

**ISSN (ONLINE) 2598-9936**



**INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES**  
PUBLISHED BY  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO



## Table Of Contents

<b>Journal Cover</b> .....	1
<b>Author[s] Statement</b> .....	3
<b>Editorial Team</b> .....	4
<b>Article information</b> .....	5
Check this article update (crossmark) .....	5
Check this article impact .....	5
Cite this article.....	5
<b>Title page</b> .....	6
Article Title .....	6
Author information .....	6
Abstract .....	6
<b>Article content</b> .....	7

## Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

## Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

## Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

# Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 26 No. 4 (2025): October  
DOI: 10.21070/ijins.v26i4.2095

## EDITORIAL TEAM

### Editor in Chief

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

### Managing Editor

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

### Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

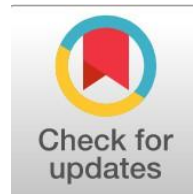
Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

## Article information

**Check this article update (crossmark)**



**Check this article impact (\*)**



**Save this article to Mendeley**



(\*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

## Risk Priority Determination Using FMEA and AHP Integration: Penentuan Prioritas Risiko Melalui Integrasi FMEA dan AHP

Mochamad Iqbal Latif, [hanacatur@umsida.ac.id](mailto:hanacatur@umsida.ac.id) (\*)

*Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia*

Hana Catur Wahyuni, [hanacatur@umsida.ac.id](mailto:hanacatur@umsida.ac.id)

*Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia*

(\*) Corresponding author

### Abstract

**General Background:** Risk management plays a crucial role in maintaining productivity and operational stability in industrial systems. **Specific Background:** Many production processes experience failures that lead to decreased performance due to unstructured identification and prioritization of risks. **Knowledge Gap:** Previous studies often apply Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Analytical Hierarchy Process (AHP) separately, limiting the ability to systematically determine risk priorities. **Aims:** This study aims to identify potential failures, assess risk levels, and determine priority mitigation strategies using an integrated FMEA and AHP approach. **Results:** The analysis identified multiple failure modes with varying Risk Priority Number values, where dominant risks were determined through severity, occurrence, and detection criteria. The AHP method produced weighted priorities that guided the selection of key mitigation actions. **Novelty:** This study presents an integrated framework combining FMEA and AHP to support structured and hierarchical risk prioritization. **Implications:** The findings provide a practical basis for decision making in managing operational risks and improving process reliability through prioritized mitigation actions.

**Keywords:** Risk Management, FMEA, Analytical Hierarchy Process, Risk Priority, Mitigation Strategy

### Key Findings Highlights

Failure modes are systematically ranked based on multi-criteria evaluation  
Decision weights guide selection of critical corrective actions  
Integrated framework supports structured operational risk handling

Published date: 2026-04-30

## I. Pendahuluan

### 1. Latar Belakang

Produktivitas adalah salah satu indikator utama keberhasilan perusahaan dalam memanfaatkan sumber daya yang dimilikinya untuk mencapai target produksi. Produktivitas berkaitan dengan efisiensi dalam proses produksi, yang diukur sebagai rasio antara jumlah produk yang dihasilkan dan jumlah sumber daya yang digunakan [1](#). Produktivitas mencerminkan hubungan antara *output* dan *input*, sehingga tidak hanya berfokus pada salah satu, tetapi keduanya [2](#). Karena itu, konsep produktivitas memiliki cakupan yang lebih luas dibandingkan konsep-konsep yang hanya menekankan pada satu aspek, seperti efisiensi, produksi, atau efektivitas.

Setiap proses produksi memiliki risiko kegagalan, risiko kegagalan produksi menyebabkan kerugian signifikan bagi perusahaan. Mitigasi risiko perlu dilakukan guna mengatasi potensi risiko yang mungkin muncul, sehingga tindakan pencegahan yang diterapkan dapat mengurangi kerugian yang mungkin dialami oleh industri [3](#). Identifikasi risiko bertujuan untuk memahami peristiwa yang berpotensi menimbulkan kerugian serta mengidentifikasi agen atau faktor penyebabnya [4](#).

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur pengolahan gula tebu dan berlokasi di Desa Krembung, Sidoarjo. PG. XYZ pertama kali didirikan pada tahun 1847. Selama masa pendudukan Jepang, pabrik ini digunakan sebagai fasilitas pembuatan senjata. Pada tahun 1957, pabrik ini direkonstruksi dan pengelolaannya diserahkan kepada Kementerian Pertanian dan Agraria. Setelah itu, perusahaan ini berubah menjadi "Perusahaan Perkebunan Negara Baru (PPN Baru)" dan kemudian menjadi "Perusahaan Negara Perkebunan (PNP)". PT. XYZ merupakan salah satu pabrik pengolahan tebu terbesar di kawasan tersebut. Dengan sejarah panjang dan reputasi yang kuat, pabrik ini telah menjadi salah satu produsen gula terkemuka di Indonesia.

Proses produksi yang dilakukan PT. XYZ tidak terlepas dari beberapa risiko yang mengakibatkan terganggunya pada saat proses produksi. Berdasarkan data historis, tingkat produktivitas proses produksi gula masih berada di bawah target optimal, yakni 16.125 ton dari 17.315 ton dari target produksi yang direncanakan. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat celah efisiensi yang perlu diatasi untuk meningkatkan produktivitas proses produksi gula. Untuk mendukung proses produksi, diperlukan fasilitas pabrik berupa mesin yang bekerja secara optimal [5](#). Proses produksi gula di PT. XYZ menghadapi risiko yang menghambat operasional, seperti selip pada ranta *conveyor* sebanyak 3 kali dalam satu minggu, kerusakan motor *conveyor* akibat kelebihan muatan bahan baku sebanyak 2 kali dalam satu minggu dan kebocoran pipa *boiler* 1 kali kejadian terdeteksi. Risiko ini menyebabkan terganggunya proses produksi sehingga diperlukan upaya perbaikan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi.

Untuk meningkatkan produktivitas proses produksi dalam penelitian ini, digunakan dua metode utama untuk menganalisis masalah dan mengambil keputusan yang paling optimal, yaitu *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan bantuan *software Expert Choice*. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dalam proses produksi karena selain menilai berdasarkan tingkat keparahan (*severity*) dan frekuensi kejadian (*occurrence*), metode ini juga memungkinkan penilaian tingkat deteksi (*detection*) berdasarkan kontrol desain (*design control*) dalam suatu permasalahan [6](#). Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan bantuan *software Expert Choice* digunakan untuk membantu menentukan alternatif solusi yang paling optimal, metode ini mampu menyederhanakan masalah multikriteria yang kompleks menjadi suatu hierarki. Masalah kompleks ini dapat berupa banyaknya kriteria yang harus dipertimbangkan, struktur masalah yang belum jelas, ketidakpastian dalam pendapat pengambil keputusan [7](#). Kombinasi kedua metode ini memberikan pendekatan yang sistematis dalam menentukan langkah perbaikan terbaik untuk meminimalkan risiko dan meningkatkan kinerja proses produksi.

Penelitian terdahulu mengenai strategi dalam upaya meningkatkan produktivitas dan efisiensi proses produksi yaitu [8](#) mengkaji tentang strategi dalam meningkatkan kualitas produk dengan menggunakan *metode Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dalam mengidentifikasi potensi kegagalan dalam proses produksi serta menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menghasilkan usulan perbaikan yang paling optimal dalam meningkatkan kualitas. Penelitian [3](#) berfokus terhadap identifikasi serta penilaian risiko pada proses produksi dengan menggunakan Fuzzy FMEA, kemudian digunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menentukan strategi mitigasi dari risiko yang menjadi prioritas perbaikan. Penelitian [9](#) meneliti mengenai bagaimana upaya identifikasi risiko dalam proses penyaluran jaringan gas dan memberikan penilaian terhadap risiko yang terjadi, kemudian dilakukan mitigasi terhadap risiko menggunakan metode FMEA dan AHP. Peneliti [10](#) menjelaskan mengenai identifikasi risiko-risiko dalam proses dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang kemudian memberi bobot dari setiap risiko yang teridentifikasi, langkah selanjutnya digunakan *metode Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan aplikasi *Expert Choice* dalam upaya mengetahui alternatif mitigasi untuk mengurangi risiko.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk: (1) Mengidentifikasi potensi risiko yang terjadi pada saat proses produksi serta menilai dampaknya berdasarkan *severity*, *occurrence*, dan *detection*, (2) Menganalisis dan memprioritaskan risiko-risiko yang mengakibatkan terhambatnya proses produksi di PT. XYZ, (3) Menyusun strategi guna meningkatkan produktivitas pada proses produksi di PT. XYZ.

## II. Metode

## A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ yang bertempat di Krembung Timur, Kec. Krembung, Kab. Sidoarjo, Jawa Timur. Penelitian ini dilaksanakan dalam jangka waktu 6 bulan pada bulan September 2024 sampai dengan Februari 2025.

## B. Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder yang digunakan dalam pengolahan data.

1. Data primer diperoleh melalui observasi, wawancara, dan kuesioner kepada karyawan perusahaan meliputi kepala bagian stasiun gilingan, kepala bagian stasiun boiler dan kepala bagian stasiun kelistrikan. Data yang diperoleh berupa potensi risiko, strategi mitigasi, dan penilaian kriteria *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) serta pemilihan strategi optimal menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).
2. Data sekunder diperoleh dari studi literatur yang mencakup teori metode, indikator penilaian, profil perusahaan, dan penelitian sebelumnya terkait peningkatan produktivitas produksi.

## C. Failure Mode and Effect Analysis

*Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) adalah metode analisis risiko yang dilakukan secara berulang dan terstruktur untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada peralatan, fasilitas, atau sistem serta dampak yang ditimbulkannya [10]. Tahapan dalam menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yaitu [11]:

1. Menentukan kriteria *Severity* (S), *Occurrence* (O) dan *Detection* (D).
2. Membuat tabel lembar kerja FMEA sesuai panduan *Failure Mode Effect Analysis*.
3. Mengidentifikasi *potential failure mode* atau potensi mode kegagalan yang mungkin terjadi.
4. Mengidentifikasi dampak atau akibat dari kegagalan tersebut.
5. Memberikan peringkat berdasarkan mode dan efek kegagalan yang ditemukan.

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi penyebab masalah yang memiliki tingkat kritis tertinggi berdasarkan nilai *Risk Potential Number* (RPN). Nilai RPN ini diperoleh dari hasil perkalian beberapa variabel, yaitu dampak yang ditimbulkan (*Severity*), kemungkinan terjadinya (*Occurrence*), dan kemampuan deteksi (*Detectability*) [12]. Indikator penilaian *Severity* (S) dapat dilihat pada Tabel 1, indikator penilaian *Occurrence* (O) pada Tabel 2, dan indikator penilaian *Detection* (D) pada Tabel 3.

**Tabel 1.** Pedoman Nilai *Rating Severity* [13]

Dampak	Uraian Dampak	Nilai Ranking
Gagal memenuhi persyaratan keselamatan atau peraturan pemerintah	Dapat membahayakan operator (mesin dan perakitan) tanpa peringatan (secara tiba tiba)	10
	Dapat membahayakan operator (mesin atau perakitan) dengan peringatan (sudah ada tanda tanda sebelumnya)	9
Gangguan sangat besar	100% hasil produk atau aktivitas dinyatakan gagal ( <i>bad</i> )	8
Gangguan besar	Sebagian hasil produksi atau aktivitas dinyatakan gagal	7
Gangguan signifikan	100% hasil produk atau aktivitas harus dikerjakan ulang	6
Gangguan sedang	Sebagian hasil produksi atau aktivitas harus dikerjakan ulang (kategori terdeteksi setelah di konsumen berikutnya)	5
Gangguan rendah	Spesifikasi <i>product</i> atau aktivitas tidak sesuai tapi masih bisa diterima	4
Gangguan sangat rendah	Sebagian hasil <i>product</i> atau aktivitas mungkin harus dikerjakan ulang saat itu juga ( <i>in-station</i> )	3
Gangguan sangat kecil	Sedikit ketidaknyamanan terhadap proses, pekerjaan, atau operator	2
Tanpa akibat (tidak ada dampak)	Tidak ada akibat yang disarankan (tidak memiliki dampak)	1

**Tabel 2.** Pedoman Nilai *Rating Occurrence* [13]

Frekuensi Kegagalan	Ukuran Kegagalan	Nilai Ranking
Sangat Tinggi	1 In 10	10
	1 In 20	9
Tinggi	1 In 50	8
	1 In 100	7
	1 In 500	6
Sedang	1 In 2000	5
	1 In 10.000	4
Rendah	1 In 100.000	3
	1 In 1.000.000	2
Sangat Rendah	1 In 1.500.000	1

**Tabel 3.** Pedoman Nilai *Rating Detection* [16]

Kemampuan Mendeteksi	Uraian	Nilai Ranking
Hampir tidak mungkin	Pasti tidak dapat terdeteksi	10
Sangat kecil	Pengecekan mungkin tidak bisa mendeteksi	9
Kecil	Pengecekan mempunyai kesulitan untuk mendeteksi	8

Sangat Rendah	Pengecekan mempunyai peluang yang rendah untuk mendeteksi	7
Rendah	Pengecekan kemungkinan bisa mendeteksi	6
Sedang	Pengecekan kemungkinan hamper bisa mendeteksi	5
Cukup tinggi	Pengecekan mempunyai peluang besar untuk mendeteksi	4
Tinggi	Pengecekan mempunyai peluang sangat besar untuk mendeteksi	3
Sangat tinggi	Pengecekan hamper pasti dapat mendeteksi	2
Pasti	Pengecekan pasti dapat mendeteksi	1

Sumber: [13]

Setelah melakukan perhitungan untuk menentukan nilai *Severity* (S), *Occurence* (O) dan *Detection* (D). Langkah berikutnya adalah menentukan tingkat risiko berdasarkan nilai Risk Potential Number (RPN). Nilai RPN dapat ditunjukkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RPN = S \cdot O \cdot D \quad (1)$$

Sumber: [13]

Skala ini akan digunakan untuk mengidentifikasi risiko dengan nilai tertinggi. Berikut ini merupakan skala nilai *Risk Potential Number* (RPN) yang dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Pedoman Nilai *Risk Potential Number* RPN) [13]

NO	RPN	Level Risiko
1	≤200	Very High
2	120-199	High
3	80-119	Medium
4	20-79	Low
5	0-19	Very Low

Pengkategorian nilai *Risk Potential Number* (RPN) membantu perusahaan menentukan risiko yang harus diprioritaskan untuk diperbaiki. Untuk risiko dengan nilai diatas 200, akan diberikan alternatif perbaikan dan memilih alternatif mana yang akan didahulukan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan bantuan *software Ecpert Choice*.

#### D. Analytical Hierarchy Process

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan metode yang digunakan untuk menangani masalah dalam pengambilan keputusan yang kompleks. Metode ini juga membantu dalam menetapkan prioritas dan menghasilkan keputusan yang optimal [14]. Berikut ini merupakan tahapan dalam menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), antara lain [15]:

1. Mengidentifikasi permasalahan, serta menggambarkan hierarki dari kriteria alternatif yang digunakan.
2. Menetapkan perbandingan prioritas untuk kriteria yang telah ditentukan. Kemudian, perbandingan kriteria tersebut disusun dalam bentuk matriks dan dikonversi ke bentuk desimal.

Berikut ini merupakan skala prioritas yang digunakan dalam penyusunan skala kepentingan yang dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Kriteria Penilaian *Severity* [16]

Skala Prioritas	Definisi	Keterangan
1	Elemen yang satu sama pentingnya dibanding dengan elemen yang lain ( <i>equal importance</i> )	Nilai ini diberikan ketika kedua elemen menyumbang sama besar pada sifat tersebut
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari pada elemen yang lain ( <i>moderate more importance</i> )	Nilai ini diberikan ketika pengalaman menyatakan sedikit memihak pada satu elemen
5	Elemen yang satu jelas lebih penting dari pada elemen yang lain ( <i>demonstrated importance</i> )	Nilai ini diberikan ketika pengalaman menunjukkan secara kuat memihak pada satu elemen
7	Elemen yang satu sangat jelas lebih penting dari pada elemen yang lain ( <i>demonstrated importance</i> )	Nilai ini diberikan ketika pengalaman menunjukkan secara kuat disukai dan didominasi oleh sebuah elemen tampak dalam
9	Elemen yang satu mutlak lebih penting dari pada elemen yang lain ( <i>absolutely more importance</i> )	Nilai ini diberikan ketika pengalaman menunjukkan satu elemen sangat jelas lebih penting
2,4,6,8	Apabila ragu-ragu antara dua nilai yang berdekatan ( <i>grey area</i> )	Nilai ini diberikan bila diperlukan kompromi terkait skala prioritas
1/(2-9)	Kebalikan	Jika parameter 1 mendapatkan salah satu angka di atas ketika dibandingkan dengan parameter 2, maka parameter 2 memiliki nilai kebalikan ketika dibandingkan dengan parameter 1

3. Selanjutnya, penentuan bobot kriteria dilakukan dengan cara mengalikan matriks dengan matriks dirinya sendiri sehingga dari perkalian tersebut jumlah setiap baris dalam matriks dibagi dengan total baris yang menghasilkan *eigenvector*.
4. Setelah perhitungan selesai, diperoleh nilai *eigenvector* untuk setiap kriteria.
5. Selanjutnya, dilakukan pengujian metode AHP dengan langkah mengalikan setiap kolom kriteria dengan *eigenvector*. Hasil perkalian tersebut kemudian dibagi dengan bobot *eigenvector*, yang hasil akhirnya disebut *lambda max*.

6. Perhitungan konsistensi dilakukan sebagai pengujian terhadap metode AHP dengan menghitung nilai *Consistency Indeks* (CI). Rasio konsistensi pada perbandingan antara elemen di setiap tingkat hierarki dievaluasi melalui penilaian per matriks perbandingan dan keseluruhan struktur hierarki. Konsistensi ini diukur berdasarkan nilai maksimum dari *eigen value* [17]. Nilai indeks konsistensi dihitung dengan rumus:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n} \quad (2)$$

Sumber: [16]

Keterangan:

CI : *Consistency Index* atau Indeks Konsistensi

$\lambda_{\max}$  : Nilai *Eigen Vector*

N : Jumlah Parameter

7. Setelah memperoleh nilai indeks konsistensi (CI), langkah selanjutnya adalah menghitung rasio konsistensi (CR) dengan menggunakan rumus berikut:

$$CR = \frac{CI}{IR} \quad (3)$$

Sumber: [16]

Keterangan:

CR : *Consistency Ratio* atau Rasio Konsistensi

CI : *Consistency Index* atau Indeks Konsistensi

IR : *Indeks Random Consistency*

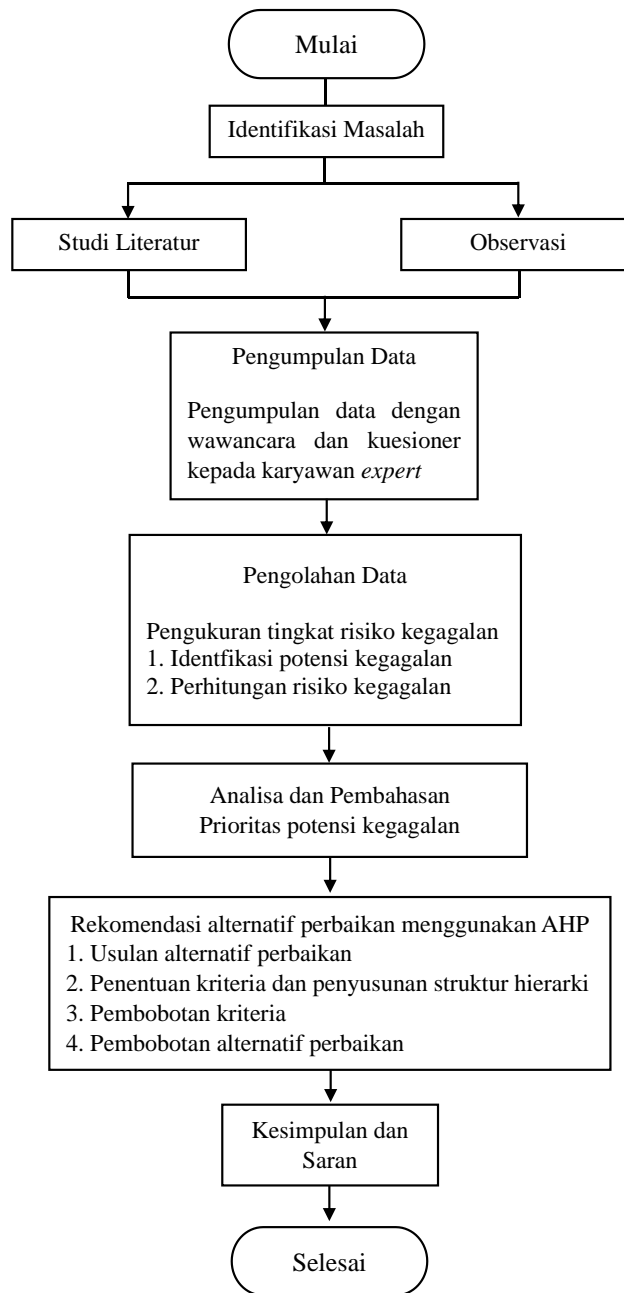
Jika nilai *Consistency Ratio* (CR) < 10% atau 0,1, maka kuesioner perlu diulang. Namun, jika *Consistency Ratio* (CR)  $\geq$  0,1, maka hasil perhitungan dianggap valid dan dapat diterima [15].

## E. *Expert Choice*

*Expert Choice* merupakan *software* yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), yaitu dengan membandingkan berbagai alternatif dan kriteria tertentu [18]. *Expert Choice* membantu untuk pengambilan keputusan dengan berbagai kriteria menggunakan metode AHP. Aplikasi ini dipilih karena pertimbangan kemudahan dalam penggunaannya [19]. Selanjutnya dapat ditarik kesimpulan mengenai penelitian yang telah dilakukan.

## F. Alur Penelitian

Berikut ini akan disajikan tahapan atau alur penelitian dalam pelaksanaan penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Dari Gambar 1 di atas, penelitian ini diawali dengan studi literatur yaitu tinjauan pustaka dan observasi langsung terhadap masalah yang terjadi pada proses produksi gula. Pengumpulan data dilakukan dengan proses wawancara dan kuesioner berupa data yang akan diolah dengan metode FMEA berupa identifikasi potensi kegagalan mesin kemudian melakukan penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk mengetahui nilai RPN risiko tertinggi yang dilakukan strategi mitigasi risiko menggunakan metode AHP. Selanjutnya melakukan analisa hasil strategi mitigasi dan menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

### III. Hasil dan Pembahasan

#### A. Pengolahan Data

##### 1. Identifikasi Potensi Kegagalan

Identifikasi risiko pada divisi instalasi dari hasil observasi dan wawancara kepada karyawan perusahaan yang meliputi kepala bagian stasiun gilingan, kepala bagian stasiun boiler dan kepala bagian stasiun kelistrikan, sehingga didapatkan 16 risiko yang terjadi selama proses produksi gula dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Identifikasi Risiko

Stasiun	Penyebab	Trouble	Dampak
Gilingan	Beban berlebihan dan komponen <i>gear box</i> yang aus	Kerusakan pada <i>Gear Box</i> penggilingan	Proses penggilingan berhenti
	Gesekan antara roll dan tebu	Aus terhadap roll gilingan	Penggilingan tebu tidak maksimal
	Kotoran masuk ke dalam <i>bearing</i> dan pelumasan yang kurang	<i>overheating</i> pada <i>bearing</i> gilingan	Kerusakan permanen pada <i>bearing</i> serta penurunan kapasitas produksi

	Aus pada <i>bearing</i> atau komponen lainnya	Kerusakan pada struktur mesin gilingan	Penurunan performa mesin
	Tegangan rantai yang tidak sesuai	Slip pada Rantai <i>Conveyor</i>	Proses penggilingan berhenti
	Sambungan pipa yang longgar dan korosi pada saluran pipa	Kebocoran nira pada saluran gilingan	Kehilangan nira hasil ekstasi dan penurunan efisiensi proses
	Kebocoran pada silinder atau selang hidrolik	Kerusakan pada <i>Hydraulic System</i>	Ketidakmampuan gilingan guna menekan tebu secara optimal
<i>Boiler</i>	Korosi, material pipa sudah tua	Kebocoran Pipa Boiler	<i>Downtime</i> produksi serta biaya perbaikan tinggi
	Penumpukan kerak pada permukaan pemanas	<i>Overheating</i> pada Permukaan Pemanas	Kerusakan permanen pada Komponen Pemanas
	Aus pada komponen seperti <i>impeller</i>	Kerusakan Pompa <i>feedwater</i>	Gangguan pada pasokan air ke boiler
	Kurangnya Kalibrasi Sistem Kontrol	Kerusakan Sistem Kontrol Otomatis	Ketidaksesuaian pengaturan tekanan, suhu dan level air
	<i>bagasse</i> tersangkut pada saat <i>loading</i>	<i>Conveyor bagasse</i> sobek	Pemindahan manual <i>bagasse</i>
	penumpukan residu pada ruang bakar	Kerusakan sistem Pembakaran ( <i>Burner</i> )	Proses pembakaran kurang sempurna dan emisi gas buag meningkat
Listrik dan Instrumen	Sumbatan pada jalur kontrol	<i>Controler valve rooter</i> penggerak sudu sudu mati	Ketidastabilan tekanan atau suhu
	Aus terhadap kontak akibat penggunaan jangka panjang	Listrik kontaktor atau saklar otomatis	Gangguan pada sistem pengoperasian otomatis
	Kelembapan lingkungan yang disebabkan uap atau cairan	Kabel atau sekun berjamur	Penurunan efisiensi konduktivitas listrik

## 2. Perhitungan Risiko Kegagalan

Analisis risiko pada proses produksi gula divisi instalasi di PT. XYZ dilakukan dengan menggunakan metode FMEA. Metode FMEA ini dirancang untuk memberikan bobot berdasarkan tiga faktor utama, yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection* dalam mengidentifikasi risiko pada setiap kegagalan yang mungkin terjadi. Bobot yang ditentukan akan menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Selanjutnya, nilai RPN diurutkan dari yang tertinggi hingga terendah. Pengurutan ini bertujuan untuk menentukan prioritas risiko yang perlu segera diperbaiki oleh perusahaan. Hasil pengurutan nilai RPN didasarkan pada tingkatan dari yang tertinggi ke yang terendah. Berikut adalah hasil perhitungan FMEA yang disajikan dalam Tabel 7.

**Tabel 7.** Penilaian Risiko

<i>Trouble</i>	S	O	D	RPN	Ranking	Level
Kerusakan pada <i>Gear Box</i> penggiling tebu	9	7	4	270	1	<i>Very High</i>
Aus terhadap roll gilingan	8	6	5	220	4	<i>Very High</i>
<i>overheating</i> pada <i>bearing</i> gilingan	5	5	6	141	12	<i>High</i>
Kerusakan pada struktur mesin gilingan	7	6	6	214	6	<i>Very High</i>
Slip pada Rantai <i>Conveyor</i>	9	6	5	246	3	<i>Very High</i>
Kebocoran nira pada saluran gilingan	8	4	5	178	9	<i>High</i>
Kerusakan pada <i>Hydraulic System</i>	7	5	4	169	11	<i>High</i>
Kebocoran Pipa Boiler	10	6	5	256	2	<i>Very High</i>
<i>Overheating</i> pada Permukaan Pemanas	7	4	4	138	13	<i>High</i>
Kerusakan Pompa <i>feedwater</i>	8	5	6	212	7	<i>Very High</i>
Kerusakan Sistem Kontrol Otomatis	5	4	4	78	14	<i>Low</i>
<i>Conveyor bagasse</i> sobek	5	3	4	71	15	<i>Low</i>
Kerusakan sistem Pembakaran ( <i>Burner</i> )	6	2	3	35	16	<i>Low</i>
<i>Controler valve rooter</i> penggerak sudu sudu mati	8	5	5	218	5	<i>Very High</i>
Listrik kontaktor atau saklar otomatis	7	5	6	211	8	<i>Very High</i>
Kabel atau sekun berjamur	7	4	6	172	10	<i>High</i>

Berdasarkan 16 risiko yang teridentifikasi, terdapat 8 risiko berada pada level *very high*, 5 risiko berada pada level *high*, dan 3 risiko berada pada level *low*. Risiko dengan level *very high* merupakan prioritas risiko yang akan dilakukan tindakan mitigasi. Kategorisasi nilai RPN pada Tabel 7 membantu perusahaan menentukan risiko mana yang perlu diperbaiki terlebih dahulu berdasarkan tingkat risiko tertinggi.

### B. Analisa dan Pembahasan

Dari 16 risiko kegagalan yang diidentifikasi, terdapat 8 risiko dengan nilai yang sangat tinggi. Berikut ini akan disajikan urutan prioritas risiko kegagalan pada Tabel 8 di bawah ini.

**Tabel 8.** Prioritas Risiko Berdasarkan Nilai RPN

Rank	RPN	Trouble
1	270	Kerusakan pada <i>Gear Box</i> penggiling tebu

2	256	Kebocoran Pipa Boiler
3	246	Selip pada Rantai <i>Conveyor</i>
4	220	Aus terhadap roll gilingan
5	218	<i>Controler valve rooter</i> penggerak sudu sudu mati
6	214	Kerusakan pada struktur mesin gilingan
7	212	Kerusakan Pompa <i>feedwater</i>
8	211	Listrik kontaktor atau saklar otomatis

Setelah didapatkan urutan prioritas risiko yang akan dilakukan mitigasi perbaikan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran prioritas mitigasi yang akan dilakukan perusahaan dengan mempertimbangkan kriteria menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.

### C. Rekomendasi Perbaikan

#### 1. Usulan Alternatif Perbaikan

Berdasarkan hasil penentuan prioritas risiko kegagalan yang telah dilakukan, terdapat 8 risiko kegagalan yang diprioritaskan untuk diberikan alternatif solusi perbaikan. Hal ini bertujuan untuk memberikan pilihan kepada perusahaan dalam menemukan solusi yang dapat menjaga atau bahkan meningkatkan kualitas produksi. Hasil usulan alternatif perbaikan dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Usulan Alternatif Perbaikan

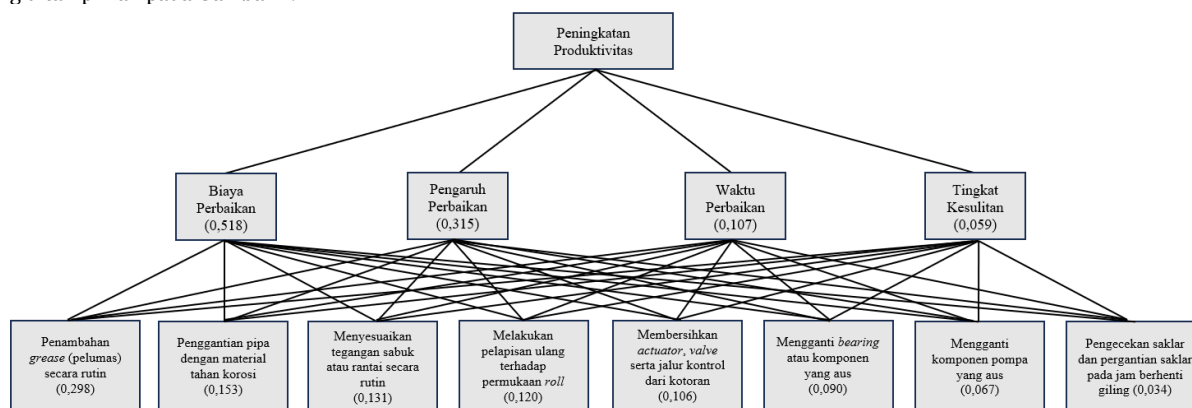
No.	Trouble	Alternatif Perbaikan
1	Kerusakan pada <i>Gear Box</i> penggilingan tebu	Penambahan <i>grease</i> (pelumas) secara rutin
2	Kebocoran Pipa Boiler	Penggantian pipa dengan material tahan korosi
3	Selip pada Rantai <i>Conveyor</i>	Menyesuaikan tegangan sabuk atau rantai secara rutin
4	Aus terhadap roll gilingan	Melakukan pelapisan ulang terhadap permukaan <i>roll</i>
5	<i>Controler valve rooter</i> penggerak sudu sudu mati	Membersihkan <i>actuator, valve</i> serta jalur kontrol dari kotoran
6	Kerusakan pada struktur mesin gilingan	Mengganti <i>bearing</i> atau komponen yang aus
7	Kerusakan Pompa <i>feedwater</i>	Mengganti komponen pompa yang aus
8	Listrik kontaktor atau saklar otomatis	Pengecekan saklar dan pergantian saklar pada jam berhenti giling

#### 2. Penentuan Kriteria

Penentuan kriteria untuk upaya tindakan perbaikan dilakukan berdasarkan hasil penyebaran kuesioner kepada pemilik usaha, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Biaya Perbaikan (BP): Kriteria ini mempertimbangkan besarnya biaya yang harus dikeluarkan jika alternatif perbaikan tertentu dilakukan.
2. Pengaruh Perbaikan (PP): Kriteria ini mengevaluasi sejauh mana alternatif perbaikan dapat mengurangi tingkat kegagalan atau memberikan dampak positif.
3. Waktu Perbaikan (WP): Kriteria ini mempertimbangkan durasi waktu yang diperlukan untuk melaksanakan alternatif perbaikan yang diusulkan.
4. Tingkat Kesulitan (TK): Kriteria ini menilai tingkat kesulitan yang mungkin dihadapi saat menjalankan alternatif tindakan perbaikan.

Setelah kriteria dan alternatif tindakan perbaikan ditentukan menggunakan metode FMEA, langkah berikutnya adalah menyusun hierarki, seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Strategi *Analytical Hierarchy Process*

Pendekatan AHP yang ditampilkan pada Gambar 2 memiliki sejumlah kriteria, yaitu biaya perbaikan, pengaruh perbaikan, waktu perbaikan, dan tingkat kesulitan dengan nilai masing-masing dengan bobot yang berbeda. Strategi ini mencakup beberapa alternatif yang diperoleh dari usulan perbaikan, yang merupakan solusi untuk delapan risiko dengan nilai RPN tertinggi. Alternatif yang terpilih nantinya akan menjadi rekomendasi utama dalam perbaikan guna meningkatkan produktivitas dalam produksi gula.

#### 3. Pembobotan Kriteria

Dalam penelitian ini, pengolahan data AHP dilakukan menggunakan *software Expert Choice*, yang secara khusus dirancang untuk analisis AHP. Setelah memperoleh hasil kuesioner AHP dari karyawan PT. XYZ, langkah pertama adalah menyusun strategi pada halaman utama *software*. Selanjutnya, data dari kuesioner AHP dimasukkan ke dalam sistem. Data yang telah di *input* akan digunakan untuk menentukan bobot pada setiap kriteria dan alternatif yang digunakan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Hasil Pembobotan Kriteria

*Software Expert Choice* mensyaratkan bahwa nilai *inconsistency* harus kurang dari 0,1. Jika nilai tersebut melebihi batas ini, maka data kuesioner yang dimasukkan dianggap tidak valid dan tidak dapat digunakan. Pengujian pertama dilakukan pada nilai pembobotan dan *inconsistency* dari kriteria yang meliputi biaya perbaikan, pengaruh perbaikan, waktu perbaikan, serta tingkat kesulitan. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai *inconsistency* yang diperoleh adalah 0,06 yang berada di bawah batas yang ditetapkan. Dengan demikian, hasil pembobotan kriteria akan disusun berdasarkan bobot tertinggi hingga terendah sebagaimana ditampilkan pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Hasil Pembobotan Kriteria

No	Kriteria	Bobot
1	Pengaruh Perbaikan	0,518
2	Waktu Perbaikan	0,315
3	Biaya Perbaikan	0,107
4	Tingkat Kesulitan	0,059
<b>Total</b>		<b>1,00</b>

#### 4. Pembobotan Alternatif Perbaikan

Hasil analisis AHP diperoleh setelah memasukkan alternatif yang tersedia ke dalam kuesioner. Alternatif yang dihasilkan merupakan akumulasi dari pembobotan setiap kriteria serta data yang diperoleh dari kuesioner. Dalam penelitian ini, alternatif merujuk pada usulan perbaikan terhadap kegiatan risiko dengan nilai RPN tinggi. Hasil akhir kemudian disusun dari yang memiliki nilai tertinggi hingga terendah untuk menentukan strategi terbaik dalam meningkatkan produktivitas, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Hasil Strategi Alternatif

No	Kriteria	Bobot
1	Penambahan <i>grease</i> (pelumas) secara rutin	0,298
2	Penggantian pipa dengan material tahan korosi	0,153
3	Menyesuaikan tegangan sabuk atau rantai secara rutin	0,131
4	Melakukan pelapisan ulang terhadap permukaan <i>roll</i>	0,120
5	Membersihkan <i>actuator</i> , <i>valve</i> serta jalur kontrol dari kotoran	0,106
6	Mengganti <i>bearing</i> atau komponen yang aus	0,090
7	Mengganti komponen pompa yang aus	0,067
8	Pengecekan saklar dan pergantian saklar pada jam berhenti giling	0,034
<b>Total</b>		<b>1,00</b>

Hasil analisis data pada penelitian terhadap proses produksi gula bertujuan untuk merumuskan strategi peningkatan produktivitas berbasis identifikasi risiko. Berdasarkan metode FMEA, ditemukan bahwa delapan risiko memiliki nilai RPN dengan level *very high* dengan nilai di atas 200, sehingga dijadikan dasar dalam penyusunan strategi AHP. Nilai RPN tertinggi, yaitu 270 terdapat pada risiko kerusakan pada *gear box* penggiling tebu yang menunjukkan bahwa permasalahan ini serius, sering terjadi, dan banyak ditemukan dalam proses produksi gula di divisi instalasi. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan yang efektif dengan mempertimbangkan kriteria seperti biaya perbaikan, pengaruh perbaikan, waktu perbaikan, dan tingkat kesulitan.

Strategi peningkatan produktivitas menggunakan metode AHP didasarkan pada nilai RPN tertinggi dari metode FMEA. AHP digunakan untuk menentukan bobot kriteria serta alternatif solusi. Dari hasil analisis, kriteria dengan bobot tertinggi adalah "Pengaruh Perbaikan," sehingga aspek dampak perbaikan mesin menjadi faktor utama dalam pengambilan keputusan di PT. XYZ. Sementara itu, usulan alternatif strategi mitigasi risiko dengan nilai AHP tertinggi adalah "Penambahan *grease* (pelumas) secara rutin" yang direkomendasikan kepada perusahaan untuk satu tahun mendatang sebagai langkah utama dalam meningkatkan produktivitas perusahaan.

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil identifikasi risiko kegagalan pada saat produksi di PT. XYZ ditemukan 16 risiko terdeteksi dalam proses produksi. Potensi risiko dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi dengan nilai >200 berasal dari 8 risiko utama, di antaranya: Kerusakan pada *Gear Box* penggiling tebu dengan nilai RPN sebesar 270, Kebocoran pipa *boiler* sebesar 256, Selip pada Rantai *Conveyor* sebesar 246, Aus terhadap *roll* gilingan sebesar 220, *Controler valve rooster* penggerak sudu sudu mati sebesar 218, Kerusakan pada struktur mesin gilingan sebesar 214, Kerusakan Pompa *feedwater* sebesar 212, Listrik kontaktor atau saklar otomatis sebesar 211.

Untuk mengatasi risiko prioritas, strategi mitigasi yang diterapkan berdasarkan hasil pengukuran metode AHP dengan bantuan *software Expert Choice* yang dirancang dalam penelitian ini mencakup beberapa kriteria utama, yaitu biaya perbaikan, pengaruh perbaikan, waktu perbaikan, dan tingkat kesulitan. Kriteria tersebut menjadi dasar bagi PT. XYZ dalam menentukan strategi perbaikan. Dari hasil analisis, kriteria dengan bobot tertinggi adalah pengaruh perbaikan, karena memiliki dampak paling besar terhadap produktivitas produksi gula. Sementara itu, usulan alternatif strategi mitigasi risiko dengan nilai AHP tertinggi adalah "Penambahan *grease* (pelumas) secara rutin" yang direkomendasikan kepada perusahaan untuk satu tahun mendatang sebagai langkah utama dalam meningkatkan produktivitas perusahaan.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) dan PT. XYZ yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

#### Referensi

1. G. Ramayanti, G. Sastraguntara, and S. Supriyadi, "Productivity Analysis Using Objective Matrix Method in Beverage Bottle Production Floor," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 6, no. 1, pp. 31–38, 2020.
2. H. Hartono and F. Fatkhurozi, "Application of Kaizen to Reduce Loss Time in Infrared Welding Machine Productivity Improvement at PT Mitsuba Indonesia," *Jurnal Industri Manufaktur*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2021.
3. K. J. Rabbani et al., "Risk Analysis and Mitigation Using FMEA and TOPSIS in Furniture Industry," *Performa: Media Ilmiah*

ISSN 2598-9936 (online), <https://ijins.umsida.ac.id>, published by [Universitas Muhammadiyah Sidoarjo](https://www.umsida.ac.id)

Copyright © Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY).

Teknik Industri, vol. 20, no. 2, p. 109, 2021.

4. B. Prasetyo, W. E. Y. Retnani, and N. L. M. Ifadah, "Supply Chain Risk Mitigation Strategy Using House of Risk," *Jurnal Tekno Kompak*, vol. 16, no. 2, p. 72, 2022.
5. M. B. Yahman, D. Widada, and A. Profita, "Risk Analysis and Mitigation Strategy in Rice Production Process," *Matrik*, vol. 20, no. 2, p. 67, 2020.
6. A. F. Ihsan and C. B. Nurcahyo, "Work Accident Risk Analysis Using FMEA in Toll Road Project," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 11, no. 1, 2022.
7. D. A. P. Putra, H. A. Mumtahana, and S. Riyanto, "Employee Evaluation System Using AHP Method Based on Web," *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi*, pp. 265–274, 2020.
8. M. B. Adrio and H. C. Wahyuni, "Improving Productivity Strategy Using FMEA and AHP Methods," *Indonesian Journal of Innovation Studies*, vol. 24, pp. 1–9, 2023.
9. K. S. Utami, F. D. Sitania, and A. Profita, "Application of FMEA and AHP in Risk Strategy Formulation," *Journal of Industrial Engineering Management*, vol. 6, no. 1, pp. 23–35, 2022.
10. M. R. Subhan et al., "Risk Analysis and Mitigation Strategy Using FMEA and AHP in Courier Services," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 11, no. 3, pp. 216–225, 2021.
11. M. FMEA, "Risk Priority Number Analysis on Thresher Machine Components Reliability," *JITEKH*, vol. 9, no. 2, pp. 74–81, 2021.
12. M. R. Rabbani and A. Mansur, "Production System Improvement Design Using Quality Control Circle," *PROZIMA*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, 2024.
13. Taufik, *Quality Control of Sanitary Accessories Using DMAIC Method*, 2022.
14. I. D. Febryanto, R. Berlianto, and P. Prihono, "Application of AHP in Warehouse Location Selection," *PROZIMA*, vol. 6, no. 2, pp. 120–129, 2023.
15. M. Fachrizal, A. Diana, and D. R. Utari, "Decision Support System for Supplier Selection Using AHP and SAW," *Ikraith Informatika*, vol. 6, no. 3, pp. 169–179, 2022.
16. H. Wadi, *Decision Support System Using AHP with PHP and MySQL*, 2020.
17. A. Assyahidiyah et al., "Decision Support System for Supplier Selection," vol. 3, no. 3, pp. 3–8, 2023.
18. A. Suryatri et al., "Application of AHP for E-Marketplace Selection," vol. 11, no. 2, pp. 1835–1844, 2019.
19. A. S. F. Utami, "Analysis of Disposable Medical Equipment Usage Using AHP," *Indonesian Journal of Multidisciplinary Science and Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 25–31, 2023.