

## Analisis Risiko Kegagalan Komponen Elektrikal Pada Mesin *Overhead Crane* Dengan Metode FMEA dan FTA

**Vito Prisma Jatilaksana<sup>1</sup>, Said Salim Dahda<sup>2</sup>, Yanuar Pandu Negoro<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

Jl. Sumatera No. 101, Randuagung, Kec. Gresik, Gresik Jawa Timur 61121

Email: [vitoprisma07@gmail.com](mailto:vitoprisma07@gmail.com), [said\\_salim@umg.ac.id](mailto:said_salim@umg.ac.id), [yanuar.pandu@umg.ac.id](mailto:yanuar.pandu@umg.ac.id)

### ABSTRAK

PT. XYZ memiliki tiga unit *Overhead Crane*: *C Overhead Crane*, *CL Overhead Crane*, dan *S Overhead Crane*. Dari ketiganya, *C Overhead Crane* paling sering mengalami kegagalan yang menghambat proses produksi. Mesin *Overhead Crane* sangat penting untuk mengangkat dan memindahkan material, sehingga gangguan dapat mengakibatkan biaya tinggi dan risiko keselamatan. Studi ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi mode kegagalan serta menghitung *Risk Priority Number* (RPN) berdasarkan tingkat keparahan, frekuensi, dan deteksi. *Fishbone Diagram* digunakan untuk mengidentifikasi faktor penyebab dari aspek manusia, mesin, material, dan lingkungan. Komponen dengan nilai RPN tertinggi dianalisis lebih lanjut dengan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk menemukan akar penyebab kegagalan. Selain itu, Hasil penelitian menyoroti komponen *Pendant OHC*, *Contactor*, dan *Limit Switch* sebagai prioritas perbaikan. Usulan meliputi penggantian komponen secara terjadwal, perbaikan instalasi kabel, dan perawatan *preventive* guna meningkatkan keandalan mesin dan efisiensi produksi. Implementasi usulan ini diharapkan mampu menurunkan *downtime* secara signifikan serta meningkatkan produktivitas PT. XYZ secara berkelanjutan.

**Kata kunci:** FMEA, FTA, Fishbone, RPN, Kegagalan Komponen, *Overhead Crane*

### ABSTRACT

PT. XYZ which has three Overhead Crane units: *C Overhead Crane*, *CL Overhead Crane*, and *S Overhead Crane*. Among these, the *C Overhead Crane* experiences failures most frequently, disrupting production flow. Overhead Cranes are vital for lifting and moving materials, so failures lead to high costs and safety risks. This study employs Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to identify failure modes and calculate the Risk Priority Number (RPN) based on severity, frequency, and detection. Fishbone Diagram is used to explore contributing factors from human, machine, material, and environmental aspects. Components with the highest RPN undergo further analysis using Fault Tree Analysis (FTA) to pinpoint root causes. Additionally, The results highlight Pendant OHC, Contactor, and Limit Switch as key components requiring improvement. Recommendations include scheduled component replacements, cable installation repairs, and preventive maintenance to enhance machine reliability and production efficiency. Implementing these measures is expected to significantly reduce downtime and sustainably boost PT. XYZ's productivity.

**Keywords:** FMEA, FTA, Fishbone, RPN, Component Failure, *Overhead Crane*

### Pendahuluan

*Overhead Crane* merupakan mesin yang digunakan untuk mengangkat beban, memindahkannya secara horizontal, dan menurunkannya ke lokasi tujuan dalam jangkauan yang terbatas [1]. *Overhead Crane* memberikan keuntungan mekanis karena mampu mengangkat material yang melebihi kapasitas manusia atau hewan [2]. Biasanya, *Crane* digunakan dalam berbagai sektor seperti transportasi, industri, dan konstruksi. Pada sektor transportasi, *crane* berfungsi untuk membantu proses bongkar muat barang dalam industri [3]. Sedangkan di bidang manufaktur, *crane* seperti *Overhead Crane* dan *Jib Crane* yang menggunakan motor listrik menjadi alat vital untuk mengangkat barang di dalam area kerja [4]. *crane* ini memiliki desain besar dengan kemampuan berputar hingga 360 derajat serta jangkauan puluhan meter. Penggunaan *crane* meliputi proyek konstruksi, pelabuhan, bengkel, industri, serta pergudangan [5].

PT. XYZ tiga Mesin *Overhead Crane* yaitu *C Overhead Crane*, *CL Overhead Crane*, dan *S Overhead Crane*. Dan dari data yang diperoleh penulis yang sering mengalami kegagalan dalam mesin *Overhead Crane* yaitu *C Overhead Crane*. Dengan tingginya *downtime* mencapai 1.240 menit (20,67 jam) selama 10 bulan (Juni 2024-April 2025). Ada beberapa komponen yang sering rusak yang berdampak pada proses produksi, peningkatan biaya perbaikan. Dengan tingginya *downtime* mencapai 1.240 menit (20,67 jam) selama 10 bulan (Juni 2024-April 2025), diperlukan identifikasi sistematis terhadap komponen elektrikal yang sering mengalami kegagalan untuk meminimalisir dampak terhadap produktivitas dan

keselamatan kerja. Oleh karena itu Perusahaan memerlukan perbaikan untuk meminimalisir kerusakan komponen tersebut dengan pengendalian kualitas yaitu menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Fishbone Diagram* dan *Fault Tree Analysis* (FTA).

Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) adalah alat yang digunakan untuk mengenali serta memberikan solusi terhadap potensi kegagalan [6]. Dengan pendekatan FMEA, fungsi, kegagalan fungsi, jenis kegagalan, dan konsekuensi kegagalan akan dianalisis [7]. Dalam proses evaluasi risiko, FMEA mengukur tiga aspek yaitu tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kemunculan kegagalan (*occurrence*), dan tingkat kemampuan deteksi (*detection*) untuk menentukan nilai *Risk Priority Number* (RPN) [8].

Selanjutnya metode *Fishbone Diagram* digunakan untuk menemukan akar penyebab kegagalan [9]. Metode ini membantu dalam menelusuri berbagai faktor yang menyebabkan kegagalan atau ketidaksesuaian hingga ke tingkat yang paling dasar [10]. Dengan menerapkan metode ini, peneliti dapat lebih mudah mengidentifikasi penyebab atau faktor yang berkontribusi terhadap kegagalan komponen, sehingga dapat merancang tindakan pengendalian yang tepat.

Komponen dengan nilai RPN tertinggi akan diperiksa secara lebih rinci menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). FTA adalah teknik analisis yang digunakan untuk memahami kondisi lingkungan dan proses operasi guna menemukan solusi atas permasalahan yang ada [11]. Metode ini berfungsi untuk mengidentifikasi kegagalan pada suatu sistem, termasuk kegagalan yang disebabkan oleh kombinasi beberapa sub-sistem serta komponen di dalamnya [12]. Selain itu, FTA juga merupakan representasi grafis yang menunjukkan hubungan antar kesalahan secara berurutan dan paralel yang dapat menjadi penyebab utama dari terjadinya kejadian kegagalan [13].

Penerapan kombinasi metode FMEA, *Fishbone Diagram*, dan FTA telah terbukti efektif dalam berbagai konteks industri untuk mengidentifikasi dan mengatasi permasalahan kegagalan komponen maupun risiko operasional. Di penelitian Resky Ariyanty (2021) di PT. Prima Karya Manunggal fokus pada analisis kerusakan mesin *Vertical Shaft* dalam industri beton siap pakai, dengan identifikasi tiga komponen kritis (*Jaw Impact, Hammer, and Belt*) yang memiliki nilai RPN tertinggi berdasarkan faktor kurangnya perawatan mesin, sikap kerja operator, dan ketiadaan biaya penggantian komponen [14]. Sementara itu, penelitian Ignatius Jeffry Sabaraya dan Heru Prastawa pada PT. X menganalisis risiko kecelakaan kerja di industri mebel dengan mengidentifikasi empat risiko tertinggi yang melibatkan gangguan penglihatan, cedera tangan dan kaki, serta gangguan pernapasan, di mana *basic event* penyebabnya mencakup aspek manusia, manajemen, lingkungan, dan teknis kerja [15]. Penelitian Muhammad Ali Akbar, dkk di PT. XYZ berfokus pada pengendalian kualitas produk Serat Rayon dengan tiga jenis cacat dominan (Kecerahan Putih, Kecerahan Kuning, dan Pembungkus Rusak) yang berhasil menurunkan nilai RPN dari 1290 menjadi 553 (penurunan 42,8%) melalui perbaikan pada aspek mesin, material, dan manusia [16].

Berbeda dengan ketiga penelitian tersebut, penelitian ini mengkhususkan analisis pada kegagalan komponen elektrikal mesin *Overhead Crane*, khususnya pada unit *C Overhead Crane* yang memiliki *downtime* tertinggi mencapai 1.240 menit selama periode Juni 2024-April 2025. Penelitian ini mengidentifikasi tiga komponen elektrikal prioritas yaitu *Pendant OHC* (RPN 432), *Contactor* (RPN 384), dan *Limit Switch* (RPN 256), yang berbeda dengan fokus komponen mekanik pada penelitian Ariyanty, aspek keselamatan kerja pada penelitian Sabaraya, maupun cacat produk pada penelitian Akbar. Penelitian ini terletak pada analisis mendalam terhadap komponen elektrikal yang bersifat lebih spesifik dan teknis, dengan mengidentifikasi *basic event* seperti *battery* habis/rusak, koneksi kabel putus/longgar, *coil contactor* rusak, *contact point* aus/korosi, *actuator* renggang, dan kabel putus yang semuanya berkaitan dengan sistem kelistrikan. Usulan perbaikan yang diajukan juga lebih fokus pada aspek pemeliharaan preventif komponen elektrikal seperti pemeriksaan *battery* terjadwal, perbaikan *instalasi cable*, penggantian *coil* dengan spesifikasi tepat, pembersihan dan pelumasan *contact point*, serta pengencangan baut secara rutin, yang bertujuan mengurangi *downtime* dan meningkatkan keandalan sistem elektrikal *Overhead Crane* secara berkelanjutan.

Melihat permasalahan kegagalan komponen elektrikal pada *C Overhead Crane* dan pentingnya mesin ini dalam mendukung sistem produksi maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko kegagalan komponen elektrikal pada mesin *Overhead Crane*, terutama unit *C Overhead Crane* di PT. XYZ, yang memiliki tingkat *downtime* tertinggi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi mode kegagalan, menghitung *Risk Priority Number* (RPN), dan mengungkap faktor penyebab kegagalan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Fishbone Diagram*, dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Hasil penelitian diharapkan memberikan rekomendasi perbaikan berupa penggantian komponen secara terjadwal, perbaikan instalasi kabel, dan pemeliharaan preventif agar dapat menurunkan *downtime* dan meningkatkan keandalan serta efisiensi produksi mesin *Overhead Crane* secara berkelanjutan.

## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan tujuan untuk menganalisis berbagai jenis kecacatan, menemukan akar penyebabnya, serta memberikan rekomendasi perbaikan melalui penerapan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Studi ini dilakukan di PT. XYZ, Gresik. Pengumpulan data berlangsung dari Juni 2024 hingga April 2025.

### Tahap Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung serta wawancara yang berisi pertanyaan terkait informasi mengenai komponen *Overhead Crane*, sedangkan data sekunder dikumpulkan dari dokumen perusahaan. Proses penelitian juga melibatkan *Expert Judgement* yang terdiri dari *Senior Engineer, Supervisor Electric, dan Operator Maintenance* untuk melakukan evaluasi terhadap penilaian risiko dan penyebab kegagalan. *Expert Judgement* sendiri merupakan pendapat atau pertimbangan dari individu yang memiliki keahlian dan kompetensi dalam bidang tertentu untuk mendukung pengambilan keputusan. Pemilihan para ahli dalam penelitian ini didasarkan pada pengalaman dan pengetahuan mereka yang mendalam mengenai sistem *Overhead Crane*.

\

### Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Metode FMEA digunakan untuk mengenali mode kegagalan pada setiap komponen serta menetapkan prioritas risiko kegagalan [17]. FMEA menilai *Risk Priority Number* (RPN) berdasarkan tiga kriteria, yaitu tingkat keparahan kerusakan (*severity*), frekuensi terjadinya kegagalan (*occurrence*), dan kemampuan deteksi (*detection*) [18].

Rumus RPN:

$$RPN = S \times O \times D$$

Dengan

S = *Severity*

O = *Occurrence*

D = *Detection*

Dalam penentuan nilai *Severity, Occurrence*, dan *Detection* dapat dilihat di Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 [19].

**Tabel 1** Tingkat *severity*

Peringkat	Kriteria
1	Tidak ada efek sama sekali
2	Tidak ada gangguan dan pekerja tidak menyadari masalah
3	Tidak adanya dampak tapi pekerja menyadari adanya masalah
4	Perubahan fungsi dan banyak pekerja yang menyadari masalah
5	Berkurangnya kenyamanan saat menggunakan fungsi
6	Hilangnya kenyamanan fungsi penggunaan
7	Pengurangan fungsi utama
8	Hilangnya fungsi utama
9	Hilangnya fungsi utama bisa membahayakan operator dengan adanya peringatan
10	Fungsi tidak berjalan sama sekali

**Tabel 2** Tingkat *occurrence*

Peringkat	Kriteria
1	Kegagalan yang sangat jarang terjadi (kurang dari 1 dari 1.500.000).
2	Kegagalan yang terjadi sangat jarang (sekitar 1 dari 150.000).
3	Kegagalan sangat sedikit kemungkinannya (sekitar 1 dari 15.000).
4	Kemungkinan kegagalan (sekitar 1 dari 2.000).
5	Kegagalan sesekali mungkin terjadi (sekitar 1 dari 400).
6	Kegagalan dengan frekuensi sedang (sekitar 1 dari 80).
7	Jumlah yang cukup besar dari kemungkinan kegagalan (sekitar 1 dari 20).
8	Angka kegagalan yang tinggi (sekitar 1 dari 8).
9	Kegagalan sangat sering terjadi (sekitar 1 dari 3).
10	Kegagalan hampir pasti terjadi (sekitar 1 dari 2).

**Tabel 3** Tingkat *detection*

Peringkat	Kriteria
1	Pasti akan terdeteksi
2	Peluang besar untuk terdeteksi.
3	Peluang cukup besar untuk dideteksi
4	Peluang yang lumayan baik untuk deteksi.
5	Peluang sedang untuk terdeteksi
6	Peluang yang kecil untuk terdeteksi
7	Peluang yang sangat kecil untuk deteksi.
8	Kesempatan yang sangat rendah dan sulit untuk terdeteksi
9	Peluang sangat rendah dan sangat sulit untuk dideteksi.
10	Tidak mampu terdeteksi sama sekali

### ***Fishbone Diagram***

Setelah diperoleh jenis cacat prioritas dari hasil FMEA, dilakukan analisis lanjutan menggunakan *Fishbone Diagram* untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan dengan mempertimbangkan keterkaitan berbagai faktor penyebab [20]. Faktor-faktor yang dianalisis meliputi *manpower*, *machine*, *materials*, dan *environment* [21].

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

*Fault Tree Analysis (FTA)* digunakan untuk menganalisis kegagalan pada suatu sistem, termasuk kegagalan yang terjadi akibat kombinasi beberapa sub-sistem maupun komponen [22]. Berdasarkan hasil analisis FTA, kemudian dibuat rencana perbaikan yang tepat dan efektif [23]. Di Tabel 4 berikut adalah simbol dari *Fault Tree Analysis* [24].

**Tabel 4 Simbol fault tree analysis**

Simbol	Nama Simbol	Keterangan
	<i>Top Event</i>	Peristiwa puncak yang akan ditentukan penyebab kegagalannya yang terletak dibagian teratas
	<i>Intermediate Event</i>	Suatu fault event yang dihasilkan dari interaksi kejadian kegagalan lainnya yang disusun menggunakan "logic gate"
	<i>Basic Event</i>	Menggambarkan suatu "basic initiating fault" yang tidak memerlukan pengembangan atau uraian lebih lanjut
	<i>Conditioning Event</i>	Kondisi spesifik yang biasanya dipakai disebelah "priority and" dan "inhibit gates"
	<i>Undeveloped Event</i>	Kejadian yang belum berkembang sehingga tidak perlu mencari penyebab kegagalan karena tidak tersedianya informasi
	<i>And Gate</i>	Menunjukkan bahwa <i>output event</i> akan terjadi jika seluruh <i>input events</i> ada / terjadi ( <i>exist</i> )
	<i>Or Gate</i>	Menunjukkan bahwa <i>output event</i> akan terjadi jika salah satu <i>input events</i> ada / terjadi ( <i>exist</i> )

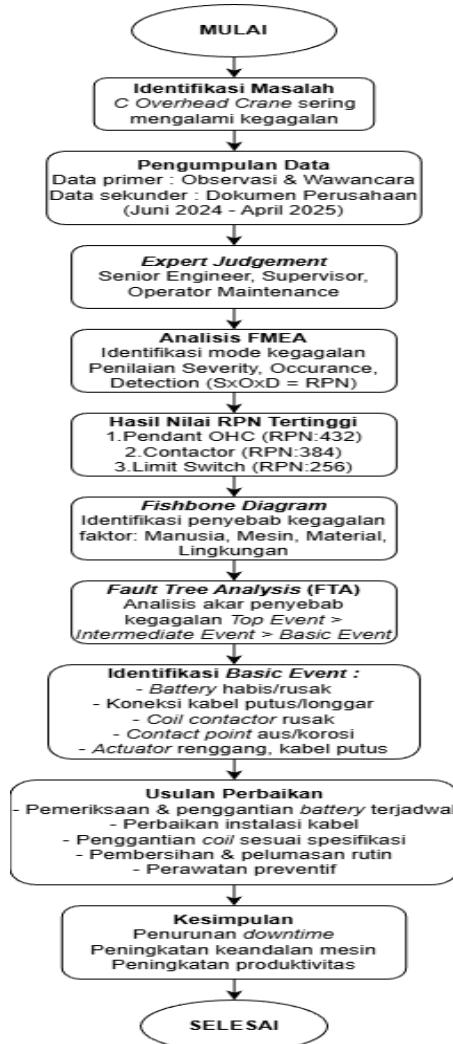
### **Alat Bantu Analisis**

Beberapa alat bantu yang digunakan dalam proses analisis ini antara lain:

1. Kertas Kuisoner : Untuk pengisian data S,O,D pada Metode FMEA
2. Tabel FMEA dan Tabel RPN: Untuk pengolahan nilai prioritas risiko
3. Diagram *Fishbone* : Untuk membantu mengelompokkan faktor penyebab secara sistematis
4. Diagram FTA : Untuk visualisasi logika penyebab kecacatan

Metode ini dipilih karena mampu memberikan gambaran menyeluruh terhadap potensi risiko dan memudahkan perusahaan dalam menentukan langkah perbaikan yang tepat sasaran.

### **Diagram Alir Penelitian**



Gambar 1 Diagram alir penelitian

## Hasil Dan Pembahasan

### Pengumpulan Data

Pada tahap awal analisis, dikumpulkan data dari laporan harian pemeliharaan listrik selama periode Juni 2024 hingga April 2025. Data ini digunakan untuk memperoleh informasi tentang *Breakdown Time* pada mesin *Overhead Crane* sekaligus sebagai dasar perhitungan lebih lanjut menggunakan metode analisis kualitas. Informasi yang tersedia mencakup deskripsi pekerjaan (*Work Item Description*), dan waktu gangguan (*Breakdown Time*). Detail data tersebut dapat dijumpai pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Data report electrical maintenance

No.	Work Item Description	Component	Time Execute	Date	Status	PIC
1	Replace battery remote c overhead crane	Pendant OHC	14.00	14.30	06/06/2024	Done
2	Replace current collector cl overhead crane	Current Collector	16.00	17.00	29/06/2024	Done
3	Check c ohc due to can't move properly	Pendant OHC	14.30	16.00	07/07/2024	Done
4	Check c overhead crane inform process can't	Cable	08.00	08.30	03/08/2024	Done
5	Replace battery for remote c crane	Pendant OHC	18.20	19.00	13/08/2024	Done

No.	Work Item Description	Component	Time Execute	Date	Status	PI	
6	Reset mcb for power crane	Breaker 3 Phase	14.00	15,00	17/08/2024	Done	Mr. Basori
7	Check busbar and positioning limit	Limit Switch	09.00	09.30	28/08/2024	Done	Mr. Udin
8	Check ohc due to if hold with load falling down	Gearbox	03.30	08.00	28/08/2024	Done	Mr. Thohari
9	Replace and install contactor for hoisting	Contactor	07.00	09.00	29/08/2024	Done	Mr. Udin
10	Replacement battery remote c ohc	Pendant OHC	00.30	01.30	12/11/2024	Done	Mr. Basori
11	Release ls and insert lubricant upper limit	Limit Switch	15.00	16.00	16/11/2024	Done	Mr. Shulton
12	Check c ohc due to can't transversing	Contactor	10.00	11.00	19/12/2024	Done	Mr. Udin
13	Reposition attachment limit switch for limit	Limit Switch	09.30	10.00	29/01/2024	Done	Mr. Shulton
14	Replace battery and repair remote	Pendant OHC	10.45	11.15	20/02/2025	Done	Mr. Shulton
15	Chechk c over head crane can't transversing	Bearing	16.30	17.00	22/02/2025	Done	Mr. Udin
16	Chechk and replace auxillary contact	Contactor	18.00	19.00	22/04/2025	Done	Mr. Basori
17	Adjust gap brake to 100mm and replacement contactor hoisting up	Contactor	21.45	23.30	23/04/2025	Done	Mr. Basori

#### Analisis Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

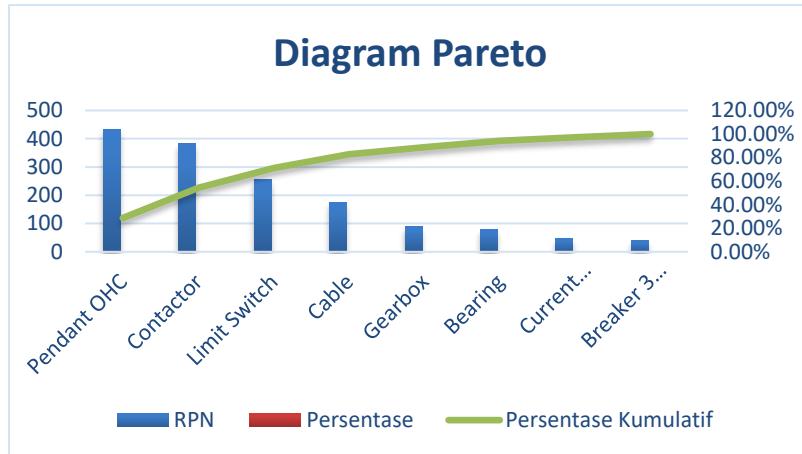
Metode FMEA diterapkan untuk mengenali mode dan dampak kegagalan serta menentukan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dengan mengevaluasi tiga parameter utama berikut:

1. *Severity* (S), mengacu pada tingkat keparahan atau dampak dari kegagalan jika benar-benar terjadi. Nilai *severity* biasanya diberikan pada skala 1 sampai 10, dimana 1 berarti dampak sangat kecil atau tidak signifikan, dan 10 berarti dampak sangat berbahaya atau kritis, bisa menyebabkan kerusakan serius atau bahaya keselamatan [25].
2. *Occurrence* (O), menggambarkan frekuensi atau seberapa sering kemungkinan kegagalan tersebut terjadi dalam proses atau produk. Semakin tinggi nilai *occurrence* (hingga 10), semakin besar kemungkinan kegagalan itu muncul, sedangkan nilai rendah menunjukkan frekuensi kegagalan yang jarang [26].
3. *Detection* (D), menilai seberapa baik sistem atau proses dapat mendeteksi kegagalan sebelum sampai ke pelanggan atau menyebabkan kerugian. Nilai *detection* pada skala 1 sampai 10, dimana 1 menunjukkan deteksi sangat mudah (gagal terdeteksi), dan 10 menunjukkan deteksi sangat sulit atau hampir tidak mungkin ditemukan sebelum kegagalan terjadi [27].

Maka dari itu, didapatkan nilai RPN pada setiap *Failure Mode* komponen *Overhead Crane* dari hasil perkalian *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* di tabel 6 berikut.

Tabel 6 Nilai RPN komponen *overhead crane*

Komponen	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN
Pendant OHC	Error dan macet	Tidak dapat terkontrol dari luar cabin	9	8	6	432
Contactor	Controller tidak bekerja	Crane tidak bergerak hoist, traveling, dan traversing	8	8	6	384
Limit Switch	Actuator renggang	Tidak berfungsi dengan efektif	8	8	4	256
Cable	Kabel cacat, putus, dan isolator mengelupas	Konsleting dan power listrik menghilang	5	5	7	175
Gearbox	Lepas, Patah, Dan Macet	Putaran roda crane tidak lancar	6	3	5	90
Bearing	Bearing pecah	Menimbulkan panas dan keausan	4	4	5	80
Current Collector	Error	Crane tidak normal saat pergantian putaran	4	4	3	48
Breaker 3 Phase	Beban Overload	Crane gagal beroperasi, Listrik off	4	2	5	40



Gambar 2 Diagram pareto

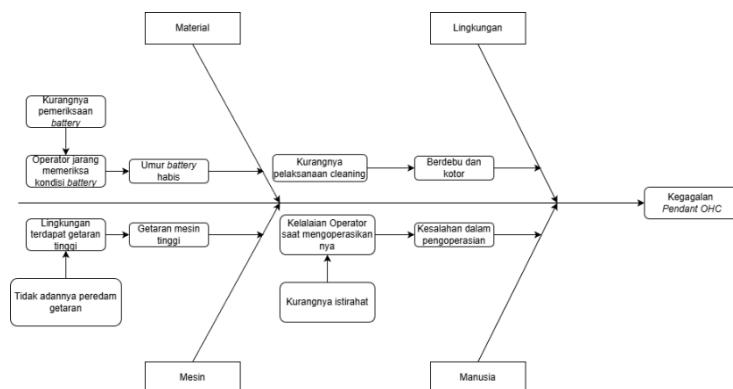
Nilai RPN mencerminkan tingkat prioritas dalam pengendalian risiko, dimana hasil identifikasi menunjukkan bahwa komponen *Pendant OHC* memiliki nilai RPN tertinggi [28]. Komponen dengan nilai RPN tertinggi kedua adalah *contactor*, diikuti oleh *limit switch* sebagai yang ketiga.

1. *Pendant OHC* yang memiliki nilai = 432
2. *Contactor* yang memiliki nilai = 384
3. *Limit Switch* yang memiliki nilai = 256

#### Analisis Fishbone Diagram

Analisis *Fishbone Diagram* dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan faktor-faktor penyebab kegagalan utama pada komponen-komponen kritis *Overhead Crane* dengan pendekatan kategorisasi aspek manusia (*manpower*), mesin (*machine*), material, dan lingkungan (*environment*). Diagram ini memetakan hubungan sebab dan akibat secara sistematis, sehingga memungkinkan identifikasi akar penyebab kegagalan hingga tingkat detail.[29]. Hasil identifikasi penyebab dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4.

#### Pendant OHC

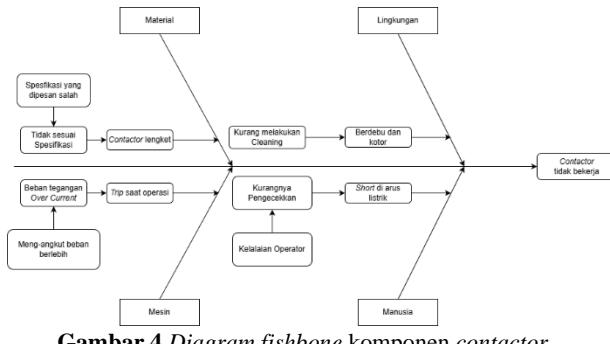


Gambar 3 Diagram fishbone komponen pendant ohc

Dari *fishbone diagram* pada *Pendant OHC* didapatkan 4 faktor utama yaitu manusia, mesin, material, dan lingkungan.

- Pada faktor manusia yaitu kesalahan dalam pengoperasian, disebabkan kelalaian operator saat mengoperasikannya, karena kurangnya operator untuk istirahat
- Pada faktor mesin yaitu getaran mesin yang tinggi, disebabkan oleh tidak adanya peredam getaran
- Pada faktor material yaitu umur *Battery* habis, disebabkan oleh operator yang jarang memeriksanya, karena kurangnya pemeriksaan *battery*
- Dan pada faktor lingkungan yaitu lingkungan yang kotor dan berdebu, sehingga akan menghambat arus listrik, karena kurangnya pelaksanaan *cleaning*

### Contactor

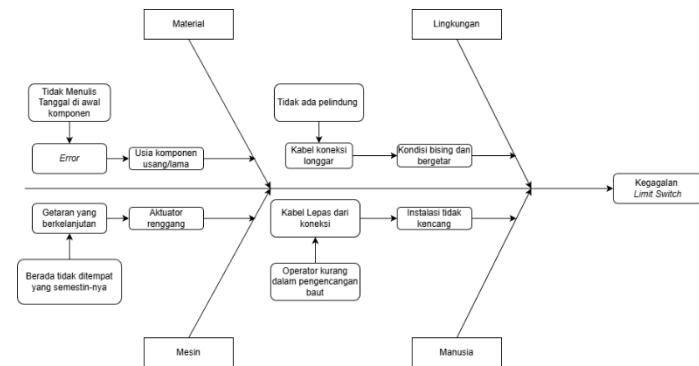


Gambar 4 Diagram fishbone komponen contactor

Dari *fishbone diagram* pada *Contactor* didapatkan 4 faktor utama yaitu manusia, mesin, material, dan lingkungan.

- Pada faktor manusia disebabkan oleh kurangnya pengecekan, sehingga terjadinya *short arus listrik*, karena kelalaian operator.
- Pada faktor mesin disebabkan oleh beban yang *Over Current*, sehingga akan *Trip* saat operasi, karena mesin meng-angkut beban yang berlebihan.
- Pada faktor material disebabkan oleh tidak kesesuaian-nya spesifikasi, sehingga menyebabkan *contactor* lengket, karena spesifikasi yang di pesan salah.
- Dan pada faktor lingkungan disebabkan oleh faktor debu dan kotor, dikarenakan kurangnya aktivitas *cleaning*.

### Limit Switch



Gambar 5 Diagram fishbone komponen limit switch

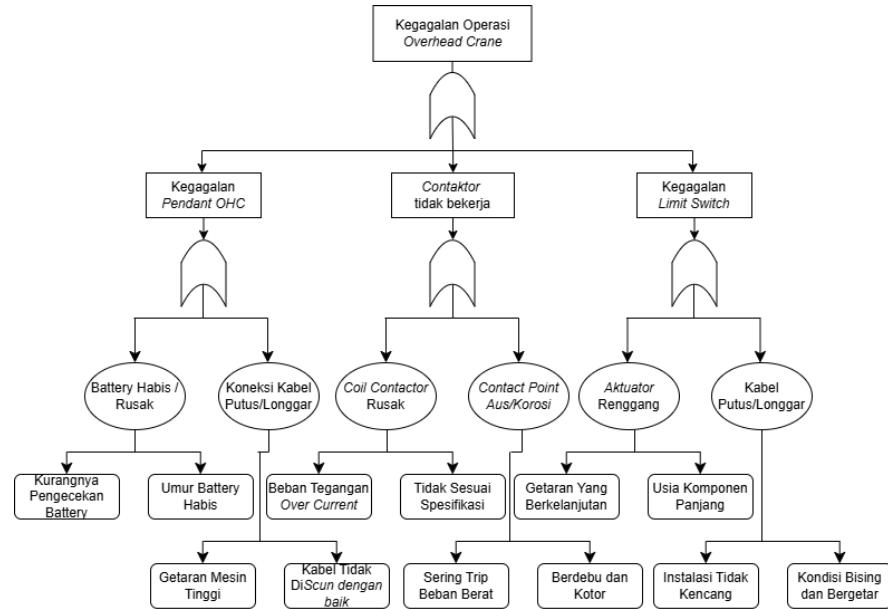
Dari *fishbone diagram* pada *Limit Switch* didapatkan 4 faktor utama yaitu manusia, mesin, material, dan lingkungan.

- Pada faktor manusia disebabkannya instalasi tidak kencang, sehingga kabel lepas dari koneksi, dikarenakan tidak ada pelindung.
- Pada faktor mesin disebabkannya *actuator* renggang, karena getaran yang berkelanjutan, disebabkan berada di tempat yang tidak semestinya
- Pada faktor material disebabkan oleh usia komponen Panjang usang/lama, sehingga akan terjadinya *error*, disebabkan tidak menulis tanggal di awal pemasangan
- Dan pada faktor lingkungan disebabkan oleh kondisi bising dan bergetar, sehingga kabel koneksi longgar, disebabkan tidak ada pelindung

Hasil tersebut menjadi dasar prioritas perbaikan terhadap perbedaan dimensi yang disebabkan oleh kombinasi faktor manusia, mesin, material, dan lingkungan.

### Analisis Fault Tree Analysis (FTA)

*Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk mengenali akar dari penyebab permasalahan sehingga menyebabkan kerusakan pada komponen mesin *Overhead Crane* [30]. Di Gambar 5 adalah diagram FTA kegagalan operasi *Overhead Crane*



Gambar 6 Diagram fault tree analysis

• **Top Event**

*Top Event* adalah kegagalan utama dari seluruh sistem yang menjadi fokus analisis [31]. Dalam analisis ini *Top Event*-nya yaitu terjadinya kegagalan operasi *Overhead Crane*.

• **Intermediate Event**

*Intermediate Event* adalah *event* yang berada ditingkat menengah diagram [32]:

- Kegagalan Pendant OHC
- Contactor Tidak Bekerja
- Kegagalan Limit Switch

• **Basic Event dan Analisis Kegagalan**

Berdasarkan gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa *basic event* dari kegagalan operasi *Overhead Crane* adalah sebagai berikut:

- Kegagalan Pendant OHC (Battery Habis/Rusak)  
Operator jarang memeriksa kondisi dan daya *Battery* secara rutin, sehingga tidak tahu jika *Battery* butuh diganti dan *Battery* sudah melewati masa pakai dikarenakan kapasitas-nya semakin menurun,
- Kegagalan Pendant OHC (Koneksi Kabel Putus/Longgar)  
Instalasi kabel kurang rapi, sehingga mudah terlepas dan lingkungan dari area mesin *Overhead Crane* terdapat getaran yang tinggi.
- Kontaktor Tidak Bekerja (Coil Contactor Rusak)  
Kontaktor menerima arus lebih besar dari spesifikasi-nya dan material kontaktor tidak cocok dengan arus/tegangan sehingga mudah rusak.
- Kontaktor Tidak Bekerja (Contact Point Aus/Korosi)  
Lingkungan yang berdebu/kotoran menempel di titik kontak sehingga menghambat arus Listrik dan Kontaktor sering terjadi *Trip*, sehingga cepat aus.
- Kegagalan Limit Switch (Aktuator Renggang)  
Getaran terus-menerus membuat *actuator* longgar dan komponen *limit switch* sudah lama sehingga kehilangan kekuatan mekanik.
- Kegagalan Limit Switch (Kabel Putus/Longgar)  
Proses pemasangan kabel tidak cukup kencang dan lingkungan dengan banyak getaran atau suara bising sering membuat kabel putus.

**Usulan Perbaikan**

Berdasarkan temuan dari analisis FMEA dan FTA, di Tabel 7 berikut ini adalah rekomendasi perbaikan utama untuk mengurangi tingkat kegagalan dalam operasi mesin *Overhead Crane*:

**Tabel 7** Usulan perbaikan

Jenis Defect	Faktor Penyebab Potensial	Estimasi Dampak	Usulan Perbaikan
Kegagalan <i>Pendant OHC</i>	<i>Battery</i> habis/rusak akibat kurang pemeriksaan rutin	<i>Downtime</i> operasi, penurunan kontrol, peningkatan biaya repair	Pemeriksaan dan penggantian <i>battery</i> secara terjadwal
	Koneksi kabel putus/longgar akibat instalasi kabel kurang rapi dan getaran tinggi	Konsleting listrik, kerusakan komponen, risiko keselamatan	Perbaikan instalasi kabel agar rapi dan penguatan koneksi kabel
Contactor Tidak Bekerja	<i>Coil contactor</i> rusak akibat arus berlebih dan material tidak sesuai	Motor tidak bekerja, gangguan operasi <i>crane</i>	Penggantian <i>coil</i> dengan spesifikasi yang tepat dan proteksi arus
	<i>Contact point</i> aus karena korosi dan kotoran	Rangkaian listrik terganggu, risiko trip dan kerusakan cepat	Rutin pembersihan dan pelumasan <i>contact point</i>
Kegagalan <i>Limit Switch</i>	<i>Actuator</i> renggang akibat getaran dan umur komponen lama	Fungsi <i>limit switch</i> terganggu, risiko kegagalan mekanik	Pemeriksaan dan pengencangan baut secara rutin
	Kabel putus/longgar karena getaran dan pemasangan tidak kencang	Gangguan operasional, potensi kerusakan sistem	Penguatan pemasangan kabel dan peredam getaran

Usulan perbaikan yang diajukan dalam analisis ini sejalan dengan prinsip *Total Productive Maintenance* (TPM), yaitu pendekatan pemeliharaan yang melibatkan semua pihak untuk menjaga mesin tetap dalam kondisi optimal [33]. Usulan seperti penggantian komponen secara terjadwal mencerminkan penerapan *preventive maintenance*, salah satu pilar utama TPM yang bertujuan mencegah kerusakan sebelum terjadi gangguan [34]. Selain itu, pengecekan rutin dan pelumasan yang melibatkan operator adalah contoh dari *autonomous maintenance*, dimana operator turut bertanggung jawab dalam menjaga performa mesin sehari-hari. Pendidikan dan pelatihan untuk mengurangi kesalahan manusia juga merupakan bagian dari TPM yang penting untuk meningkatkan keandalan operasi. Dengan mengintegrasikan prinsip TPM ini, perusahaan dapat mengurangi *downtime*, meningkatkan efisiensi, dan memperpanjang umur mesin secara berkelanjutan.

## Simpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan di PT. XYZ terkait analisis risiko kegagalan komponen mesin *Overhead Crane* menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA), dapat disimpulkan bahwa terdapat tiga komponen utama yang menjadi fokus prioritas karena memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, yakni *Pendant OHC* dengan RPN sebesar 432, *Contactor* dengan RPN 384, dan *Limit Switch* dengan RPN 256. Ketiga komponen ini berkontribusi signifikan terhadap frekuensi kegagalan yang mengganggu kelancaran proses produksi dan menimbulkan risiko keselamatan kerja. Analisis menggunakan *Fishbone Diagram* menunjukkan bahwa faktor penyebab kegagalan mencakup aspek manusia, mesin, material, dan lingkungan. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan berupa penggantian komponen secara terjadwal, perbaikan instalasi kabel, dan pelaksanaan perawatan preventif untuk meningkatkan keandalan mesin serta mengoptimalkan efisiensi produksi. Implementasi langkah-langkah tersebut diharapkan mampu menurunkan *downtime* secara signifikan dan meningkatkan produktivitas PT. XYZ secara berkelanjutan, sekaligus mengurangi biaya perbaikan darurat dan meningkatkan keselamatan kerja di lingkungan produksi.

## Daftar Pustaka

- [1] P. B. Pratama and I. Sianturi, "Rancang Bangun Overhead Crane Automatic Berbasis Arduino," *Venus J. Publ. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 3, no. 2, pp. 30–50, 2025, doi: 10.61132/venus.v3i2.794.
- [2] A. Heriawan and M. Fitri, "Design of a 10 Tons Overhead Crane with 21 Meters Span Using Finite Element Method," *Int. J. Innov. Mech. Eng. Adv. Mater.*, vol. 4, no. 3, pp. 95–102, 2022, doi: 10.22441/ijimeam.v4i3.18882.
- [3] D. Darunanto, R. E. Wahyuni, and D. Saidah, "Produktivitas Alat Bongkar Muat (Crane) Terhadap Berthing Time," *J. Manaj. Bisnis Transp. dan Logistik*, vol. 6, no. 2, pp. 179–198, 2020, doi: 10.54324/j.mbt.v6i2.527.

- [4] S. Riyadi and R. Darmawan, "Analisa Kekuatan Tarik Hook Sebagai Perancangan Overhead Crane dengan Menggunakan Software Autodesk Inventor," *Mot. Bakar J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, 2020, doi: 10.31000/mbjtm.v3i1.3070.
- [5] D. Siregar, S. Taufik, and others, "Optimalisasi Operasional Tower Crane pada Pekerjaan Arsitektural Pelaksanaan Konstruksi Gedung Bertingkat Tinggi 168 Meter (Proyek Holland Village Jakarta)," *SAINSTECH J. Penelit. dan Pengkaj. Sains dan Teknol.*, vol. 32, no. 1, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.istn.ac.id/index.php/sainstech/article/view/1248>
- [6] I. K. Mahabagawati *et al.*, "Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) Sistem Digitalisasi Dalam Jaringan Farmasi Menggunakan Pendekatan Mutu Di Rumah Sakit Orthopedi Prof. Dr. dr. SOEHARSO," *J. Penelit. Multidisiplin Bangsa*, vol. 1, no. 8, pp. 1069–1082, 2025, doi: 10.59837/jpnmb.v1i8.207.
- [7] F. R. Damayanti, "Analisis Potensi Kegagalan pada Kiln Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)," *J. Ind. Eng. Innov.*, vol. 2, no. 1, pp. 39–46, 2025, [Online]. Available: <https://journal.unram.ac.id/index.php/jiei/article/download/7466/3995>
- [8] D. A. Safitri, "Analisis Risiko Operasional Produksi Pada Home Industry Konveksi Dengan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA)," *J. Semin. Nas. Teknol.*, 2025, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/27648>
- [9] E. F. Noviani, "Analisa Penyebab Kecacatan Produk dengan Metode Diagram Fishbone dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA)," *J. Ind. Galuh*, vol. 7, no. 1, pp. 18–30, 2025, [Online]. Available: <https://ojs.unigal.ac.id/index.php/jig/article/view/4751>
- [10] I. G. A. Mubarok K. Kardiman, "Analisa Faktor yang Mempengaruhi Kegagalan Pada Proses Produksi Menggunakan Analisis Fishbone," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 8, no. 15, pp. 44–55, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/download/2316/1734/>
- [11] Z. Ramadhani, "Penerapan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) untuk Mengidentifikasi Kecacatan Palet Kayu," *J. TMIT*, vol. 4, no. 3, 2025, doi: 10.55826/jtmit.v4i3.1039.
- [12] I. J. Sabaraya and I. N. W. Purnama, "Analisis dan Usulan Perbaikan Risiko Kecelakaan menggunakan Metode FMEA dan Fault Tree Analysis (FTA)," *Indones. J. Environ. Occup. Heal. Saf.*, vol. 9, no. 2, pp. 57–67, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/download/45467/31526>
- [13] Z. Affan, "FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) dan Fault Tree Analysis (FTA) pada Produk UMKM Madu Belilas Jaya," 2025, [Online]. Available: [https://repository.uin-suska.ac.id/86412/3/File lengkap sampai lampiran kecuali hasil penelitian \(Bab IV dan atau Bab V\).pdf](https://repository.uin-suska.ac.id/86412/3/File lengkap sampai lampiran kecuali hasil penelitian (Bab IV dan atau Bab V).pdf)
- [14] R. Ariyanty, "Mengidentifikasi Penyebab Kerusakan Mesin Vertical Shaft Pada Pt . Prima Karya Manunggal Pangkep Oleh : Menyelesaikan Program Diploma Tiga Jurusan / Program Studi Teknik Industri Agro," 2021.
- [15] I. J. Sabaraya *Et Al.*, "Analisis Dan Usulan Perbaikan Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Fmea ( Failure Mode And Effect Analysis ) Dan Fta ( Fault Tree Analysis ) ( Studi Kasus Di Pt . X )".
- [16] M. Produk, C. Serat, and P. T. Xyz, "Jurnal Teknologika," vol. 15, no. 1, pp. 782–791, 2025.
- [17] C. A. Rakhmadina, D. Triardianto, and R. I. N. Ibad, "Penerapan Metode FMEA dan 5W1H dalam Analisis Kerusakan dan Perencanaan Kegiatan Perawatan pada Mesin Petik Teh Tipe Double di PT XYZ," *2nd Natl. Conf. Innov. Agric. 2024*, vol. 2, no. 1, pp. 202–214, 2024, doi: 10.25047/nacia.v2i1.242.
- [18] D. Setiawan and A. Putra, "Analisis dan Pengelolaan Risiko pada Proses Produksi Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)," *J. Tek. Ind. Undip*, vol. 20, no. 2, pp. 165–180, 2025, [Online]. Available: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jgti/article/download/71219/28678>
- [19] I. Jevon and D. Pradana, "Penerapan Manajemen Risiko menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada Proses Produksi," *J. Titra Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, pp. 471–478, 2021, [Online]. Available: <https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-industri/article/download/13052/11356>
- [20] E. F. Noviani, "Analisa Penyebab Kecacatan Produk dengan Menggunakan Metode Fishbone Diagram dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) pada Perusahaan Cap Buaya di Kecamatan Cipaku," *J. Ind. Galuh*, vol. 7, no. 1, pp. 15–20, 2025, [Online]. Available: <https://ojs.unigal.ac.id/index.php/jig/article/view/4751>
- [21] D. Kartika, Hermanto, N. Muqorriba, H. A. D. Rusminto, and A. Pandi, "Menganalisis Faktor Penentu Kegagalan Wirausaha di Indonesia: Sebuah Pendekatan Kualitatif," *J. Ilmu Pendidik. dan Sos. Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 20–35, 2025, [Online]. Available: <https://www.putrapublisher.org/ojs/index.php/jipsi/article/download/786/963/4585>
- [22] Z. Ramadhani and E. al., "Penerapan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) untuk Mengidentifikasi Kecacatan Palet Kayu (Studi Kasus: CV Mandiri Jaya)," *J. Teknol. Mater. dan Ind. Terap.*, vol. 4, no. 3, pp. 40–52, 2025, [Online]. Available: <https://jurnal-tmit.com/index.php/home/article/view/1039>

- [23] H. S. Wicaksono and others, "Analisis Penerapan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada Proses Stamping PT WTH," *J. Desiminasi Ilm.*, vol. 6, no. 1, pp. 70–81, 2025, [Online]. Available: <https://ejournal.univ-tridinanti.ac.id/index.php/Desiminasi/article/view/1025>
- [24] A. Fmea, D. I. Pabrik, R. Bariton, N. R. Anugrah, L. Fitria, and A. Desrianty, "Usulan Perbaikan Kualitas Produk Menggunakan Metode Fault Tree Analysis ( Fta ) Dan Failure Mode And Effect," Pp. 146–157.
- [25] T. P. UMG, "Risk Analysis Of Bogie Maintenance TB 1014 Using FMEA," *J. UMG*, 2025, [Online]. Available: <https://journal.umg.ac.id/index.php/umgeshic/article/view/10774>
- [26] Z. Ramadhan, "Penerapan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)," *J. TMIT*, 2025, [Online]. Available: <https://jurnal-tmit.com/index.php/home/article/view/1039>
- [27] M. Amiruddin, "Implementasi Metode FMEA untuk Mereduksi Cacat Produk di Departemen Plong CV. Bossbi," *J. Serambi Mekah*, 2025, [Online]. Available: <https://jse.serambimekah.id/index.php/jse/article/download/1106/806>
- [28] P. P. Agstyawardhana and others, "Perancangan Risk Register dan Risk Treatment Berbasis ISO 31000:2011 pada Proyek Join Planning Program PT XYZ," *Ranah Res. J. Multidiscip. Res. Dev.*, vol. 6, no. 6, pp. 2386–2393, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.ranahresearch.com/index.php/R2J/article/view/1106>
- [29] Venus and others, "Analisis Kerusakan Komponen Sistem Power Train Menggunakan Root Cause Failure Analysis (RCFA) di PT. Cipta Kridatama Samarinda," *VENUS - J. Tek. Ind.*, vol. 3, no. 4, pp. 169–180, 2025, [Online]. Available: <https://journal.aritekin.or.id/index.php/Venus/article/download/1057/1251/6019>
- [30] C. S. Pamungkas, "Analisis Fault Tree untuk Identifikasi Akar Masalah Kerusakan Mesin Overhead Crane di PT XYZ," *J. Tek. Ind.*, vol. 19, no. 1, pp. 55–63, 2023, [Online]. Available: <https://repository.pnj.ac.id/31007/1/HALAMAN 1.pdf>
- [31] IPQI, "FMEA Adalah: Pengertian, Fungsi, Manfaat, Kategori dan Tujuan," *IPQI Blog*, 2025, [Online]. Available: <https://ipqi.org/fmea-adalah-pengertian-fungsi-manfaat-kategori-dan-tujuan/>
- [32] P. tidak disebutkan, "BAB II TINJAUAN PUSTAKA Fault Tree Analysis," 2025. [Online]. Available: <http://eprints.umg.ac.id/12802/8/Bab 2.pdf>
- [33] P. tidak disebutkan, "Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan Pendekatan 8 Pilar TPM di Perusahaan Industri Indonesia," *J. EKOMABIS*, 2025, [Online]. Available: <https://journal.lppmpelitabangsa.id/index.php/ekomabis/article/view/46>
- [34] P. tidak disebutkan, "Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional Industri Kecil dan Menengah," *JPKMI*, 2024, [Online]. Available: <https://researchhub.id/index.php/jpkmi/article/download/5903/3338/17960>