaan bekisting, pekerjaan pembesian, dan pekerjaan pengecoran. Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat risiko kecelakaan kerja pada proyek konstruksi gedung *Christian Center* Manado Tahap II berada pada tingkat risiko < 20 atau *acceptable*. Untuk mengurangi risiko bahaya, kontraktor dapat melakukan tindakan-tindakan khusus seperti memberikan penyuluhan sesering mungkin agar berhati-hati dalam bekerja serta memprioritaskan keselamatan dan kesehatan kerja, mengadakan *safety talk* sebelum memulai pekerjaan, memastikan pekerja menggunakan alat pelindung diri yang sesuai pada setiap pekerjaan, memasang tanda-tanda K3 di area kerja, memantau situasi di lapangan melalui petugas K3.

*Kata kunci: analisis risiko, SMK3, fault tree analysis*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

*International Labour Organization* (ILO) pada tahun 2015, memperkirakan bahwa ada sekitar 60.000 kecelakaan kerja mematikan secara global setiap tahunnya, dengan sektor konstruksi memberikan sekitar 1 dari 6 kecelakaan fatal yang dilaporkan. Di Amerika, *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) juga menunjukkan bahwa pada tahun 2014 terdapat 874 orang mengalami kematian dalam bidang konstruksi, di mana 349 di antaranya disebabkan oleh jatuh dari ketinggian, 74 karena listrik, 73 karena kejatuhan benda, dan 12 karena kecelakaan lain (*United States Department of Labor, 2014*).

Di Indonesia sendiri, jumlah kecelakaan kerja di sektor konstruksi sangat tinggi. Menurut Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan, pada tahun 2021 terdapat 234.270 kasus kecelakaan kerja, naik 5,65% dari tahun sebelumnya yang mencatat 221.740 kasus. Jumlah kasus kecelakaan kerja di Indonesia terus meningkat dalam lima tahun terakhir, dari 123.040 kasus pada tahun 2017, naik 40,94% menjadi 173.415 kasus pada tahun 2018, dan pada tahun 2019 tercatat 114.000 kasus. Pada tahun 2020, BPJS Ketenagakerjaan mencatat 177.000 kasus kecelakaan kerja antara Januari hingga Oktober. ( Data Indonesia, 2022 )

Dalam pembangunan Gedung *Christian Center* Manado yang merupakan bangunan multifungsi bagi umat kristiani yang terletak di jalan Ring Road 1, proyek tersebut telah dimulai pada awal tahun 2021 dan diharapkan akan selesai pada awal tahun 2023. Sama halnya dengan proyek pembangunan Gedung *Christian Center* Manado tahap II sebagai proyek dalam bidang konstruksi, risiko kecelakaan kerja sangat berpotensi terjadi selama pelaksanaan pembangunan proyek tersebut sehingga implementasi Sistem Manajemen Kesehatan dan keselamatan kerja (SMK3) sangatlah krusial dalam setiap tahap proyek demi meminimalisir kecelakaan kerja yang bisa saja terjadi. Melihat hal tersebut, sangat diperlukan sistem pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang efektif untuk memastikan tempat kerja yang aman, efisien dan produktif, serta mendukung kelancaran aktivitas pada proyek pembangunan Gedung *Christian Center* Manado Tahap II.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, Sehingga dapat dirumuskan masalah pokok yang akan dibahas dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Risiko kecelakaan kerja apa saja yang dominan dari hasil metode *Fine* yang dapat terjadi di proyek pembangunan Gedung *Christian Center* Manado Tahap II ?
- b. Apa saja tindakan spesifik yang dapat di implementasikan pihak kontraktor dari hasil Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk meminimalisir potensi risiko kecelakaan kerja pada pekerja di proyek pembangunan Gedung *Christian Center* Manado Tahap II ?

### 1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis mebatasi masalah dengan beberapa hal yaitu :

- a. Metode pengumpulan data dengan cara penyebaran kuisioner.
- b. Hanya berfokus pada pekerjaan bekisting, pembesian dan pengecoran.
- c. Metode pengolahan data menggunakan pemrograman komputer SPSS 25
- d. Data yang diteliti diambil secara langsung di lapangan.
- e. Analisis data berdasarkan jawaban responden di kuesioner, hasil survei lapangan, serta diskusi dengan petugas K3.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai penulis dalam penelitian ini yaitu :

- a. Mengetahui nilai risiko kecelakaan kerja yang paling dominan berdasarkan hasil analisis dari metode *Fine* yang dapat terjadi di proyek pembangunan Gedung *Christian Center* Manado Tahap II.
- b. Mengetahui tindakan spesifik yang dapat di implementasikan pihak kontraktor dari hasil Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk meminimalisir potensi risiko kecelakaan kerja pada pekerja di proyek pembangunan Gedung *Christian Center* Manado Tahap II.

### 1.5 Manfaat Penelitian

- a. Memberikan sumbangan pemikiran kepada pihak kontraktor dalam meminimalisir kecelakaan kerja
- b. Membantu mencegah risiko kecelakaan kerja yang bisa saja terjadi di masa yang akan datang
- c. Dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi bagi pihak – pihak yang bergerak pada bidang jasa konstruksi dan yang meneliti terkait manajemen risiko
- d. Untuk meningkatkan wawasan serta mendapatkan pengalaman yang baik untuk masa depan khususnya di program studi teknik sipil dibidang Manajemen konstruksi

## 2. Metode Penelitian

Penelitian di lakukan pada proyek pembangunan gedung *Christian Center* Manado Tahap II yang beralamat di jalan Ring Road 1, Manado, Sulawesi Utara. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan cara pengumpulan data primer berupa penyebaran kuisioner dimana

responden yang terlibat dalam pengisian kuisisioner yaitu kontraktor, pengawas konsultan, mandor, tukang, dan pekerja. Data primer lainnya dikumpulkan melalui survey lapangan. Data sekunder berupa data umum proyek. Adapun bagan alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir

### 3. Analisis Risiko dengan Metode *Fine* dan *Fault Tree Analysis*

#### 3.1. Metode *Fine*

Metode *Fine* digunakan dalam perhitungan skor risiko kecelakaan kerja dengan mencari tiga parameter yaitu, E (*Exposure*), C (*Consequences*), dan P (*Probability*) (*Fine*, 1973). Skor ditentukan dengan rumus *Fine* seperti pada persamaan berikut :

$$RS = E \times C \times P$$

*Fine* memberikan penjelasan lebih rinci akan konsep *exposure*, *consequence* dan *probability*. Menurut *Fine* (1973), *exposure* (paparan) adalah frekuensi pemaparan terhadap bahaya atau sumber risiko. Adapun *consequence* adalah akibat yang mungkin ditimbulkan dari suatu kejadian atau peristiwa. Adapun *probability* adalah kemungkinan terjadinya bahaya yang menyertai suatu kejadian atau peristiwa. Kriteria, nilai faktor dan *exposure*, *consequence*, serta *probability* seperti Tabel 1.

**Tabel 1.** Kriteria dan Nilai *Exposure* (Fine, 1973)

No	Tingkatan	Deskripsi	Rating
1	<i>Very Rare</i>	Tidak diketahui kapan terjadinya	0,5
2	<i>Rare</i>	Diketahui kapan terjadinya	1
3	<i>Infrequent</i>	Satu kali dalam sebulan sampai satu kali dalam setahun	2
4	<i>Occasionally</i>	Satu kali seminggu sampai satu kali sebulan	3
5	<i>Frequently</i>	Terjadi kira-kira satu kali	6
6	<i>Continuously</i>	Sering terjadi dalam satu hari	10

**Tabel 2.** Kriterion dan Nilai *Consequence* (Fine, 1973)

No	Tingkatan	Deskripsi	Rating
1	<i>Noticeable</i>	Terjadi cedera atau penyakit ringan, memar bagian tubuh, kerusakan ringan atau terhentinya proses kerja sementara waktu	1
2	<i>Important</i>	Membutuhkan penanganan medis, terjadi emisi buangan di lokasi tapi tidak menyebabkan kerusakan	5
3	<i>Serious</i>	Terjadi dampak yang serius tapi bukan cedera dan penyakit parah yang permanen, sedikit berdampak buruk pada lingkungan	15
4	<i>Very Serious</i>	Terjadi cacat permanen / penyakit parah, kerusakan lingkungan yang tidak permanen	25
5	<i>Disaster</i>	Kematian, kerusakan permanen yang bersifat local pada lingkungan	50
6	<i>Catastrophe</i>	Kerusakan fatal pada fasilitas, aktivitas dihentikan, terjadi kerusakan lingkungan yang parah	100

**Tabel 3.** Kriterion dan Nilai *Probability* (Fine, 1973)

No	Tingkatan	Deskripsi	Rating
1	<i>Practically impossible</i>	Sangat tidak mungkin terjadi	0,1
2	<i>Remotely possible</i>	Suatu kejadian yang sangat kecil kemungkinan terjadinya	1
3	<i>conceivable</i>	Ridak pernah terjadi kecelakaan dalam tahun-tahun pemaparan tetapi mungkin terjadi	0,5
4	<i>Unusual but possible</i>	Tidak bisa namun memiliki kemungkinan terjadi kali dalam sehari	3
5	<i>Likely</i>	Kemungkinan terjadi kecelakaan 50%	6
6	<i>Almost certain</i>	Kejadian paling sering terjadi	10

Nilai risiko dapat dihitung dengan perkalian nilai *exposure*, *consequence* dan *probability*. Setelah nilai risiko diperoleh dari setiap risiko maka dapat ditentukan dalam bentuk skor seperti pada Tabel 4.






**Tabel 4.** Skor Risiko (Fine, 1973)

No	Tingkat Risiko	Comment	Action
1	<20	<i>Acceptable</i>	Intensitas kegiatan yang menimbulkan risiko dikurangi seminimal mungkin
2	20 - 70	<i>Priority 3</i>	Perlu diawasi dan diperhatikan secara berkesinambungan
3	70 - 180	<i>Substansial</i>	Mengharuskan ada perbaikan secara teknis
4	180 - 350	<i>Priority 1</i>	Perlu dilakukan penanganan secepatnya
5	>350	<i>Very high</i>	Penghentian aktivitas, risiko dikurangi hingga mencapai batas yang dapat diterima

### 3.2 Metode Fault Tree Analysis




Metode FTA memiliki 2 (dua) tipe notasi dasar : peristiwa (*events*) dan gerbang logika (*logic gates*). Notasi peristiwa terdiri dari 5 simbol seperti pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Simbol *Fault Tree Analysis* untuk Notasi Peristiwa (Antonius Alijoyo et al, 2021)

Simbol	Peristiwa	Keterangan
	<i>Top event</i>	Kejadian pada puncak yang akan diteliti lebih lanjut ke arah kejadian dasar dengan menggunakan gerbang logikan untuk menentukan penyebab kegagalan
	<i>Intermediate event</i>	Peristiwa yang masih memerlukan analisis lanjutan, biasanya di ikuti gerbang logika untuk menggambarkan peristiwa selanjutnya.
	<i>Basic event</i>	Mempresentasikan penyebab dasar dari suatu peristiwa risiko yang tidak perlu lagi analisis lajutan.
	<i>Undeveloped event</i>	Peristiwa yang tidak dapat dianalisis lebih lanjut karena ketidakcukupan data atau informasi
	<i>Transferred event</i>	Peristiwa yang masih memerlukan analisis lanjutan, di luar dari peristiwa risiko utama pada analisis yang sedang dikerjakan

Notasi gerbang logika terdiri dari 3 simbol seperti pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Simbol *Fault Tree Analysis* untuk Notasi Gerbang Logika (Antonius Alijoyo et al, 2021)

Simbol	Gerbang Logika	Keterangan
	<i>And Gate</i>	Sebuah peristiwa risiko dapat terjadi apabila seluruh input peristiwa di bawahnya terjadi
	<i>Or Gate</i>	Sebuah peristiwa risiko dapat terjadi apabila salah satu atau lebih dari input peristiwa di bawahnya terjadi.
	<i>Voting Or Gate</i>	Sebuah peristiwa dapat terjadi jika jumlah peristiwa yang terjadi sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Kuesioner tahap awal

Menurut Arikunto (2019) jika jumlah populasinya kurang dari 100 orang, maka sebaiknya sampel diambil secara keseluruhan (gunakan populasi). Dalam penelitian ini, jumlah populasi yang ada yaitu di bawah 100 orang. Jumlah semua orang yang terlibat dalam proyek pembangunan Gedung *Christian Center* Manado pada saat penelitian sebanyak 56 orang sehingga sampel di ambil secara keseluruhan dari populasi tersebut.

Dalam pengisian kuesioner, pihak yang bekerja baik itu pengawas konsultan, kontraktor, mandor, tukang maupun pekerja dalam proyek pembangunan *Christian Center* Manado diminta untuk berpartisipasi dalam mengisi kuesioner penelitian.

Tabel 7 menunjukkan identifikasi risiko kecelakaan kerja yang bisa terjadi di proyek pembangunan gedung *Christian Center* Manado Tahap II, dan tabel 8 menunjukkan identifikasi penyebab-penyebab kecelakaan kerja. Selanjutnya akan dijadikan kuesioner untuk disebarkan kepada responden.

**Tabel 7.** Identifikasi Risiko Kecelakaan Kerja

Simbol	Risiko kecelakaan Kerja	Sumber
<b>A.</b>	<b>Pekerjaan Bekisting</b>	
a.1	Tertimpa steger saat penyusunan	Darnoto, 2016
a.2	Terjatuh dari ketinggian lebih dari 2 meter	Persada, 2015
a.3	Tersandung material bongkaran	Nopita, 2020
a.4	Kepala terbentur benda keras	Aprilia, 2018

Simbol	Risiko kecelakaan Kerja	Sumber
a.5	Tergetok palu saat penyusunan	Yolanda, 2014
a.6	Terbentur bekisting	Nopita, 2020
a.7	Tertimpa alat bongkar	Zulfa, 2017
a.8	Tertimpa material bekisting	Nopita, 2020
a.9	Tertusuk paku	Nopita, 2020
a.10	Kaki terjepit bekisting	Nopita, 2020
<b>B</b>	<b>Pekerjaan Pembesian</b>	
b.1	Jari terputus akibat pemotong besi	Ulfa, 2017
b.2	Tertusuk besi anyaman	Darnoto, 2016
b.3	Terkena percikan las	Hardjanto, 2016
b.4	Tangan terjepit besi	Ismail, 2014
b.5	Luka akibat panasnya besi	Nopita, 2020
b.6	Tersandung besi saat pekerjaan balok	Nopita, 2020
b.7	Tersengat listrik saat menggunakan alat pemotong besi	Nopita, 2020
b.8	Tertimpa besi yang sudah di rakit	Reni, 2017
<b>C</b>	<b>Pekerjaan pengecoran</b>	
c.1	Tertimpa material beton	Raihana, 2016
c.2	Iritasi mata dan kulit debu karena debu dan kotoran saat pembersihan lokasi cor	Nopita, 2020
c.3	Terbenrur ember cor	Widi, 2016
c.4	Gangguan mata dan pendengaran karena vibrator	Novie, 2017
c.5	Mata terkena percikan beton	Nia, 2010
c.6	Terjatuh dari ketinggian	Nopita, 2020

Tabel 8. Identifikasi Penyebab Kecelakaan Kerja

Simbol	Penyebab Kecelakaan Kerja	Sumber
<b>P1</b>	<b>Faktor Lingkungan</b>	
P11	Temperature yang terlalu rendah atau tinggi	Nia Tri, 2010
P12	Gangguan gas, uap, debu, dan kabut	Nia Tri, 2010
P13	Area yang terlalu padat atau sempit	Nia Tri, 2010
<b>P2</b>	<b>Faktor Manusia</b>	
P21	Kurang Kepedulian	Nopita, 2020
P22	Kurang pengetahuan mengenai K3	Nopita, 2020
P23	Tidak menggunakan APD	Nia Tri, 2010
P24	Kurang disiplin dalam mematuhi ketentuan tentang K3	Nia Tri, 2010
P25	Tidak konsentrasi dalam bekerja	Nopita, 2020
P26	Pekerja mengalami kelelahan dan kelemahan daya tahan tubuh	Nia Tri, 2010
P27	Posisi kerja yang salah dipaksakan	Nopita, 2020
P28	Tidak menggunakan APD yang sesuai, atau pengaman yang kurang sempurna	Nopita, 2020
<b>P3</b>	<b>Faktor Material dan Peralatan</b>	
P31	Penataan material yang tidak rapi	Nia Tri, 2010
P32	Kebisingan atau getaran akibat mesin	Nia Tri, 2010

#### 4.2 Uji Validitas

Tabel 9 menunjukkan hasil validitas dan terdapat 2 variabel bernilai akhir tidak valid yaitu b.8 dan c.1. Dari hasil sinkronisasi tersebut, dinyatakan ada 22 variabel risiko kecelakaan kerja yang selanjutnya akan digunakan dalam menganalisis efektivitas pengendalian risiko kecelakaan kerja menggunakan metode *Fine* dan *Fault Tree Analysis*

Tabel 9. Uji Validitas Risiko Kecelakaan Kerja

Simbol	Risiko kecelakaan Kerja	Validitas
<b>A.</b>	<b>Pekerjaan Bekisting</b>	
a.1	Tertimpa steger saat penyusunan	Valid
a.2	Terjatuh dari ketinggian lebih dari 2 meter	Valid
a.3	Tersandung material bongkaran	Valid

Simbol	Risiko kecelakaan Kerja	Validitas
a.4	Kepala terbentur benda keras	Valid
a.5	Tergetok palu saat penyusunan	Valid
a.6	Terbentur bekisting	Valid
a.7	Tertimpa alat bongkar	Valid
a.8	Tertimpa material bekisting	Valid
a.9	Tertusuk paku	Valid
a.10	Kaki terjepit bekisting	Valid
<b>B</b>	<b>Pekerjaan Pembesian</b>	
b.1	Jari terputus akibat pemotong besi	Valid
b.2	Tertusuk besi anyaman	Valid
b.3	Terkena percikan las	Valid
b.4	Tangan terjepit besi	Valid
b.5	Luka akibat panasnya besi	Valid
b.6	Tersandung besi saat pekerjaan balok	Valid
b.7	Tersengat listrik saat menggunakan alat pemotong besi	Valid
b.8	Tertimpa besi yang sudah di rakit	Tidak Valid
<b>C</b>	<b>Pekerjaan pengecoran</b>	
c.1	Tertimpa material beton	Tidak Valid
c.2	Iritasi mata dan kulit debu karena debu dan kotoran saat pembersihan lokasi cor	Valid
c.3	Terbenrur ember cor	Valid
c.4	Gangguan mata dan pendengaran karena vibrator	Valid
c.5	Mata terkena percikan beton	Valid
c.6	Terjatuh dari ketinggian	Valid

Pada Tabel 10 terlihat semua variabel yang telah di uji dengan *software* SPSS menunjukkan bahwa semua variabel bernilai akhir valid sehingga terdapat 12 variabel yang telah diperoleh dari kuesioner sebagai penyebab risiko kecelakaan kerja pada pekerja proyek konstruksi.

**Tabel 10.** Uji Validitas Penyebab Kecelakaan Kerja

Simbol	Penyebab Kecelakan Kerja	Validitas
<b>P1</b>	<b>Faktor Lingkungan</b>	
P11	Temperature yang terlalu rendah atau tinggi	Valid
P12	Gangguan gas, uap, debu, dan kabut	Valid
P13	Area yang terlalu padat atau sempit	Valid
<b>P2</b>	<b>Faktor Manusia</b>	
P21	Kurang Kepedulian	Valid
P22	Kurang pengetahuan mengenai K3	Valid
P23	Tidak menggunakan APD	Valid
P24	Kurang disiplin dalam mematuhi ketentuan tentang K3	Valid
P25	Tidak konsentrasi dalam bekerja	Valid
P26	Pekerja mengalami kelelahan dan kelemahan daya tahan tubuh	Valid
P27	Posisi kerja yang salah dipaksakan	Valid
P28	Tidak menggunakan APD yang sesuai, atau pengaman yang kurang sempurna	Valid
<b>P3</b>	<b>Faktor Material dan Peralatan</b>	
P31	Penataan material yang tidak rapi	Valid
P32	Kebisingan atau getaran akibat mesin	Valid

#### 4.2 Uji Reliabilitas

Tabel 11 menunjukkan hasil uji reliabilitas dimana nilai *cronbach's alpha* untuk setiap variabel yang di uji secara keseluruhan menghasilkan nilai *cronbach's alpha* > 0,6. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen penelitian reliabel.

**Tabel 11.** Uji Reliabilitas

Variabel yang di Uji	<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>	Keterangan
1.Pekerjaan Bekisting	0,832	10	Reliabel
2.Pekerjaan Pembesian	0,662	7	Reliabel
3.Pekerjaan Pengecoran	0,659	5	Reliabel
4.Faktor Lingkungan	0,684	3	Reliabel
5. Faktor Manusia	0,764	8	Reliabel
6. Faktor Material dan Peralatan	0,764	2	Reliabel

#### 4.3 Analisis Risiko

Data yang telah diperoleh dari hasil pengisian kuesioner oleh responden dan telah di uji validitas dan reliabilitas, selanjutnya di analisis untuk mengetahui skor risiko dengan menggunakan metode *Fine*. Berdasarkan hasil analisis yang ditunjukkan pada tabel 12, dapat dilihat bahwa hasil perkalian dari nilai P (*probability*), E (*exposure*) dan C (*consequences*) menghasilkan skor risiko RS (*Risk Score*) kurang dari 20 (< 20) sehingga dapat disimpulkan bahwa intensitas kegiatan yang menimbulkan risiko “dikurangi seminimal mungkin. Terdapat 7 risiko kecelakaan kerja yang dominan yaitu a.3, a.9, a.10, b.1, b.7, c.2, dan c.6.

**Tabel 12.** Skor Risiko dari Hasil Metode *Fine*

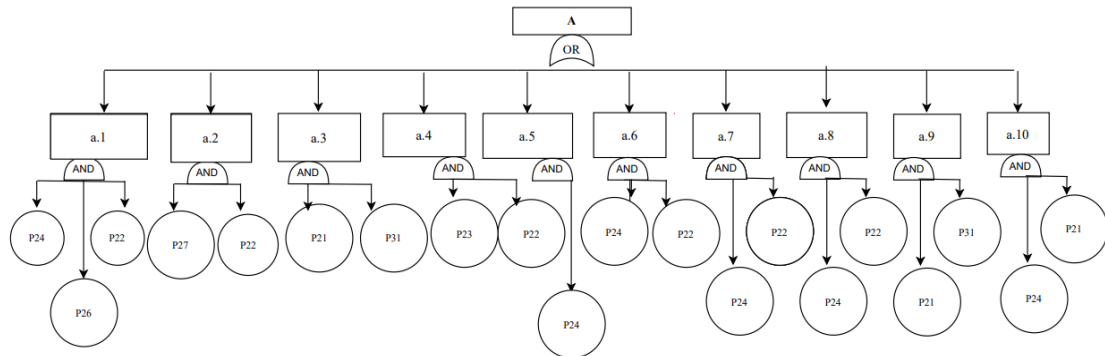
Simbol	Risiko kecelakaan Kerja	Skor Risiko	<i>Comment</i>
<b>A.</b>	<b>Pekerjaan Bekisting</b>		
a.1	Tertimpa steger saat penyusunan	1,5	<i>Acceptable</i>
a.2	Jatuh dari ketinggian lebih dari 2 meter	1,5	<i>Acceptable</i>
a.3	Tersandung material bongkaran	3	
a.4	Kepala terbentur benda keras	0,5	<i>Acceptable</i>
a.5	Tergetok palu saat penyusunan	1,5	<i>Acceptable</i>
a.6	Terbentur bekisting	0,5	<i>Acceptable</i>
a.7	Tertimpa alat bongkar	0,5	<i>Acceptable</i>
a.8	Tertimpa material bekisting	0,5	<i>Acceptable</i>
a.9	Tertusuk paku	3	<i>Acceptable</i>
a.10	Kaki terjepit bekisting	3	<i>Acceptable</i>
<b>B.</b>	<b>Pekerjaan Pembesian</b>		
b.1	Jari terputus akibat pemotong besi	12,5	<i>Acceptable</i>
b.2	Tertusuk besi anyaman	1,5	<i>Acceptable</i>
b.3	Terkena percikan las	1,5	<i>Acceptable</i>
b.4	Tangan terjepit besi	1	<i>Acceptable</i>
b.5	Luka akibat panasnya besi	1	<i>Acceptable</i>
b.6	Tersandung besi saat pekerjaan balok	1	<i>Acceptable</i>
b.7	Tersengat listrik saat menggunakan alat pemotong besi	7,5	<i>Acceptable</i>
<b>C.</b>	<b>Pekerjaan Pengecoran</b>		
c.2	Iritasi mata dan kulit debu karena debu dan kotoran saat pembersihan lokasi cor	3	<i>Acceptable</i>
c.3	Terbenrur ember cor	1	<i>Acceptable</i>
c.4	Gangguan mata dan pendengaran karena vibrator	1,5	<i>Acceptable</i>
c.5	Mata terkena percikan beton	1	<i>Acceptable</i>
c.6	Terjatuh dari ketinggian	5	<i>Acceptable</i>

#### 4.5 Metode *Fault Tree Analysis*

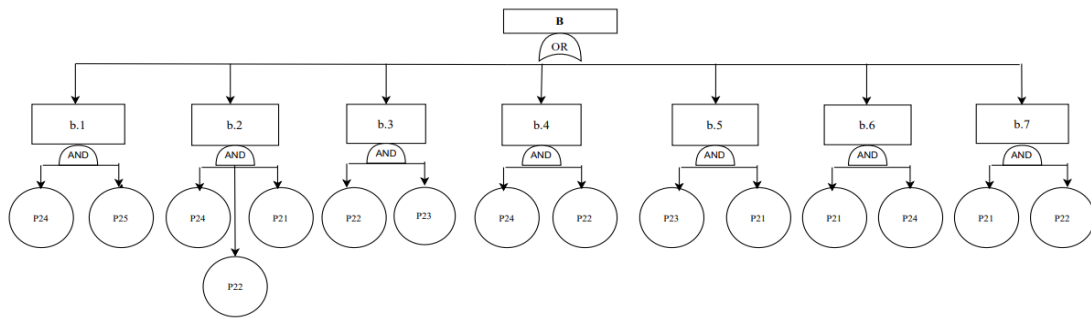
Dalam mengidentifikasi penyebab dasar risiko kecelakaan kerja, dilakukan analisis pohon kegagalan (FTA) sehingga di dapatkan rekomendasi Tindakan spesifik yang dapat di



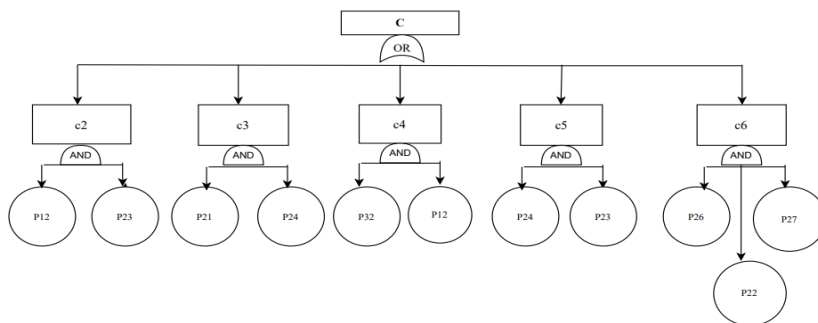
implementasikan kontraktor untuk meminimalisir risiko kecelakaan kerja. Hasil dari kuesioner yang telah disebarikan kepada responden di proyek mengidentifikasi 13 faktor risiko penyebab kecelakaan kerja pada pekerja di proyek konstruksi seperti pada Tabel 10. Diagram fault tree analisis yang telah dibuat, selanjutnya diberikan simbol untuk mendapatkan rincian aljabar Boolean seperti pada Gambar 2, 3, dan 4.



Gambar 2. Simbol Setiap Gate Diagram FTA pada Pekerjaan Bekisting (A)



Gambar 3. Simbol Setiap Gate Diagram FTA pada Pekerjaan Pembesian (B)



Gambar 4. Simbol Setiap Gate Diagram FTA pada Pekerjaan Pengecoran (C)

Tabel 13, 14, dan 15 memperlihatkan rincian Aljabar Boolean yang dihasilkan dari Diagram FTA top event untuk masing-masing jenis pekerjaan A, B, dan C.

Tabel 13. Aljabar Boolean Jenis Pekerjaan Bekisting ( A )

a.1	=	P24 . P26 . P22
a.2	=	P27 . P22
a.3	=	P21 . P31
a.4	=	P23 . P22
a.5	=	P24
a.6	=	P24 . P22
a.7	=	P24 . P22
a.8	=	P24 . P22
a.9	=	P21 . P31

---

a.10	=	$P24 \cdot P21$
A	=	$a.1 + a.2 + a.3 + a.4 + a.5 + a.6 + a.7 + a.8 + a.9 + a.10$
A	=	$(P24 \cdot P26 \cdot P22) + (P27 \cdot P22) + (P21 \cdot P31) + (P23 \cdot P22) + P24 + (P24 \cdot P22) + (P24 \cdot P22) + (P24 \cdot P22) + (P21 \cdot P31) + (P24 \cdot P21)$

---

**Tabel 14.** Aljabar *Boolean* Jenis Pekerjaan Pembesian ( B )

---

b.1	=	$P24 \cdot P25$
b.2	=	$P24 \cdot P22 \cdot P21$
b.3	=	$P22 \cdot P23$
b.4	=	$P24 \cdot P22$
b.5	=	$P23 \cdot P21$
b.6	=	$P21 \cdot P24$
b.7	=	$P21 \cdot P24$
B	=	$b.1 + b.2 + b.3 + b.4 + b.5 + b.6 = b.7$
	=	$(P24 \cdot P25) + (P24 \cdot P22 \cdot P21) + (P22 \cdot P23) + (P24 \cdot P22) + (P23 \cdot P21) + (P21 \cdot P24) + (P21 \cdot P24)$
<b>B</b>	=	<b><math>(P24 \cdot P25) + (P24 \cdot P22 \cdot P21) + (P22 \cdot P23) + (P24 \cdot P22) + (P23 \cdot P21) + (P21 \cdot P24)</math></b>

---

**Tabel 15.** Aljabar *Boolean* Jenis Pekerjaan Pengecoran ( C )

---

c.2	=	$P12 \cdot P23$
c.3	=	$P21 \cdot P24$
c.4	=	$P32 \cdot P12$
c.5	=	$P24 \cdot P23$
c.6	=	$P26 \cdot P22 \cdot P27$
C	=	$c.2 + c.3 + c.4 + c.5 + c.6$
<b>C</b>	=	<b><math>(P12 \cdot P23) + (P21 \cdot P24) + (P32 \cdot P12) + (P24 \cdot P23) + (P26 \cdot P22 \cdot P27)</math></b>

---

Dari aljabar *Boolean* yang telah disusun, selanjutnya dicari *minimal cut set* didapatkan gabungan beberapa kejadian sampai hasilnya tidak dapat disederhanakan lagi. Hasil gabungan yang sudah didapatkan setelah dicari *minimal cut set* dari kejadian-kejadian tersebut, disebut sebagai penyebab dasar dari terjadinya *top event*. Dari hasil *minimal cut set* yang telah didapatkan, diperoleh 16 gabungan kejadian *event*, seperti ditunjukkan pada Tabel 16.

**Tabel 16.** Jumlah *Minimal Cut Set*


---

No.	Kombinasi event
1	$P24 \cdot P26 \cdot P22$
2	$P27 \cdot P22$
3	$P21 \cdot P31$
4	$P23 \cdot P22$
5	$P24$
7	$P24 \cdot P25$
8	$P24 \cdot P22 \cdot P21$
9	$P22 \cdot P23$
10	$P24 \cdot P22$
11	$P23 \cdot P21$
12	$P21 \cdot P24$
13	$P12 \cdot P23$
14	$P21 \cdot P24$
15	$P32 \cdot P12$
16	$P24 \cdot P23$
17	$P26 \cdot P22 \cdot P27$

---

Dari hasil *minimal cut set*, dicari kejadian yang sering muncul sehingga kejadian tersebut merupakan faktor yang dominan menyebabkan kecelakaan kerja pada pekerja proyek. Adapun kejadian yang sering muncul berdasarkan jumlah *minimal cut set* yang sudah diperoleh ditunjukkan pada Tabel 17.

**Tabel 17.** Kejadian yang Sering Muncul

No.	Kombinasi Event	Jumlah
1	P12	2
2	P21	5
3	P22	7
4	P23	5
5	P24	8
6	P25	1
7	P26	2
8	P27	2
9	P31	1
10	P32	1

Berdasarkan Tabel 17, didapat 4 kejadian dengan jumlah dominan yaitu P21, P22, P23 dan P24. Sehingga penyebab dasar yang dominan menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja pada pekerja proyek konstruksi yaitu kurangnya kepedulian (P21), kurangnya pengetahuan mengenai K3 (P22), tidak menggunakan APD (P23), dan tidak konsentrasi dalam bekerja (P24). Upaya yang dapat dilakukan untuk Penyebab P21 adalah dengan melakukan *safety talk*, memberikan penyuluhan sesering mungkin untuk menghimbau agar berhati-hati dalam bekerja, serta memprioritaskan keselamatan dan kesehatan kerja. Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah penyebab kecelakaan kerja P22 yaitu dengan membuat *workshop* setiap aktivitas pekerjaan, *Toolbox Meeting*, dan *Coaching*. Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah penyebab kecelakaan kerja P23 yaitu melakukan *toolbox meeting*, menugaskan personel khusus guna mengontrol pekerja apakah sudah mengenakan alat pengaman diri (APD) atau belum, serta melakukan sosialisasi kepada pekerja. Upaya yang dapat dilakukan untuk Penyebab P24 adalah dengan melakukan *safety talk*, sosialisasi kepada pekerja mengenai pentingnya berkonsentrasi dalam bekerja, serta mengingatkan pekerja untuk istirahat yang cukup sebelum bekerja.

## 5. Kesimpulan

- a. Analisis terhadap hasil penelitian menunjukkan bahwa level risiko/skor risiko dari potensi kecelakaan kerja pada proyek pembangunan Gedung *Christian Center* Manado Tahap II berada di level risiko < 20 atau *acceptable* sehingga dapat disimpulkan bahwa intensitas kegiatan yang menimbulkan risiko pada proyek sudah dikurangi seminimal mungkin. Terdapat 7 risiko kecelakaan kerja yang dominan yaitu pekerja tersandung material bongkaran, pekerja tertusuk paku, tangan atau kaki terjepit cetakan bekisting, jari atau tangan terputus akibat pemotong besi, tersengat listrik pada saat menggunakan alat pemotong besi, iritasi mata dan kulit akibat debu dan kotoran pada saat pembersihan lokasi cor, dan terjatuh dari staging cor/ketinggian.
- b. Dari hasil analisis FTA memberikan rekomendasi beberapa tindakan spesifik yang dapat dilakukan oleh pihak kontraktor untuk meminimalisir kecelakaan kerja yaitu, memberikan penyuluhan sesering mungkin agar berhati-hati dalam bekerja, serta memprioritaskan keselamatan dan kesehatan kerja, melakukan *tool box meeting/ safety talk* sebelum memulai suatu pekerjaan, mengingatkan pekerja untuk istirahat yang cukup sebelum bekerja, menghimbau pekerja agar menggunakan APD yang sesuai untuk setiap pekerjaan, pemasangan rambu rambu K3 pada area pekerjaan, dan pengawasan oleh petugas K3.

## Referensi

- Sugiyono. (2007). *Statistik untuk Penelitian*. Bandung : CV ALFABETA.
- Kuswana, Wowo. (2014). *Ergonomi dan K3 Kesehatan Keselamatan Kerja*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya Offset.
- United States Department Of Labor. (2014) *Occupational Safety And Health Administration Enforcement*. Di akses dari [Occupational Safety and Health Administration \(osha.gov\)](https://www.osha.gov)
- Apriliani, Cici et al. (2022). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Padang : PT. Global Eksekutif Teknologi
- Austalian Standard/New Zealand, S. (2004). *Risk Management*. Sydney, Wellington : ISBN 0 7337 59041.
- International Organization for Standardization (ISO). (2009). *ISO 31000-Risk Management*. Geneva :

## Principles and Guidelines

- Yuliani, U. (2017). *Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Infrastruktur Gedung Bertingkat*. Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi, 16(1).
- Yolanda, Soemirat, & Pharmawati, K. (2014). *Perhitungan Kuantitatif Skor Risiko Kecelakaan Menggunakan Metode Fine Dan Matriks Robinson (Studi Kasus PT. X)*. Institut Teknologi Nasional Bandung, 2(2).
- Zulfa, I. M. (2017). *Analisis Risiko Ke Analisis Risiko K3 Menggunakan Pendekatan HIRADC Dan JSA (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Menara BNI Di Jakarta)*. Doctoral Dissertation, Universitas Brawijaya.
- Syarifuddin (2020) *Analisis Kesehatan Dan Kecelakaan Kerja Dengan Metode Fault Tree Analysis (Fta) Pada Area Stasiun Pengumpul Di Pt Pertamina Ep Asset 1 Rantau Field*.
- Sucipto, Dani 2019. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Yogyakarta : Gosyen Publishing.
- Foster. 2014. *Managing Quality: an Integrative Approach Pearson Education International*. Prentice Hall
- Mathis, Jackson. 2012. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta : PT. Bumi. Aksara
- Hardani et al. 2020. *Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. Yogyakarta : CV. Pustaka Ilmu Group