

**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/licences/by/4.0/legalcode>

## 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

**Product Defect Evaluation in Manufacturing Using Six Sigma Approach:  
Evaluasi Cacat Produk dalam Manufaktur Menggunakan Pendekatan  
Six Sigma**

**Moch. Rizwan Riandi Harahap, [wiwik@umsida.ac.id](mailto:wiwik@umsida.ac.id) (\*)**

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

**Wiwik Sulistiyowati, [wiwik@umsida.ac.id](mailto:wiwik@umsida.ac.id)**

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

(\*) Corresponding author

**Abstract**

**General Background** Quality control is essential in manufacturing systems to maintain product consistency and minimize defects. **Specific Background** Production processes often experience defects that reduce quality performance and increase operational inefficiencies. **Knowledge Gap** Previous studies have applied quality control methods separately, with limited integration of Six Sigma and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) for comprehensive defect evaluation. **Aims** This study aims to identify dominant defects, analyze root causes, and determine priority corrective actions in a manufacturing process. **Results** The findings reveal that several defect types dominate production, with sigma level indicating the need for improvement. Root causes are identified through systematic analysis, while FMEA determines priority risks based on Risk Priority Number values. **Novelty** This study integrates multiple quality control tools in a structured framework for defect evaluation. **Implications** The results provide guidance for improving production processes and reducing defect rates in manufacturing systems.

**Keywords:** Quality Control, Product Defects, Six Sigma, FMEA, Manufacturing

**Key Findings Highlights**

Dominant defect types identified in production process

Risk ranking highlights critical failure priorities

Integrated analysis supports structured decision making

Published date: 2026-04-30

## I. Pendahuluan

Di era digitalisasi dan globalisasi saat ini, paspor elektronik menjadi semakin penting karena menawarkan keamanan dan efisiensi yang lebih baik dibandingkan paspor non-elektronik. Namun, untuk memenuhi kebutuhan pasar yang semakin tinggi dan memastikan kualitas produk yang konsisten[1]. Kualitas merupakan salah satu jaminan yang diberikan dan harus dipenuhi oleh perusahaan kepada pelanggan, karena kualitas suatu produk merupakan salah satu kriteria penting yang menjadi pertimbangan pelanggan dalam memilih produk[2].

PT. JOS adalah sebuah perusahaan manufaktur yang terkemuka dalam produksi berbagai produk plastik dan kertas, termasuk sampul paspor elektronik. Paspor merupakan dokumen resmi yang dikeluarkan instansi Imigrasi dalam rangka menjadi surat perjalanan untuk berangkat dan kembali dari luar negeri. Produksi di PT. JOS telah menghasilkan 1.050.000 lembar dalam enam bulan terakhir, dan 6.348 lembar produk mengalami masalah kualitas, termasuk sampul kotor (67%), sampul baret(19%), sampul terkelupas (11%), sampul tertekuk (2%), dan ketidaksesuaian dimensi (1%). Sampul kotor yang tidak sesuai dengan spesifikasi maka akan menjadi reject yang tidak dapat dikirim ke pelanggan, sehingga biaya produksi menjadi lebih tinggi juga akan dialami jika sampul kotor ditemukan oleh pelanggan dan kemudian pelanggan akan meminta ganti dengan produk yang sesuai spesifikasi. Otomatis perusahaan akan melakukan produksi ulang dengan biaya tambahan namun produk pengganti tidak akan dibayar oleh pelanggan atau gratis. Jumlah kerugian perusahaan akan dikalkulasi dengan banyaknya jumlah reject sampul kotor yang ditemukan.

Jika sampul kotor sampai terkirim ke konsumen, maka hal ini akan menjadi komplain yang akan diterima oleh perusahaan dan mengurangi kredibilitas perusahaan. Tentunya perusahaan akan melakukan penggantian produk sampul kotor ke konsumen secara gratis, masalah-masalah ini dapat merusak reputasi perusahaan di mata pelanggan dan mitra bisnis[3]. Pengendalian kualitas sangat penting untuk perusahaan dan perlu direalisasikan agar perusahaan dapat mengetahui terjadinya penyimpangan dalam proses produksi sehingga perusahaan dapat meminimalisir terjadinya kerusakan sekecil mungkin[4].

Tindakan pencegahan yang saat ini dilakukan yaitu melakukan refreshment terkait kualitas secara periodik oleh tim QC dan pembersihan secara berkala pada area mesin, akan tetapi tindakan pencegahan tersebut masih kurang efektif dan pergantian bagian karyawan/ti yang tidak menentu, maka pada penelitian ini akan diusulkan penggunaan metode Six Sigma, metode Six Sigma adalah alat pengendalian yang sangat efektif dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi proses industri jasa atau manufaktur[2]. Perbaikan dengan metode Six Sigma difokuskan untuk memperkecil variansi proses secara statistik atau dengan mengetahui peluang (kemungkinan) terjadinya kecacatan sebesar 0,00034% atau 3,4 unit produk cacat pada satu juta unit produk yang dihasilkan oleh perusahaan[5].

Penerapan Six Sigma di PT. JOS diharapkan dapat membantu dalam mengidentifikasi akar penyebab masalah kualitas dan mengimplementasikan solusi yang efektif. Namun, untuk melengkapi pendekatan ini, penting juga untuk menggunakan metode analisis risiko seperti Failure Mode and Effects Analysis (FMEA).[6] FMEA merupakan suatu metode yang mengidentifikasi mode-mode dari penyebab kegagalan yang ditimbulkan oleh setiap komponen terhadap suatu sistem, akibat dan nilai Risk Priority Number (RPN) dari kegagalan[7]. Dengan FMEA, PT. JOS diharapkan dapat memetakan potensi risiko dalam proses produksi sampul paspor elektronik dan menetapkan langkah-langkah pencegahan yang tepat.

Integrasi Six Sigma dan FMEA memberikan pendekatan yang lebih komprehensif untuk mengidentifikasi dan mengurangi cacat produk. Six Sigma menyediakan kerangka kerja untuk pengendalian kualitas yang terstruktur, sementara FMEA membantu dalam identifikasi awal dan pencegahan kegagalan[2][8]. Integrasi ini memungkinkan organisasi untuk fokus pada perbaikan berkelanjutan dengan menggunakan data dan analisis risiko untuk memandu keputusan. Misalnya, dalam tahap Analyze dari DMAIC, FMEA dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dan menentukan tindakan perbaikan yang diperlukan untuk mengurangi risiko tersebut[9]. Analisis akan meliputi evaluasi proses produksi saat ini, identifikasi masalah kualitas utama, penerapan langkah-langkah perbaikan berdasarkan metodologi Six Sigma dan penilaian efektivitas FMEA dalam mencegah potensi kegagalan[10].

## II. Metode

Penelitian akan difokuskan pada upaya pengendalian proses pada produksi sampul paspor elektronik guna mengurangi jumlah cacat yang terdeteksi. Untuk mencapai tujuan tersebut, digunakan metode *Six Sigma* yang melibatkan analisis kecacatan produk melalui tahap-tahap DMAIC (*define, measure, analyze, improve, dan control*). Selain itu, penurunan angka cacat dilakukan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)[11].

Peningkatan Nilai *Six Sigma* melalui Tahapan DMAIC

### 1. Define (Mengidentifikasi)

*Define* adalah tahap di mana masalah diidentifikasi secara spesifik dan mendetail berdasarkan peristiwa yang terjadi selama proses berlangsung. Cacat yang kerap muncul dalam proses pembuatan sampul paspor elektronik kemudian digunakan untuk menentukan masalah yang akan menjadi fokus perbaikan dengan cara mengidentifikasi *Critical to Quality* (CTQ)[12].

### 2. Measure (Mengukur)

*Measure* akan berfokus pada proses yang bisa mempengaruhi faktor-faktor yang sangat penting untuk kualitas *Critical to Quality* (CTQ). Ini dilakukan dengan menilai kemampuan suatu proses produksi melalui beberapa metode, antara lain menghitung persentase kecacatan, nilai DPMO (*Defect per Million Opportunities*), garis tengah (CL), batas kendali atas (UCL), lalu batas kendali bawah (LCL), serta menentukan nilai level *sigma*[13]. Berikut merupakan perhitungan pada tahap *measure*:

#### a. Presentase Kecacatan

$$P = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{jumlah produksi}}$$

Sumber. [4]; [2]; [14]

Keterangan:

P : Proporsi kesalahan pada masing-masing sampel per bulan

#### b. Perhitungan Garis Tengah (CL)

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

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

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

Sumber. [4]; [2]; [14]

Keterangan:  
 $\bar{p}$  : Rata-rata kerusakan produk  
 $\sum np$  : Total jumlah produk cacat  
 $\sum n$  : Total jumlah produksi

c. Perhitungan Batas Kendali Atas (UCL)

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Sumber. [4]; [2]; [14]

Keterangan:  
 $\bar{p}$  : Rata-rata kerusakan produk  
 $n$  : Jumlah produksi

d. Perhitungan Batas Kendali Bawah (LCL)

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Sumber. [4]; [2]; [14]

Keterangan:  
 $\bar{p}$  : Rata-rata kerusakan produk  
 $n$  : Jumlah produksi

e. Perhitungan DPMO

$$DPMO = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{banyaknya produk yang diproduksi} \times CTQ} \times 1000000$$

Sumber. [4]; [2]; [14]

f. Perhitungan Nilai *Sigma*

$$\sigma(\sigma) = \text{normsinv}\left(\frac{1000000 - DPMO}{1000000}\right) + 1.5$$

Sumber. [4]; [2]; [14]

**Tabel 1.** Klasifikasi berdasarkan *level sigma* [4]; [2]; [14]

<b>Level Sigma</b>	<b>Defect Per Million Opportunity (DPMO)</b>	<b>Kategori</b>
6	3,4	World Class
5	233	
4	6.210	Rata-rata Industri
3	66.807	
2	308.538	Tidak Kompetitif
1	691.642	Sangat Tidak Kompetitif

g. Perhitungan RPN

*Risk Priority Number* (RPN) merupakan prioritas resiko kejadian dari hasil dari perkalian antara *severity occurrence*, dan *Detectability* FMEA dengan rumus  $severity \times occurrence \times detection$ . Perhitungan RPN diperoleh dari pengumpulan data langsung oleh pihak yang mengerti yaitu supervisor produksi dan kepala bagian *quality control* [4]; [2]; [14]. Faktor kegagalan FMEA yaitu:

Keparahan (*severity*) merupakan proses memperkirakan sejauh mana seorang pengguna atau konsumen akhir merasakan dampak dari hal yang disebabkan oleh suatu kegagalan produk [4]; [2]; [14].

**Tabel 2.** Rating Severity [4]; [2]; [14]

<b>Effect</b>	<b>Severity Effect FMEA</b>	<b>R ati ng</b>
Tidak ada	Tidak memiliki pengaruh	1
Sangat minor	Pelanggan menyadari kecacatan (<25%)	2
Minor	Minor pelanggan menyadari kecacatan (50%)	3
Sangat rendah	Pelanggan menyadari kecacatan (>75%)	4
Rendah	Produk mampu dioperasikan tetapi tingkat kinerja sedikit berkurang	5
Sedang	Produk mampu dioperasikan tetapi beberapa <i>item</i> tambahan tidak berfungsi	6
Tinggi	Produk mampu dioperasikan tetapi tingkat kinerja banyak berkurang	7
Sangat tinggi	Pengoperasian produk tidak dimungkinkan	8
Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan di dahului dengan peringatan	9
Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan tidak di dahului dengan peringatan	10

*Occurance* adalah peluang suatu aspek tertentu memicu terjadinya suatu kegagalan produk. Tingkat kejadian adalah dari 1 sampai 10 [4]; [2]; [14].

**Tabel 3.** *Rating Occurance* [4]; [2]; [14]

Kegagalan	Tingkat kegagalan	R ati ng
Sangat tinggi	≥100 per 1.000	10
	50 per 1.000	9
Tinggi	20 per 1.000	8
	10 per 1.000	7
	2 per 1.000	6
Sedang	0,5 per 1.000	5
	0,1 per 1.000	4
Rendah	0,1 per 1.000	3
	0,001 per 1.000	2
Sangat Rendah	≤ 0,001 per 1.000	1

*Detectability* ialah nilai ukur relatif setiap kemampuan kontrol untuk mengenali suatu penyebab potensial selama proses operasi sistem. Skala *level test* 1 sampai 10, nilai 10 merupakan metode pencegahan yang saat ini digunakan tidak efektif, dan 1 berarti sebaliknya [4]; [2]; [14].

**Tabel 4.** *Rating Detectability* [4]; [2]; [14]

Detection	Severity of Detection	R ati ng
Hampir tidak mungkin	Kegagalan tidak mungkin terdeteksi saat pengecekan	10
Sangat jarang	Pengecekan tidak berhasil jadi tidak mampu mendeteksi kegagalan	9
Jarang	Kegagalan hampir tidak terdeteksi saat pengecekan	8
Sangat rendah	Kegagalan kemungkinan sangat kecil terdeteksi saat pengecekan	7
Rendah	Kegagalan kemungkinan kecil terdeteksi saat pengecekan	6
Sedang	Kegagalan kemungkinan terdeteksi saat pengecekan	5
Agak tinggi	Kegagalan kemungkinan besar terdeteksi saat pengecekan	4
Tinggi	Kegagalan kemungkinan sangat besar terdeteksi saat pengecekan	3
Sangat tinggi	Kegagalan hampir selalu terdeteksi saat pengecekan	2
Pasti	Kegagalan selalu terdeteksi saat pengecekan	1

### 3. Analyze (Menganalisa)

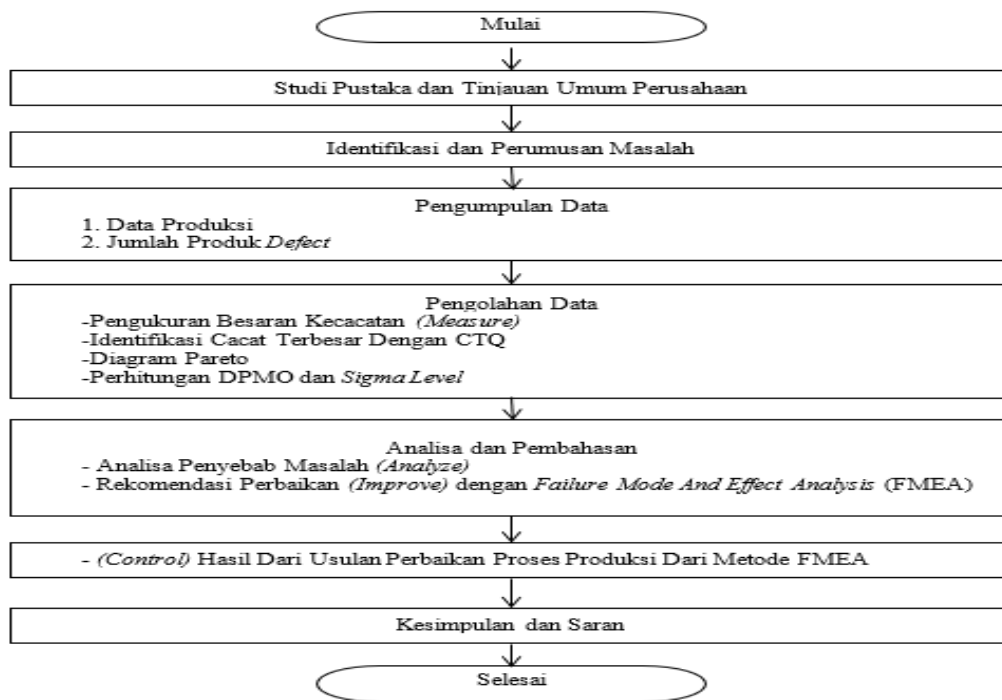
*Analyze* merupakan proses untuk mengidentifikasi dan menganalisis akar penyebab yang dapat menurunkan nilai sigma, serta mengevaluasi semua kriteria kecacatan produk dan faktor-faktor penyebabnya selama proses produksi, guna meningkatkan kualitas sampul paspor elektronik[10]. Kemudian memilah faktor-faktor yang dianggap paling beresiko terhadap kualitas sampul paspor elektronik tersebut. Dengan diketahuinya akar permasalahan tersebut maka akan dilakukan perbaikan dengan menggunakan *fishbone* diagram[15].

### 4. Improve (Meningkatkan)

*Improve* adalah suatu strategi atau ukuran yang bertujuan untuk meningkatkan nilai *sigma*. Dalam proses perbaikan ini, akan dijelaskan faktor-faktor yang menyebabkan kecacatan serta penetapan rencana untuk peningkatan produk yang dapat dilakukan secara berkelanjutan[14]. Identifikasi terhadap faktor-faktor tersebut dilakukan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kecacatan serta menyusun tindakan ataupun rencana yang tepat. FMEA merupakan pendekatan sistematis yang memanfaatkan tabel untuk membantu dalam mengidentifikasi mode kegagalan, penyebab, dan dampak dari kegagalan tersebut[13]. Oleh karena itu, FMEA berperan sebagai teknik evaluasi yang ditujukan untuk menemukan setiap kemungkinan alasan terjadinya kegagalan dalam prosedur pembuatan dan menilainya berdasarkan norma yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

### 5. Control (Mengendalikan)

Tahap *control* ini berfokus pada suatu tahapan pengawasan dalam rangka mempertahankan segala perbaikan yang akan dilakukan[16]. Berikut merupakan diagram alir penelitian yang dapat di lihat pada gambar berikut ini :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada gambar 1 memperlihatkan diagram alir penelitian yang menggambarkan langkah-langkah yang diambil dalam studi ini. Proses dimulai dengan pengidentifikasian masalah melalui observasi. Setelah itu, data dikumpulkan dan diproses. Pengolahan data pertama meliputi perhitungan batas kendali atas dan bawah, nilai *sigma*, DPMO, serta persentase kecacatan. Dari tahap *six sigma* ini, kita dapat menganalisis tingkat risiko kecacatan dengan menentukan nilai severity, occurrence, dan detection menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil dari analisis ini akan menghasilkan usulan perbaikan yang dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan mutu produk dan efisiensi perusahaan secara berkelanjutan.

### III. Hasil dan Pembahasan

#### A. Pengumpulan Data

Data yang akan digunakan penelitian ini adalah data 6 bulan produksi berupa data total produksi dan total *defect* yang diperoleh berdasarkan hasil observasi dan wawancara kepada Supervisor produksi dan Kepala bagian QC. Penelitian ini di lakukan di PT. JOS, berikut data yang diperoleh :

Tabel 5. Data Produksi dan Defect

	Total Produksi	Sampul Kotor	Jenis Defect			Dimensi NOK	Total Defect	Presentase Defect
			Sampul Baret	Sampul Terkelupas	Sampul Tertekuk			
Juli	530000	2441	557	374	46	14	3432	0.65%
Agustus	46000	196	37	26	8	6	273	0.59%
September	150000	562	192	79	17	10	860	0.57%
Oktober	13500	33	18	13	6	4	74	0.55%
November	200500	602	258	200	26	10	1096	0.55%
Desember	110000	414	152	32	11	4	613	0.56%
Total	1050000	4248	1214	724	114	48	6348	

Tabel 5.1. Resiko defect

Defect	Dampak
Sampul Kotor (terkontaminasi lem atau bercak tangan)	Proses <i>hotstamping</i> foil sulit menempel Hasil cetak menjadi buram
Sampul Baret (tergores akibat gesekan)	<i>Hotstamping</i> foil tidak rata/petal

Sampul Terkelupas (bagian ujung)	Tidak dapat diproses dimesin booklet
Sampul Tertekuk (bagian ujung)	Tidak dapat diproses dimesin booklet
Dimensi NOK (keluar toleransi)	Posisi saat proses booklet tidak stabil

Hasil yang didapatkan dari Tabel 5 adalah jumlah defect terbesar selama periode 6 bulan terakhir terjadi pada jenis *defect* Sampul kotor sebanyak 4.248 lembar dan yang paling sedikit terjadi adalah jenis *defect* Dimensi NOK sebesar 48 lembar. Data produksi selama 6 bulan terakhir didapati produk *defect* sebanyak 6348 lembar.

## B. Pengolahan Data

### 1. Define

Peneliti mengidentifikasi elemen-elemen yang dapat menyebabkan sebuah produk tidak sesuai dengan standar yang diharapkan oleh konsumen. Kriteria-kriteria ini berkaitan dengan atribut yang menyangkut kualitas atau yang dikenal dengan istilah *Critical to Quality* (CTQ)[3]. Mengacu pada tabel 1 di atas, CTQ dapat dikenali seperti yang tercantum dalam tabel berikut:

**Tabel 6.** Identifikasi *Critical To Quality* (CTQ)

Jenis cacat	Identifikasi	Proses
Sampul Kotor	Terdapat noda, spot, bercak lem pada sisi sampul, disebabkan oleh faktor manusia atau mesin yang kurang bersih.	
Sampul Baret	Terdapat goresan yang ada pada sisi sampul, disebabkan material sampul dari suplier sudah ditemukan baret saat pengecekan barang kedatangan.	Pengeleman
Sampul Terkelupas	Antara sampul dan Inlay dibagian ujung tidak menempel dengan baik, dikarenakan saat proses pengeleman di mesin tidak rata.	
Sampul Tertekuk	Dibagian ujung sampul tertekuk, disebabkan oleh penumpukan sampul tidak rapi.	
Dimensi NOK	Ukuran sampul tidak sesuai spesifikasi, disebabkan faktor manusia maupun mesin karena mesin potong yang kurang tajam.	Potong

### 2. Measure

Pada tahap *Measure*, yang merupakan elemen dari definisi masalah, perhatian utama adalah mengevaluasi tingkat efektivitas proses. Di tahap ini, kami akan membuat peta kontrol proses dengan memanfaatkan peta kontrol jenis P. Peta kontrol ini memiliki peranan krusial dalam menilai pengawasan kualitas di PT. JOS, untuk menentukan apakah proses tersebut sudah terkontrol dengan baik. Selain itu, tahap ini juga mencakup perhitungan *DPMO* (*Defects Per Million Opportunities*) dan nilai *sigma* dari produksi sampul paspor elektronik. Berikut ini adalah hasil perhitungan peta kendali yang berkaitan dengan cacat produk dalam proses produksi tersebut.

**Tabel 7.** Peta kendali P

Bulan	Jumlah Produk Produksi	Jumlah Defect	Proporsi Defect	CL	UCL	LCL
Juli	53000	3432	0.0065	0.0060	0.0066	0.0054
Agustus	46000	273	0.0059	0.0060	0.0066	0.0054
September	15000	860	0.0057	0.0060	0.0066	0.0054
Oktober	13500	74	0.0055	0.0060	0.0066	0.0054
November	20050	1096	0.0055	0.0060	0.0066	0.0054
Desember	11000	613	0.0056	0.0060	0.0066	0.0054
<b>Total</b>	<b>105000</b>	<b>6348</b>	<b>0.0061</b>			

#### 2.1 Pengukuran Batas Kendali

a. Perhitungan persentase kecacatan bulan Juli

$$P = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{jumlah produksi}}$$

$$P = \frac{860}{150000} = 0,00573$$

b. Perhitungan Garis Tengah

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

$$CL = \bar{p} = \frac{6348}{1050000} = 0,0060$$

c. Perhitungan Batas Kendali Atas (UCL)

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

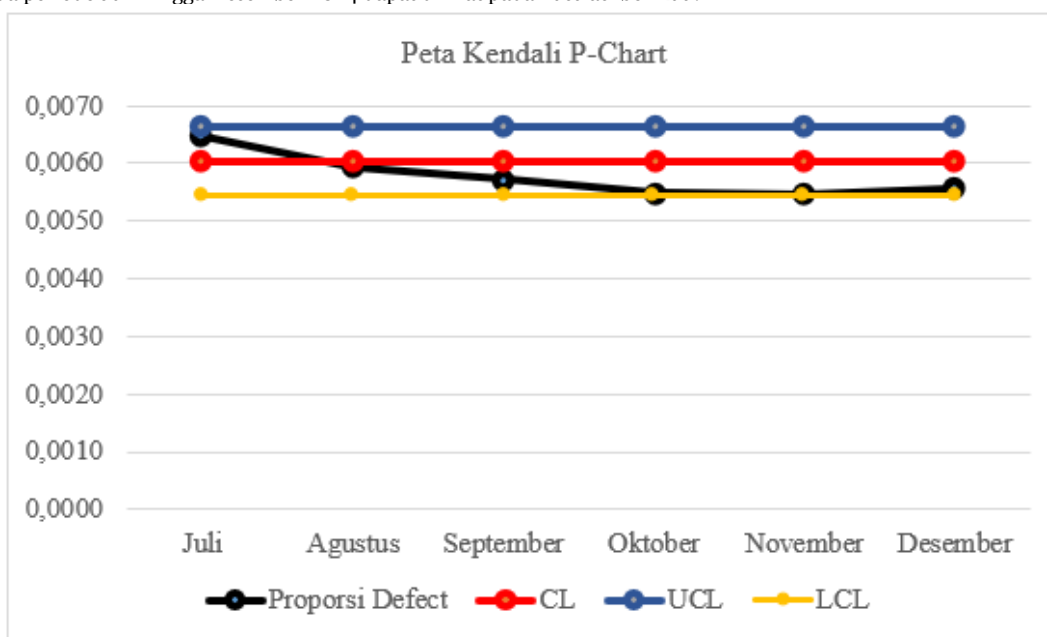
$$UCL = 0,006046 + 3 \sqrt{\frac{0,006046(1-0,006046)}{150000}} = 0,0066$$

d. Perhitungan Batas Kendali Bawah (LCL)

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$LCL = 0,006046 - 3 \sqrt{\frac{0,006046(1-0,006046)}{150000}} = 0,0054$$

Maka di bawah ini adalah peta kendali P untuk perhitungan batas kendali atas (UCL), garis tengah (CL), dan batas kendali bawah (LCL) yang terjadi pada periode Juli hingga Desember 2024 dapat dilihat pada ilustrasi berikut :



Gambar 2. Peta kendali P (periode bulan Juli-Desember 2024)

Berdasarkan hasil yang tergambar pada peta kendali kontrol, dapat dilihat bahwa data yang diperoleh berada dalam batas terkendali. Hal ini ditunjukkan dengan adanya keseluruhan data terdapat pada rentang UCL dan LCL. Tetapi, meskipun demikian, Perbaikan kualitas tetap perlu dilakukan untuk menjaga semua produk pada batas kendali dimasa yang akan datang.

## 2.2 Pengukuran Nilai DPMO

**Tabel 8.** Hasil perhitungan DPMO

Bulan	Jumlah Produk	Jumlah Defect	DPU	CTQ	DPMO	Nilai Sigma
Juli	53000	343	0,65%	5	1295,09	4,51
Agustus	46000	273	0,59%	5	1186,96	4,54
September	15000	860	0,57%	5	1146,67	4,55
Oktober	13500	74	0,55%	5	109,30	4,56
November	20050	1096	0,55%	5	1093,27	4,56
Desember	11000	613	0,56%	5	114,55	4,56
Jumlah	105000	6348	0,61%	5	1155,47	4,55
Rata-rata			0,58%	5		

a. Perhitungan DPMO

$$DPMO = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{banyaknya produk yang diproduksi} \times CTQ} \times 1000000$$

$$DPMO = \frac{3432}{(530000 \times 5)} \times 1000000$$

$$DPMO = 1295,09$$

b. Perhitungan Nilai *Sigma*

$$\text{Sigma}(\sigma) = \text{normsinv}\left(\frac{1-DPMO}{1000000}\right) + 1,5$$

$$\text{Sigma}(\sigma) = 2,50$$

Berdasarkan perhitungan nilai DPMO dan level sigma pada tabel 8, pengendalian kualitas sampul paspor di PT. JOS dalam data laporan dari bulan Juli sampai dengan Desember 2024 menghasilkan jumlah produksi sebanyak 1.050.000 lembar kemudian didapati 6.348 lembar produk mengalami *defect*. Setelah didapatkan jumlah hasil produksi dan *defect* selama 6 periode dilakukan perhitungan DPMO dengan hasil nilai rata-rata DPMO 1155,47 yang artinya terdapat 1155,47 produk yang mengalami *defect* saat produksi sampul paspor dalam satu juta produksi dengan nilai sigma rata-rata 4,55, maka pengendalian kualitas bisa dikatakan masih belum baik karena masih jauh dari nilai 6 sigma yang memiliki kriteria 3,4 DPMO. Karena masih jauh dari nilai 6 sigma maka peningkatan untuk menekan angka defect diperlukan agar perusahaan mampu untuk bersaing dengan perusahaan kelas dunia.

### 3. Analyze

Tahap *analyze* dilaksanakan dengan memanfaatkan diagram Pareto serta diagram sebab-akibat, yang lebih dikenal sebagai *fishbone* diagram. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengidentifikasi berbagai faktor yang berkontribusi terhadap timbulnya kecacatan pada produk[17].

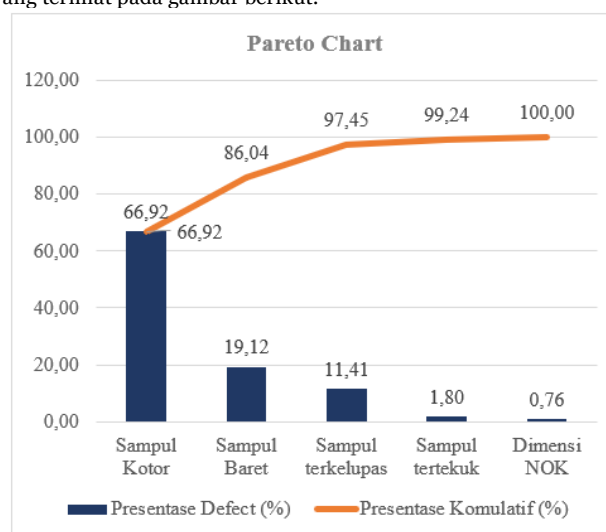
#### 3.1 Diagram Pareto

Diagram *pareto* adalah alat yang efektif untuk menggambarkan tingkat berbagai faktor kegagalan yang dapat berpengaruh terhadap suatu keadaan, sesuai dengan prinsip *pareto*[7]. Dalam menganalisis kemungkinan penyebab kegagalan dalam produksi sampul paspor elektronik, dilakukan perhitungan untuk menentukan persentase produk yang mengalami cacat. Berikut adalah hasil perhitungannya:

**Tabel 9.** Data presentase *defect*

Jenis Defect	Jumlah Defect	Presentase Defect (%)	Presentase Komulatif (%)
Sampul Kotor	4248	66.92	66.92
Sampul Baret	1214	19.12	86.04
Sampul Terkelupas	724	11.41	97.45
Sampul Tertekuk	114	1.80	99.24
Dimensi NOK	48	0.76	100.00
Total	6348	100.00	

Diungkapkan bahwa dari perhitungan tersebut, dapat dilihat bahwa jenis kerusakan yang terjadi pada hasil produksi sampul paspor elektronik adalah, jenis kerusakan pada sampul yang kotor dengan presentase sebesar 66,92%, cacat sampul baret sebesar 19,12%, cacat sampul terkelupas sebesar 11,41%, cacat sampul tertekuk sebesar 1,8% dan cacat dimesni NOK sebesar 0,76%. Berdasarkan informasi yang terdapat di atas, dapat disimpulkan bahwa cacat paling sering terjadi pada kategori sampul yang kotor. Data ini dapat direpresentasikan dalam bentuk diagram *pareto* seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Diagram *Pareto*

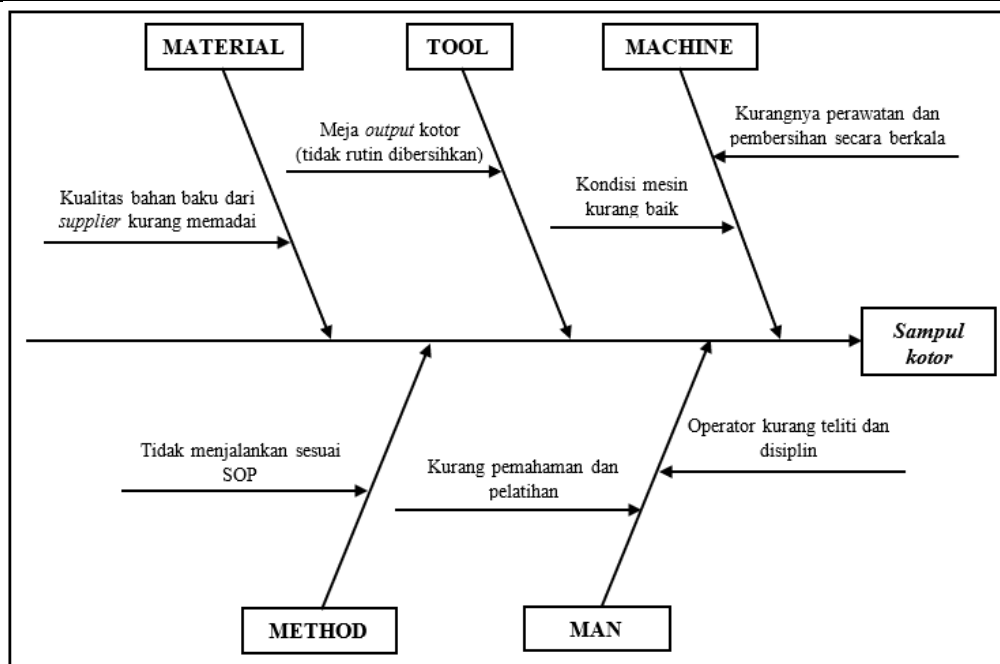
Pada gambar 3 menjelaskan bahwa digram *pareto* diatas diketahui batang pertama merupakan skala terbesar dengan skala jenis kecacatan sampul kotor sebesar 66,92%, pada batang kedua dengan skala jenis kecacatan Sampul baret sebesar 19,12%, lalu pada batang ketiga dengan skala jenis kecacatan sampul terkelupas sebesar 11,41%, Kemudian pada batang yang keempat, ditemukan jenis kecacatan yang memiliki skala tertekuk pada sampul sebesar 1,8%, sedangkan pada batang yang kelima, terdeteksi dengan skala terendah untuk jenis kecacatan dimensi NOK sebesar 0,76%.

#### 3.1 Fishbone Diagram

*Fishbone* diagram berisikan informasi dari wawancara dengan bagian terkait atau pernyataan mengenai sebab akibat terjadinya cacat yang harus diperbaiki[17]. Pada tahap ini *fishbone* diagram digunakan untuk menelusuri penyebab dari terjadinya *defect*. Sampul kotor merupakan jenis *defect* yang memiliki persentase paling tinggi sehingga dilakukan analisa sebab akibat menggunakan *fishbone* diagram sebagai berikut ini.

**Tabel 10.** Jenis kecacatan

Jenis defect	Akibat kecacatan	Faktor	Penyebab kecacatan
Sampul Kotor	Produk yang dihasilkan tidak memenuhi standar	Manusia	Operator kurang teliti dan disiplin Kurang pemahaman dan pelatihan
		Alat	Meja output kotor
		Metode	Tidak menjalankan sesuai SOP
		Mesin	Kondisi mesin kurang baik Kurangunya perawatan dan pembersihan secara berkala
		Material	Kualitas bahan baku dari supplier kurang memadai



Gambar 4. *Fishbone* Diagram

Pada gambar 4 *fishbone* diagram diatas, menjelaskan bahwa kecacatan pada sampul paspor elektronik dapat disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya faktor mesin yaitu kondisi mesin kurang baik dan kurangnya perawatan dan pembersihan secara rutin pada mesin yang digunakan, faktor manusia adalah kurang teliti dan disiplin, dan kurangnya pemahaman dan pelatihan bagi operator yang bertugas. Lalu faktor alat pendukung yaitu tidak rutin membersihkan meja *output*. Faktor metode yang mana tidak menjalankan sesuai SOP yang sudah ditetapkan. Faktor material, Kualitas pada bahan baku yang tidak memadai dapat menghambat pada proses produksi serta mengakibatkan penurunan mutu produk. Dalam analisis menggunakan diagram *fishbone*, hal tersebut dijelaskan lebih lanjut dengan masukan yang diperoleh dari wawancara dengan Supervisor departemen produksi dan Kepala bagian *Quality Control*.

#### 4. Improve

Faktor-faktor utama yang menyebabkan terjadinya produk cacat telah diidentifikasi melalui proses analisis yang mendalam. Selanjutnya, kita akan melangkah ke tahap perbaikan. Pada fase ini, beberapa usulan perbaikan yang dapat diterapkan dalam proses produksi akan disampaikan. Langkah-langkah yang diambil di tahap ini diharapkan dapat memberikan dampak signifikan dalam upaya mengurangi jumlah produk cacat. Penentuan langkah perbaikan akan dilakukan dengan mengadopsi pendekatan FMEA dan 5W+1H [9]. Ringkasan tindakan perbaikan tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah :

**Tabel 11.** Jenis kecacatan FMEA

Proses	Failure mode	Cause of failure	Current control	S	O	D	P	R	R
								1	R
Pengel eman	Sampul Kotor	Operator kurang teliti dan disiplin	Melakukan evaluasi kerja operator	6	5	5	5	0	3
		Kurangunya pemahaman dan pelatihan operator	Memberikan pelatihan kepada operator dan pengawasan secara berkala terutama operator baru	6	5	5	5	0	4
		Meja kerja kotor	Membersihkan area kerja secara berkala sesuai SOP	6	5	5	5	0	5
		Tidak menjalankan sesuai	Memastikan kembali	6	5	5	1	6	

Potong	Sampul Baret	SOP	operator mengikuti arahan sesuai SOP	5	0	1	8	1
		Kondisi mesin yang kurang baik	Melakukan perbaikan dan perawatan secara berkala	6	6	5	8	0
	Sampul terkelupas	Material sampul dari suplier sudah ditemukan baret saat pengecekan barang kedatangan.	Melakukan sortir material sampul sebelum proses pengeleman	4	6	5	2	7
		Setup mesin tidak sesuai SOP	Validasi <i>setup</i> mesin secara berkala	7	5	5	7	5
	Dimeksi NOK	Penumpukan yang tidak rapi atau sesuai SOP	Memberikan pelatihan kepada operator agar mengikuti sesuai SOP	7	4	3	8	8
		Pisau kurang tajam	Penggantian pisau secara berkala	4	3	3	3	9
	Operator kurang teliti	Melakukan evaluasi kerja operator	4	3	3	3	1	0

Berdasarkan tabel 11 perhitungan menggunakan FMEA didapatkan hasil Nilai RPN tertinggi yaitu sampul kotor pada proses produksi dengan nilai RPN 180. Nilai RPN tersebut berdasarkan hasil perkalian SOD. Nilai *severity* (S) yaitu 6 artinya produk mampu dioperasikan tetapi beberapa item tambahan tidak berfungsi. Nilai *occurance* (O) yaitu 6 artinya peluang frekuensi kegagalan hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan sedang. Nilai *detectability* (D) yaitu 5 artinya kegagalan kemungkinan terdeteksi saat pengecekan. Faktor penyebab mode kegagalan ini dikarenakan *output* produk tidak maksimal karena mesin dalam kondisi kurang baik.

**Tabel 12.** Rekomendasi perbaikan

Potensi Kegagalan	What	Why	Where	When	Who	How
Sampul kotor	Operator kurang teliti dan disiplin	Adanya tuntutan target	Area Mesin Pengeleman	Selama proses produksi	Operator	Melakukan pelatihan ulang mengenai aturan yang sesuai dengan peraturan perusahaan
	Meja kerja kotor	Operator kurang menjaga kebersihan area kerja	Area Mesin Pengeleman	Selama proses produksi	Operator	Membuat standar operasional prosedur (SOP) pelatihan yang tepat agar operator dapat melakukan tugasnya dengan benar
	Area mesin yang dilewati sampul kotor	Kurangnya merawat kebersihan mesin	Area Mesin Pengeleman	Selama proses produksi	Operator	Menetapkan atau membuat jadwal perawatan

Setelah memahami penyebab kecacatan dan nilai *Risk Priority Number* (RPN), penting untuk mengambil langkah perbaikan terhadap setiap faktor penyebab yang ada[18]. Untuk mencapai kualitas terbaik di segala aspek, diperlukan perawatan, pengecekan, dan pengawasan yang teliti terhadap semua elemen yang berpotensi mengakibatkan kegagalan. Dengan mengusulkan perbaikan untuk setiap masalah yang muncul, diharapkan kita dapat meminimalkan risiko kegagalan dalam proses produksi.

### 5. Control

Tahapan terakhir pada analisis *six sigma* DMAIC adalah proses *control*. Tahap ini bertujuan untuk mengendalikan proses produksi sesuai dengan langkah-langkah perbaikan yang telah dilakukan[19]. Pemantauan perusahaan perlu dilakukan secara optimal pada tahapan ini, agar semua langkah perbaikan dapat diimplementasikan dengan efektif dan efisien sehingga dapat mereduksi jumlah kecacatan produk. Maka didapatkan proses kontrol usulan perbaikan sebagai berikut:

**Tabel 13.** Proses kontrol usulan perbaikan

Je nis Defect	Usulan Perbaikan	Penanggung Jawab	Standarisasi	Dokumen Kontrol
Sampul Kotor	Melakukan pelatihan ulang operator	Departemen Produksi	Pelatihan ulang operator dilakukan secara periodik	Absensi pelatihan
	Membuat SOP pelatihan yang tepat	Departemen Produksi	SOP pelatihan yang diterapkan pada sistem perusahaan	SOP pelatihan untuk Operator pengeleman
	Menetapkan atau membuat jadwal perawatan	Departemen <i>Maintenance</i>	Jadwal perawatan mesin harus jelas	Check sheet mesin pengeleman yang berisi komponen-komponen pengecekan pada mesin

Dari analisis yang terdapat dalam tabel 13, dapat disimpulkan bahwa dokumen yang dapat berfungsi sebagai kontrol untuk memastikan bahwa usulan perbaikan dapat dilaksanakan secara berkesinambungan adalah daftar absensi kehadiran karyawan ketika pelatihan

berlangsung, SOP untuk pelatihan operator mesin pengeleman, serta dokumen berupa lembar pemeriksaan pada mesin pengeleman yang mencakup komponen-komponen yang perlu diperiksa pada mesin tersebut.

## VII. Simpulan

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, diperoleh informasi bahwa nilai rata-rata DPMO mencapai 1155,47. Selain itu, nilai rata-rata sigma tercatat sebesar 4,55, dengan persentase cacat tertinggi mencapai 66,92% pada jenis sampul kotor. Untuk meningkatkan kualitas produk, Perbaikan dapat dilakukan melalui perawatan mesin sesuai SOP, pengecekan secara berkala, serta pengawasan menyeluruh pada setiap aspek yang berpotensi menyebabkan kegagalan. Tindakan ini dilakukan agar proses produksi lebih terkontrol dengan baik sehingga diharapkan dapat meminimalisir kegagalan yang terdapat pada proses produksi.

### Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar dengan bantuan seluruh pihak yang bersangkutan. Oleh karena itu, ucapan terimakasih diberikan kepada pihak Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan PT. JOS sebagai tempat penelitian.

### Referensi

1. A. Y. Pribadi, T. H. Saepudin, R. H. A. Tanisri, and R. Bayu, "Quality Control of Book Printing Products Using Six Sigma Method at CV Jaya Abadi Utama," *JENIUS Journal of Applied Industrial Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 237–249, 2023.
2. H. C. Wahyuni and W. Sulistyowati, *Industrial Quality Control in Manufacturing and Services*, 2020.
3. M. S. Ramadhan and A. Z. Al Faritsy, "Quality Control Analysis of Cement Products Using Six Sigma at PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk," *Jurnal ARTI*, vol. 18, no. 1, 2023.
4. K. Nabila and R. Rochmoeljati, "Quality Control Analysis Using Six Sigma and Improvement with Kaizen," *Juminten*, vol. 1, no. 1, pp. 116–127, 2020.
5. I. Rinjani, W. Wahyudin, and B. Nugraha, "Defect Analysis of Lens Type X Using Lean Six Sigma with DMAIC Concept," *Unistek*, vol. 8, no. 1, pp. 18–29, 2021.
6. R. N. Kartika, N. A. Hidayah, and Muadzah, "Application of FMEA to Identify Failure Risks in Calendar Printing Production Process," *BULLET Journal*, vol. 1, no. 6, pp. 1311–1320, 2022.
7. M. Rinoza and F. A. Kurniawan, "RPN Analysis on Compressor Component Reliability Using FMEA Method," *Bulletin of Engineering*, vol. 17, no. 1, 2021.
8. M. R. Rabbani and A. Mansur, "Production System Improvement Design Using Quality Control Circle Approach," *PROZIMA Journal*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, 2024.
9. M. Rifaldi and W. Sudarwati, "Application of Six Sigma and FMEA to Reduce Product Defects," 2024.
10. A. Juwito and A. Z. Al Faritsy, "Quality Control to Reduce Defects Using Six Sigma in SME," *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, vol. 1, no. 12, pp. 3295–3314, 2022.
11. V. N. Fauzi et al., "Quality Control of Packaging Printing Products Using Six Sigma," *Journal of Industrial Innovation*, vol. 3, no. 1, pp. 1–13, 2023.
12. S. N. Hamidah and H. Aprilia, "Quality Control of E-Clips Production Using Six Sigma," 2024.
13. M. F. Pradana et al., "Journal of Industrial and Manufacturing Engineering," vol. 5, no. 1, pp. 30–40, 2023.
14. N. Baldah, "Defect Level Analysis Using Six Sigma Method," *EKOMABIS Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 27–44, 2020.
15. D. Putri et al., "Quality Control of Bag Products Using Six Sigma," *IMTechno Journal*, vol. 3, no. 1, pp. 12–20, 2022.
16. A. G. Azzahra et al., "Lean Six Sigma Application in Automotive Part Production," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 8, no. 1, pp. 4239–4250, 2023.
17. Y. Hisprastin and I. Musfiroh, "Ishikawa Diagram and FMEA in Quality Risk Management," *Majalah Farmasetika*, vol. 6, no. 1, 2020.
18. I. M. Hakim and A. Z. Al Faritsy, "Quality Control to Reduce Defects in T-Shirt Production Using Six Sigma and FMEA," *Journal of Student Research*, vol. 2, no. 4, pp. 95–107, 2024.
19. K. Kunci, "Matrik Journal of Management and Industrial Engineering," vol. 24, no. 1, pp. 63–72, 2023.