

**Penerapan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA)
dalam Menilai Tingkat Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) serta Strategi
Pencegahan Kecelakaan pada PLTMG Sumbagut 2 Peaker**

Aod Abdul Jawad¹⁾, Yanto²⁾

Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi
Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya
Jalan Raya Cisauk Lapan, Cisauk, Tangerang, Banten 15345

1) aodabdljawad@gmail.com,

2) yanto@atmajaya.ac.id

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) Sumbagut yang beroperasi di Kota Lhokseumawe, Provinsi Aceh, mencatat 19 kejadian kecelakaan kerja ringan selama tahun 2024. Menanggapi kondisi ini, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor risiko dan penyebab utama kecelakaan kerja guna menyusun rekomendasi pencegahan yang efektif. Penelitian ini menggunakan dua metode analisis risiko yang terintegrasi. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) diterapkan untuk menilai dan memprioritaskan tingkat risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada aktivitas operasional. Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa jari tangan terjepit mesin press merupakan risiko tertinggi dengan nilai Risk Priority Number (RPN) 252. Meskipun memiliki frekuensi yang lebih rendah, insiden tersengat listrik juga teridentifikasi sebagai risiko kritis karena potensi fatalitasnya yang sangat tinggi. Selanjutnya, Fault Tree Analysis (FTA) digunakan untuk membedah risiko tertinggi tersebut, berhasil mengidentifikasi tujuh (7) peristiwa dasar (basic events) yang menjadi akar penyebab kecelakaan. Faktor-faktor penyebab ini mencakup kelalaian manusia (kurangnya fokus), kegagalan teknis (sensor atau hidrolik mesin), serta kegagalan administratif (prosedur LOTO yang diabaikan). Berdasarkan temuan FMEA dan FTA, penelitian ini menyajikan rekomendasi strategis kepada manajemen PLTMG Sumbagut untuk menekan dan mencegah terulangnya insiden kecelakaan di masa mendatang.

Kata Kunci: FMEA, FTA, Keselamatan dan Kesehatan Kerja

ABSTRACT

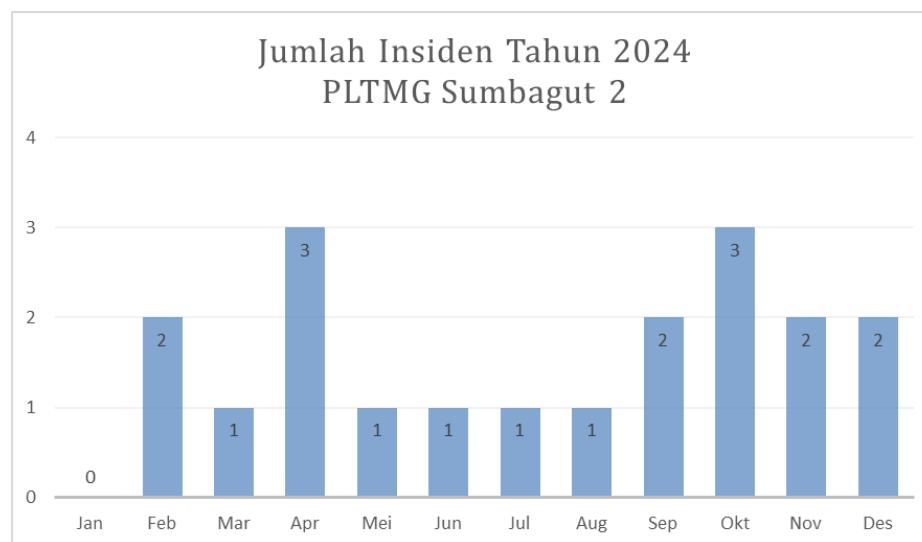
The Sumbagut Gas Engine Power Plant (PLTMG) operating in Lhokseumawe City, Aceh Province, recorded 19 minor workplace accidents during 2024. In response to this condition, this study aims to identify the risk factors and main causes of workplace accidents in order to develop effective prevention recommendations. This study uses two integrated risk analysis methods. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) is applied to assess and prioritize the level of occupational safety and health (OHS) risks in operational activities. The results of the FMEA analysis indicate that fingers caught in a press machine are the highest risk with a Risk Priority Number (RPN) of 252. Despite having a lower frequency, electrocution incidents are also identified as a critical risk due to their very high potential for fatality. Furthermore, Fault Tree Analysis (FTA) is used to dissect these highest risks, successfully identifying seven (7) basic events that are the root causes of accidents. These causal factors include human error (lack of focus), technical failure (sensors or machine hydraulics), and administrative failure (ignored LOTO procedures). Based on the FMEA and FTA findings, this study presents strategic recommendations to the management of the Sumbagut Gas Processing Plant (GPP) to minimize and prevent future accidents.

Keywords: FMEA, FTA, Occupational Safety and Health

I. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Gas atau disebut PLTMG adalah pembangkit listrik yang menggunakan mesin gas sebagai penggeraknya dan berkapasitas 250 MW. Pembangkit ini beroperasi untuk memenuhi kebutuhan listrik pada area Sumatera Bagian Utara (Sumbagut) yang meliputi provinsi Sumatera Utara & Aceh. Pimpinan perusahaan memiliki komitmen menempatkan keselamatan, kesehatan kerja dan lindung lingkungan (K3LL) sebagai prioritas utama dalam mencegah terjadinya cedera, penyakit akibat kerja (PAK) dan pencemaran lingkungan serta menjaga semangat untuk pengembangan kinerja K3 yang berkelanjutan.

Berdasarkan pada data PLTMG Sumbagut 2 dimana pada saat proses kegiatannya masih ditemukan dan terjadi banyak kejadian insiden atau kejadian kecelakaan, terutama selama periode Januari – Desember tahun 2024. Berikut data insiden kecelakaan yang terjadi pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Data Kecelakaan Periode Januari – Desember 2024
(Sumber: Dokumentasi PLTMG Sumbagut 2, 2024)

Pola insiden ini mengindikasikan bahwa PLTMG Sumbagut 2 memiliki kinerja operasional yang rentan terhadap tekanan pada kuartal awal dan terutama pada kuartal akhir tahun. Meskipun terdapat kemampuan untuk menstabilkan diri di pertengahan tahun, peningkatan insiden pada periode Oktober hingga Desember menunjukkan bahwa sistem, perawatan, atau beban kerja menghadapi tantangan signifikan menjelang penutupan tahun anggaran.

Penggunaan metode FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) dan FTA (Fault Tree Analysis) adalah pilihan yang sangat strategis dan saling melengkapi untuk menilai tingkat risiko K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja) di sebuah perusahaan. Kedua metode ini menawarkan perspektif yang berbeda namun terintegrasi untuk menganalisis potensi kegagalan dan dampaknya.

Tujuan dilakukan penelitian penilaian risiko K3 di PLTMG Sumbagut 2 adalah

1. Mengukur tingkat risiko K3 yang ada di PLTMG Sumbagut 2;
2. Mengetahui faktor-faktor penyebab dari kecelakaan kerja yang terjadi di PLTMG Sumbagut 2;
3. Untuk mendapatkan usulan supaya dapat menurunkan kecelakaan kerja yang terjadi di PLTMG Sumbagut 2.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan di PLTMG Sumbagut 2, Lhokseumawe, penelitian difokuskan pada aspek kecelakaan ringan yang terjadi di area *workshop* dan *powerhouse*. Waktu penelitian dilakukan dari periode Januari sampai dengan Desember 2024.

A. Pengertian Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan sektor yang berkaitan dengan upaya menjaga keselamatan, kesehatan, dan kesejahteraan individu yang sedang bekerja di suatu lembaga atau tempat proyek. Menurut Azizur Rahman (2018) penjelasan K3 dalam arti khusus terbagi menjadi 2 (dua), antara lain:

1. K3 berdasarkan keilmuan; adalah merupakan suatu ilmu pengetahuan beserta terapannya dalam usaha mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja (PAK).
2. K3 berdasarkan filosofis; merupakan suatu upaya dalam memastikan keutuhan dan kesempurnaan baik jasmani maupun rohani pekerja pada khususnya, serta umumnya kepada masyarakat dengan tujuan menuju masyarakat adil dan makmur.

Perusahaan perlu memastikan bahwa lingkungan kerja yang mereka sediakan mematuhi semua peraturan dan persyaratan yang diwajibkan oleh undang-undang keselamatan kerja. Mereka juga harus memiliki pemahaman yang baik tentang aturan-aturan ini dan menyediakan peralatan serta fasilitas yang memastikan keselamatan dan kesehatan pegawai. Di luar program keselamatan kerja, tidak ada kewajiban bagi kantor untuk menetapkan kebijakan yang bersifat konsisten dan berlaku di seluruh kantor. Pimpinan kantor juga harus menetapkan kebijakan untuk menjaga keselamatan karyawan (Pasaribu, 2017).

B. Kecelakaan Kerja

Kecelakaan akibat kerja didefinisikan sebagai kejadian yang *unpredictable* atau tak terduga dan tidak diharapkan karena tidak ada unsur perencanaan atau kesengajaan di balik peristiwa tersebut. Kecelakaan akibat kerja juga dianggap tidak diharapkan karena mengakibatkan kerugian materil atau penderitaan dalam skala ringan hingga berat (Sri Rejeki, 2016). Kecelakaan yang terjadi selama proses berkegiatan dan mungkin saat melakukan kegiatan lainnya dapat juga dikategorikan kecelakaan kerja. Kadang-kadang, ruang lingkup ini juga termasuk kecelakaan karyawan atau pekerja yang terjadi selama perjalanan ke dan dari tempat kerja.

Kecelakaan kerja umumnya terjadi ketika orang bersentuhan dengan berbagai bahan ataupun suatu sumber lainnya (B3 berbahaya, suhu tinggi, suara bising, bagian peralatan kerja yang berputar dan lainnya) yang berada melebihi batas kemampuan manusia untuk menahan sumber energi tersebut. Hal ini bisa menyebabkan luka potong, luka bakar, luka, luka sayat, atau terganggunya kemampuan fisiologis alat tubuh lainnya (Sri Rejeki, 2016).

C. Penyebab Kecelakaan Akibat Kerja

Menurut Tarwaka (2014), empat elemen yang berperan dalam setiap kecelakaan kerja melibatkan faktor-faktor lingkungan, bahaya, peralatan dan perlengkapan, serta manusia. Pada kecelakaan dapat disebabkan oleh 2 (dua) golongan penyebab antara lain:

1. Tindakan manusia (*unsafe action*);
2. Kondisi tempat kerja (*unsafe conditions*).

D. Jenis Kecelakaan Kerja

Jenis - jenis kecelakaan di tempat kerja sangat bervariasi. Menurut ungkapan Pasaribu (2017) Kecelakaan di tempat kerja dikelompokkan menjadi enam tipe berbeda, antara lain:

1. Terbentur.

Kecelakaan ini terjadi pada saat seseorang yang tidak diduga ditabrak atau ditampar sesuatu yang bergerak atau bahan kimia. Contohnya terkena pukulan palu, ditabrak kendaraan.

2. Membentur

- Kecelakaan terjadi biasanya terjadi disebabkan pekerja yang bergerak terkena atau bersentuhan dengan beberapa objek atau bahan – bahan kimia lainnya..
3. Terperangkap
Contoh dari *caught in* adalah kecelakaan yang akan terjadi bila kaki pekerja tersangkut di antara papan – papan yang patah di lantai. Contoh dari *caught on* adalah kecelakaan yang timbul bila baju dari pekerja terkena pagar kawat, sedangkan contoh dari *caught between* adalah kecelakaan yang terjadi dimana jika lengan atau kaki dari pekerja tersangkut atau terperangkap pada suatu bagian mesin yang bergerak.
 4. Terjatuh dari ketinggian
Pada kecelakaan ini banyak terjadi, yaitu jatuh dari ketinggian dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Contohnya jatuh dari tangga atau atap tanpa menggunakan pelindung jatuh.
 5. Jatuh di level yang sama
Pada kejadian kecelakaan tipe ini biasanya terjadi pada kondisi insiden terpeleset, kaki tergelincir, kaki tersandung, tersangkut dan jatuh di lantai yang levelnya sama dan hal ini umumnya diakibatkan karena *housekeeping* yang tidak baik pada area kerja tersebut
 6. Pekerjaan mengangkat beban berlebih
Kecelakaan ini terjadi diakibatkan pekerjaan yang melakukan pengangkatan benda melebihi beban yang dilakukan pekerja saat melakukan pengangkatan manual (*manual handling*), menaikkan, menarik beban yang dilakukan melebihi batas kemampuan dan tanpa menggunakan alat bantu kerja.

E. Penyakit Akibat Kerja

Menurut Djatmiko, R.D. (2016) Penyakit Akibat Kerja (PAK) merupakan suatu kondisi dimana akibat pengaruh atau dampak lingkungan kerja atau proses kerja timbul penyakit yang mempengaruhi kinerja dan kemampuan pekerja. PAK muncul disebabkan keterpaparan pekerja dengan bahan berbahaya ditempat kerja atau hasil buangan industri dan dapat juga disebabkan oleh lingkungan kerja yang tidak aman yang menyebabkan menurunnya suatu fungsi tubuh pekerja tersebut. Salah satu penyebab munculnya penyakit akibat kerja adalah faktor kondisi stres. Stres yang dirasakan seorang pekerja akan dapat berdampak pada sistem kekebalan tubuh (imun), yang menyebabkan penurunan jumlah sel-sel yang berperan dalam melawan penyakit.

Penyakit Akibat Kerja (PAK) sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor di lingkungan tempat mereka beraktivitas. beberapa contoh, debu asbes dan debu silika, dan keracunan merkuri. Setiap karyawan memiliki persamaan hak dan derajat tingkat kesehatan terbaik guna mendapatkan kinerja yang optimal. Dengan mengendalikan sumber bahaya, karyawan akan dapat lebih leluasa melaksanakan tanggung jawab mereka untuk menjaga kesehatan dan mempertahankan kesehatan optimal, diperlukan upaya perawatan diri yang maksimal (Djatmiko, R.D. 2016).

F. Pengertian Bahaya

Definisi dari bahaya merupakan sesuatu ancaman adalah segala hal, termasuk situasi atau tindakan, yang memiliki potensi untuk menimbulkan kecelakaan, cedera pada manusia, kerusakan, atau gangguan lainnya. Oleh karena itu, langkah-langkah pengendalian diperlukan untuk mencegah terjadinya konsekuensi merugikan akibat bahaya tersebut. Bahaya merupakan sifat yang melekat dan menjadi bagian dari pada suatu zat, sistem, kondisi atau peralatan. Misalkan api, secara alamiah mengandung sifat panas yang bila mengenai benda atau tubuh manusia dapat menimbulkan kerusakan atau cedera (Hilal, M. M, 2018).

G. Jenis Bahaya

Disetiap tempat kalau kita telaah pasti mengandung potensi bahaya antara lain area kantor, area perbelanjaan, area wisata, lalu lintas, fasilitas olahraga, dll. Pada area kerja juga ada berbagai jenis potensi bahaya. Ini termasuk di area konstruksi, kilang minyak, sektor energi dan banyak lagi lainnya. Jika kita dapat mengenali atau mengidentifikasi potensi bahaya secara benar, maka kita dapat mencegah

terjadinya kecelakaan di tempat kerja. Dalam SNI ISO 45001:2018 pengertian bahaya merupakan sumber potensi dari hal-hal membahayakan dan menyebabkan kerugian. Ancaman-ancaman tersebut bisa terdiri dari aktivitas biologis, substansi kimia, aspek fisik, dan perilaku manusia yang memiliki potensi untuk mengakibatkan peristiwa merugikan. Bahaya dalam konteks ini merujuk pada kemungkinan terjadinya suatu kejadian yang dapat menimbulkan kerusakan atau kerugian. Identifikasi bahaya kerja adalah upaya untuk mengenali dan mencatat semua potensi bahaya yang ada di tempat kerja atau dalam lingkungan kerja (Fahrul Azwar, 2019).

H. Definisi Risiko

Risiko didefinisikan sebagai situasi ataupun kondisi bersifat tidak pasti, di mana kemungkinan terjadinya memiliki potensi dampak yang bisa bersifat positif atau negatif. Dalam banyak kasus, seperti kecelakaan, kehilangan, bahaya, dan dampak negatif lainnya, risiko sering kali diidentifikasi sebagai potensi kerugian. Namun, risiko pada dasarnya adalah ketidakpastian yang perlu kontrol dengan efektif sehingga tidak menimbulkan kerugian. Dan untuk mengurangi atau bahkan menghindari kerugian akibat risiko kecelakaan, manajemen risiko kecelakaan yang efektif diperlukan (Fahrul Azwar, 2019; Bastuti, 2016; bodwel 2013).

I. Identifikasi Risiko

Proses pengenalan suatu risiko merupakan suatu proses yang berulang, sebab kemungkinan munculnya risiko – risiko baru saat proyek sedang berlangsung. Frekuensi dan jumlah personel yang berpartisipasi dalam setiap siklus akan sangat berbeda dari satu kasus ke kasus yang lain. Identifikasi tersebut harus mampu mencakup semua risiko, baik yang ada atau tidak dalam organisasi, dengan tujuan untuk mendapatkan daftar risiko yang lebih komprehensif dari suatu peristiwa yang dapat memberikan pengaruh terhadap masing – masing struktur elemen tersebut (Fahrul Azwar, 2019).

J. Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Menurut Pasaribu (2017), metode teknik mode kegagalan & Analisis efek (FMEA) adalah metode analisis dalam mengidentifikasi potensi masalah dalam dalam produksi maupun hasilnya dan kesalahan dari sistem atau fungsi suatu peralatan yang bersifat sirkulatif. Dari *output* FMEA menghasilkan saran atau rekomendasi yang dapat mengoptimalkan kemampuan dari fasilitas, peralatan atau sistem keselamatan. Pada konteks K3, kegagalan yang dimaksudkan dalam artian bahaya yang mungkin ada pada suatu proses. Melakukan kontrol pada potensi kecelakaan yang memiliki keparahan tinggi baik dalam hal akibat, kemungkinan terjadi, dan kemudahan dideteksi dapat membantu mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Karena metode FMEA secara konvensional menggunakan tiga parameter untuk menghitung risiko kecelakaan kerja, yaitu:

1. Keparahan/*Severity* disimbolkan (S);
2. Kejadian/*Occurrence* disimbolkan (O);
3. Deteksi/*Detection* disimbolkan (D).

Untuk dapat menentukan nilai dari S, O, D berdasarkan dari keputusan team FMEA lintas departemen. Selanjutnya, hitung nomor prioritas risiko (RPN) dengan proses pengkalian dari nilai *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). FMEA adalah metode induktif yang dimulai dari komponen terkecil menuju sistem yang lebih besar. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi semua kemungkinan mode kegagalan (misalnya, "mur yang kendur" atau "sensor yang eror") dan menganalisis dampak potensialnya pada keselamatan. FMEA mengukur risiko dengan tiga parameter: Tingkat Keparahan (*Severity*), Kemungkinan Terjadinya (*Occurrence*), dan Kemudahan Terdeteksi (*Detection*). Tiga nilai ini dikalikan untuk menghasilkan Angka Prioritas Risiko (Risk Priority Number / RPN).

K. Metode Analisa Fault Tree Analysis (FTA)

Pasaribu (2017) menyatakan bahwa metode *Fault Tree Analysis* (FTA) adalah model diagram yang terdiri dari sejumlah kombinasi kesalahan (fault) yang secara berurutan dan pararel yang memiliki kemampuan untuk memulai peristiwa kesalahan yang sudah ditetapkan. Sederhananya, metode FTA bisa dijelaskan sebagai suatu metode di mana suatu status yang tidak diinginkan berkaitan dengan kesalahan dalam operasi sistem dan lingkungannya untuk menemukan semua cara peristiwa yang tidak diinginkan dapat terjadi. FTA bersifat *top-down*, yang berarti bahwa analisis dimulai dengan kejadian umum, atau kerusakan, dan kemudian ditemukan penyebab khusus kerusakan tersebut. Sebuah pohon kesalahan menunjukkan keadaan komponen sistem (basic event), serta hubungan antara *basic event* dan *top event*. *Event* yang masuk ke gerbang logika menentukan *output*-nya. FTA adalah metode deduktif yang dimulai dari satu kejadian yang tidak diinginkan di tingkat atas (*top event*) (misalnya, "ledakan" atau "kecelakaan fatal"). Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi semua kombinasi kegagalan dasar yang dapat menyebabkan kejadian puncak tersebut. FTA menggunakan logika Boolean (Gerbang AND/OR) untuk memetakan hubungan antara kegagalan, menunjukkan jalur kritis mana yang paling mungkin menyebabkan kecelakaan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dapat dilihat dalam data kecelakaan kerja di PLTMG Sumbagut 2 pada periode tahun Januari sampai dengan Desember 2024, data dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Data Kecelakaan Periode Januari – Desember

No	Jenis Insiden	Jumlah Insiden (Bulan)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
1	Jari terjepit/terbentur		1		1	1			1		1		1
2	Mata terpapar material gerinda		1		2			1		1		1	
3	Tersengat listrik									1	1		
4	Terpeleset			1			1				1	1	
5	Salah tumpuan Punggung												1
Total Insiden (Kasus)		0	2	1	3	1	1	1	1	2	3	2	2

(Sumber: Data kecelakaan PLTMG Sumbagut 2, 2024)

A. Analisa Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Dilakukan analisa dengan menggunakan metode FMEA untuk menilai tingkat risiko pada pengoperasian genset. Hasil penilaian tingkat risiko seperti **Tabel 2**.

Tabel 2 Hasil Risk Factor Number (RPN)

No	Faktor Risiko	Peristiwa Risiko	S	O	D	RPN
1	Terjepit dan Terbentur	Jari tangan terjepit mesin press	7	6	6	252
2	Cedera pada Mata	Mata terpapar material gerinda	9	6	3	162
3	Terpeleset, Terluka	Kaki terpeleset saat naik <i>platform</i>	6	4	3	72
4	Tersetrum	Tersengat listrik	10	2	8	160
5	Salah tumpuan Punggung	Salah tumpuan Punggung	8	2	7	112

(Sumber: Sumber Peneliti, 2023)

Tabel di atas menunjukkan peristiwa risiko K3 tertinggi adalah Terjepit. Tangan terjepit saat melakukan pekerjaan mesin press di area *workshop* dengan nilai RPN 252 dimana peristiwa risiko tersebut terdapat pada kolom faktor risiko Terjepit dan terbentur.

Berdasarkan perhitungan RPN, berikut adalah tiga risiko teratas yang memerlukan tindakan pencegahan segera:

1. Jari terjepit/terbentur (RPN 252): Menempati prioritas tertinggi karena frekuensi kejadian yang tinggi ($O=6$) dikombinasikan dengan tingkat keparahan yang signifikan dan moderatnya tingkat deteksi/pengawasan.
2. Mata terpapar material gerinda (RPN 162): Prioritas tinggi karena frekuensi kejadian yang sama tingginya ($O=6$) dan potensi keparahan cedera mata yang permanen ($S=9$).
3. Tersengat listrik (RPN 160): Walaupun frekuensinya paling rendah ($O=2$), risiko ini tetap menduduki peringkat ketiga karena potensi fatalitas tertinggi ($S=10$) dan dianggap sulit dideteksi atau dikendalikan dalam praktik operasional sehari-hari ($D=8$).

B. Analisa Metode Fault Tree Analysis (FTA)

Hasil analisis *Failure Mode and Effect analysis* (FMEA) diperoleh 2 besar RPN tertinggi dari faktor risiko terjepit & terbentur dengan peristiwa jari tangan terjepit mesin press dengan nilai 252 dan persistensi risiko cedera pada mata dengan nilai 162(Ghivaris et.al, 2015; Mayangsari et.al, 2015; Stamatis, 2014). Oleh karena itu, peristiwa risiko ini merupakan peristiwa dengan risiko kecelakaan kerja tertinggi yang terjadi selama aktivitas pekerjaan di *workshop & Powerhouse* PLTMG Sumbagut-2 yang menjadi subjek penelitian ini.

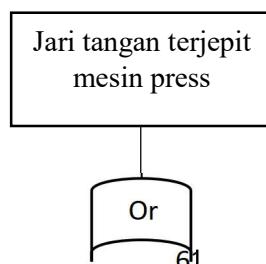
Kemudian selanjutnya proses wawancara dengan tim yang bekerja pada area *workshop & Powerhouse* PLTMG Sumbagut untuk mendapatkan jenis dari kecelakaan tersebut dan berdasarkan wawancara didapatkan bahwa kecelakaan “jari tangan terjepit mesin press”. Potensi penyebab terjadinya kecelakaan “jari tangan terjepit mesin press” pada faktor risiko terjepit dan terbentur dan juga kecelakaan “Mata terkena pasir atau debu” dengan faktor risiko “Cedera pada Mata” Berdasarkan evaluasi, yang diperoleh dari hasil wawancara, teridentifikasi 7 potensi yang dianggap sebagai peristiwa dasar (*basic event*) dan dapat dilihat pada **Tabel 3** dibawah.

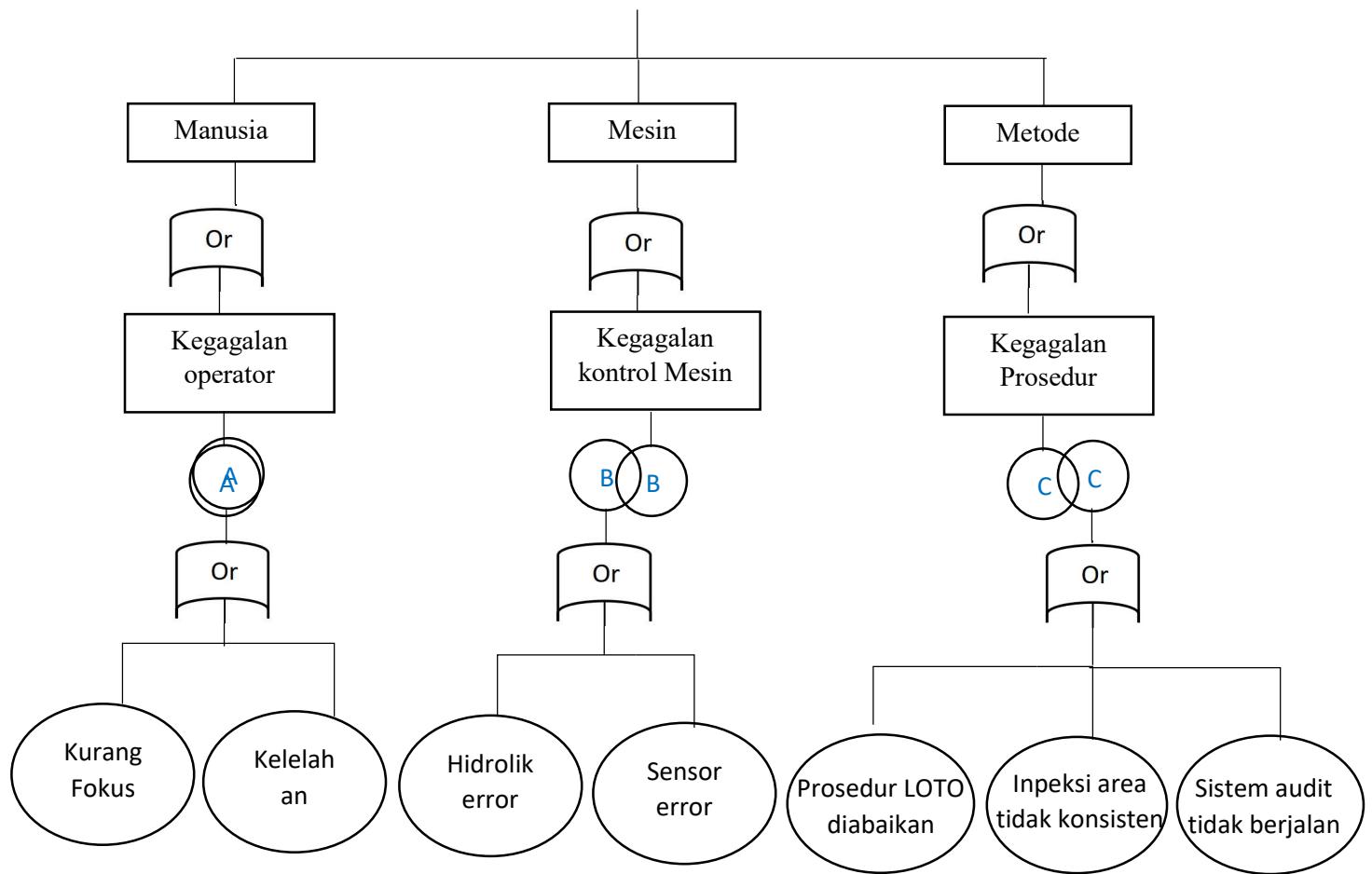
Tabel 3 Kejadian Risiko Kecelakaan jari tangan terjepit mesin press

No	Kejadian Risiko K3	Detail Penyebab Dasar
1	Jari tangan terjepit mesin press	Kurang fokus
2		Kelelahan
3		Hidrolik Error
4		Sensor Error
5		Prosedur LOTO diabaikan
6		Inspeksi area tidak konsisten
7		Sistem audit tidak berjalan

(Sumber: Data Peneliti, 2025)

Berikut ini adalah langkah penggambaran pohon kesalahan dilakukan untuk mendapatkan alur logis sesuai kejadian aktual yang terjadi di tempat kerja. Dan hasilnya adalah sebagai berikut.





Gambar 2. Analisa FTA jari tangan terjepit mesin press

IV. KESIMPULAN

Hasil analisis risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dalam penelitian ini, yang dilakukan menggunakan metode FMEA dan FTA, menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Prioritas Risiko Tertinggi adalah Jari Terjepit Mesin Press (RPN 252): Analisis FMEA menetapkan Jari Tangan Terjepit Mesin Press sebagai risiko kerja dengan Risk Priority Number (RPN) tertinggi, menjadikannya fokus utama mitigasi. Prioritas ini didorong oleh tingginya frekuensi kejadian ($O=6$) dan tingkat keparahan yang signifikan, meskipun risiko Tersengat Listrik memiliki potensi fatalitas tertinggi ($S=10$).
2. Akar Masalah Kecelakaan Terjepit Bersifat Multidimensi: Analisis FTA berhasil menguraikan bahwa risiko tangan terjepit berakar pada kombinasi dari tujuh (7) peristiwa dasar (basic events). Akar masalah ini tidak hanya terletak pada faktor manusia (seperti kurang fokus atau kelelahan), tetapi juga pada kegagalan teknis (kerusakan sensor keselamatan) dan kegagalan administratif (prosedur LOTO diabaikan).
3. Diperlukan Tindakan Korektif yang Komprehensif: Untuk mencegah terulangnya kecelakaan, rekomendasi manajerial dan teknis harus difokuskan pada upaya menekan ketujuh basic events yang teridentifikasi oleh FTA. Perbaikan harus meliputi aspek peningkatan kompetensi pengawas,

penegakan prosedur LOTO, dan pemeliharaan atau penggantian komponen keselamatan mesin yang berisiko.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizur Rahman. Analisis risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan metode FAILURE MODE and EFFECT ANALYSIS (FMEA) dan FAULT TREE ANALYSIS (FTA) di PT Bina Karya.2018.
- Bastuti S. 2019. Analisis risiko kecelakaan kerja dengan metode failure mode and effect analysis (FMEA) dan fault tree analysis (FTA) untuk menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja. TEKNOLOGI 2(1): 48-52.
- Charles Bodwel, Tim Dyce et. al. Keberlanjutan melalui perusahaan yang kompetitif dan bertanggung jawab (SCORE). Modul 5, / International Labour Office. - Jakarta: ILO, 2013.
- Djatmiko, R. D. (2016). Keselamatan dan kesehatan kerja. Deepublish.
- Fahrul Azwar, SNI ISO 45001:2018, Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. 2019.
- Ghivaris, G., Soemadi, K., Desrianti, A. 2015. Usulan Perbaikan Kualitas Proses Produksi Rudde Tiller di PT. Pindad Bandung Menggunakan FMEA dan FTA: Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, Vol. 03. No. 04, 73–84.
- Hilal, M. H. (2018). Analisis Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Hirarc (Studi Kasus PT. MK Prima Indonesia) (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Gresik).
- Mayangsari, D. F., Adianto, H., & Yuniati, Y. (2015). Usulan Pengendalian Kualitas Produk Isolator Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Dan Fault Tree Analysis (Fta). Reka Integra, 3(2).
- Pasaribu, Haryanto Pandapotan, Harijanto Setiawan, Wulfram I. Ervianto. Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Mengidentifikasi Potensi dan Penyebab Kecelakaan Kerja Pada Proyek Gedung. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta. 2017.
- Stamatis, D. H. (2014). The ASQ pocket guide to failure mode and effect analysis (FMEA). Quality Press.
- Tarwaka, 2014, Keselamatan dan Kesehatan Kerja Manajemen dan Implementasi di Tempat Kerja, Harapan Press, Surakarta.