

## Analisis Masalah Kerusakan pada Pabrik Daur Ulang Beton Hasil Konstruksi PT XYZ

Nisrina Prihadi

Program Studi Sarjana Manajemen Bisnis, Sekolah Tinggi Manajemen PPM  
Jl. Menteng Raya No.9, Kb. Sirih, Kec. Menteng, Jakarta Pusat, Indonesia  
[nisrinaprihadi@gmail.com](mailto:nisrinaprihadi@gmail.com)

Hendrarto Kurniawan Supangkat\*

Program Studi Magister Manajemen, Sekolah Tinggi Manajemen PPM  
Jl. Menteng Raya No.9, Kb. Sirih, Kec. Menteng, Jakarta Pusat, Indonesia  
[henppm@gmail.com](mailto:henppm@gmail.com)

(\* Penulis Korespondensi

Diterima: 15-09-2023 | Disetujui: 02-11-2023 | Dipublikasi: 10-11-2023



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

### ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis masalah kerusakan yang dialami oleh pabrik-pabrik daur ulang beton hasil konstruksi obyek perusahaan. Penelitian ini mengintegrasikan tiga metode analisis, yaitu Grafik Pareto, Diagram Ishikawa, dan Tabel FMEA. Grafik Pareto digunakan untuk mengidentifikasi jenis-jenis kerusakan yang dominan. Diagram Ishikawa digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab potensial. Tabel FMEA digunakan untuk mempelajari tingkat dampak, frekuensi dan kemudahan deteksi dari setiap faktor penyebab. Data untuk analisis diperoleh dari wawancara, observasi dan studi dokumen. Hasil analisis Pareto menunjukkan bahwa ada empat jenis kerusakan yang dominan, yaitu kerusakan pada komponen *recycle screw*, *cyclone pump*, *vibro screen*, dan *WLC sensor*. Kemungkinan faktor-faktor penyebab dari setiap komponen teridentifikasi dalam Diagram Ishikawa, meliputi unsur manusia, mesin, metode dan lingkungan. Analisis lebih lanjut menggunakan Tabel FMEA menunjukkan beberapa faktor penyebab yang membuat nomor prioritas risiko cenderung tinggi, seperti kualitas komponen yang buruk, kesalahan pengoperasian, kelebihan muatan, dan tidak adanya pemeliharaan. Hasil analisis menyimpulkan perlunya perbaikan pada desain alat dengan penggunaan komponen yang lebih handal serta penambahan sensor untuk deteksi kelebihan muatan. Hasil analisis juga menyimpulkan perlunya perbaikan terhadap sistem pengendalian kualitas saat ini, dengan penambahan poin pengecekan kualitas dan pemastian kesiapan pengguna untuk melaksanakan proses operasi dan pemeliharaan terhadap pabrik daur ulang beton.

### Kata Kunci:

Daur Ulang Beton; Industri Konstruksi; FMEA; Diagram Ishikawa; Analisis Pareto.

### ABSTRACT

*This research examines damage experienced by concrete recycling factories of construction concrete residuals. The study integrates three analytical methods: Pareto Charts, Ishikawa Diagrams, and FMEA Tables. Pareto charts are employed to identify dominant types of damage. Ishikawa diagrams pinpoint potential causal factors, including human, machine, method, and environmental elements. The FMEA Table assesses the impact, frequency, and ease of detection level for each causal factor. Data for analysis were gathered through interviews, observations, and document studies. The results of the Pareto analysis reveal four dominant types of damage: damage to recycling screws, cyclone pumps, vibro screens, and WLC sensor components. Potential causal factors for each component are identified in the Ishikawa Diagram. These factors encompass human, machine, method, and environmental elements. Further, the FMEA Table analysis uncovers several factors contributing to a high-risk priority number. These factors include poor component quality, operational errors, overloading, and insufficient maintenance. The analysis results conclude that it is necessary to enhance quality control design by employing more reliable components and integrating sensors for overload detection. Additionally, the study emphasizes the need to improve the current quality control system by incorporating quality checkpoints and*

*ensuring that users are adequately prepared to execute the operation and maintenance processes at the concrete recycling plant.*

*Keywords:*

*Concrete Recycling; Construction Industry; FMEA; Ishikawa Diagram; Pareto Analysis*

## PENDAHULUAN

PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak pada bidang produksi beton untuk kebutuhan berbagai proyek konstruksi di Indonesia. Sejak tahun 2019 perusahaan mengembangkan bidang bisnis lain pada Unit Manufaktur yaitu jasa konstruksi pabrik kecil untuk daur ulang beton, lengkap dengan mesin dan peralatan yang siap dioperasikan. Bisnis baru ini berkembang cukup baik dan menjadi produk dengan kontribusi terbanyak bagi Unit Manufaktur. Hal ini memperlihatkan bahwa produk pabrik daur ulang beton perlu menjadi prioritas utama dalam pengembangan dan pengelolaan mutu.

Produk pabrik daur ulang beton dihasilkan dengan menggunakan sistem proyek dan *Make-to-Order* (MTO). Proses produksi alat *recycling* beton baru akan berjalan bila ada pesanan masuk. Hal ini menyebabkan proses pengendalian mutu produk ini sedikit berbeda dari produksi masal. Terlebih pada setiap pesannya diperlukan penyesuaian dari desain dasar alat agar dapat memenuhi keinginan pelanggan. Penangan proses pengendalian mutu berubah menjadi *case-by-case* dan tidak terhenti sampai dinyatakan lolos *Quality Control* (QC) di pabrik. Terlebih pengecekan fungsi dari produk baru bisa dilaksanakan setelah produk diinstal di lokasi proyek sehingga diperlukan inspeksi 100%. Proses pengendalian mutu menjadi krusial dalam proses *handling*, instalasi, dan *after sales services*. Oleh karena itu, pengendalian mutu untuk produk ini tidak bisa di analisis menggunakan analisis statistik yang hanya mengandalkan sampel dari sebagian produk. Melalui pertimbangan tersebut, penelitian ini hanya menggunakan alat analisis pengendalian mutu berupa Grafik Pareto, Diagram Ishikawa, dan Tabel FMEA.

Di sisi lain perusahaan sering menerima keluhan dari pelanggan terkait kerusakan pabrik saat proses operasi. Pada periode Januari-Juni 2023 terdapat 43 laporan kerusakan dari 20 instalasi pabrik. Kerusakan tersebut ada yang telah diperbaiki ada pula yang masih dalam proses perbaikan. Saat ini, 4 dari 20 instalasi tidak beroperasi karena isu kerusakan yang sedang dialami. Berkaca dari isu-isu tersebut, penelitian ini pun diangkat. Penelitian ini bertujuan menganalisis masalah kerusakan yang terjadi untuk mengidentifikasi faktor penyebab utama dan merancang tindakan pengatasan yang efektif.

Penelitian terdahulu membuktikan bahwa produk yang berkualitas memberikan dampak positif dalam kepuasan konsumen (Ibrahim & Thawil, 2019). Hal inilah yang mendorong berbagai perusahaan untuk mementingkan proses pengendalian mutu. Menurut ISO 9000:2015, mutu suatu produk diukur dari kemampuan produk tersebut dalam memberikan kepuasan pada pelanggan dan pihak terkait baik secara langsung atau tidak langsung. Melihat tingginya angka laporan kerusakan dan keluhan dari pelanggan, dapat disimpulkan bahwa mutu dari produk pabrik daur ulang beton belum mencapai standar yang diinginkan. Oleh karena itu diperlukan analisis masalah serta perbaikan pada sistem pengendalian mutu. Pengendalian mutu bertujuan menghasilkan produk yang sesuai dengan biaya yang optimal serta meningkatkan mutu produk dengan kegiatan perbaikan (Martono, 2018).

Saat ini, konsep pengendalian mutu dilengkapi dengan berbagai alat analisis. Salah satu kelompok metode analisis pengendalian mutu yang cukup terkenal adalah 7 *QC Tools*. Metode ini terdiri atas 1) *cause-and-effect diagram* (Diagram Ishikawa); 2) *check sheet*; 3) *histogram*; 4) *pareto chart*; 5) *stratification chart*; 6) *scatter diagram*; dan 7) *control chart*. Dari ketujuh alat analisis tersebut, Grafik Pareto dan Diagram Ishikawa dipilih pada penelitian ini. Pemilihan kedua alat analisis ini tersebut didasarkan pada fungsi yang sesuai dengan kebutuhan analisis studi. Grafik Pareto berfungsi untuk mengidentifikasi jenis kerusakan yang paling menonjol. Sementara Diagram Ishikawa berfungsi untuk mengidentifikasi jenis-jenis kerusakan serta faktor-faktor penyebab potensial. Alat analisis lainnya yang dipakai pada penelitian ini ialah Tabel FMEA. Tabel FMEA memiliki fungsi untuk menganalisis risiko dan potensi kegagalan dari masing-masing jenis kemungkinan penyebab.

Grafik Pareto pada dasarnya adalah *bar chart* yang tampilannya diurutkan dari jumlah frekuensi terbesar hingga terkecil. Grafik Pareto membantu perusahaan mengetahui produk atau isu yang memiliki kontribusi signifikan (Gaidhane *et al.*, 2022) dan perlu menjadi prioritas (Rucitra & Amna, 2021). Grafik Pareto dikenal pula dengan nama 80/20 rule. Aturan ini menyatakan bahwa 80% dampak yang muncul berasal dari 20% sumber penyebab. Pada penelitian pengendalian mutu terdahulu, Grafik Pareto digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan suatu isu dan juga penyebab kerusakan (Jing-Jing *et al.*, 2017).

Diagram Ishikawa termasuk ke dalam kelompok diagram *cause-and-effect*. Diagram ini digunakan mencari potensi penyebab (Fajar *et al.*, 2019) dan akar penyebab (Suyanto & Priyadi, 2019) suatu masalah dengan mengelompokkannya (Braga *et al.*, 2023) dalam beberapa kategori. Kategori penyebab masalah dapat disesuaikan dengan kebutuhan perusahaan. Diagram Ishikawa memberikan gambaran visual hubungan kausal suatu masalah. Hubungan tersebut direpresentasikan melalui panah yang bermula dari sumber dan mengarah ke akibat.

*Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)* adalah alat analisis reliabilitas yang menggunakan pendekatan bottom-up (Foster, 2017). Tabel FMEA menjabarkan bagaimana pengaruh kegagalan atau kerusakan pada keseluruhan kinerja sistem atau produk. Serta potensi penyebab dari kegagalan tersebut. Alat ini membantu perusahaan mengevaluasi risiko dan menentukan potensi kegagalan yang menjadi prioritas untuk mendapat tindak lanjut sebagai tindak preventif (Sagnak *et al.*, 2020) serta mewujudkan terjadinya *continuous improvement* (Fithri *et al.*, 2020). Analisis Tabel FMEA awalnya digunakan pada tahap desain produk. Seiring berjalannya waktu, Tabel FMEA juga kerap digunakan untuk menganalisis proses, peralatan, konsep dan lain sebagainya.

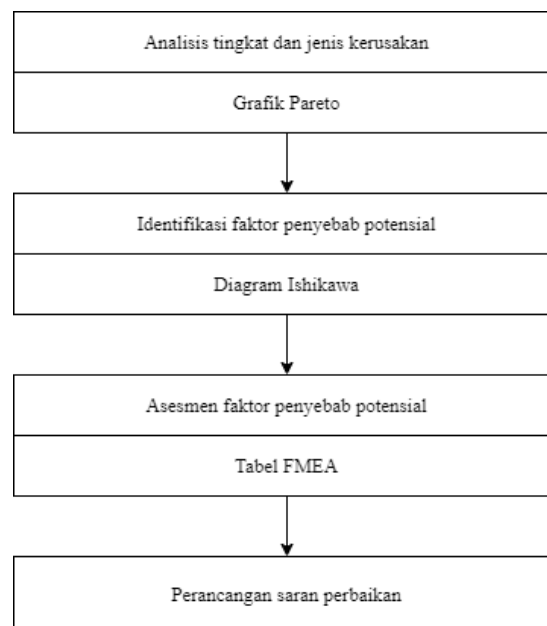
Tabel FMEA memiliki kolom perhitungan dengan mengkalkulasikan nilai dari unsur *severity (SEV)*, *occurrence (OCC)*, dan *detection (DET)*. *Severity* memperlihatkan tingkat besarnya dampak dari kerusakan. *Occurrence* memperlihatkan tingkat frekuensi munculnya kerusakan. Sementara *detection* memperlihatkan tingkat kemudahan mendeteksi potensi kegagalan. Hasil perkalian nilai unsur-unsur

tersebut disebut *Risk Priority Number (RPN)*. RPN memberikan informasi terkait potensi penyebab mana yang perlu menjadi prioritas (Andry *et al.*, 2022). Skor RPN yang tinggi menunjukkan tingkat prioritas yang tinggi pula.

## METODE RISET

Penelitian ini berjenis penelitian terapan kualitatif. Penelitian ini berfokus untuk mengeksplorasi praktik masalah kerusakan produk pabrik daur ulang beton PT XYZ. Sementara analisis yang dilaksanakan dan dihasilkan tidak seluruhnya dikuantifikasi dan menggunakan alat statistik dalam pengolahannya. Penelitian dilaksanakan pada pabrik Unit Manufaktur PT XYZ dan 1 instalasi pabrik daur ulang beton pada *plant* pelanggan. Studi berlangsung selama 3 bulan, sejak Mei 2023 hingga Juli 2023. Objek studi ini hanya berfokus pada produk pabrik daur ulang beton.

Terdapat tiga metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu studi dokumen, wawancara, dan observasi. Data yang bersumber dari studi dokumen tergolong sebagai jenis data sekunder. Sementara data yang bersumber dari wawancara dan observasi dapat digolongkan sebagai data primer. Penelitian ini mengintegrasikan tiga metode analisis, yaitu Grafik Pareto, Diagram Ishikawa (*fishbone*) dan Tabel FMEA (*Failure Mode & Effect Analysis*). Grafik Pareto digunakan untuk mengidentifikasi jenis-jenis kerusakan yang dominan (Yunitasari *et al.*, 2020). Diagram Ishikawa digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab potensial (Rizkya *et al.*, 2021). Analisis lebih dalam terkait faktor-faktor penyebab kemudian dilanjutkan pada Tabel FMEA. Tabel FMEA digunakan untuk mempelajari tingkat dampak, frekuensi dan kemudahan deteksi dari setiap faktor penyebab. Berikutnya, saran perbaikan dibuat berdasarkan hasil analisis. Kerangka analisis secara lengkap dapat dilihat pada **Gambar 1**.



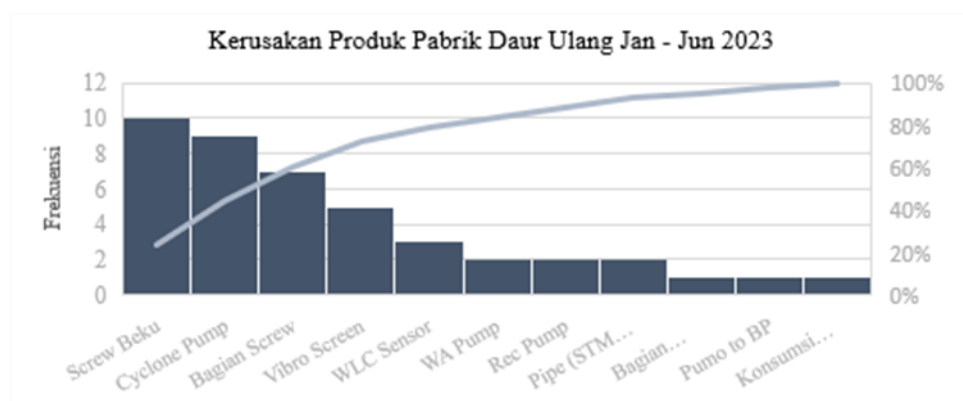
**Gambar 1. Kerangka Analisis**  
Sumber: Hasil olah data peneliti (2023)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Grafik Pareto

Melalui wawancara ditemukan, per Juni 2023, 5 dari 20 instalasi memiliki status tidak beroperasi. Tiga diantaranya masih dalam proses pemasangan. Sementara dua lainnya, tidak beroperasi karena mengalami kerusakan. Total kerusakan instalasi pada periode Januari – Juni 2023 mencapai 43 laporan kerusakan dengan jenis dan bentuk kerusakan cukup beragam. Data tersebut kemudian dianalisis dengan Grafik Pareto.

Hasil analisis Grafik Pareto, terlihat pada **Gambar 2**, ditemukan bahwa *screw* beku muncul sebagai bentuk kerusakan terbanyak dengan frekuensi 10 kali atau 23%. Kerusakan pada alat *screw* tidak hanya terkait bekuan beton saja, tercatat ada 7 laporan terkait kerusakan komponen bagian *screw*. Bila dijumlahkan, frekuensi kerusakan hanya dari bagian *screw* mencapai 17 kali, memberikan kontribusi sebesar 39% dari total laporan kerusakan pada periode tersebut. Sementara bagian mesin lainnya yang juga mencatat frekuensi tinggi ialah *cyclone pump* sebanyak 9 kali, *vibro screen* sebanyak 5 kali, dan *WLC Sensor* sebanyak 3 kali. Berdasarkan hal tersebut, ditetapkan 4 bagian alat yang menjadi prioritas dan mendapat analisis lanjutan menggunakan Diagram Ishikawa, yaitu bagian *recycle screw*, *cyclone pump*, *vibro screen*, dan *WLC sensor* dengan total kontribusi 80% bentuk kerusakan.

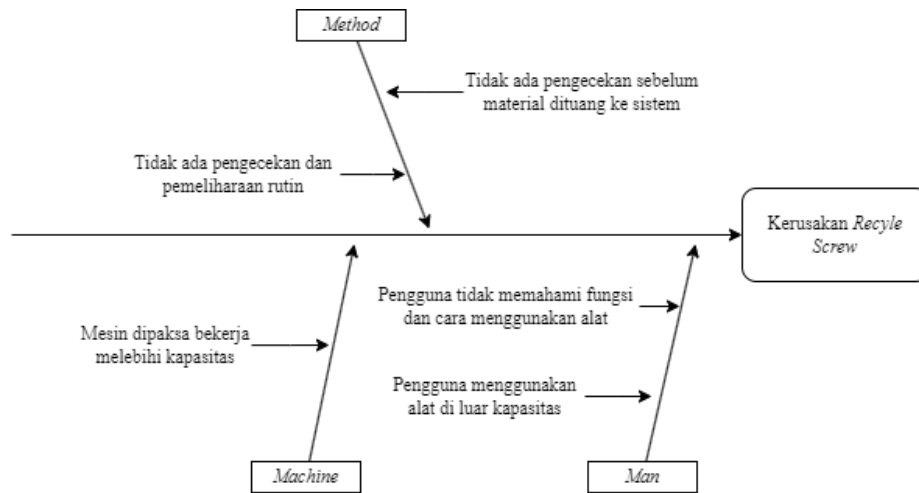


**Gambar 2. Grafik Pareto Kerusakan Produk Pabrik Daur Ulang Beton**

Sumber: Hasil olah data peneliti (2023)

### Diagram Ishikawa

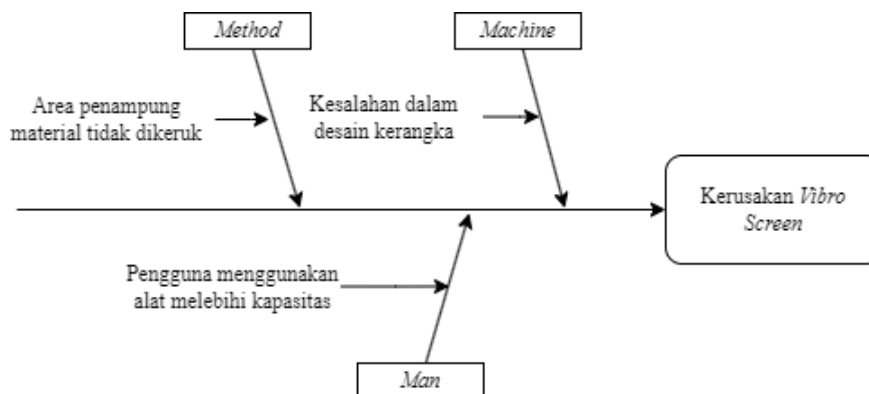
Data wawancara dengan karyawan terkait PT XYZ selanjutnya dianalisis menggunakan Diagram Ishikawa. Analisis pada keempat jenis kerusakan berhasil mengidentifikasi potensi penyebab dari beberapa unsur. Kemungkinan faktor-faktor penyebab yang ditemukan meliputi unsur manusia, mesin, metode atau lingkungan. Secara lengkap hasil dari masing-masing analisis dapat dilihat pada **Gambar 3** untuk *recycle screw*, **Gambar 4** untuk *cyclone pump*, **Gambar 5** untuk *vibro screen*, dan **Gambar 6** untuk *WLC sensor*.



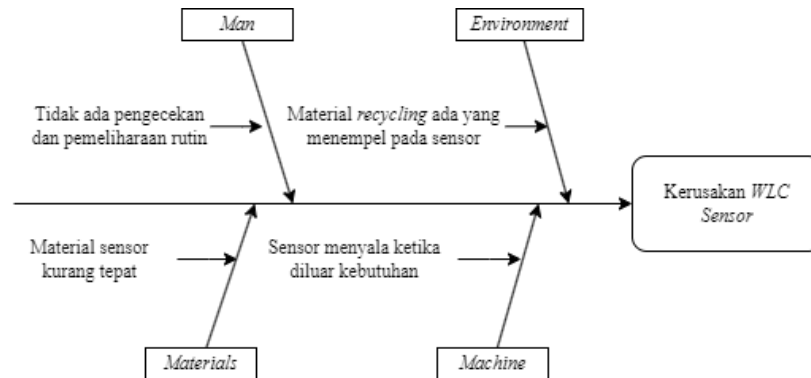
**Gambar 3. Diagram Ishikawa Recycle Screw**  
Sumber: Hasil olah data peneliti (2023)



**Gambar 4. Diagram Ishikawa Cyclone Pump**  
Sumber: Hasil olah data peneliti (2023)



**Gambar 5. Diagram Ishikawa Vibro Screen**  
Sumber: Hasil olah data peneliti (2023)



**Gambar 6. Diagram Ishikawa WLC Sensor**  
 Sumber: Hasil olah data peneliti (2023)

Hasil analisis Diagram Ishikawa menunjukkan adanya faktor penyebab yang berulang pada beberapa unsur. Contohnya pada unsur manusia, faktor penyebab pengguna menggunakan alat melebihi kapasitas muncul pada 3 analisis Diagram Ishikawa. Sementara potensi penyebab pengguna tidak memahami fungsi dan cara menggunakan alat muncul dalam 2 analisis yang berbeda. Potensi penyebab lainnya yang muncul berulang terdapat pada unsur metode, yaitu tidak ada pengecekan dan pemeliharaan rutin.

Secara keseluruhan, hasil analisis Diagram Ishikawa memperlihatkan faktor penyebab yang mungkin muncul dari berbagai unsur. Analisis lebih mendalam perlu dilakukan untuk mengetahui dampak, prioritas, serta langkah yang diperlukan untuk mencegah potensi penyebab muncul. Oleh karena itu dilaksanakan analisis menggunakan Tabel FMEA untuk mengidentifikasi hal-hal tersebut.

**Tabel FMEA**

Faktor-faktor potensi penyebab masalah yang muncul pada Diagram Ishikawa selanjutnya dianalisis menggunakan Tabel FMEA. Proses skoring pada Tabel FMEA diawali dengan penentuan bobot skor. Bobot skor pada **Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3** ditentukan berdasarkan penelitian terdahulu dan disesuaikan dengan keadaan Unit Manufaktur. Bobot skor dibuat melalui diskusi dan disepakati oleh peneliti dan staf terkait Unit Manufaktur. Sementara data untuk proses analisis menggunakan Tabel FMEA dilakukan dengan metode wawancara dan diskusi dengan pihak terkait pada PT XYZ.

**Tabel 1. Skor Severity**

Skor	Deskripsi
10	Kerusakan menyebabkan seluruh sistem <i>recycling</i> berhenti bekerja dan membahayakan orang sekitar
8-9	Kerusakan menyebabkan seluruh sistem <i>recycling</i> berhenti atau mengalami gangguan signifikan, diperlukan penggantian onderdil. Serta mengurangi kepuasan pelanggan.
6-7	Kerusakan menyebabkan performa sistem <i>recycling</i> berkurang 50%, diperlukan perbaikan onderdil.
4-5	Kerusakan menyebabkan performa sistem <i>recycling</i> berkurang 30%, dapat diatasi dengan perbaikan sederhana
2-3	Kerusakan menyebabkan penurunan performa yang sangat minim <10%
1	Kerusakan tidak mempengaruhi performa dan keamanan alat

Sumber: Hasil olah data peneliti (2023)



**Tabel 2. Skor Occurrence**

Skor	Deskripsi
9-10	Potensi sumber kerusakan sangat sering terjadi, $\geq 15$
7-8	Potensi sumber kerusakan sering terjadi, $\geq 8$ dan $< 15$ kali
5-6	Potensi sumber kerusakan sesekali terjadi, $\geq 5$ dan $< 8$ kali
2-4	Potensi sumber kerusakan jarang terjadi, $< 5$ kali
1	Kerusakan tidak berpotensi terjadi

Sumber: Hasil olah data peneliti (2023)

**Tabel 3. Skor Detection**

Skor	Deskripsi
10	Kemungkinan terjadinya kerusakan karena sumber tersebut tidak dapat dideteksi. Tidak ada sistem pendeteksi dan pengontrol
7-9	Kemungkinan terjadinya kerusakan karena sumber tersebut sulit untuk dideteksi
5-6	Kemungkinan terjadinya kerusakan karena sumber tersebut agak sulit untuk dideteksi
2-4	Kemungkinan kerusakan karena sumber tersebut dapat dideteksi dengan mudah
1	Kerusakan karena sumber tersebut dapat dicegah melalui desain awal

Sumber: Hasil olah data peneliti (2023)

Berdasarkan hasil analisis FMEA, pada **Tabel 4**, ditemukan bahwa rata-rata nilai *Risk Priority Number* (RPN) dari 24 penyebab kerusakan 276. Bila diurutkan sesuai dengan RPN, 10 penyebab dengan RPN tertinggi memiliki nilai lebih dari rata-rata. Kerusakan sensor error karena material memegang peringkat tertinggi dengan total 400 RPN. *Recycle screw* menjadi bagian dengan mayoritas RPN tertinggi, sebanyak enam penyebab kerusakan *recycle screw* masuk ke top 10 RPN. Tingginya angka RPN juga dipengaruhi oleh tingginya nilai SEV dimana seluruh penyebab mendapat nilai sama dengan atau lebih dari 7. Bila dihitung secara rata-rata SEV memiliki rata-rata nilai tertinggi dengan nilai 8. Sementara DET berada pada urutan kedua yaitu 6 dan OCC memiliki rata-rata nilai terendah dengan nilai 5,5.

Saat ini, rata-rata nilai RPN dinilai masih cukup tinggi. Oleh karena itu, diperlukan tindak perbaikan yang dapat menurunkan angka RPN. Khususnya pada potensi penyebab yang memiliki nilai OCC dan DET tinggi, seperti kurang tepatnya material pada *WLC Sensor*. Unsur SEV tidak menjadi pertimbangan karena lebih menyangkut pada aspek teknis dari pabrik. Potensi penyebab lainnya yang juga patut diperhatikan adalah potensi penyebab yang muncul berulang kali. Jika diperhatikan lebih seksama, ada beberapa penyebab yang kemunculannya mendominasi pada analisis FMEA. Potensi penyebab ini masing-masing muncul lebih dari tiga kali dalam analisis. Penyebab-penyebab yang dimaksud ialah, 1) pengguna tidak memahami fungsi dan cara menggunakan alat muncul sebanyak 4 kali, 2) pengguna menggunakan alat di luar kapasitas muncul sebanyak 5 kali, dan 3) tidak ada pengecekan dan pemeliharaan rutin muncul sebanyak 5 kali. Bila dijumlahkan, potensi penyebab ini menyumbang 14 dari 24 potensi penyebab yang dianalisis. Hal tersebut memperlihatkan tingginya potensi kerusakan hanya dari penyebab tersebut.

Potensi penyebab tersebut mempengaruhi tingkat frekuensi terjadinya kerusakan. Oleh karena itu, berdasarkan dari hasil analisis ini, dibuat rancangan perbaikan yang berfokus pada potensi-potensi penyebab tersebut. Harapannya, dengan langkah ini, tingkat frekuensi kerusakan produk pabrik daur

ulang beton dapat berkurang. Ditargetkan RPN setelah perbaikan memiliki rata-rata 150 dengan nilai maksimal 200 RPN.

**Tabel 4. Tabel FMEA Produk Pabrik Daur Ulang Beton**

Bagian Alat	Process step/ Function	Failure Mode	Potential Effect of Failure	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN		
Recycle Screw	Memisahkan material, air lumpur, pasir dan split dari Hopper Reclaimer	Screw beku	1) Tidak Bisa memisahkan 3 Material (Air, Pasir & Split)	9	Tidak ada pengecekan sebelum material dituang ke sistem	8	SOP/Manual penggunaan	5	360		
			2) Motor screw Rusak		Pengguna tidak memahami fungsi dan cara menggunakan alat	5	SOP/Manual penggunaan	7	315		
			3) Gearbox screw Rusak		Pengguna menggunakan alat di luar kapasitas	8	MCB trip/not trip/overload, Kondisi Fisik	4	288		
			4) Blade screw patah		Tidak ada pengecekan dan pemeliharaan rutin	6	Tidak ada	7	378		
		Kerusakan pada komponen Recycle Srew	5) Keseluruhan sistem recycling terganggu		1) As screw Patah	9	Mesin dipaksa bekerja melebihi kapasitas	8	Panel Recycle (Indicator Overload)	5	360
				2) Bearing Atas/ Bawah screw Rusak		Tidak ada pengecekan sebelum material dituang ke sistem	8	SOP/Manual penggunaan	5	360	
				3) Keseluruhan sistem recycling terganggu		Pengguna tidak memahami fungsi dan cara menggunakan alat	5	SOP/Manual penggunaan	7	315	
					Pengguna menggunakan alat di luar kapasitas	8	MCB trip/not trip/overload	5	360		
					Tidak ada pengecekan dan pemeliharaan rutin	5	Tidak ada	7	315		
Cyclone Pump	Memindahkan air lumpur dari bak lumpur ke cyclone dan meneruskan ke kontainer agigator	Pompa terbakar/korslet	1) Pompa berhenti beroperasi	8	Error pada WLC Sensor	6	MCB trip/not trip	7	336		
			2) Panel MCB listrik rusak		Pengguna tidak memahami fungsi dan cara menggunakan alat	5	SOP/Manual penggunaan	6	240		
			3) Keseluruhan sistem recycling terganggu		Pengguna menggunakan alat di luar kapasitas	4	MCB trip/not trip	7	224		
					Tidak ada pengecekan dan pemeliharaan rutin	5	Tidak ada	6	240		
		Kerusakan komponen mesin pompa	1) Pompa berhenti beroperasi	8	Ada sampah masuk ke area pompa	3	Kondisi fisik	2	48		
			2) Panel MCB listrik rusak		Pengguna tidak memahami fungsi dan cara menggunakan alat	5	SOP/Manual penggunaan	7	280		
			3) Keseluruhan sistem recycling terganggu		Pengguna menggunakan alat di luar kapasitas	6	MCB trip/not trip	7	336		
					Tidak ada pengecekan dan pemeliharaan rutin	5	Tidak ada	7	280		
Vibro Screen	Mengayak dan memisahkan material dan split	Kerangka retak/patah	1) Screen vibro tidak bisa digunakan	8	kesalahan dalam desain kerangka	4	Kondisi fisik	4	128		
			2) Material tidak terpisah								
		Screen jebol	7	Area penampung material tidak dikeruk	4	Kondisi fisik	4	112			
WLC Sensor	Mendeteksi volume air di kontainer dan memacu nyalanya pomp water adding	Sensor error	1) Sensor rusak	8	Material recycling ada yang menempel pada sensor	6	Kondisi fisik	5	240		
			2) Panel MCB listrik rusak		Sensor menyala ketika di luar kebutuhan	5	Tidak ada	8	320		
			3) Pompa bekerja di luar kebutuhan		Material sensor kurang tepat	5	Tidak ada	10	400		
					Tidak ada pengecekan dan pemeliharaan rutin	5	Tidak ada	7	280		

Sumber: Hasil olah data peneliti (2023)

### Saran Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilaksanakan, dibuat rancangan perbaikan untuk mengurangi tingkat frekuensi (OCC) dan memudahkan deteksi awal (DET) kerusakan produk pabrik daur ulang beton berupa:

1. Mengganti material *WLC sensor*

Potensi penyebab karena material *WLC sensor* tidak sesuai memiliki RPN tertinggi. Oleh karena itu tindak perbaikan yang perlu dilakukan adalah mengganti material sensor dengan yang lebih sesuai. Penentuan material baru dapat dilakukan dengan proses pengembangan produk dengan melakukan eksperimen dan tes pada material yang diduga dapat menjadi pengganti material yang saat ini dipakai.

2. Penambahan titik pengendalian mutu

Penelitian ini menyarankan Unit Manufaktur untuk menambah titik pengendalian, khususnya pada fase sebelum dan setelah produksi. Pertama, pada saat sebelum proses produksi dimulai, yakni dengan menambahkan titik pengendalian tes fungsi mesin dan pompa. Kedua, sebelum sistem *recycling* diserahkan sepenuhnya pada pelanggan.

Pada saat ini, Unit Manufaktur hanya melakukan pengecekan secara fisik pada barang-barang yang diterima dari pemasok. Sebagian besar barang yang dipasok, seperti plat besi dan baja, memang tidak perlu dicek sampai dengan aspek fungsi. Mesin-mesin seperti *recycle screw*, motor, dan pompa tidak melalui pengecekan kelayakan fungsi sebelum dibangun ke dalam instalasi. Adanya titik pengecekan baru dapat membantu PT XYZ untuk mendeteksi cacat fungsi di awal produksi. Langkah ini dilakukan dengan harapan dapat mengurangi skor *occurrence* pada beberapa bagian mesin *recycle*, khususnya *recycle screw* dan *cyclone pump*.

Titik pengendalian yang juga dapat ditambahkan oleh PT XYZ adalah sebelum serah terima sistem *recycling* kepada pelanggan. Saat ini, Unit Manufaktur hanya mengandalkan sosialisasi singkat kepada para calon pengguna. Sosialisasi singkat tersebut dinilai belum efektif dalam membekali pengguna untuk mengoperasikan pabrik daur ulang beton. Melalui analisis terungkap bahwa salah satu faktor penyebab utama kerusakan terjadi disebabkan oleh kesalahan pengguna. Hal tersebut memperlihatkan adanya urgensi untuk menambah titik pengendalian baru guna memastikan calon pengguna memahami cara kerja mesin. Titik pengendalian dapat berupa tes kesiapan pengguna. Mengingat sistem akan dioperasikan secara individu oleh berbagai pengguna. Tes ini akan membantu PT XYZ untuk mengetahui berapa banyak calon pengguna yang sudah memahami cara kerja dan siap mengoperasikan sistem sesuai dengan manual. Serta mengurangi risiko terjadinya kerusakan karena penggunaan mesin di luar kapasitas. Melalui tes kesiapan pengguna, diharapkan skor *occurrence* dikarenakan kurangnya pemahaman dan pemakaian melebihi kapasitas dapat berkurang.

3. Perbaiki manual pemakaian dan pemeliharaan

Melalui hasil analisis Tabel FMEA, ditemukan bahwa beberapa skor *occurrence* tertinggi disebabkan dari pengguna yang kurang memahami fungsi, pemakaian sistem melebihi kapasitas serta tidak adanya pemeliharaan. Penyebab-penyebab ini memiliki kesamaan pada

prosedur pengontrolan, yaitu dapat dikontrol melalui SOP atau manual pengguna. Khusus untuk penyebab tidak adanya pemeliharaan, kolom prosedur pengontrol belum memiliki referensi tata cara pemeliharaan pada manual pengguna. Manual atau SOP yang saat ini diberikan kepada pengguna dinilai sangat minim dan tidak membahas beberapa poin penting khususnya terkait pemeliharaan. Berlandaskan hal tersebut, penelitian ini menyarankan agar dibuatnya perbaikan pada manual pengguna. Melalui perbaikan manual, diharapkan angka kerusakan karena kurang memahami fungsi, pemakaian sistem melebihi kapasitas serta tidak adanya pemeliharaan dapat berkurang. Serta memudahkan pengendalian dan deteksi awal kerusakan dari sebab-sebab tersebut.

4. Penambahan sistem peringatan mesin *overworked*

Hasil analisis sebelumnya memperlihatkan mesin bekerja di luar kapasitas adalah salah satu faktor yang dominan muncul. Berdasarkan FMEA dapat diketahui bahwa alat atau sistem pendeteksi potensi kerusakan masih belum dikembangkan. Pada beberapa kasus, kerusakan dapat diketahui melalui panel MCB, tetapi panel MCB bukan merupakan sistem yang diperuntukan khusus untuk mengontrol atau mendeteksi kerusakan. *Error*-nya panel MCB merupakan efek samping dari kerusakan dan hanya memberikan gambaran secara umum. Kerusakan baru akan terdeteksi ketika sudah timbul bagian yang terlihat rusak secara fisik. Hal tersebut menyebabkan mesin terus bekerja walaupun dalam keadaan *overworked*. Sistem peringatan dapat dikembangkan agar pengguna dapat melakukan tindakan korektif dan mengurangi jumlah kerusakan yang terjadi. Peringatan dapat berupa suara alarm atau lampu indikator menyala.

5. Mengganti desain kerangka *vibro screen*

Kerusakan kerangka *vibro screen* karena salah desain pada kerangka tidak dapat diatasi kecuali dengan mengganti desain kerangka. Oleh karena itu sebaiknya dilakukan desain ulang untuk bagian kerangka *vibro screen*. Sementara untuk instalasi yang sudah terlanjur menggunakan desain lama dapat segera diganti dengan kerangka yang menggunakan desain baru.

Saran perbaikan yang telah disampaikan diatas selanjutnya dimasukkan pada Tabel FMEA untuk dianalisis kembali dampaknya. Hasil analisis serta penilaian akhir menunjukkan bahwa jika poin-poin saran perbaikan di atas dapat diterapkan oleh PT XYZ, maka nilai rata-rata RPN akan turun menjadi 81. Nilai RPN tertinggi juga akan turun menjadi 144 pada 3 potensi penyebab kerusakan. Analisis secara lengkap dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5. Tabel FMEA Produk Pabrik Daur Ulang Beton Dengan Saran Perbaikan**

Bagian Alat	Failure Mode	SEV	Potential Causes	Current Controls	Saran Perbaikan	OCC		DET		RPN	
						Old	New	Old	New	Old	New
Recycle Screw	Screw beku	9	Tidak ada pengecekan sebelum material dituang ke sistem	SOP/Manual penggunaan	Perbaikan manual pemakaian dan pemeliharaan	8	5	5	3	360	135
			Pengguna tidak memahami fungsi dan cara menggunakan alat	SOP/Manual penggunaan	Penambahan titik pengendalian mutu, Perbaikan manual pemakaian dan pemeliharaan	5	3	7	3	315	81
			Pengguna menggunakan alat di luar kapasitas	MCB <i>trip/not trip/overload</i> , Kondisi Fisik	Tes kesiapan pengguna, Sistem peringatan	8	4	4	4	288	144
			Tidak ada pengecekan dan pemeliharaan rutin	Tidak ada	Perbaikan manual pemakaian dan pemeliharaan	6	4	7	4	378	144
	Kerusakan pada komponen Recycle Screw	9	Mesin dipaksa bekerja melebihi kapasitas	Panel <i>Recycle (Indicator Overload)</i>	Penambahan titik pengendalian mutu, Sistem peringatan	8	5	5	3	360	135
			Tidak ada pengecekan sebelum material dituang ke sistem	SOP/Manual penggunaan	Perbaikan manual pemakaian dan pemeliharaan	8	4	5	4	360	1
			Pengguna tidak memahami fungsi dan cara menggunakan alat	SOP/Manual penggunaan	Penambahan titik pengendalian mutu, Perbaikan manual pemakaian dan pemeliharaan	5	3	7	3	315	81
			Pengguna menggunakan alat di luar kapasitas	MCB <i>trip/not trip/overload</i>	Penambahan titik pengendalian mutu, Sistem peringatan	8	4	5	2	360	72
			Tidak ada pengecekan dan pemeliharaan rutin	Tidak ada	Perbaikan manual pemakaian dan pemeliharaan	5	4	7	4	315	144
			Error pada <i>WLC Sensor</i>	MCB <i>trip/not trip</i>	Penambahan titik pengendalian mutu, Mengganti material <i>WLC Sensor</i>	6	4	7	1	336	32
Cyclone Pump	Pompa terbakar/korslet	8	Pengguna tidak memahami fungsi dan cara menggunakan alat	SOP/Manual penggunaan	Penambahan titik pengendalian mutu, Perbaikan manual pemakaian dan pemeliharaan	5	3	6	3	240	72
			Pengguna menggunakan alat di luar kapasitas	MCB <i>trip/not trip</i>	Penambahan titik pengendalian mutu, Sistem peringatan	4	4	7	2	224	64
			Tidak ada pengecekan dan pemeliharaan rutin	Tidak ada	Perbaikan manual pemakaian dan pemeliharaan	5	4	6	4	240	128
			Kerusakan komponen mesin pompa	8	Ada sampah masuk ke area pompa	Kondisi fisik	Perbaikan manual pemakaian dan pemeliharaan	3	2	2	2
	Kerusakan komponen mesin pompa	8	Pengguna tidak memahami fungsi dan cara menggunakan alat	SOP/Manual penggunaan	Penambahan titik pengendalian mutu, Perbaikan manual pemakaian dan pemeliharaan	5	3	7	3	280	72
			Pengguna menggunakan alat di luar kapasitas	MCB <i>trip/not trip</i>	Penambahan titik pengendalian mutu, Sistem peringatan	6	4	7	2	336	64
			Tidak ada pengecekan dan pemeliharaan rutin	Tidak ada	Perbaikan manual pemakaian dan pemeliharaan	5	4	7	4	280	128
			kesalahan dalam desain kerangka	Tidak ada	Mengganti desain kerangka	4	2	4	1	128	16
Vibro Screen	Kerangka retak/patah Screen jebol	7	Area penampung material tidak dikeruk	Kondisi fisik	Perbaikan manual pemakaian dan pemeliharaan	4	2	4	4	112	56
			Pengguna menggunakan alat melebihi kapasitas	Kondisi fisik	Penambahan titik pengendalian mutu, Sistem peringatan	4	2	4	3	112	42
			WLC Sensor	Sensor error	8	Material recycling ada yang menempel pada sensor	SOP/Manual penggunaan	Perbaikan manual pemakaian dan pemeliharaan	6	4	5
Sensor menyala ketika di luar kebutuhan	Kondisi fisik	Mengganti material <i>WLC Sensor</i>				5	3	8	1	320	24
Material sensor kurang tepat	Tidak ada	Mengganti material <i>WLC Sensor</i>				5	3	10	1	400	24
Tidak ada pengecekan dan pemeliharaan rutin	Tidak ada	Perbaikan manual pemakaian dan pemeliharaan				5	4	7	4	280	128

Sumber: Hasil olah data peneliti (2023)

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Hasil analisis menyimpulkan perlunya perbaikan pada desain alat dan sistem pengendalian kualitas di PT XYZ. Desain alat perlu diperbaiki dengan mengganti spesifikasi atau material dari beberapa komponen utama, serta menambahkan sensor untuk memberikan peringatan ketika terjadi penggunaan di atas kapasitas. Sistem pengendalian kualitas perlu diperbaiki dengan menambahkan poin pemeriksaan pada saat penerimaan komponen dari pemasok. Sistem pengendalian kualitas juga perlu diperluas hingga meliputi periode operasi dari pabrik daur ulang beton. Penjaminan kualitas saat operasi dapat dilakukan dengan menambahkan aktivitas pelatihan dan uji kesiapan pengguna sebelum serah terima, serta perbaikan informasi pada buku manual operasi dan pemeliharaan yang diperuntukkan bagi pelanggan. Saran-saran perbaikan tersebut diharapkan dapat menurunkan nilai rata-rata dari nomor prioritas risiko faktor-faktor penyebab kerusakan, sehingga jumlah laporan kerusakan di masa depan akan berkurang.

Saran tambahan lainnya yang dapat diberikan pada PT XYZ adalah membuat sistem arsip laporan kerusakan. Saat ini belum ada tata cara pengarsipan laporan kerusakan sehingga menyulitkan PT XYZ untuk mengetahui bentuk dan frekuensi kerusakan secara historis. Hal ini juga berpengaruh pada desain pengembangan produk selanjutnya. Ketika jumlah laporan hanya dikira melalui ingatan staf yang bertanggung jawab, keakuratan data menjadi masalah. Kemudian dapat membingungkan PT XYZ dalam menentukan bagian mana yang sebaiknya perlu didesain ulang serta langkah apa yang dapat diambil untuk mengurangi bentuk kerusakan berulang. Sistem arsip laporan dapat dibuat secara digital sehingga data yang disimpan dapat terbaru dalam waktu terkini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andry, J. F., Nurprihatin, F., dan Liliana, L. (2022). Supply chain disruptions mitigation plan using six sigma method for sustainable technology infrastructure. *Management and Production Engineering Review*, 13(4), 72-87. <https://doi.org/10.24425/mper.2022.142397>
- Braga, F. A., Lins, L. V., Christovam, B. P., and de Souza, O. (2023). Quality management in the covid-19 pandemic: Nursing action plan. *Revista Brasileira De Enfermagem Suppl* 1(76), 1-6. <https://doi.org/10.1590%2F0034-7167-2022-0272>
- Fajar, P. D., Ikatrinasari, Z. F., Humiras, H. P., dan Ayu, W. (2019). Reducing non conformance quality of yarn using pareto principles and fishbone diagram in textile industry. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 508(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/508/1/012092>
- Fithri, P., Andra, D. J., Wirdianto, E., and Taufik. (2020). The use of FMEA for the quality control analysis of greige fabrics (case study in the weaving department of PT. Unitex, Tbk). *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 847(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/847/1/012002>
- Foster, S. T. (2017). *Managing quality: Integrating the supply chain*. Edinburgh: Pearson.
- Gaidhane, J., Karadbhajane, A., Khalatkar, A., and Ullah, I. (2022). An Application of Quality Tools to Improve the Tyre Remanufacturing Process. *IOP Conference Series. Materials Science and Engineering*, 1259(1), 012033. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1259/1/012033>
- Ibrahim, M., dan Thawil, S. M. (2019). Pengaruh kualitas produk dan kualitas pelayanan terhadap kepuasan konsumen. *Jurnal Riset Manajemen dan Bisnis (JRMB) Fakultas Ekonomi UNIAT*, 4(1), 175-182. <http://dx.doi.org/10.36226/jrmb.v4i1.251>
- International Organization for Standardization. (2023). *Quality management systems — Requirements (ISO 9001:2015)*. Geneva: ISO.
- Jing-jing, T., Sun, N., Li, S., Yang, Z., Huan-jing Z., and Fei, F. (2018). Research on failure modes of defective gasoline engine products based on pareto diagram. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*, 189(6). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/189/6/062013>
- Martono, R. (2018). *Manajemen kualitas. Manajemen operasi: Konsep & Aplikasi*. Jakarta: Penerbit Salemba Empat.
- Priyadi, A. A., dan Suyanto, S. (2019). The effectiveness of problem based learning in biology with fishbone diagram on critical thinking skill of senior high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1397(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1397/1/012047>
- Rizkya, I., Sari, R. M., and Erwin. (2021). FMEA tool to analysis of blow molding machine damage. *IOP Conference Series. Materials Science and Engineering*, 1122(1). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1122/1/012061/pdf>
-

- Rucitra, A. L., and Amna, A. U. F. (2021). Integration of statistical quality control (sqc) and fault tree analysis (FTA) in the quality control of resina colophonium production in company X. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 924(1). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/924/1/012062/meta>
- Sagnak, M., Kazancoglu, Y., Yesim Deniz, O. O., and Garza-Reyes, J. (2020). Decision-making for risk evaluation: integration of prospect theory with failure modes and effects analysis (FMEA). *The International Journal of Quality & Reliability Management*, 37(6), 939-956. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-01-2020-0013>
- Yunitasari, E. W., Widiastuti, R., Wisnuaji, B. S., Erwinda, M., and Sutanta, E. (2020). Analysis of the quality of wheel chain products at UPT Logam Yogyakarta using FMEA Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1456(1). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1456/1/012033>