



## ANALISIS RISIKO KERJA PADA PROYEK PEMBANGUNAN BANDARA

Stephanie Almeyda<sup>1\*</sup>, I Nyoman Dita Pahang Putra<sup>2</sup>

<sup>1\*,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur  
Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya  
Alamat E-mail: 19035010021@student.upnjatim.ac.id

### Info Artikel

#### Sejarah Artikel:

Diterima: Nov 2023  
Disetujui: April 2024  
Dipublikasikan: Juni 2024

#### Keywords:

*Risk Analysis, Hazard Identification and Risk Assessment, Fault Tree Analysis*

### Abstrak

Risiko merupakan suatu peristiwa yang mengakibatkan kerugian baik secara fisik maupun materi. Perusahaan yang terlibat dalam suatu pembangunan proyek harus menerapkan program keselamatan dan kesehatan kerja. Meskipun tidak dapat dipungkiri bila masih terjadi beberapa kecelakaan kerja yang disebabkan oleh berbagai faktor, sehingga penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko kecelakaan kerja pada proyek. Analisis risiko pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua metode. Pada metode pertama perlu dilakukan identifikasi jenis kecelakaan kerja menggunakan metode *Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)* dimulai dengan survei berupa penyebaran kuesioner kepada responden untuk mengetahui nilai *severity* (tingkat keparahan) dan *probability* (kemungkinan) bagi masing - masing variabel agar diketahui risiko terbesar. Setelah diidentifikasi didapat 6 variabel risiko besar dan salah satu diantaranya yaitu pada aktivitas mobilisasi/demobilisasi alat berat dan kendaraan material yang diidentifikasi memiliki bahaya pembebanan struktur dengan kecelakaan kerja yang paling buruk ialah *dump truck* terperosok saat melintasi struktur yang tidak dapat menahan beban. Setelah ditemukan bahaya dengan risiko terbesar kemudian dicari faktor penyebab risiko tersebut menggunakan metode kedua yaitu, *Fault Tree Analysis (FTA)* dimana risiko tersebut disebabkan oleh 3 faktor yaitu faktor manusia, faktor manajemen, dan faktor lingkungan. Ditemukan 11 penyebab dasar dengan kombinasi *minimal cut set* menghasilkan 7 kombinasi penyebab dasar (basic event).

**Kata Kunci:** Analisis Risiko, *Hazard Identification and Risk Assessment*, *Fault Tree Analysis*

### Abstract

*Risk is an event that results in both physical and material losses. Companies involved in a project development must implement an occupational safety and health program. Although it cannot be denied that there are still some work accidents caused by various factors, so this research aims to analyze the risk of work accidents on the project. Risk analysis in this study was carried out using two methods. In the first method, it is necessary to identify the types of work accidents using the Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) method, starting with a survey in the form of distributing questionnaires to respondents to find out the value of severity and probability for each variable so that the biggest risk is known. After being identified, 6 major risk variables were obtained and one of them, namely in the*

---

*mobilization/demobilization activities of heavy equipment and material vehicles, was identified as having a structural loading hazard with the worst work accident being a dump truck mired when crossing a structure that could not withstand the load. After finding the hazard with the greatest risk, the causal factors of the risk were then sought using the second method, namely, Fault Tree Analysis (FTA) where the risk was caused by 3 factors, namely human factors, management factors, and environmental factors. 11 basic causes were found with a minimum cut set combination resulting in 7 basic cause combinations (basic events).*

©2024

Universitas Abdurrah

ISSN 2527-7073

---

✉ Alamat korespondensi:

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan  
Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung  
Anyar, Surabaya  
E-mail: <sup>1</sup>19035010021@student.upnjatim.ac.id

---

## PENDAHULUAN

Pembangunan sarana dan prasarana transportasi yang memadai memiliki peran yang penting sebagai penunjang aktivitas kehidupan manusia. Semakin pesat perkembangan pembangunan sarana dan prasarana transportasi, maka semakin banyak pula moda transportasi yang digunakan salah satunya yaitu pesawat udara. Prasarana yang digunakan untuk pesawat udara adalah bandar udara. Bandar udara didefinisikan sebagai prasarana yang digunakan oleh pesawat udara untuk berbagai kegiatan, termasuk lepas landas, mendarat, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan sebagai tempat perpindahan intra dan antarmode transportasi yang sudah dilengkapi dengan fasilitas sesuai dengan persyaratan yang berlaku pada Peraturan Menteri 69 Tahun 2013 [1]. Bandar Udara X merupakan bandar udara baru yang dibangun diatas lahan seluas ± 454,5 hektar. Pembangunan Proyek Bandar Udara merupakan salah satu proyek konstruksi yang melibatkan angka risiko kecelakaan kerja yang tinggi dikarenakan banyak aktivitas menggunakan alat berat serta proses pelaksanaan proyek ini dilakukan ditempat terbuka dan dekat dengan permukiman warga.

Dengan dibangunnya sarana dan prasarana transportasi yang baik perlu diterapkan sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja yang berperan penting dalam pencegahan kecelakaan kerja pada pekerjaan konstruksi. Jika perusahaan mampu menerapkan sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja (SMK3) banyak manfaat seperti, pihak manajemen tahu kelemahan sistem operasional sebelum terjadinya gangguan operasional yang mungkin menyebabkan kerugian, mengetahui gambaran yang jelas pada kinerja keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di perusahaan, meningkatkan pemenuhan dan kesadaran keamanan kesehatan kerja (K3), juga meningkatkan produktivitas perusahaan [2]. Terjadinya gangguan operasional ini yang mungkin akan menyebabkan risiko pada proses pekerjaan proyek konstruksi.

Proyek konstruksi memiliki serangkaian catatan kecelakaan yang mengakibatkan korban jiwa [3]. Pelaksanaan pembangunan proyek konstruksi bandar udara juga termasuk kegiatan yang mempunyai risiko tinggi yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja. Menurut pemerintah c/q Departemen Tenaga Kerja RI, kecelakaan kerja adalah peristiwa yang tiba-tiba atau tidak terduga dan itu tidak terjadi dengan sendirinya, tetapi ada penyebabnya [4]. Maka dari itu untuk mengetahui bahaya pekerjaan pada proyek ini dilakukan dengan identifikasi bahaya menggunakan metode *Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)* dengan pedoman standarisasi Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2019 yang bertujuan untuk mengetahui nilai dari pekerjaan yang memiliki bahaya risiko yang kemungkinan akan terjadi pada proyek. Untuk mencari penyebab risiko bahaya yang terjadi menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)* analisis *top-down* dilakukan dari asumsi kegagalan dari puncak (*top event*), merinci penyebab *top event* sampai ke kegagalan dasar.

## TINJAUAN PUSTAKA

### *Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)*

*Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)* adalah salah satu metode mengidentifikasi kecelakaan kerja dengan penilaian risiko yang merupakan salah satu poin penting untuk penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). Identifikasi potensi bahaya, potensi bahaya dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan atau dengan menggunakan kuisioner. Penilaian risiko adalah proses penentuan prioritas tingkat risiko yang dapat dianalisis berdasarkan tingkat frekuensi (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*) yang berpedoman pada standarisasi Permen PUPR No. 21 Tahun 2019. Adapun langkah - langkah metode *Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)* sebagai berikut [5]:

- Penilaian frekuensi, pada tahap ini dilakukan proses tingkat keseringan terjadinya kecelakaan atau kemungkinan munculnya bahaya menggunakan tabel klasifikasi paparan bahaya pada Tabel 1.

Tabel 1. *Parameter "Probability/likelihood of hazard"*

Tingkat	Deskripsi
5	Hampir pasti terjadi
4	Sangat mungkin terjadi
3	Mungkin terjadi
2	Kecil kemungkinan terjadi
1	Hampir tidak pernah terjadi

Sumber: [6]

- Penilaian keparahan, dilakukan proses penilaian risiko dengan memperhatikan aspek penting keparahan (*Severity*). *Severity* diukur berdasarkan dampak terjadinya kecelakaan. Penilaian

keparahan menggunakan tabel klasifikasi tingkat keparahan bahaya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Parameter Tingkat Keparahannya*

Tingkat	Deskripsi
5	Sangat Besar
4	Besar
3	Sedang
2	Kecil
1	Sangat Kecil

Sumber: [6]

- Menentukan tingkat risiko dengan diagram matriks

Tabel 3. *Risk Assessment Matrix*

Likelihood/Consequence		Keparahan				
		Sangat Kecil (1)	Kecil (2)	Sedang (3)	Besar (4)	Sangat Besar (5)
Frekuensi	Hampir tidak pernah terjadi (1)	1	2	3	4	5
	Kecil kemungkinan terjadi (2)	2	4	6	8	10
	Mungkin terjadi (3)	3	6	9	12	15
	Sangat mungkin terjadi (4)	4	8	12	16	20
	Hampir pasti terjadi (5)	5	10	15	20	25

Sumber: [6]

Keterangan:

- 1 - 4 = Tingkat risiko kecil
- 5 - 12 = Tingkat risiko sedang
- 15 - 25 = Tingkat risiko besar

Apabila semua variabel telah didapatkan kategori frekuensi serta kategori keparahannya, maka selanjutnya yang akan dilakukan adalah melakukan penilaian risiko dengan mengkombinasikan kategori frekuensi serta keparahan (frekuensi x keparahan). Dapat dilihat pada Tabel 3 misalkan variabel risiko memiliki nilai frekuensi sangat mungkin terjadi (4) dan nilai keparahan besar (4), maka variabel tersebut memiliki skor risiko 16 yang dimana nilai tersebut tergolong peringkat risiko besar [7].



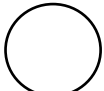
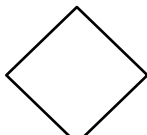
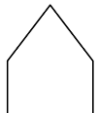
### **Fault Tree Analysis (FTA)**

Setelah diidentifikasi variabel dengan nilai terbesar kemudian dianalisis penyebab terjadinya risiko tersebut dengan metode *Fault Tree Analysis (FTA)*. *Fault Tree Analysis (FTA)* adalah sebuah teknik *analytical tool* yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang berperan

terhadap terjadinya kegagalan. Adapun langkah - langkah analisis risiko dengan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) sebagai berikut [8]:




- Dimulai dengan menentukan *top event* atau kejadian puncak.
- Menentukan faktor-faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja dibagi menjadi dua, yaitu *intermediate event* dan *basic event*. *Intermediate event* ialah kondisi yang masih dapat dianalisis penyebab lainnya, dengan cara menghubungkan menggunakan gerbang logika (*logic gate*). *Basic event* adalah penyebab kecelakaan yang paling bawah atau penyebab yang tidak memungkinkan untuk dapat ditelusuri lagi penyebabnya karena kurangnya informasi.
- Teknik penggambaran grafis FTA berguna mendeskripsikan dan mengevaluasi kejadian di dalam sistem. FTA menggunakan dua simbol utama yang disebut *events* dan *gates*.





Tabel 4 Simbol - Simbol *Events* FTA

No.	Simbol	Nama dan Keterangan
1.		<i>Elipse</i> , Gambar <i>elipse</i> menunjukkan kejadian pada level paling atas ( <i>top level event</i> ) dalam pohon kesalahan.
2.		<i>Rectangle</i> , Gambar <i>rectangle</i> menunjukkan kejadian pada level menengah ( <i>intermediate fault event</i> ) dalam pohon kesalahan.
3.		<i>Circl</i> , Gambar <i>circl</i> menunjukkan kejadian pada level paling bawah ( <i>lowest level failure event</i> ) atau disebut kejadian paling dasar ( <i>basic event</i> ).
4.		<i>Diamond</i> , Gambar <i>diamond</i> menunjukkan kejadian yang tidak terduga ( <i>undeveloped event</i> ). Kejadian - kejadian tak terduga dapat dilihat pada pohon kesalahan dan dianggap sebagai kejadian paling awal yang menyebabkan kerusakan.
5.		<i>House</i> , Gambar <i>house</i> menunjukkan kejadian input ( <i>input event</i> ) dan merupakan kegiatan terkendali ( <i>signal</i> ). Kegiatan ini dapat menyebabkan kerusakan.

Sumber: [8]

Tabel 5. Simbol - Simbol *Gates* FTA

No.	Simbol <i>Gate</i>	Nama dan Keterangan
1.		<i>And Gate</i> . <i>Output event</i> terjadi jika semua input event terjadi secara bersamaan.
2.		<i>Or Gate</i> . <i>Output event</i> terjadi jika paling tidak satu input event terjadi.
3.		<i>k out of n gate</i> . <i>Output event</i> terjadi jika paling sedikit <i>k output</i> dari <i>n input event</i> terjadi.

No.	Simbol Gate	Nama dan Keterangan
4.		<i>Exclusive Or Gate. Output event terjadi jika satu input event, tetapi tidak terjadi.</i>
5.		<i>Inhibit gate. Input menghasilkan output jika conditional event ada.</i>
6.		<i>Priority And Gate. Output event terjadi jika semua input event terjadi baik dari kanan maupun kiri.</i>
7.		<i>Not gate. Output event terjadi jika input event tidak terjadi.</i>

Sumber: [8]

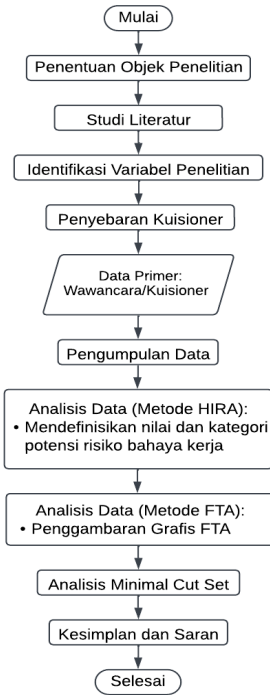
Setelah itu mengkombinasikan penyebab - penyebab kecelakaan kerja dengan metode *minimal cut set*. *Minimal cut set* ini adalah kombinasi kejadian terkecil yang membawa peristiwa yang tidak diinginkan. Kombinasi basic event yang diperoleh dari gambar FTA dianalisis dengan hubungan *gate and Or Gate* (Servanio, 2012).

## METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode dengan pendekatan kuantitatif dengan melakukan penyebaran kuisiner dan diskusi yang berisi sejumlah pertanyaan mengenai risiko guna memperoleh informasi tentang kondisi yang terjadi pada pelaksanaan pembangunan proyek. Pada penelitian ini data yang digunakan dikelompokkan menjadi dua yaitu;

1. Data Primer adalah data yang diperoleh peneliti dengan menggunakan kuisiner secara langsung dari sumbernya. Kuisiner dalam penelitian ini dituju kepada 6 orang tenaga ahli yang memahami tentang keselamatan dan kesehatan kerja pada proyek.
2. Data Sekunder adalah data berdasarkan hasil literatur mengenai artikel-artikel, jurnal atau adanya hasil penelitian sebelumnya yang dapat digunakan oleh peneliti sebagai pernyataan - pernyataan pada kuisiner.

Variabel yang sudah ditentukan kemudian diidentifikasi dengan metode *Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)*. Kemudian dianalisis penyebab terjadinya risiko tersebut dengan metode *Fault Tree Analysis (FTA)*.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)*

Pada penelitian ini, peneliti melakukan identifikasi bahaya dengan metode studi literatur. Dari proses identifikasi bahaya didapatkan 3 uraian pekerjaan dan 17 identifikasi bahaya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 6. Identifikasi Bahaya

No.	Aktivitas	Identifikasi Bahaya	Kode
1.	Mobilisasi / Demobilisasi Alat Berat dan Kendaraan Material	Pembebanan struktur	1a
		Emisi gas buangan kendaraan	1b
		Paparan debu	1c
2.	Pekerjaan Galian dan Timbunan	Lubang galian tanpa tanda/rambu	2a
		Tanah atau Material longsor	2b
		Alat berat terguling dari ketinggian	2c
		Paparan debu	2d
		Tabrakan antar alat berat	2e
		Pekerja mengalami kecelakaan dengan alat berat	2f
		Kerusakan utilitas bawah tanah	2g
		Suara bising alat berat	2h
3.	Lifting Material	Crane roboh	3a
		Sling putus	3b
		Kondisi crane tidak terawat	3c

No.	Aktivitas	Identifikasi Bahaya	Kode
		Kondisi lifting gear tidak terawat	3d
		SIO operator tidak sesuai	3e
		Kapasitas crane tidak sesuai dengan material yang diangkut	3f

Sumber: Studi Literatur

Tahap selanjutnya adalah memberi nilai tingkat risiko terhadap frekuensi dan keparahan pada variabel identifikasi bahaya. Jika satu identifikasi bahaya memiliki nilai yang berbeda, maka rata-rata pada variabel bahaya dapat dihitung dengan menjumlahkan semua penilaian masing-masing responden dan membaginya dengan jumlah responden.

Tabel 8. Rekapitulasi Penentuan Nilai dan Kategori

No.	Aktivitas	Identifikasi Bahaya	Kode	Frekuensi	Keparahan	Skor Risiko	Kategori
				1	2	3 (1x2)	
1.	Mobilisasi / Demobilisasi Alat Berat dan Kendaraan Material	Pembebanan struktur	1a	4	4	16	Besar
		Emisi gas buangan kendaraan	1b	4	4	16	Besar
		Paparan debu	1c	4	3	12	Sedang
2.	Pekerjaan Galian dan Timbunan	Lubang galian tanpa tanda/rambu	2a	5	4	20	Besar
		Tanah atau Material longsor	2b	4	4	16	Besar
		Alat berat terguling dari ketinggian	2c	3	4	12	Sedang
		Paparan debu	2d	5	4	20	Besar
		Tabrakan antar alat berat	2e	3	3	9	Sedang
		Pekerja mengalami kecelakaan dengan alat berat	2f	3	5	15	Besar
		Kerusakan utilitas bawah tanah	2g	2	4	8	Sedang
		Suara bising alat berat	2h	4	3	12	Sedang
3.	Lifting Material	Crane roboh	3a	2	4	8	Sedang
		Sling putus	3b	2	4	8	Sedang
		Kondisi crane tidak terawat	3c	2	4	8	Sedang
		Kondisi lifting gear tidak terawat	3d	2	4	8	Sedang
		SIO operator tidak sesuai	3e	2	4	8	Sedang
		Kapasitas crane tidak sesuai dengan material yang diangkut	3f	2	4	8	Sedang

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan hasil penilaian risiko pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat



risiko dengan tingkat risiko kecil, variabel dengan tingkat risiko besar sebanyak 6 variabel, dan variabel dengan tingkat risiko sedang sebanyak 17 variabel.

**Fault Tree Analysis (FTA)**

Metode *fault tree analysis* dilakukan tujuan utamanya adalah untuk mencari penyebab kecelakaan kerja dari variabel identifikasi bahaya dengan nilai risiko bahaya tinggi. Penyebab dari kecelakaan kerja tersebut akan dibahas secara menyeluruh, sehingga dapat diketahui secara jelas yang menjadi penyebab-penyebab dari variabel risiko tinggi tersebut.

1. Menentukan *top event*

Hasil dari jenis kecelakaan kerja merupakan masukan dari ahli proyek. Pada *hazard identification* yang telah dilakukan sebelumnya perlu penambahan jenis kecelakaan kerja pada bahaya tersebut untuk dijadikan sebagai *top event*. *Top event* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

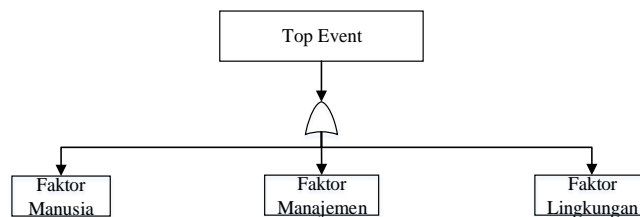
Tabel 9. Top Event

No.	Aktivitas	Identifikasi Bahaya	Jenis Kecelakaan ( <i>Top Event</i> )
1.	Mobilisasi / demobilisasi alat berat dan kendaraan material	Pembebanan struktur	<i>Dump truck</i> Terperosok

Sumber: Hasil Diskusi

2. Menentukan *Intermediate Event*

*Intermediate event* dilakukan dengan menentukan faktor - faktor penyebabnya yang didapat berdasarkan pencarian studi literatur. Berdasarkan studi literatur diperoleh 3 faktor penyebab yakni faktor manusia, faktor manajemen, dan faktor lingkungan [10].



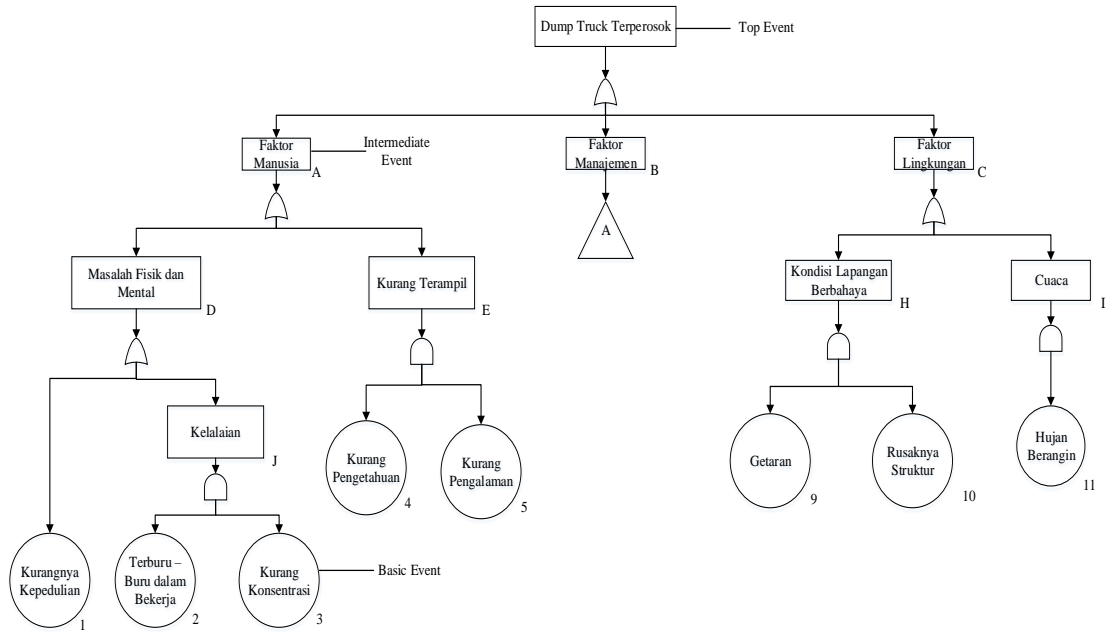
Gambar 2. Bagan intermediate event

3. Menentukan *Basic Event*

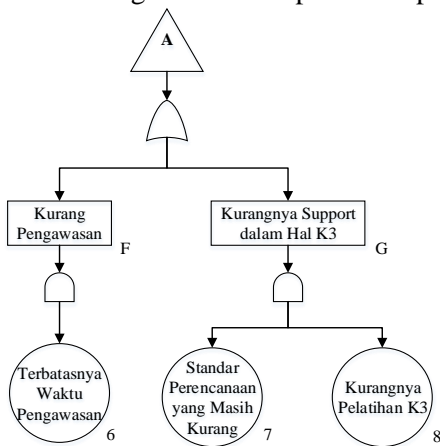
*Basic Event* adalah kondisi dimana suatu penyebab risiko sudah tidak mungkin diidentifikasi karena kurangnya informasi. Untuk menentukan basic event, dilakukan dari hasil analisis yang diperoleh dari studi literatur disertai tanggapan dari ahli K3 proyek dengan menyesuaikan kondisi yang ada di lapangan.

4. Penggambaran FTA

Penggambaran FTA diberikan notasi huruf dan angka yang bertujuan untuk mempermudah dalam pengerjaan kombinasi basic event. Top event diberi angka romawi, intermediate event diberi notasi huruf, sedangkan untuk basic event diberi notasi angka. Berikut penggambaran Fault tree analysis:



Gambar 3. Bagan FTA dump truck terperosok



Gambar 4. Bagan FTA dump truck terperosok

Setelah penggambaran grafis FTA selesai maka dapat diketahui hasil basic event yang paling dasar yang tidak memungkinkan untuk ditelusuri lagi. Basic event didapatkan dari hasil diskusi bersama pihak K3.

5. Kombinasi *Basic Event*

Berikut adalah hasil dari kombinasi basic event dari berbagai kecelakaan kerja yang telah tergambar pada bagan pohon kegagalan:

GI ( <i>Or Gate</i> )	GA ( <i>Or Gate</i> )	GJ ( <i>And Gate</i> )	GD ( <i>Or Gate</i> )
GA	GD	1	1
GB	GE	2,3	GJ
GC	GB	GE	GE
	GC	GB	GB
		GC	GC

GF ( <i>And Gate</i> )	GE ( <i>And Gate</i> )	GB ( <i>Or Gate</i> )	GC ( <i>Or Gate</i> )
1	1	1	1
2,3	2,3	2,3	2,3
4,5	4,5	4,5	4,5
6	GB	GF	6
GG	GC	GG	7,8
GC		GC	GH
			GI

GG ( <i>And Gate</i> )	GH ( <i>Or Gate</i> )	GI ( <i>And Gate</i> )
1	1	1
2,3	2,3	2,3
4,5	4,5	4,5
6	6	6
7,8	7,8	7,8
GC	9,10	9, 10
	GI	11

Tabel 10. Mocus Untuk *Dump Truck Terperosok*

No.	Minimal Cut Set	
1.	1	Kurangnya kepedulian
2.	2,3	Terburu - buru dalam bekerja, kurang konsentrasi
3.	4,5	Kurang pengetahuan, kurang berpengalaman
4.	6	Terbatasnya waktu pengawasan
5.	7,8	Standar perencanaan yang masih kurang, kurangnya pelatihan K3
6.	9, 10	Getaran, rusaknya struktur
7.	11	Angin

Sumber: Hasil Kombinasi Basic Event

Hasil dari penggambaran FTA pada top event dump truck terperosok menghasilkan 11 penyebab dasar (basic event) dengan kombinasi *Minimal Cut Set* menghasilkan 7 kombinasi penyebab dasar (basic event) yaitu karena kurangnya kepedulian, terburu - buru dalam bekerja, kurang konsentrasi, kurang pengetahuan, kurang berpengalaman, terbatasnya waktu pengawasan, standar perencanaan yang masih kurang, kurangnya pelatihan k3, getaran, rusaknya struktur, dan hujan berangin.

## SIMPULAN

Dari analisis diatas didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Diperoleh 17 variabel teridentifikasi bahaya pada proyek pembangunan Bandar Udara X. Dari 17 variabel identifikasi bahaya terdapat 6 variabel teridentifikasi bahaya dengan kategori besar yaitu pembebanan struktur, emisi gas buangan kendaraan, lubang galian tanpa tanda/rambu, tanah atau material longsor, paparan debu, dan pekerja mengalami kecelakaan dengan alat berat.
2. Dari hasil *fault tree analysis* dari risiko kecelakaan tersebut menghasilkan 11 penyebab dasar dengan *minimal cut set* menghasilkan 7 kombinasi penyebab dasar adalah kurang kepedulian, terburu - buru dalam bekerja, kurang konsentrasi, kurang pengetahuan, kurang berpengalaman, terbatasnya waktu pengawasan, standar perencanaan yang masih kurang, kurangnya pelatihan k3, getaran, rusaknya struktur, dan hujan berangin.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Menteri Perhubungan, “Peraturan Menteri Perhubungan No 69 Tahun 2013 Tentang Tatanan Kebandarudaraan Nasional,” *Kementrian Perhub. Republik Indones.*, vol. 65, no. 1046, hal. 1–15, 2013.
- [2] K. R. A. Roehan, Yuniar, dan A. Desrianty, “Usulan Perbaikan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Menggunakan Metode Hazard Identification and Risk Assesment (HIRA) \*,” *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 02, no. 02, 2014.
- [3] Amelia, “Analisis Beban Kerja Fisik Dan Tingkat Kelelahan Kerja Secara Ergonomis Terhadap Karyawan Pt. Berkat Karunia Phala Duri,” *Analysis of Physical Workload and Work Fatigue Level Ergonomics at*,” *Jom Feb*, vol. 1, no. 1, hal. 1, 2018.
- [4] Badraningsih dan E. Zuhny, “Kecelakaan Akibat Kerja dan Penyakit Akibat Kerja,” in *Environmental Pollution*, 2017, hal. 120–8.
- [5] R. N. Putri dan M. Trifiananto, “Analisa Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) Pada Perguruan Tinggi yang Berlokasi Di Pabrik,” *Semin. dan Konf. Nas. IDEC*, hal. 2–3, 2019.
- [6] Permen PUPR No.21, “Permen PUPR No.21,” *Pedoman Sist. Manaj. Kesehat. Konstr.*, no. 1, hal. 1–25, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <http://www.pu.go.id/>
- [7] D. P. Restuputri dan R. P. D. Sari, “Analisis Kecelakaan Kerja dengan menggunakan Metode Hazard and Operability Study (HAZOP) (Studi Kasus: PT. XYZ),” *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 2, no. 2, hal. 30–37, 2019, doi: 10.31004/jutin.v2i2.480.
- [8] H. P. Pasaribu, H. Setiawan, dan W. I. Ervianto, “Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Mengidentifikasi Potensi dan Penyebab Kecelakaan Kerja Pada Proyek Gedung,” *Manaj. Tek.*, 2017.
- [9] Servanio, “Analisis Penyebab Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Gedung Kandang Hewan Fakultas Kedokteran Unair C Surabaya Menggunakan Metode Fault Treeanalysis (Fta),” *Univ. 17 Agustus 1945 Surabaya*, vol. 1, no. 1, hal. 1–21, 2012.
- [10] I. Kristianti dan A. R. Tualeka, “Hubungan Safety Inspection Dan Pengetahuan Dengan Unsafe Action Di Departemen Rolling Mill,” *Indones. J. Occup. Saf. Heal.*, vol. 7, no. 3, hal. 300, 2019, doi: 10.20473/ijosh.v7i3.2018.300-309.