

Analisis Faktor-Faktor Kegagalan dalam Proses *CNC Plasma Cutting* untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi dengan Metode FMEA

Wilherwelmus Sihura^{*1}, Nidia Yuniarsih¹ dan Meilani Mandhalena Manurung¹

* Politeknik Negeri Batam

Jurusan Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461,

Indonesia

¹E-mail:wilhersihura@gmail.com

Abstrak

Proses pemotongan plasma CNC merupakan salah satu teknologi pemotongan logam yang banyak digunakan di sektor industri karena kecepatan dan keakuratannya dalam memotong material. Namun beberapa faktor dalam proses, seperti pemotongan yang tidak tepat, kerusakan mesin, dan kerusakan material, mengakibatkan pemborosan waktu dan sumber daya, serta menghambat proses produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor kegagalan pada proses pemotongan plasma CNC dan menganalisisnya menggunakan metode *FMEA* (*Failure Mode and Analysis Effect*). Metode ini memungkinkan identifikasi dan penilaian risiko dari berbagai potensi kegagalan, serta dampaknya terhadap kualitas produk dan waktu produksi. Data penelitian diperoleh dengan observasi langsung dan wawancara dengan operator serta analisis dokumen terkait. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor-faktor utama yang menyebabkan kegagalan meliputi *electrode* atau *nozzle* yang aus dan tidak berfungsi dengan baik, tekanan udara yang tidak mencukupi dan stabil, serta kurangnya pemeliharaan secara rutin. Kerusakan pada *nozzle* dan masalah pada *arc start* (gagal memulai pemotongan) memiliki nilai RPN tertinggi yaitu 192 dan 140, sehingga menjadi prioritas dalam tindakan perbaikan. Dengan mengimplementasikan rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil FMEA, diharapkan efisiensi produksi dapat meningkat secara signifikan, mengurangi *downtime*, dan meningkatkan kualitas produk akhir. Penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi industri dalam upaya meningkatkan produktivitas dan daya saing.

Kata Kunci: Pemotongan plasma CNC, FMEA, *nozzle*, proses produksi, faktor kegagalan.

Abstract

The CNC plasma cutting process is one of the metal cutting technologies that is widely used in the industrial sector because of its speed and accuracy in cutting materials. However, several factors in the process, such as improper cutting, machine damage, and material damage, result in wasted time and resources, as well as hindering the production process. The purpose of this study is to identify the failure factors in the CNC plasma cutting process and analyze them using the FMEA (Failure Mode and Analysis Effect) method. This method allows for the identification and assessment of risks of various potential failures, as well as their impact on product quality and production time. The research data was obtained by direct observation and interviews with operators and analysis of related documents. The results of the analysis showed that the main factors that caused the failure included worn and not functioning properly the electrode or nozzle, insufficient and stable air pressure, and lack of regular maintenance. Damage to the nozzle and problems with the start arc (failure to start the cut) have the highest RPN values of 192 and 140, so they are a priority in corrective action. By implementing improvement recommendations based on FMEA results, it is hoped that production efficiency can be significantly improved, downtime reduced, and final product quality improved. This research makes an important contribution to the industry in an effort to increase productivity and competitiveness.

Keywords: CNC plasma cutting, FMEA, *nozzle*, production process, failure factor.

1 Pendahuluan

Plasma cutting merupakan teknik pemotongan logam yang efisien dan presisi [1]. Dengan kata lain, *CNC plasma cutting* merupakan metode pemotongan yang menggunakan gas plasma panas untuk memotong logam dengan presisi tinggi. Proses ini melibatkan pemanasan gas hingga mencapai suhu yang sangat tinggi, yang kemudian diarahkan melalui *nozzle* untuk menciptakan plasma. Plasma ini memiliki kemampuan untuk mencairkan dan memotong logam dengan cepat dan efisien.

Pemotongan plasma sangat portabel, terutama untuk mesin pemotong plasma yang dapat digunakan di berbagai tempat [2]. Namun, meskipun teknologi ini sangat efisien, terdapat sejumlah tantangan yang harus diatasi untuk memastikan hasil pemotongan yang konsisten dan berkualitas. Beberapa masalah umum yang dihadapi dalam proses ini termasuk deformasi material, ketidaksesuaian dimensi, serta kegagalan pada sistem pemotongan.

CNC Plasma Cutting dibagi menjadi dua jenis utama, yaitu manual dan otomatis.

- *Manual Plasma Cutting* yaitu pemotong plasma yang dirancang untuk digunakan secara langsung oleh operator. Mesin ini lebih portabel pada umumnya dan dapat digunakan di berbagai lokasi, termasuk di luar ruangan.
- *Auto Plasma Cutting* yaitu pemotong plasma yang menggunakan sistem komputer (CNC) atau robot untuk melakukan pemotongan. Mesin ini dirancang guna menghasilkan potongan dengan efisiensi tinggi dan dengan presisi yang lebih baik.

Sering terjadinya kegagalan pada mesin *CNC plasma cutting* dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap proses produksi dan efisiensi operasional. Beberapa dampak tersebut antara lain, yaitu penurunan kualitas produk, peningkatan *downtime*, biaya pemeliharaan yang tinggi, efisiensi produksi menurun, bahkan risiko kecelakaan kerja. Dengan kata lain, kegagalan yang sering terjadi bukan hanya berdampak pada aspek teknis, tetapi juga mempengaruhi kinerja bisnis termasuk biaya, kualitas, dan kepuasan pelanggan. Oleh karena itu, analisis mendalam terhadap faktor-faktor kegagalan dalam proses *CNC plasma cutting* sangat penting untuk meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya produksi. Gambar.1 di bawah ini merupakan salah satu mesin *CNC Plasma Cutting* yang umum dijumpai dalam industri manufaktur.



Gambar 1. CNC Plasma Cutting

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menganalisis faktor-faktor kegagalan adalah metode FMEA. FMEA adalah metode untuk mengidentifikasi dan menganalisis kemungkinan kegagalan dan konsekuensinya, yang bertujuan untuk merencanakan proses produksi dengan lebih baik dan mencegah kegagalan produksi dan kerugian yang tidak diinginkan [3].

Secara umum FMEA merupakan sistem manajemen yang banyak digunakan di berbagai industri teknik di dunia [4]. Tujuan utama dari FMEA adalah untuk menemukan dan mencegah kegagalan sebelum terjadi, dengan cara menganalisis mode kegagalan yang mungkin muncul dan dampaknya terhadap sistem atau produk.

Pada dasarnya FMEA dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu:

- a. DFMEA (*Design Failure Mode and Effects Analysis*): Fokus pada fase desain produk untuk mengidentifikasi potensi kegagalan sebelum produk diproduksi.
- b. PFMEA (*Process Failure Mode and Effects Analysis*): Berfokus pada proses produksi untuk mendeteksi masalah yang mungkin muncul selama tahap manufaktur.

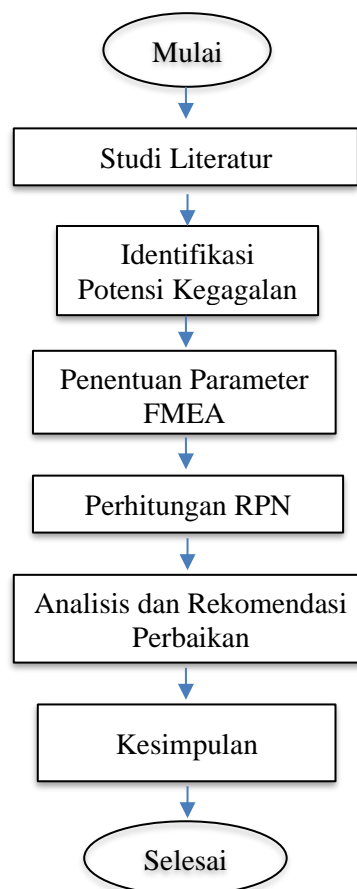
Melalui penerapan FMEA, diharapkan dapat ditemukan solusi untuk meningkatkan efisiensi produksi pada proses *CNC plasma cutting*.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis faktor-faktor kegagalan CNC dan memberikan solusi untuk meningkatkan efisiensi produksi dengan metode FMEA.

Penelitian ini dibatasi pada analisis penyebab kegagalan yang terjadi pada saat pemotongan menggunakan mesin pemotong plasma CNC pada lingkungan manufaktur. Fokus penelitian hanya mencakup kegagalan yang berkaitan dengan parameter pemrosesan (seperti kecepatan potong, tekanan udara dan daya listrik), karakteristik material, serta faktor mekanik dan teknis operator. Faktor eksternal seperti faktor lingkungan kerja, kebijakan manajemen dan aspek finansial tidak dibahas secara mendalam. Selain itu, analisis dilakukan hanya dengan menggunakan metode FMEA untuk mengidentifikasi risiko dan memberikan rekomendasi perbaikan tanpa mengacu pada solusi teknis lainnya seperti penggunaan teknologi baru atau peningkatan atau peralatan. Penelitian ini tidak mencakup pemotongan bahan *nonlogam* dan metode pemotongan lain selain pemotongan plasma.

2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi kegagalan dalam proses pemotongan *CNC Plasma Cutting*. Selanjutnya, alur penelitian dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar.2 di bawah ini.



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari observasi langsung di lapangan dan wawancara dengan operator CNC. Ada beberapa jenis CNC yang menjadi fokus penelitian ini. Namun kegagalan yang dicatat dalam penelitian ini merupakan kegagalan yang paling sering terjadi atau paling mencolok. Selain itu, data kerusakan mekanis yang dicatat selama 6 bulan sebelumnya dianalisis untuk menentukan pola kerusakan yang sering terjadi.

2.1 Potensi Kegagalan *CNC Plasma Cutting*

Setelah data dikumpulkan, maka diperoleh beberapa potensi kegagalan yang terjadi saat proses pemotongan *CNC plasma cutting* antara lain:

- Kerusakan pada *nozzle* atau *electrode*
- Permukaan potongan yang kasar

- Potongan tidak presisi
- Masalah pada *arc start* (gagal memulai potongan)
- Ketebalan potongan yang tidak merata
- Overcut (lebih atau kurang potong dari garis yang telah ditentukan)
- Mesin plasma mati mendadak
- *Gas flow inconsistent* (Aliran gas tidak konsisten)

2.2 Penentuan Parameter FMEA

Dari beberapa potensi kegagalan yang telah dijabarkan diatas, maka setiap potensi kegagalan akan diberikan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* [5] [6] sesuai data yang telah diperoleh. Pemberian setiap nilai, akan dijabarkan lebih detail di bawah ini.

1. *Severity*:

Severity merupakan nilai peringkat yang menunjukkan dampak paling serius dari mode kegagalan pada sistem atau produk. Penilaian ini dilakukan dengan menggunakan skala yang telah ditetapkan, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan dampak yang lebih parah.

Severity biasanya dikategorikan dalam beberapa tingkatan, misalnya:

<i>Negligible</i> (1)	: Tidak ada efek yang signifikan dan mesin masih berjalan sempurna.
<i>Mild</i> (2-3)	: Dampak kecil yang tidak dirasakan oleh pelanggan, mesin masih berjalan dengan baik.
<i>Moderate</i> (4-6)	: Dampak sedang; pelanggan mungkin merasakan perubahan, tetapi masih dalam batas toleransi dimana kinerja sistem mesin menurun.
<i>High</i> (7-8)	: Dampak tinggi; pelanggan akan merasakan akibat dari penurunan kualitas produk karena mesin kehilangan fungsi utamanya.
<i>Critical</i> (9-10)	: Masalah keselamatan potensial; kegagalan dapat membahayakan keselamatan pengguna atau tidak memenuhi regulasi

2. *Occurance*

Occurance merupakan nilai yang menunjukkan seberapa sering suatu kegagalan diperkirakan akan terjadi selama siklus hidup produk atau proses. Penilaian ini dilakukan dengan menggunakan skala yang telah ditetapkan, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan frekuensi yang lebih tinggi dari kejadian kegagalan.

Occurance biasanya dikategorikan dalam beberapa tingkatan, misalnya:

<i>Rare</i> (1)	: Kegagalan sangat jarang terjadi dalam waktu 750-1500 kali operasi.
<i>Unlikely</i> (2-3)	: Kegagalan mungkin terjadi, tetapi tidak sering dalam waktu 250-750 kali operasi
<i>Moderate</i> (4-6)	: Kegagalan terjadi dengan frekuensi sedang dalam waktu 100-250 kali operasi.
<i>Likely</i> (7-8)	: Kegagalan sering terjadi dalam waktu 25-100 kali operasi.
<i>Frequent</i> (9-10)	: Kegagalan hampir selalu terjadi dalam waktu 1-25 kali operasi.

3. *Detection*

Detection merupakan nilai yang menunjukkan seberapa mudah atau sulitnya suatu mode kegagalan dapat terdeteksi sebelum menyebabkan dampak negatif. Penilaian ini dilakukan dengan menggunakan skala yang telah ditetapkan, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan kesulitan yang lebih besar dalam mendeteksi kegagalan.

Detection biasanya dikategorikan dalam beberapa tingkatan, misalnya:

<i>Very High</i> (1)	: Kegagalan hampir selalu terdeteksi.
<i>High</i> (2-3)	: Kegagalan sering terdeteksi.
<i>Moderate</i> (4-6)	: Kegagalan kadang-kadang terdeteksi.
<i>Low</i> (7-8)	: Kegagalan jarang terdeteksi.
<i>Very Low</i> (9-10)	: Kegagalan hampir tidak pernah terdeteksi.

2.3 Penentuan Nilai RPN (*Risk Priority Number*)

RPN merupakan ukuran numerik yang mencerminkan tingkat risiko dari suatu mode kegagalan, yang membantu tim dalam mengidentifikasi dan memprioritaskan tindakan perbaikan yang diperlukan. Setelah nilai RPN dihitung untuk setiap potensi kegagalan, hasilnya dapat digunakan untuk menentukan prioritas tindakan pencegahan yang tepat. Jenis kegagalan dengan RPN yang tinggi biasanya menjadi prioritas yang lebih tinggi karena menimbulkan risiko yang lebih besar terhadap produk, proses atau sistem [7].

Nilai RPN dapat diperoleh dengan rumus di bawah ini:

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

3 Analisis Data dan Pembahasan

3.1 Nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, dan RPN.

Setelah melakukan wawancara dengan operator dengan didukung data-data terkait potensi kegagalan yang dapat terjadi saat proses pemotongan *CNC Plasma Cutting* dalam 6 bulan terakhir, maka nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, dan RPN dicatat dalam bentuk tabel. Nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel.1 di bawah ini:

Tabel. 1 Nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, dan RPN

No	Potensi Kegagalan	Severity (Keparahan)	Occurrence (Kemunculan)	Detection (Deteksi)	Risk Priority Number
1	Kerusakan pada <i>nozzle</i> atau <i>electrode</i>	8	8	3	192
2	Permukaan potongan yang kasar	7	2	5	70
3	Potongan tidak presisi	2	2	1	4
4	Masalah pada <i>arc start</i> (gagal memulai potongan)	5	4	7	140
5	Ketebalan potongan yang tidak merata	1	1	1	1
6	<i>Overcut</i> (lebih atau kurang potong dari garis yang telah ditentukan)	1	1	1	1
7	Mesin plasma mati mendadak	5	1	8	40
8	<i>Gas flow inconsistent</i> (Aliran gas tidak konsisten)	1	1	1	1

Dari hasil RPN yang telah diperoleh, dapat dilihat bahwa terdapat dua kegagalan utama yang memiliki nilai RPN tinggi (>100) yang menyebabkan kurangnya efisiensi produksi, yaitu kerusakan pada *nozzle* atau *electrode* dan masalah pada *arc start* (gagal memulai pemotongan). Setiap nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang diberikan, untuk setiap kegagalan dinilai sesuai kategori yang telah ditentukan. Contoh, nilai *severity* dalam potensi kegagalan no. 1 yaitu bernilai 8 yang artinya kegagalan tersebut berdampak tinggi karena mesin kehilangan fungsi utamanya. Nilai *Occurrence* bernilai 8 yang artinya kegagalan sering terjadi dalam waktu 25-100 kali operasi. Nilai *Detection* bernilai 3 yang artinya kegagalan sering terdeteksi dan mudah untuk mengontrol dan mendeteksi penyebab serta jenis kegagalan yang mungkin terjadi selanjutnya.

3.2 FMEA serta Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh penyebab, efek, serta rekomendasi perbaikan untuk setiap kegagalan yang diuraikan pada tabel. 2 di bawah ini.

Tabel 2. FMEA

No	Failure Mode	Failure Cause	Failure Effect	Recommended Action
1	Kerusakan pada <i>nozzle</i> atau <i>electrode</i>	1.Penggunaan berlebihan. 2.Penumpukan <i>slag</i> (lelehan material) pada <i>nozzle</i> .	1.Kualitas potongan buruk, bentuk potongan tidak rapi. 2.Waktu pemotongan lebih lama karena harus sering mengganti <i>nozzle</i> .	1.Melakukan pembersihan pada <i>nozzle</i> dan <i>electrode</i> . 2.Ganti <i>nozzle</i> dan <i>electrode</i> secara berkala sesuai siklus kerja
2	Permukaan potongan yang kasar	1.Kecepatan potongan yang terlalu lambat. 2.Arus plasma yang tidak sesuai atau tidak stabil.	1.Memerlukan waktu tambahan untuk perbaikan. 2.Produk tidak sesuai dengan standar kualitas.	1.Mengatur kecepatan sesuai dengan ketebalan material dan jenis material. 2.Memastikan arus plasma stabil.
3	Potongan tidak presisi	1. <i>Backlash</i> atau gangguan mekanis pada rel gerak mesin. 2. Material bergeser saat proses pemotongan	1.Pemborosan material karena harus memotong ulang material. 2. Hasil pemotongan tidak sesuai dengan desain, produk tidak layak.	1.Periksa dan perbaiki bagian mekanis mesin secara rutin. 2.Gunakan penyangga atau <i>fixture</i> untuk memastikan material tetap stabil selama pemotongan
4	Masalah pada <i>arc start</i> (gagal memulai potongan)	1.Tekanan udara yang tidak mencukupi 2.Elektroda atau <i>nozzle</i> yang aus dan tidak berfungsi dengan baik.	1.Proses pemotongan tertunda, waktu produksi lebih lama. 2.Efisiensi operasional menurun karena perlu pengulangan start.	1.Rutin mengganti elektroda dan <i>nozzle</i> yang sudah aus. 2.Pastikan suplai tegangan stabil dan periksa instalasi listrik.
5	Ketebalan potongan yang tidak merata	1.Kecepatan pemotongan yang tidak stabil atau tidak konsisten. 2.Material bergeser selama pemotongan.	1.Produk cacat dengan ketebalan yang tidak seragam. 2.Memerlukan tambahan untuk memperbaiki atau memotong ulang bagian yang tidak sesuai.	1.Pastikan kecepatan pemotongan konstan dan disesuaikan dengan bahan. 2.Gunakan sistem penyangga yang baik agar material tetap stabil.
6	<i>Overcut</i> (lebih atau kurang potong dari garis yang telah ditentukan)	1.Pengaturan offset alat pada CNC yang salah. 2.Kerusakan pada bagian mekanis mesin (seperti motor atau <i>belt drive</i>).	1.Produk gagal memenuhi dimensi atau spesifikasi yang ditentukan. 2.Pemborosan material dan waktu akibat harus memotong ulang.	1.Pastikan <i>offset</i> alat diatur dengan benar sesuai dengan desain dan bahan. 2.Periksa dan servis bagian mekanik CNC secara rutin.

No	Failure Mode	Failure Cause	Failure Effect	Recommended Action
7	Mesin plasma mati mendadak	1. <i>Overheating</i> pada <i>power supply</i> atau komponen mesin. 2. Sistem pendingin yang tidak berfungsi dengan baik.	1. Waktu produksi terhenti, menyebabkan <i>downtime</i> yang tidak terencana. 2. Kerugian biaya akibat produksi tertunda.	1. Pastikan sistem pendingin berfungsi dengan baik dan lakukan perawatan secara berkala. 2. Gunakan <i>stabilizer</i> atau UPS untuk memastikan suplai listrik stabil.
8	<i>Gas flow inconsistent</i> (Aliran gas tidak konsisten)	1. Saluran gas tersumbat atau bocor. 2. Tekanan gas yang tidak stabil dari kompresor.	1. Kualitas potongan menurun, menyebabkan permukaan tidak rata. 2. Pemotongan tidak sempurna dan harus diulang.	1. Periksa saluran gas secara rutin untuk memastikan tidak ada sumbatan atau kebocoran. 2. Gunakan kompresor yang stabil dan sesuai dengan spesifikasi mesin.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pengaturan parameter mesin yang tidak tepat, kualitas material yang rendah, serta kurangnya pemeliharaan secara rutin menjadi faktor utama yang dapat menyebabkan kegagalan pada *CNC plasma cutting* sehingga mengurangi efisiensi produksi. Tindakan yang direkomendasikan merupakan rekomendasi dari *manual book CNC plasma cutting* yang dimiliki perusahaan.

FMEA digunakan untuk menemukan efek atau dampak yang dapat menyebabkan kesalahan pada suatu produk atau dalam proses produksi. Penerapan metode FMEA dalam analisis faktor-faktor kegagalan pada proses *CNC plasma cutting* terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi produksi. Dengan mengidentifikasi potensi kegagalan dan merencanakan tindakan pencegahan, perusahaan dapat meminimalkan risiko serta meningkatkan kualitas produk akhir. Hasil analisis membantu dalam menentukan prioritas tindakan pencegahan yang tepat.

4 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat 3 faktor utama yang dapat menyebabkan kegagalan pada *CNC plasma cutting*. Ketiga faktor utama tersebut antara lain, yaitu: *electrode* atau *nozzle* yang aus dan tidak berfungsi dengan baik lagi sehingga menghasilkan potongan yang cacat dan tidak presisi. Selain itu, tekanan udara yang tidak mencukupi atau tidak stabil dapat menyebabkan proses pemotongan tertunda dan membutuhkan waktu produksi yang lebih lama karena perlu pengulangan *start*. Kurangnya pemeliharaan secara rutin juga dapat menyebabkan penurunan kinerja mesin dan meningkatkan risiko kerusakan.

Tindakan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi produksi antara lain yaitu, pelatihan bagi operator untuk meningkatkan keterampilan pemrograman, pemeliharaan secara rutin untuk mencegah kerusakan, serta pengujian kualitas material sebelum digunakan dalam proses produksi.

5 Daftar Pustaka

- [1] "Kenali Cara Kerja Plasma Cutting," PT. Kawan Lama Solusi, 24 Desember 2023. [Online]. Available: <https://www.kawanlama.com/blog/ulasan/cara-kerja-plasma-cutting>. [Diakses 25 September 2024].
- [2] "Apa Itu Plasma Cutting / Pemotongan Plasma?," CV. Citra Harapan Jaya, 23 September 2021. [Online]. Available: <https://chj.co.id/blog/apa-itu-plasma-cutting-pemotongan-plasma/>. [Accessed 25 September 2024].
- [3] S. Aisyah, "Implementasi Failure Mode Effect Analysis (FMEA) dan Fuzzy Logic Sebagai Program Pengendalian Kualitas," *Journal of Industrial Engineering & Management Systems*, vol. 4, 2011.
- [4] Anggi, "FMEA Adalah: Pengertian dan Cara Menerapkannya di Dalam Manajemen Perusahaan," *accurate*, 4 Des 2023. [Online]. Available: https://accurate.id/marketing-manajemen/fmea-adalah/#Menurut_Para_Ahli_Pengertian_FMEA_Adalah. [Accessed 30 Sep 2024].
- [5] F. Retnanti, "Analisis Penyebab Kegagalan Chlorination Plant dengan Metode Failure Mode Effect Analysis dan Fault Tree Analysis (Studi Kasus di PT PJB UP. GRESIK)," pp. 6-9, 2019.
- [6] "Analisis Faktor Kerusakan Mesin CNC Thermoforming T10 dan CNC Milling FZ2000 dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)," *Perpustakaan UMS*, pp. 4-5, 2022.
- [7] D. Karr, "Apa itu RPN? Nomor Prioritas Risiko," *Martech Zone*, [Online]. Available: <https://id.martech.zone/acronym/rpn/>. [Accessed 17 October 2024].