

**FAULT TREE ANALYSIS DAN AUDIT AKURASI
PADA PENERAPAN SISTEM MANAJEMEN
KESELAMATAN KERJA KONSTRUKSI TERINTEGRASI
Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan (Fisik) RSUD Tidar Kota Magelang,
Kontraktor B1**

Alvian Purbiantoro¹⁾, Adwitya Bhaskara²⁾

¹⁾ Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta
Email: Purbian18@gmail.com,

²⁾ Pengajar Prodi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl. Glagahsari No. 63 Yogyakarta, 55164
Email: Adwitya.bhaskara@staff.uty.ac.id

ABSTRACT

Building a construction project is an activity which contains many dangerous elements. It causes the construction industries have bad record in the terms of occupational safety. Therefore, occupational safety is an aspect that must be improved any time because it is a very complex problem which covers issues in the terms of humanity, legal aspect, accountability and the image of the organization itself. This study aims to (1) Determine the accuracy level of the Occupational Safety Management System Application in the Service Building (physical) Construction Project in Tidar Regional Hospital (RSUD) Magelang, (2) Identify and analyze the potential risks of work accident by using Fault Tree Analysis (FTA) method and planning mitigation to reduce the scope of construction in progress. This study is a quantitative analysis where the research is conducted by collecting the primary data through interview and observation, meanwhile the secondary data is in the form of data from the project itself. FTA is used to investigate the potential of workplace accidents by analyzing the direct causes to the basic causes of the accident itself. The results of the study show that (1) The accuracy level of the application of Occupational Safety Management System which has been applied has an assessment rate of 97.29% and it is included in the level of satisfactory assessment. (2) The results of the analysis using FTA obtained several incidents that potentially can cause workplace accidents, incidents such as the workers who do not wear personal protective equipment, workers who act carelessly, and the lack of work experience are the frequent cases in the basic FTA incidents.

Keywords: Fault Tree Analysis, Construction Work Safety

ABSTRAK

Pembangunan proyek konstruksi merupakan kegiatan yang banyak mengandung unsur bahaya. Hal tersebut menyebabkan industri konstruksi memiliki catatan yang buruk dalam hal keselamatan kerja. Oleh karena itu, keselamatan kerja merupakan aspek yang harus dibenahi setiap saat karena masalah tersebut merupakan masalah yang sangat kompleks yang mencakup permasalahan dari segi perikemanusiaan, aspek hukum, pertanggungjawaban serta citra dari organisasi itu sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mengetahui tingkat akurasi penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Kerja pada Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan (Fisik) RSUD Tidar Kota Magelang, (2) Mengidentifikasi dan menganalisis resiko potensi kecelakaan kerja menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA) serta merencanakan mitigasi untuk mereduksi dari lingkup pekerjaan construction in progress. Penelitian ini adalah analisis kuantitatif dimana penelitian dilakukan dengan pengumpulan data primer melalui interview dan observasi serta data sekunder berupa data dari proyek itu sendiri. FTA digunakan untuk melakukan investigasi potensi kecelakaan kerja dengan menganalisis penyebab langsung hingga penyebab dasar dari kecelakaan itu sendiri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Tingkat akurasi penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Kerja yang telah diterapkan memperoleh tingkat penilaian 97,29% dan termasuk dalam tingkat penilaian memuaskan. (2) Hasil analisis menggunakan FTA didapatkan beberapa kejadian yang berpotensi dapat menimbulkan kecelakaan kerja, kejadian seperti pekerja tidak menggunakan alat Pelindung diri, pekerja bertindak ceroboh, dan kurangnya pengalaman bekerja merupakan kejadian yang sering terjadi dalam basic event FTA.

Kata kunci: Fault Tree Analysis, Proyek Konstruksi, Keselamatan Kerja Konstruksi.

1. PENDAHULUAN

Keselamatan kerja mengandung arti bagaimana cara seseorang untuk menjaga diri atau orang lain. Karena beban kerja yang ada di lapangan mengharuskan seorang pekerja mendapatkan perlindungan agar mereka dapat bekerja secara maksimal. Keselamatan kerja merupakan faktor yang paling penting dalam pencapaian sasaran tujuan proyek. Hasil yang maksimal dalam kinerja biaya, mutu dan waktu tiada artinya bila tingkat keselamatan kerja terabaikan.

Pekerjaan konstruksi merupakan kegiatan yang beresiko tinggi terhadap kecelakaan. Oleh sebab itu, penyedia jasa diwajibkan untuk menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan Kerja sebagai upaya untuk mengatasi resiko kecelakaan yang mungkin terjadi. Adapun pedoman penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) di Indonesia salah satunya didasarkan pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomer 50 Tahun 2012. Peraturan tersebut menyebutkan bahwa setiap perusahaan dengan syarat tertentu seperti mempekerjakan pekerja/buruh paling sedikit 100 (seratus) orang atau mempunyai tingkat potensi bahaya tinggi. Diwajibkan untuk menerapkan SMK3 maupun *Occupational Health and Safety Assessment Serie (OHSAS 18001:2007)* yang terintegrasi dengan Sistem Manajemen Perusahaan. Persyaratan tersebut termasuk dalam investasi perusahaan karena merupakan sebuah kewajiban yang diatur dalam Undang-undang Republik Indonesia.

Melalui penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Kerja diharapkan perusahaan dapat memiliki lingkungan kerja yang sehat, aman, efisien dan produktif. Lebih dari itu penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Kerja dapat membantu Pimpinan Perusahaan untuk bisa melaksanakan standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang merupakan tuntutan masyarakat global baik secara nasional maupun internasional. Keberhasilan dari penerapan sistem manajemen keselamatan kerja didalam suatu proyek konstruksi dapat dilihat dari pencapaian target perusahaan menuju kondisi nol kecelakaan (*zero accident*).

2. METODE PENELITIAN

Instrumen Penelitian

Peneliti menggunakan instrumen dari kriteria Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.50 Tahun 2012 Terintegrasi OHSAS 18001. Adapun kisi-kisi instrumen penelitian yang akan diajukan kepada narasumber untuk merealisasikan tujuan peneliti seperti yang terdapat pada tabel 2.1.

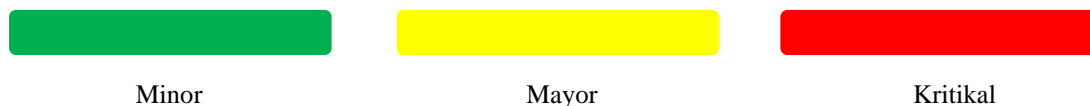
Tabel 2.1. Kisi-kisi Instrumen Penelitian

No	Kriteria Elemen	Sub Elemen	Jumlah
1	Pembangunan dan Pemeliharaan Komitmen	1.1.1 – 1.4.10	25
2	Pembuatan dan Pendokumentasian Rencana K3	2.1.1 – 2.4.1	13
3	Pembuatan dan Pendokumentasian Rencana K3	3.1.1 – 3.2.4	8
4	Pengendalian Dokumen	4.1.1 – 4.2.3	7
5	Keamanan Bekerja Berdasarkan SMK3	5.1.1 – 5.9.1	53
6	Standar Pemantauan	6.1.1 – 6.4.5	22
7	Pelaporan dan Perbaikan Kekurangan	7.1.1 – 7.3.6	9
8	Pengelolaan Material dan Perpindahanya	8.1.1- 8.2.3	7
9	Pengumpulan dan Penggunaan Data	9.1.1 – 9.2.2	5
10	Pemeriksaan SMK3	10.1.1 – 10.1.3	3
11	Pengembangan Ketrampilan dan Kemampuan	11.1.1 – 11.5.1	14
Jumlah Total			166

(Sumber: Hasil *Integrasi PP No 50 Tahun 2012 dan OHSAS 1800, 2019*)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi Warna Penilaian



Gambar 3.1 Klasifikasi Warna Kategori Penilaian

Keterangan:

a. Kategori Kritikal

- Tidak menerapkan kriteria audit;
- Terdapat temuan yang mengakibatkan *fataliti*/kematian.

b. Kategori Mayor

- Tidak memenuhi ketentuan peraturan perundangan-undangan;
- Tidak melaksanakan salah satu prinsip SMK3; dan
- Terdapat temuan minor untuk satu kriteria audit di beberapa lokasi

c. Kategori Minor

- Konsisten dalam pemenuhan persyaratan peraturan perundang-undangan standar, pedoman dan acuan lainnya.
- Penerapan SMK3 sudah memenuhi kriteria audit.

Hasil Perolehan Data Audit

Tabel 3.1 Daftar perolehan data audit

No	No. Kriteria	Nilai	Kategori	Penilaian	No	No. Kriteria	Nilai	Kategori	Penilaian
	1				28	2.1.3	100	Minor	
	1.1				29	2.1.4	100	Minor	
1	1.1.1	100	Minor		30	2.1.5	50	Mayor	
2	1.1.2	100	Minor			2.2			
3	1.1.3	100	Minor		31	2.2.1	100	Minor	
4	1.1.4	100	Minor		32	2.2.2	100	Minor	
5	1.1.5	100	Minor		33	2.2.3	100	Minor	
8	1.2.2	100	Minor		34	2.3.1	100	Minor	
9	1.2.3	100	Minor		35	2.3.2	100	Minor	
10	1.2.4	100	Minor		36	2.3.3	100	Minor	
11	1.2.5	100	Minor		37	2.3.4	100	Minor	
12	1.2.6	100	Minor			2.4			
	1.3				38	2.4.1	100	Minor	
13	1.3.1	100	Minor			3			
14	1.3.2	100	Minor			3.1			
15	1.3.3	100	Minor		39	3.1.1	100	Minor	
	1.4				40	3.1.2	100	Minor	
16	1.4.1	100	Minor		41	3.1.3	100	Minor	
17	1.4.2	100	Minor		42	3.1.4	100	Minor	
18	1.4.3	100	Minor			3.2			
19	1.4.4	100	Minor			3.2			
20	1.4.5	100	Minor		43	3.2.1	100	Minor	
21	1.4.6	100	Minor		44	3.2.2	100	Minor	
22	1.4.7	100	Minor		45	3.2.3	100	Minor	
23	1.4.8	100	Minor		46	3.2.4	100	Minor	
24	1.4.9	100	Minor			4			
25	1.4.10	100	Minor			4.1			
	2				47	4.1.1	100	Minor	
26	2.1.1	100	Minor		48	4.1.2	50	Mayor	
27	2.1.2	100	Minor		49	4.1.3	100	Minor	
50	4.1.4	100	Minor		102	5.7.6	100	Minor	
	4.2				103	5.7.7	100	Minor	

51	4.2.1	100	Minor			5.8			
52	4.2.2	100	Minor		104	5.8.1	100	Minor	
53	4.2.3	100	Minor		105	5.8.2	100	Minor	
	5					5.9			
	5.1				106	5.9.1	100	Minor	
54	5.1.1	100	Minor			6			
55	5.1.2	100	Minor			6.1			
56	5.1.3	100	Minor		107	6.1.1	100	Minor	
57	5.1.4	100	Minor		108	6.1.2	100	Minor	
58	5.1.5	100	Minor		109	6.1.3	100	Minor	
59	5.1.6	100	Minor		110	6.1.4	100	Minor	
60	5.1.7	100	Minor		111	6.1.5	100	Minor	
61	5.1.8	100	Minor		112	6.1.6	100	Minor	
62	5.1.9	50	Mayor		113	6.1.7	100	Minor	
63	5.1.10	100	Minor			6.2			
64	5.1.11	100	Minor		114	6.2.1	100	Minor	
65	5.1.12	50	Mayor		115	6.2.2	100	Minor	
66	5.1.13	100	Minor		116	6.2.3	100	Minor	
67	5.1.14	50	Mayor		117	6.2.4	100	Minor	
68	5.1.15	100	Minor		118	6.2.5	100	Minor	
69	5.1.16	100	Minor		118	6.2.5	100	Minor	
70	5.1.17	100	Minor		119	6.2.6	100	Minor	
71	5.1.18	100	Minor		120	6.2.7	100	Minor	
72	5.1.19	50	Mayor		121	6.2.8	100	Minor	
73	5.1.20	100	Minor			6.3			
74	5.1.21	100	Minor		122	6.3.1	100	Minor	
75	5.1.22	100	Minor		123	6.3.2	100	Minor	
76	5.1.23	100	Minor			6.4			
	5.2				124	6.4.1	100	Minor	
77	5.2.1	100	Minor		125	6.4.2	100	Minor	
78	5.2.2	100	Minor		126	6.4.3	100	Minor	
79	5.2.3	100	Minor		127	6.4.4	100	Minor	
80	5.2.4	100	Minor		128	6.4.5	100	Minor	
	5.3					7			
81	5.3.1	100	Minor			7.1			
82	5.3.2	100	Minor		129	7.1.1	100	Minor	
	5.4					7.2			
83	5.4.1	100	Minor		130	7.2.1	100	Minor	
84	5.4.2	100	Minor			7.3			
85	5.4.3	100	Minor		131	7.3.1	100	Minor	
86	5.4.4	100	Minor		132	7.3.2	100	Minor	
	5.5				133	7.3.3	100	Minor	
87	5.5.1	100	Minor		134	7.3.4	100	Minor	
88	5.5.2	100	Minor		135	7.3.5	50	Mayor	
89	5.5.3	100	Minor		136	7.3.6	50	Mayor	
90	5.5.4	100	Minor			7.4			
91	5.5.5	100	Minor		137	7.4.1	100	Minor	
92	5.5.6	100	Minor			8			
93	5.5.7	100	Minor		139	8.1.2	100	Minor	
94	5.5.8	100	Minor		140	8.1.3	100	Minor	
	5.6				141	8.1.4	100	Minor	
99	5.7.3	100	Minor			8.2			
100	5.7.4	100	Minor		142	8.2.1	100	Minor	
101	5.7.5	100	Minor		143	8.2.2	100	Minor	
144	8.2.3	100	Minor		121	6.2.8	100	Minor	
	9					6.3			
	9.1				122	6.3.1	100	Minor	
145	9.1.1	100	Minor		123	6.3.2	100	Minor	

146	9.1.2	100	Minor			6.4			
147	9.1.3	100	Minor			11.2			
151	9.1.2	100	Minor		160	11.2.1	100	Minor	
152	9.1.3	100	Minor		161	11.2.2	100	Minor	
	11					11.3			
	11.1				162	11.3.1	100	Minor	
153	11.1.1	100	Minor		163	11.3.2	100	Minor	
154	11.1.2	100	Minor		164	11.3.3	50	Mayor	
155	11.1.3	100	Minor			11.4			
156	11.1.4	100	Minor		165	11.4.1	100	Minor	
157	11.1.5	100	Minor			11.5			
158	11.1.6	100	Minor		166	11.5.1	100	Minor	
159	11.1.7	100	Minor						

Analisi Data

Setelah dilakukan penilaian audit, dari 166 kriteria tingkat lanjutan diperoleh hasil:

1. Kategori Kritis (Nilai = 0), terdapat 0 kriteria
2. Kategori Mayor (Nilai = 50), terdapat 9 kriteria
3. Kategori Minor (Nilai = 100), terdapat 157 kriteria

Tingkat akurasi penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Kerja berdasarkan kriteria PP No 50 Tahun 2012 terintegrasi *Occupational Health and Safety Assessment Series* (OHSAS 18001:2007) yang telah diterapkan oleh Penyedia Jasa terhadap Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan (Fisik) RSUD Tidar Kota Magelang yaitu:

$$\frac{(\text{Kategori Kritis} \times 0) + (\text{Kategori Mayor} \times 50) + (\text{Kategori Minor} \times 100)}{\text{Total Kriteria Audit}} \times 100$$

$$\frac{(0 \times 0) + (9 \times 50) + (157 \times 100)}{166} \times 100$$

$$= 97,29 \%$$

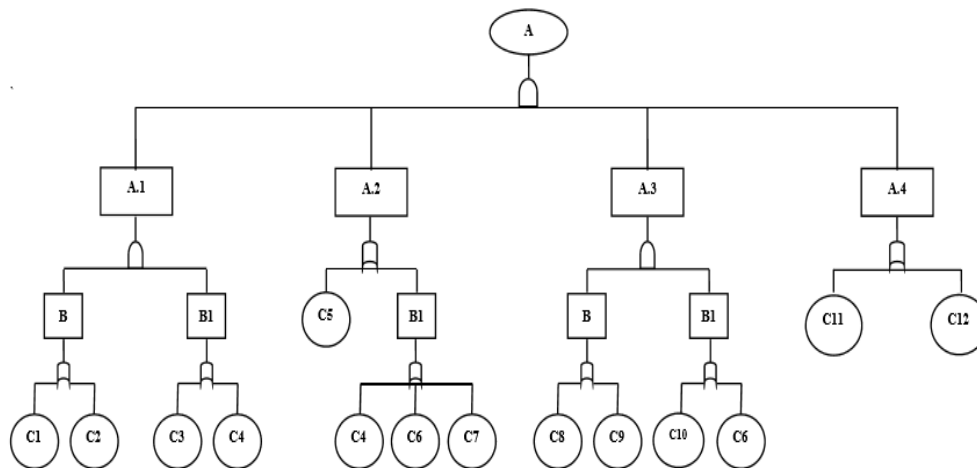
Tingkat pencapaian audit dan penghargaan tingkat prosentase pencapaian angka 97,29 % termasuk kedalam tingkat penilaian penerapan MEMUASKAN.

Fault Tree Analysis (FTA)

Dalam melakukan analisis FTA peneliti menggunakan teori domino sebagai dasar melakukan analisis mengenai kecelakaan kerja. Dimana dalam penggambaran FTA, *basic event* merupakan *unsafe act or unsafe condition* sehingga berdasarkan teori domino. Kejadian *basic event* dapat dihilangkan dengan melakukan *cut set ranking* menggunakan aljabar *boolean* untuk menyederhanakan/mereduksi agar kejadian *accident* dan *injury* tidak terjadi. Berikut adalah penggambaran FTA dan pembahasan mengenai potensi kecelakaan kerja pada lingkup pekerjaan *construction in progress*.

Potensi Bahaya Pengoperasian Tower Crane (TC)

Berikut adalah hasil dari penggambaran *Fault Tree Analysis* (FTA) potensi bahaya pengoperasian *Tower Crane* (TC):



Gambar 3.2 Model Grafis FTA Potensi Bayaha Pengoperasian *Tower Crane* (TC)

Keterangan:

Tabel 3.2 Keterangan *event* pada model grafis pengoperasian tower crane (TC)

No	Simbol	Keterangan	No	Simbol	Keterangan
1.	A	Potensi bahaya pengoperasian <i>tower crane</i> (TC)	11.	C.4	Pekerja bertindak ceroboh seperti bercanda, merokok dan bekerja tidak sesuai prosedur.
2.	A.1	Pada saat <i>erection</i> pekerja jatuh/kejatuhan benda keras.	12.	C.5	Area untuk memutar dan ketinggian TC tidak sesuai dengan kondisi lapangan.
3.	A.2	Membentur bangunan sekitar.	13.	C.6	Kurang pengalaman bekerja/ tidak bekerja sesuai keahlian.
4.	A.3	Tali sling putus.	14.	C.7	Tidak adanya komunikasi antara operator TC dengan komando/pemberi perintah.
5.	A.4	Tersambar petir.	15.	C.8	Tidak ada rambu peringatan
6.	B	Faktor teknis	16.	C.9	Sebelum pengoperasian tidak dilakukan pemeriksaan alat kerja/pengecekan rutin.
7.	B.1	Faktor pekerja	17.	C.10	Bekerja tidak sesuai prosedur.
8.	C1	Kurangnya sosialisasi K3/kurangnya pengawasan dari petugas K3.	18.	C.11	Tidak adanya penangkal petir pada puncak <i>Tower Crane</i> (TC)
9.	C2	Tidak ada rambu peringatan bahaya disekitar area <i>Tower Crane</i> (TC) .	19.	C.12	Beroperasi saat cuaca hujan deras.
10.	C.3	Tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD).			

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Analisi data FTA:

Langkah selanjutnya setelah membuat model grafis FTA ialah menganalisis lebih lanjut penyebab dasar yang menyebabkan *top event* terjadi dengan mencari *minimal cut set* yang didapatkan dari hasil analisis menggunakan *Aljabar Boolean* hukum distributive. Notasi operator logika *boolean* yang digunakan untuk *OR gate* adalah penjumlahan yang disimbolkan dengan (+), sedangkan untuk *AND gate* adalah perkalian yang disimbolkan dengan (.)

$$\begin{aligned}
 A &= A1 \cdot A2 \cdot A3 \cdot A4 \\
 A1 &= B \cdot B1 \\
 A2 &= C5 + B1 \\
 A3 &= B \cdot B1 \\
 A4 &= C11 + C12
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B &= C1 + C2 \\
 B1 &= C3 + C4 \\
 B1 &= C4 + C6 + C7 \\
 B &= C8 + C9 \\
 B1 &= C10 + C6
 \end{aligned}$$

Dari *aljabar boolean* diatas, kemudian dicari *minimal cut set* untuk menemukan kombinasi dari beberapa kejadian sampai hasilnya tidak dapat direduksi/disederhanakan lagi. Hasil kombinasi dari kejadian-kejadian tersebut disebut penyebab dari terjadinya *top event*.

$$\begin{aligned}
 A &= A1 \cdot A2 \cdot A3 \cdot A4 \\
 &= (B \cdot B1) \cdot (C5 + B1) \cdot (B \cdot B1) \cdot (C11 + C12) \\
 &= ((C1 + C2) \cdot (C3 + C4)) \cdot (C5 + (C4 + C6 + C7)) \cdot ((C8 + C9) + (C10 + C6)) \cdot (C11 + C12)
 \end{aligned}$$

$$= (C1 + C2 + C3 + C4) \cdot (C5 + C4 + C6 + C7) \cdot (C8 + C9 + C10 + C6) \cdot (C11 + C12)$$

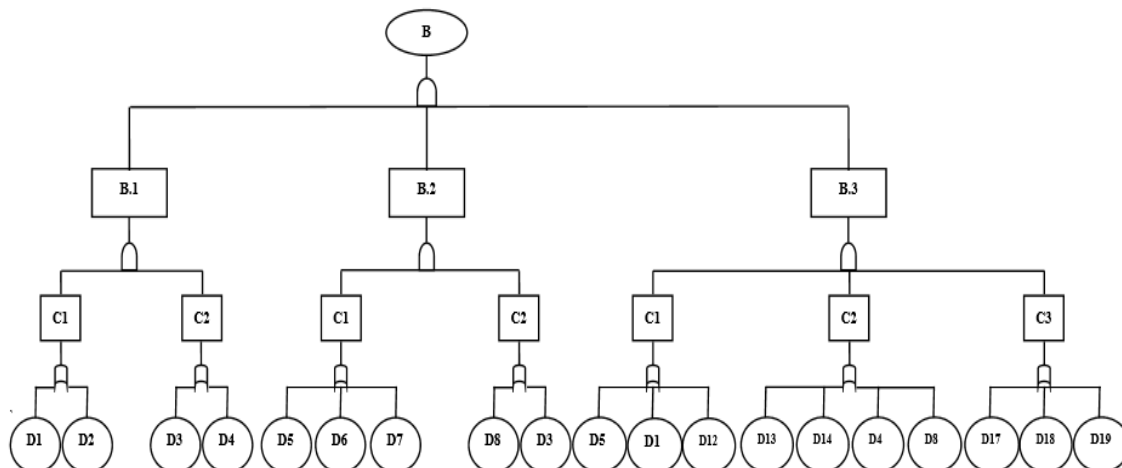
Dari hasil analisis menggunakan *aljabar boolean* didapat 4 *minimal cut set* yaitu kombinasi dari kejadian dasar/*basic event* yang dapat menyebabkan potensi bahaya kecelakaan pada pengoperasian *tower crane*. Berikut merupakan kejadian dasar yang dapat menyebabkan potensi kecelakaan pada pengopersian *tower crane* beserta pembahasan mengenai pengendalian resiko yang dapat dilakukan.

Tabel 3.3 Hasil Analisis *Aljabar Boolean* dan Pengendalian Resiko

No	Kombinasi Basic Event	Diskripsi Kombinasi	Pengendalian Resiko
1	C1, C2, C3, C4	Pengoperasian <i>tower crane</i> berpotensi mengakibatkan risiko kecelakaan pekerja jatuh/kejatuhan benda. Kejadian tersebut dapat terjadi karena 4 (faktor) berupa kurangnya sosialisasi K3/kurangnya pengawasan dari petugas K3, tidak adanya rambu peringatan bahaya disekitar pengoperasian <i>tower crane</i> , pekerja tidak menggunakan APD dan terjadi karena pekerja bertindak ceroboh/lalai.	<ul style="list-style-type: none"> - Pelaksanaan Safety Talk Morning sebelum memulai pekerjaan. - Sosialisasi mengenai program K3. - Menyediakan APD untuk pekerja. - Melakukan pengawasan terhadap pekerja agar bekerja sesuai prosedur yang telah ditentukan. - Pemasangan rambu peringatan berupa (AWAS TERJATUH/KEJATUHAN), (DILARANG MENJATUHKAN BENDA KEBAWAH) disekitar lokasi pengoperasian <i>tower crane</i>.
2	C5, C4, C6, C7	Pengoperasian <i>tower crane</i> berpotensi mengakibatkan kejadian <i>tower crane</i> membentur bangunan sekitar. Kejadian tersebut dapat terjadi apabila area untuk memutar dan ketinggian TC tidak sesuai dengan kondisi lapangan, keceroboh dari pekerja, dan terjadi karena tidak adanya komunikasi antara operator TC dengan komando/pemberi perintah.	<ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan tenaga ahli/operator <i>tower crane</i> yang memiliki SIO dari instansi terkait Melakukan pengawasan terhadap pekerja agar bekerja sesuai prosedur yang telah ditentukan. - Menyediakan alat komunikasi HT yang digunakan antara operator dan pemberi perintah.
3	C8, C9, C10, C6	Pengoperasian <i>tower crane</i> berpotensi mengakibatkan kejadian tali <i>sling tower crane</i> putus saat beroperasi. Kejadian tersebut dapat terjadi karena tidak adanya rambu peringatan, tidak dilakukan pemeriksaan alat kerja/pengecekan rutin, bekerja tidak sesuai prosedur/ bekerja tidak sesuai keahlian.	<ul style="list-style-type: none"> - Secara rutin sebelum menggunakan alat kerja dilakukan <i>inpeksi</i>/pemeriksaan alat dan memastikan semuanya berjalan sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan, - Memasang rambu peringatan (SESUAIKAN KAP. ANGKAT).
4	C11, C12	Pengoperasian <i>tower crane</i> berpotensi mengakibatkan kejadian <i>tower crane</i> tersambar petir. Kejadian tersebut dapat terjadi apabila tidak adanya penangkal petir pada puncak <i>tower crane</i> atau terjadi karena <i>tower crane</i> tetap beroperasi saat cuaca hujan deras.	<ul style="list-style-type: none"> - Memasang penangkal petir pada puncak <i>tower crane</i>. - Melarang pengoperasian <i>tower crane</i> jika cuaca hujan deras dan angin kencang.

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Potensi Bahaya Pekerjaan Pembekistingan



Gambar 3.3 Model Grafis FTA Potensi Bahaya Pekerjaan Pembekistingan

Keterangan:

Tabel 3.4 Keterangan event pada model grafis pekerjaan pembekistingan

No	Simbol	Keterangan	No	Simbol	Keterangan
1.	B	Potensi bahaya pekerjaan bekisting	12.	D.5	Tidak ada rambu peringatan
2.	B.1	Bekisting roboh	13.	D.6	Kesalahan dalam mengangkat material/peralatan ke tempat yang lebih tinggi.
3.	B.2	Pekerja kejatuhan benda, terkena benda tajam	14.	D.7	Penyimpanan/perletakan benda atau peralatan yang tidak pada tempatnya.
4.	B.3	Pekerja jatuh dari ketinggian	15.	D.8	Pekerja tidak menggunakan ADP
5.	C1	Faktor teknis	16.	D.9	Tekanan Produksi
6.	C2	Faktor pekerja	17.	D.10	Kurang pengalaman.
7.	C3	Faktor Lingkungan	18.	D.11	Pekerja kelelahan
8.	D.1	Kurangnya pengawasan dari petugas	19.	D.12	Penerangan tempat kerja kurang
9.	D.2	Kesalahan saat perangkaian kelengkapan perkuatan.	20.	D.13	Lantai untuk kerja licin
10.	D.3	Kecerobohan dari pekerja	21.	D.14	Mengabaikan rambu K3 disekitar lokasi.
11.	D.4	Bekerja tidak sesuai prosedur prosedur (Bercanda, merokok, dll)			

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Analisi data FTA:

Minimal Cut set menggunakan hukum aljabar Booleen:

$$\begin{aligned}
 A &= B1. B2. B3 \\
 B1 &= C1. C2 \\
 B2 &= C3. C4 \\
 B3 &= C1. C2. C3 \\
 C1 &= D1 + D2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C2 &= D3 + D4 \\
 C1 &= D5 + D6 + D7 \\
 C2 &= D8 + D3 \\
 C1 &= D5 + D1 + D9 \\
 C2 &= D10 + D11 + D4 + D8 \\
 C3 &= D12 + D13 + D14
 \end{aligned}$$

Hasil Kombinasi Kejadian:

$$\begin{aligned}
 A &= B1 + B2 + B3 \\
 &= (C1 . C2) + (C1 . C2) + (C1 . C2 . C3) \\
 &= ((D1 + D2) . (D3 + D4)) + ((D5 + D6 + D7) . (D8 + D3)) + ((D5 + D1 + D9) . (D10 + D11 + D4 + D8) . (D12 + D13 + D14)) \\
 &= (D1 + D2 + D3 + D4) + (D5 + D6 + D7 + D8 + D3) + (D5 + D1 + 9 + D10 + D11 + D14 + D18 + D12 + D13 + D14)
 \end{aligned}$$

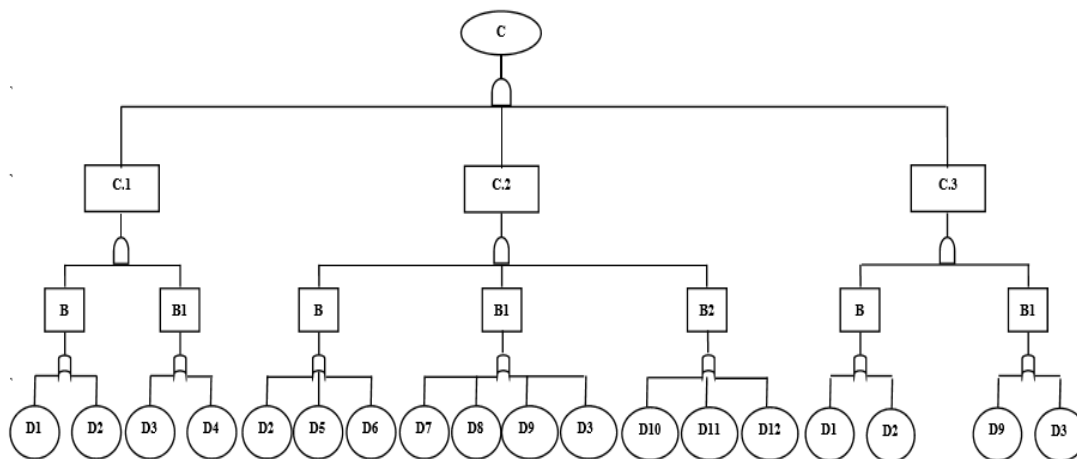
Dari hasil analisis menggunakan aljabar boolean didapat 3 minimal cut set yaitu kombinasi dari kejadian dasar/basic event. Berikut merupakan kejadian dasar yang dapat menyebabkan potensi kecelakaan pada pekerjaan pembekistingan beserta pembahasan mengenai pengendalian resiko yang dapat dilakukan.

Tabel 3.5 Hasil Analisis Aljabar Boolean dan Pengendalian Resiko

No	Kombinasi Basic Event	Diskripsi Kombinasi	Pengendalian Resiko
1	D1, D2, D3, D4	Kejadian bekisting roboh dapat terjadi karena beberapa faktor berupa tidak dilakukan pengawasan saat bekerja, terdapat kesalahan saat perangkaian kelengkapan perkuatan, atau terjadi karena kesalahan pekerja.	<ul style="list-style-type: none"> - Pelaksanaan <i>Safety Talk Morning</i> sebelum memulai pekerjaan. - Melakukan pemeriksaan pemasangan peralatan kerja seperti: <i>cross bracing, skuor, ties</i>, alas dudukan <i>clamp</i>, perancah dll. Untuk memastikan apakah sudah terpasang secara benar atau tidak sama sekali. - Melakukan pengawasan terhadap pekerja agar bekerja sesuai prosedur yang telah ditentukan.
2	D5, D6, D7, D8, D9	Kejadian pekerja kejatuhan benda, terkena benda tajam. Kejadian tersebut dapat terjadi karena tidak adanya rambu peringatan, kesalahan dalam mengangkat material/peralatan ke tempat yang lebih tinggi, perletakan benda atau peralatan yang tidak pada tempatnya, pekerja tidak menggunakan APD saat bekerja, atau terjadi karena kecerobohan dari pekerja	<ul style="list-style-type: none"> - Memasang rambu peringatan "AWAS KEJATUHAN BENDA DARI ATAS & DILARANG MENJATUHKAN BENDA KEBAWAH". - Melakukan pengawasan terhadap pekerja agar bekerja sesuai prosedur yang telah ditentukan. - Mewajibkan semua pekerja untuk menggunakan APD.
3	D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D3, D4	Kejadian pekerja jatuh dari ketinggian dapat terjadi apabila pekerja yang bersangkutan bekerja tidak sesuai keahliannya, pekerja mengalami kelelahan, tidak menggunakan APD, kurangnya pencahayaan dilokasi sekitar proyek, lantai untuk kerja licin dan pekerja mengabaikan rambu K3.	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan sosialisasi mengenai program K3. - Mewajibkan pekerja untuk menggunakan APD - Menyediakan pencahayaan yang memadai disekitar lokasi pekerjaan - Mengadakan <i>Safety Induction</i> setiap ada pekerja baru

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Potensi Bahaya Pekerjaan Pembesian



Gambar 3.4 Model Grafis FTA Potensi Bahaya Pekerjaan Pembesian

Keterangan:

Tabel 3.6 Keterangan event pada model grafis pekerjaan pembesian

No	Simbol	Keterangan	No	Simbol	Keterangan
1	C	Potensi bahaya pekerjaan pembesian (merangkai/pabrikasi)	6	B2	Faktor Lingkungan
2	C.1	Pekerja kejatuhan benda, terkena benda tajam, terjepit besi tulangan.	7	D1	Kurang sosialisasi K3
3	C.2	Pekerja terjatuh pada pemasangan pembesian kolom.	8	D2	Tidak dipasang rambu peringatan
4	B	Faktor teknis	9	D3	Pekerja tidak menggunakan APD

5	B1	Faktor pekerja	10	D4	Kecerobohan pekerja
11	D5	Pengawasan kurang	16	D9	Bekerja tidak sesuai prosedur (Bercanda, merokok, tidak fokus, dll)
12	D6	Tekanan Produksi	17	D10	Penerangan tempat kerja kurang
13	D6	Tekanan Produksi	18	D11	Lantai untuk kerja licin
14	D7	Kurang pengalaman.	19	D12	Mengabaikan rambu K3 disekitar lokasi.
15	D8	Pekerja kelelahan			

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Analisi data FTA:

Minimal Cut set menggunakan hukum aljabar Boolean:

$$C = C1 \cdot C2 \cdot C3$$

$$C1 = B1 \cdot B2$$

$$C2 = B \cdot B1 \cdot B2$$

$$C3 = B1 \cdot B2$$

$$C1 = D1 + D2$$

$$B = D1 + D2$$

$$B1 = D3 + D4$$

$$B = D2 + D5 + D6$$

$$B1 = D7 + D8 + D9 + D3$$

$$B2 = D10 + D11 + D12$$

$$B = D1 + D2$$

$$B1 = D9 + D3$$

Hasil Kombinasi Kejadian:

$$C = C1 + C2 + C3$$

$$= (B \cdot B1) + (B \cdot B1 \cdot B2) + (B \cdot B1)$$

$$= ((D1 + D2) \cdot (D3 + D4)) + ((D2 + D5 + D6) \cdot (D7 + D8 + D9 + D3) \cdot (D10 + D11 + D12)) + ((D1 + D2) \cdot (D9 + D3))$$

$$= (D1 + D2 + D3 + D4) + (D2 + D5 + D6 + D7 + D8 + D9 + D3 + D10 + D11 + D12) + (D1 + D2 + D9 + D3)$$

Dari hasil analisis menggunakan *aljabar boolean* didapat 3 *minimal cut set* yaitu kombinasi dari kejadian dasar/basic event. Berikut merupakan kejadian dasar yang dapat menyebabkan potensi kecelakaan pada pekerjaan pembesian beserta pembahasan mengenai pengendalian resiko yang dapat dilakukan.

Tabel 3.7 Hasil Analisis *Aljabar Boolean* dan Pengendalian Resiko

No	Kombinasi Basic Event	Diskripsi Kombinasi	Pengendalian Resiko
1	D1, D2, D3, D4	Kejadian pekerja kejatuhan benda, terkena benda tajam saat melakukan pekerjaan pembesian. dapat terjadi karena kurangnya sosialisasi mengenai K3, tidak dipasang rambu peringatan bahaya, pekerja tidak menggunakan ADP) atau Kecerobohan pekerja seperti: membuang benda dari tempat yang lebih tinggi.	<ul style="list-style-type: none"> - Pelaksanaan <i>Safety Talk Morning</i> sebelum memulai pekerjaan. - Melakukan pengawasan terhadap pekerja agar bekerja sesuai prosedur yang telah ditentukan. - Pelaksanaan <i>Safety Talk Morning</i> sebelum memulai pekerjaan. - Melakukan pengawasan terhadap pekerja agar bekerja sesuai prosedur yang telah ditentukan. - Mewajibkan semua pekerja untuk menggunakan APD saat beraktivitas. - Memasang rambu peringatan "AWAS KEJATUHAN BENDA DARI ATAS & DILARANG MENJATUHKAN BENDA KEBAWAH".
2	D2, D5, D6, D7, D8, D9, D3, D10, D11, D12	Kejadian pekerja jatuh dari ketinggian saat melakukan pekerjaan pembesian dapat terjadi karena tidak dipasang rambu peringatan bahaya, kurangnya pengawasan, tekanan produksi yang tinggi, pekerja yang bersangkutan kurang pengalaman/bekerja tidak sesuai keahlian, pekerja mengalami kelelahan, bekerja tidak sesuai prosedur, pekerja tidak menggunakan APD atau dapat	<ul style="list-style-type: none"> - Memasang Slogan K3L "UTAMAKAN KESELAMATAN KERJA", "LAKUKAN SEMUA DENGAN BENAR SEJAK AWAL, MALAPETAKA TERBESAR ADALAH MENGABAIKAN PROSEDUR KESELAMATAN KERJA". - Mengadakan <i>Safety Induction</i> setiap

		terjadi karena faktor lingkungan sekitar seperti kurangnya penerangan disekitar lokasi pekerjaan, pijakan/lantai kerja licin, atau terjadi karena pekerja mengabaikan rambu peringatan disekitar lokasi.	ada pekerja baru.
3	D1, D2, D9 ,D3	Kejadian pekerja terkena mesin <i>bar cutter</i> dan <i>bar bender</i> terjadi karenakurangnya pengawasan dari petugas,tidak dipasang rambu peringatan bahaya, bekerja tidak sesuai prosedur atau bekerja tanpa menggunakan APD.	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan sosialisasi mengenai program K3. - Mesin harus diberi tutup pengaman. - Mewajibkan pekerja untuk menggunakan APD (Sarung tangan, <i>helm</i> & Sepatu kerja). - Mengadakan <i>Safety Induction</i> setiap ada pekerja baru. - Pemasangan rambu “Peringatan Awasi Jari Terjepit”

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

4. SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Tingkat akurasi penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Kerja yang telah diterapkan memperoleh tingkat penilaian 97,29% dan termasuk dalam tingkat penilaian memuaskan.. Dengan tingkat penilaian kategori memuaskan menandakan bahwa penyedia jasa telah menerapkan sistem manajemen keselamatan kerja sesuai peraturan/standar yang berlaku.
2. Melalui analisis menggunakan metode *fault tree* didapatkan beberapa kejadian yang berpotensi dapat menimbulkan kecelakaan kerja pada lingkup pekerjaan pengoperasian *tower crane*, pekerjaan pembekistingan dan pekerjaan pembesian. Kejadian seperti pekerja tidak menggunakan APD (Alat Pelindung Diri), pekerja bertidak ceroboh, tidak adanya pengawasan dari petugas, dan tidak bekerja sesuai keahlian/kurangnya pengalaman bekerja merupakan kejadian yang paling sering terjadi dalam *basic event fault tree analysis*. Untuk mengantisipasi kejadian tersebut terjadi, perusahaan melakukan pengendalian resiko dengan mengadakan *safety induction* kepada pekerja baru, mewajibkan pekerja untuk selalu menggunakan APD saat beraktivitas, melakukan sosialisai mengenai program K3, dan meminta kepada seluruh pekerja untuk berpartisipasi terhadap program keselamatan kerja yang telah dirancang agar target perusahaan mengenai keselamatan kerja yaitu *zero accident* dapat terwujud.

5. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya maka saran yang diberikan sebagai berikut:

1. Menggunakan standar peraturan 4 in 1 *integrasi* sistem manajemen ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 dan PP No 50 Tahun 2012/PERMEN PU No.50 Tahun 2014.
2. Dibutuhkan data yang lebih banyak lagi agar penelitian dengan menggunakan metode *fault tree analysis* ini lebih maksimal hasilnya.
3. Diperlukan pembahasan mengenai biaya tentang sistem manajemen keselamatan kerja..

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada orang tua yang telah memberikan dukungan memberikan bantuan dukungan material dan moral dan Bapak Adwitya Bhaskara, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

REFERENSI

- Asiyanto. (2004). *Manajemen Produksi Untuk Jasa Konstruksi*, Cetakan Kedua. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Bhaskara, Adwitya. (2017). *Integrating Standard Operating Procedures for Basement Work Area*. Proceeding Book of Sustainable Infrastructure and Build Environment Past, Present, and Future. 421-437.
- Endroyo, Bambang. 2009. *Keselamatan Konstruksi: Konsepsi dan Regulasi*. *Jurnal Teknik Sipil*. 11(2): 169 – 18.
- Ervianto, I.W. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi*. Yogyakarta: Andi.
- Gray, C.F & Larson, E.W. (2007). *Project Management (The Managerial Process) third edition*. Bosyo: Irwin McGraw-Hill
- Kuhre, W.L. (1996). *Sistem Manajemen Lingkungan*. Jakarta: Prehalindo.

- Marvin Rusand, Arnoljor. (2005). *System Reliability Theory: Model, Statistical Method, and Application, Second Edition*. New Jersey: John –Wiley, Inc
- Nasa Office Of Safety and Mission Assurance. 2002. *Fault Tree Handbook with Aerospace Applications*. Washington, DC 20546.
- OHSAS 18001:2007. *Occupational Health and Safety Management System- Requirements*.
- Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012. *Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta.
- Tjiptono, Fandy & Diana Anastasia.2013. *Quality Management*. Yogyakarta. Andi
- Tm K3 FT UNY. 2014. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)*.
- Wirahadikusumah, R. D. & Ferial, F. (2005). *Kajian Penerapan Pedoman Keselamatan Kerja pada Pekerjaan Galian Konstruksi*. Jurnal Teknik Sipil Volume XII No. 2 April 2005, ITB.