

QUALITY IMPROVEMENT USING LEAN SIX SIGMA AND FAILURE MODES AND EFFECT ANALYSIS AT PT. CIPTA WARNA PELANGI

Zam Zam Permana Putra 1, Wiwik Sulistiyowati 2

^{1,2)} Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Article Info	ABSTRACT
Article history: Received Jun 10, 2024 Revised Jul 15, 2024 Accepted Jul 20, 2024 Keywords: Lean Six Sigma; Failure Mode and Effect Analysis; Product Defects; Waste; Printing.	PT. Cipta Warna Pelangi is a service company engaged in printing, which serves the needs and desires of customers related to printing. Products produced by the company include packing, cigarettes, label brochure books, invitations, food boxes, paper bags, letterheads, envelopes, calendars and so on, but still found some products that have defects. In the first three months of the year 2023, namely January, February, and March, a total of 321,175 pieces defects occurred. Then, in the following three months, the defects escalated further to a total of 499,005 pieces. This situation has become a significant concern as the total defects each month continue to increase. As a result, it is necessary to implement corrective measures in order to minimize the defects present at PT. Cipta Warna Pelangi. It is noted that there were 109,650 pieces defects in April 2023, 163,880 pieces defects in May 2023, and 225,475 pieces defects in June 2023. The products that experienced the highest number of defects are offset, spot UV, and die cut. This study aims to help companies determine the value of reject and waste rates using the lean six sigma method; find out the highest RPN value using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. This research uses lean six sigma method to overcome these problems, Lean Six Sigma is a quality control method that is a combination of Lean and Six Sigma. Lean is an approach that is constantly taken with the aim of eliminating waste and increasing the value of the product provided to consumers. Six Sigma is a method used in the manufacturing industry to improve product quality by identifying and minimizing factors or root causes of product defects. FMEA is used to evaluate and analyze the hazard level of any type of failure that may occur in the production process or in the products used by consumers. The results of this research indicate that the waste defect has obtained the first rank among the other seven types of waste, meaning that waste defect is the top priority for improvement. From the FMEA results, varnish damage obtained the highest RPN value of 252, which is caused by inconsistent quality of the UV liquid brand. Therefore, it is recommended to switch to a different brand of UV liquid. This is an open-access article under the CC-BY 4.0 license. 

Corresponding Author:

Wiwik Sulistiyowati

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Email: wiwk@umsida.ac.id

INTRODUCTION

Era ekonomi saat ini, industri manufaktur dan jasa mengalami pertumbuhan yang sangat cepat. Perusahaan harus mampu bertahan dan terus meningkatkan efektivitas serta efisiensi dalam proses produksinya agar dapat bersaing dalam mencari pangsa pasar.

PT. Cipta Warna Pelangi adalah perusahaan jasa yang bergerak di bidang percetakan, yang melayani kebutuhan dan keinginan pelanggan yang berkaitan dengan percetakan. Produk yang dihasilkan perusahaan antara lain packing, sigaret, buku brosur label, undangan, dus makanan, paper bag, kop surat, amplop, kalender dan sebagainya. Didalam membuat produk tentu nya perusahaan standar-standar yang telah ditetapkan dalam proses pembuatannya agar menghasilkan produk yang berkualitas.

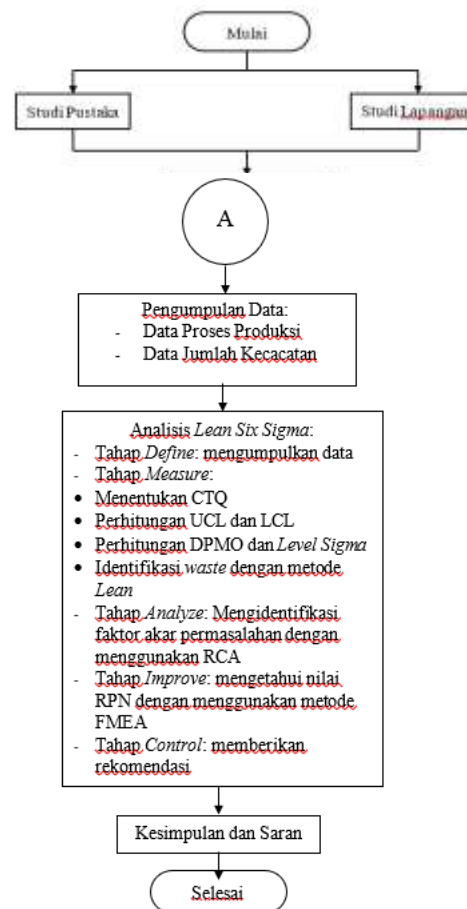
Berdasarkan observasi awal berupa wawancara PT. Cipta Warna Pelangi menghadapi masalah pemborosan (waste) dalam proses produksi, terutama dalam bentuk cacat produk atau defect. Diketahui pada 3 bulan pertama tahun 2023 yakni Januari, Februari, Maret terjadi defect dengan total defect sebesar 321.175 pcs, lalu pada 3 bulan selanjutnya dengan total defect sebesar 499.005 pcs, hal ini tentu menjadi masalah karena total defect setiap bulannya terus meningkat sehingga perlu dilakukannya perbaikan guna meminimalisir defect yang ada di PT. Cipta Warna Pelangi. Diketahui defect pada bulan April 2023 sebesar 109.650 pcs, bulan Mei 2023 sebesar 163.880 pcs dan bulan Juni 2023 sebesar 225.475 pcs. Produk yang paling banyak mengalami defect adalah offsest, spot UV dan die cut. Keberadaan produk cacat ini memiliki dampak merugikan bagi perusahaan, terutama dari segi biaya, dan melebihi batas target perusahaan yaitu sebesar 2%. Perusahaan harus melakukan pengerjaan ulang (rework) terhadap produk yang tidak sesuai dengan standar spesifikasi kualitas, yang tentunya memerlukan biaya tambahan.

Oleh sebab itu, metode Lean Six Sigma dipilih guna mengatasi permasalahan tersebut, Lean Six Sigma adalah metode pengendalian kualitas yang merupakan kombinasi antara Lean dan Six Sigma [1]. Lean adalah suatu pendekatan yang terus-menerus dilakukan dengan tujuan menghilangkan pemborosan dan meningkatkan nilai produk yang diberikan kepada konsumen. Six Sigma adalah sebuah metode yang digunakan dalam industri manufaktur untuk melakukan perbaikan kualitas produk dengan cara mengidentifikasi dan meminimalkan faktor atau akar penyebab kecacatan produk [2]. FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) digunakan untuk mengevaluasi dan menganalisis tingkat bahaya dari setiap jenis kegagalan yang mungkin terjadi dalam proses produksi atau pada produk yang digunakan oleh konsumen. FMEA membantu dalam pengambilan keputusan apakah tindakan perbaikan atau pencegahan harus diambil untuk mengurangi risiko dan kerugian yang dapat timbul akibat kegagalan tersebut. Dengan melakukan analisis FMEA, perusahaan dapat mengidentifikasi potensi kegagalan, mengukur tingkat bahaya, dan mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk mengurangi risiko dan memperbaiki proses produksi atau produk.

Tujuan dari penelitian adalah untuk dapat mengetahui nilai tingkat reject dan waste dengan metode lean six sigma dan mengetahui nilai RPN tertinggi dengan metode FMEA, sehingga PT. Cipta Warna Pelangi dapat mengalami perkembangan yang lebih baik

METHODS

Pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif diambil berdasarkan pengambilan data yang dilakukan dengan cara observasi secara langsung dengan mengamati sistem dan cara kerja yang diterapkan oleh PT. Cipta Warna Pelangi, dan wawancara kepada pihak expert proses produksi. Untuk menyelesaikan permasalahan yang ada di PT. Cipta Warna Pelangi menggunakan pendekatan metode *Lean Six Sigma* dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pendekatan metode yang digunakan adalah:

1. *Lean Six Sigma*

Lean Six Sigma merupakan konsep dalam manajemen operasional yang menggabungkan prinsip-prinsip dari *Lean* dan *Six Sigma*. Dengan menerapkan pendekatan *Lean Six Sigma*, organisasi dapat mencapai efisiensi sebagaimana yang dicontohkan oleh *Lean*, sambil juga meningkatkan kualitas yang menjadi inti dari prinsip *Six Sigma*. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk mengurangi tujuh bentuk pemborosan yang sering terjadi dalam proses manufaktur atau layanan, sekaligus secara signifikan

mengurangi tingkat cacat hingga mencapai angka 3,4 cacat per satu juta kesempatan yang dikenal dengan istilah DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) [3]. Tujuan utama dari *Lean Six Sigma* adalah untuk meningkatkan keuntungan perusahaan, mencapai keberlanjutan dalam operasional, dan memberikan nilai tambah kepada pelanggan [1].

Langkah menentukan nilai DPMO (*Defect Per Milion Opportunities*) sebagai berikut:

$$DPU = \frac{D}{U}$$

(1)

Sumber: [4], [5]

$$TOP = O \times U$$

(2)

Sumber: [4]

$$DPO = \frac{D}{TOP}$$

(3)

Sumber: [4], [5]

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

(4)

Sumber: [5]

Keterangan:

D : Jumlah Kecacatan

U : Total Produksi

O : Jumlah Cacat Produk

Level sigma sebagai berikut:

$$Level\ Sigma = Normsinv\left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000}\right) + 1.5$$

(5)

Sumber: [6], [7]

2. DMAIC

Metodologi DMAIC merupakan kunci pemecahan masalah *Six Sigma* yang meliputi langkah-langkah perbaikan secara berurutan, yang masing-masing amat penting guna mencapai hasil yang diinginkan [8]. DMAIC merupakan singkatan dari *Define-Measure-Analyze-Improve-Control*, yang mewakili fase-fase yang harus dilalui dalam perbaikan [3].

3. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA (*Failure Mode Effect and Analysis*) adalah sebuah metode analisis yang digunakan untuk menganalisis kegagalan dalam sistem, mendefinisikan, mengidentifikasi, dan mengurangi masalah kegagalan yang sudah diketahui maupun potensial, serta kesalahan dan potensi dalam sistem, desain, proses, atau layanan sebelum mencapai konsumen [9]. FMEA dianggap efektif ketika mampu mengidentifikasi tindakan korektif untuk mencegah kegagalan saat berinteraksi dengan pelanggan dan memastikan bahwa produk atau layanan yang dihasilkan memiliki kualitas dan kehandalan yang tinggi sesuai dengan harapan [10]. Dalam proses FMEA, kriteria seperti tingkat kerusakan akibat kegagalan (*severity*), tingkat kemungkinan terjadinya kegagalan (*occurrence*), dan kemampuan deteksi kegagalan (*detection*) yang digunakan untuk menentukan angka Prioritas Risiko atau *Risk Priority Numbers* (RPN) [11].

Tabel 1. Nilai Severity

Effect	Severity Effect for FMEA	Rank
Tidak ada	Bentuk kegagalan tidak ada efek samping	1
Sangat minor	Tidak berakibat langsung	2
Minor	Efek terbatas	3
Sangat Rendah	Perlu sedikit rework	4
Rendah	Memerlukan <i>rework</i> cukup banyak	5
Sedang	Produk rusak (<i>defect</i>)	6
Tinggi	Mengakibatkan gangguan pada peralatan	7
Sangat Tinggi	Mengakibatkan gangguan pada mesin	8
Berbahaya	Gangguan mesin sehingga mesin berhenti	9
Peringatan		
Berbahaya tanpa adanya peringatan	Mengakibatkan gangguan mesin serta mengancam keselamatan kerja	10

Sumber: [12], [13], [14]

Tabel 2. Nilai Occurance

Probability of Failure	Failure Rates	Rating
Sangat Tinggi	1 in 2	10
	1 in 3	9
Tinggi	1 in 8	8
	1 in 20	7

	1 in 80	6
Sedang	1 in 400	5
	1 in 2000	4
Rendah	1 in 15000	3
Sangat rendah	1 in 150000	2
Remote	1 in 1500000	1

Sumber: [12], [13], [14]

Tabel 3. Nilai *Detection*

Probability of Failure	Failure Rates	Rating
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol	10
Sangat Jarang	Alat pengontrol yang sulit dipahami	9
Jarang	Alat pengontrol sulit mendeteksi bentukdan penyebab kegagalan sangat rendah	8
Sangat rendah	Kemampuan <i>control</i> kegagalan sangat rendah	7
Rendah	Kemampuan <i>control</i> kegagalan rendah	6
Sedang	Kemampuan <i>control</i> kegagalan sedang	5
Agak tinggi	Kemampuan <i>control</i> kegagalan sangat tinggi	4
Tinggi	Kemampuan <i>control</i> kegagalan tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan <i>control</i> kegagalan sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan <i>control</i> kegagalan rendah	1

Sumber: [12], [13], [14]

RESULT AND DISSCUSION

Tahap *Define*

Tahap pengumpulan data, data yang diperoleh dari hasil wawancara dan observasi pada divisi proses produksi PT. Cipta Warna Pelangi adalah hasil jumlah produksi dan jumlah reject cacat produk bungkus rokok selama bulan April sampai Juni 2023. Dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Jumlah Produk Cacat

No	Bulan	Rekap Hasil Produksi	Offset	Spot UV	Die Cut	Jumlah Defect	Prosentase
1	April	3.858.700	25.000	59.650	25.000	109.650	2,8%
2	Mei	5.762.667	36.500	77.880	36.500	163.880	3%
3	Juni	7.915.833	70.000	85.475	70.000	225.475	3%
Total		17.537.200	131.500	223.005	144.500	499.005	2,85%

Sumber: Data asli perusahaan 2023

Berdasarkan tabel 4, pada bulan April terjadi defect dengan total 109.650 atau 2,8% dari hasil produksi, pada bulan mei terjadi defect dengan total 163.880 atau 3% dari hasil produksi, pada bulan Juni terjadi defect dengan total 225.475 atau 3% dari hasil produksi.

Tahap *Measure*

Pada tahap ini menentukan *Critical to Quality* (CTQ) jenis cacat atribut yang akan dijadikan fokus penelitian. Selanjutnya menentukan diagram pareto. Selanjutnya menentukan perhitungan UCL dan LCL. Selanjutnya menentukan Lean dengan menggunakan *Value Steam Mapping* (VSM). Selanjutnya perhitungan *Six Sigma* dimana melakukan perhitungan *Defect Per Milion Opportunities* (DPMO) dan *level sigma*.

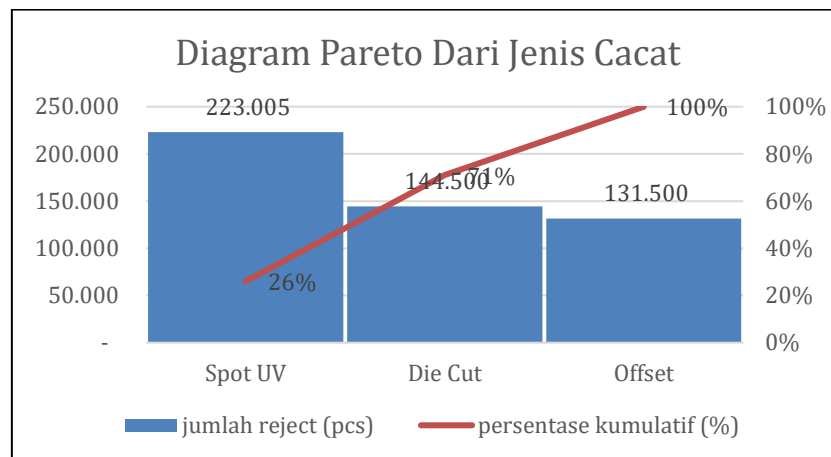
Menentukan *Critical To Quality* (CTQ)

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak divisi proses produksi diketahui CTQ bungkus rokok yang telah ditetapkan ada 3 yaitu, *offset*, *spot UV*, dan *die cut*. Berdasarkan tabel 5 menunjukkan pada bulan juni prosentase tingkat *defect* yang paling tinggi sebesar 3 %. Untuk mengetahui jenis kecacatan paling dominan di gunakan diagram pareto. Diagram Pareto merupakan sebuah visualisasi grafis yang mengurutkan data berdasarkan peringkat dari kiri ke kanan, dimulai dari yang memiliki peringkat tertinggi hingga terendah. Fungsinya adalah untuk membantu mengenali isu-isu yang memiliki signifikansi paling tinggi dan membutuhkan penanganan mendesak (dengan peringkat tertinggi), sementara juga mengidentifikasi masalah-masalah yang mungkin memerlukan perhatian lebih rendah (dengan peringkat terendah). Berdasarkan Gambar 2 yaitu diagram pareto terlihat bahwa spot UV merupakan jenis cacat tertinggi sebesar 223.005 atau 90 %.

Tabel 5. Persentase data reject cacat

Jenis (cacat)	reject	Jumlah (pcs)	reject	Persentase (%)	Persentase (%)	kumulatif
Offset		131.500		26%	26%	
Spot UV		223.005		45%	71%	
Die Cut		144.500		29%	100%	
Total Reject		499.005		100%		

Berdasarkan tabel 5, jenis *defect* offset dengan jumlah reject 131.500 pcs mendapat nilai persentase kumulatif sebesar 26%, jenis *defect* spot UV dengan jumlah reject 223.005 pcs mendapat nilai persentase kumulatif sebesar 71%, dan jenis *defect* die cut dengan jumlah reject 144.500 pcs mendapat nilai persentase kumulatif sebesar 100%.



Gambar 2. Diagram Pareto Jenis Cacat Bungkus Rokok

Berdasarkan gambar2, jenis *defect* offset dengan jumlah reject 131.500 pcs mendapat nilai persentase kumulatif sebesar 26%, jenis *defect* spot UV dengan jumlah reject 223.005 pcs mendapat nilai persentase kumulatif sebesar 71%, dan jenis *defect* die cut dengan jumlah reject 144.500 pcs mendapat nilai persentase kumulatif sebesar 100%

Perhitungan UCL dan LCL

Pada perhitungan UCL dan LCL ini menggunakan P-Chart untuk menentukan ada tidaknya faktor-faktor yang berada luar batas *control*. Menghitung Proporsi Produk :

Perhitungan bulan April

$$p = \frac{\text{defect}}{\text{hasil produksi}} \quad (6)$$

$$p = \frac{110.150}{3.858.700} = 0,0285$$

Untuk perhitungan nilai proporsi bulan-bulan selanjutnya sama dengan bulan April

Tabel 6. Presentase Kerusakan Pada Produksi Bungkus Rokok

No	Bulan	Rekap Hasil Produksi	Jumlah Defect	Proporsi
1	April	3.858.700	109.650	0,0284

2	Mei	5.762.667	163.880	0,0284
3	Juni	7.915.833	225.475	0,0285
Total		17.537.200	499.005	0,0853

Berdasarkan tabel 6, nilai proporsi pada bulan April yaitu sebesar 0,0285, pada bulan Mei sebesar 0,0285, dan pada bulan Juni sebesar 0,0284

Menghitung *Central Line*

Central Line yaitu garis yang menunjukkan rata-rata kerusakan pada item dengan menggunakan rumus sebagai berikut [15]:

$$CL = \bar{P} = \frac{\text{Total defect}}{\text{Total hasil produksi}} \quad (7)$$

$$CL = \bar{P} = \frac{499.005}{17.537.200} = 0,0285$$

Jadi garis pusat rata-rata dari kecacatan bungkus rokok adalah 0,0285

Menghitung *Upper Control Limit* (UCL) [15]

Perhitungan bulan April

$$UCL = \bar{P} + 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \quad (8)$$

$$UCL = 0,0285 + 3\sqrt{\frac{0,0285(1-0,0285)}{3.858.700}} = 0,0287$$

Untuk perhitungan nilai *Upper Control Limit* bulan-bulan selanjutnya sama dengan bulan April.

Menghitung *Lower Control Limit* (LCL) [15]

Perhitungan Bulan April

$$LCL = \bar{P} - 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \quad (9)$$

$$LCL = 0,0285 - 3\sqrt{\frac{0,0285(1-0,0285)}{3.858.700}} \\ = 0,0282$$

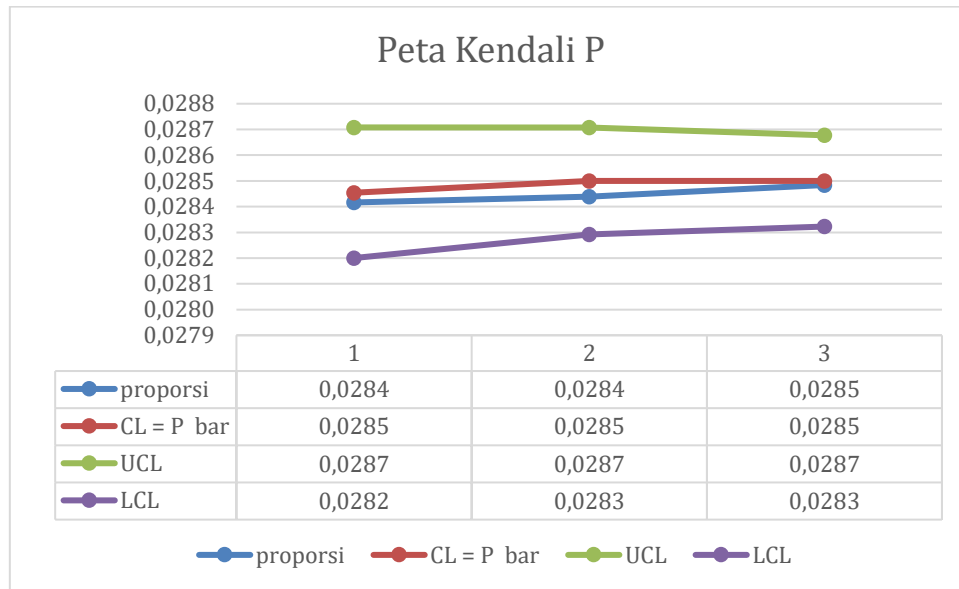
Untuk perhitungan nilai *Lower Control Limit* bulan-bulan selanjutnya sama dengan bulan April.

Tabel 7. Presentase Kerusakan Pada Produksi Bungkus Rokok

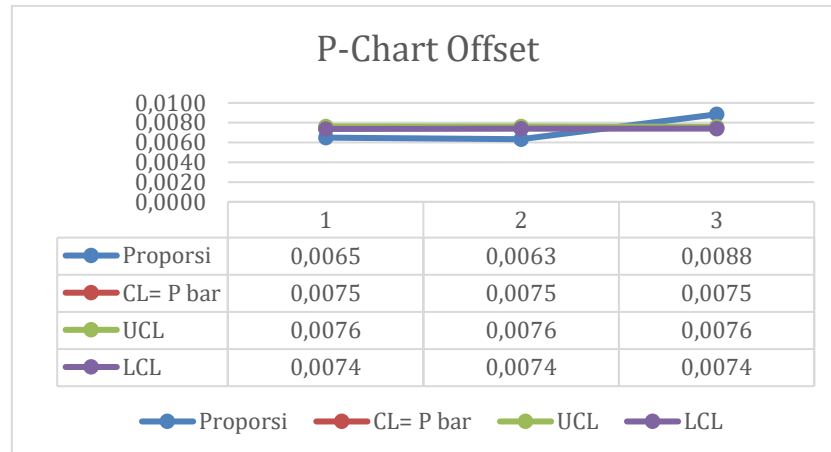
Bulan	Rekap Hasil Produksi	Jumlah Defect	Proporsi	CL	UCL	LCL
April	3.858.700	109.650	0,0284	0,0285	0,0287	0,0282
Mei	5.762.667	163.880	0,0284	0,0285	0,0287	0,0283
Juni	7.915.833	225.475	0,0285	0,0285	0,0287	0,0283
Total	17.537.200	499.005	0,0853	0,0855	0,0861	0,0848

Berdasarkan tabel 7, pada bulan April didapatkan nilai CL sebesar 0,0285, nilai UCL sebesar 0,0287, nilai LCL sebesar 0,0282. Kemudian pada bulan Mei nilai CL sebesar 0,0285, nilai UCL sebesar 0,0287, nilai LCL sebesar 0,0283. Kemudian pada bulan Juni nilai CL sebesar 0,0285, nilai UCL sebesar 0,0287, nilai LCL sebesar 0,0283.

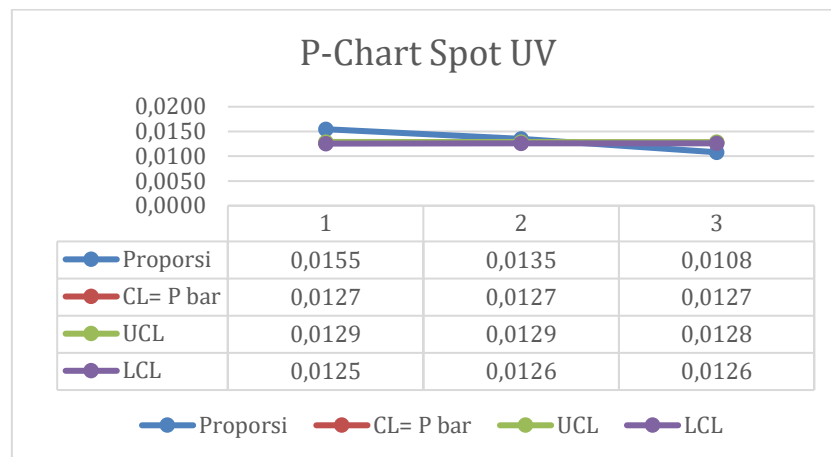
Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan terhadap nilai UCL dan LCL digambarkan dengan peta P-Chart. Dapat dilihat gambar berikut :

**Gambar 3.** Diagram Grafik Peta P-Chart

Dari hasil perhitungan diatas pada gambar 3 dapat disimpulkan bahwa keseluruhan proporsi kecacatan masih berada di batas kendali atau batas control (*in control*).

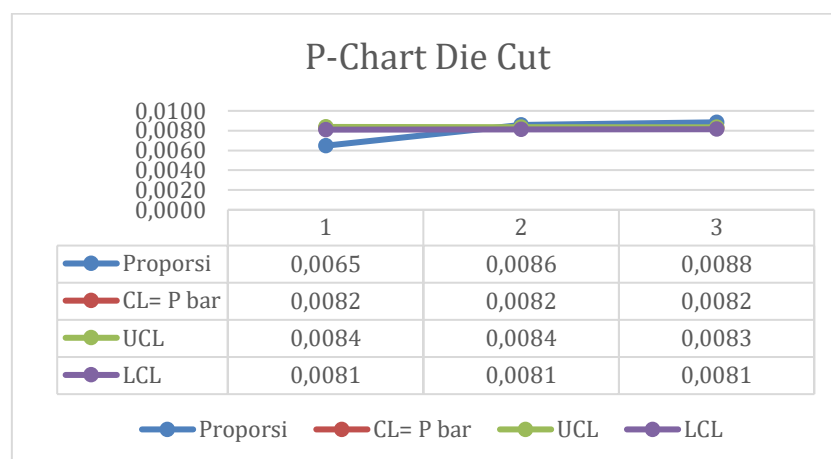
**Gambar 4.** Diagram Grafik Peta P-Chart Offset

Pada gambar 4 dapat disimpulkan bahwa keseluruhan proporsi kecacatan berada diluar batas kendali atau batas control (*out control*).



Gambar 5. Diagram Grafik Peta P-Chart Spot UV

Pada gambar 5 dapat disimpulkan bahwa keseluruhan proporsi kecacatan berada diluar batas kendali atau batas control (*out control*).



Gambar 6. Diagram Grafik Peta P-Chart Die Cut

Pada gambar 6 dapat disimpulkan bahwa keseluruhan proporsi kecacatan berada diluar batas kendali atau batas control (*out control*).

Perhitungan nilai DPMO dan *Level Sigma*

Perhitungan ini menggambarkan jumlah cacat per satu juta kesempatan. Jika nilai DPMO suatu cacat meningkat, hal ini menunjukkan bahwa pengendalian yang dilakukan belum optimal, dan tingkat sigma akan semakin jauh dari standar enam sigma.

a. Menghitung *Defect Per Unit* (DPU)

$$DPU = \frac{D}{U} = \frac{499.005}{17.537.200} = 0,03$$

b. Menghitung *Total Opportunities* (TOP)

$$TOP = O \times U = 3 \times 17.537.200 = 52.611.600$$

c. Menghitung *Defect Per Opportunitie* (DPO)

$$DPO = \frac{D}{TOP} = \frac{499.005}{52.611.600} = 0,00948470$$

d. Menghitung *Defect Per Milion Opportunities* (DPMO)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 = 0,00948470 \times 1.000.000 = 9484,70$$

e. Menghitung *Level Sigma*

$$\text{Level Sigma} = \text{normsinv} \left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1.5 = \text{normsinv} \left(\frac{1.000.000 - 9484,70}{1.000.000} \right) + 1.5 = 3,8$$

Dari *level sigma* yang diperoleh yaitu sebesar 3,8 menunjukkan bahwa *level sigma* perusahaan saat ini masih belum mampu mendekati enam sigma. Oleh sebab itu perlu melakukan pengendalian kualitas guna melakukan perbaikan dan meningkatkan kualitas proses produksi bungkus rokok sehingga mampu meningkatkan nilai *level sigma* dan menurunkan nilai DPMO

Identifikasi Waste Menggunakan Metode *Lean*

VA, NVA, NNVA [16]

Tabel 8. Klasifikasi Aktivitas

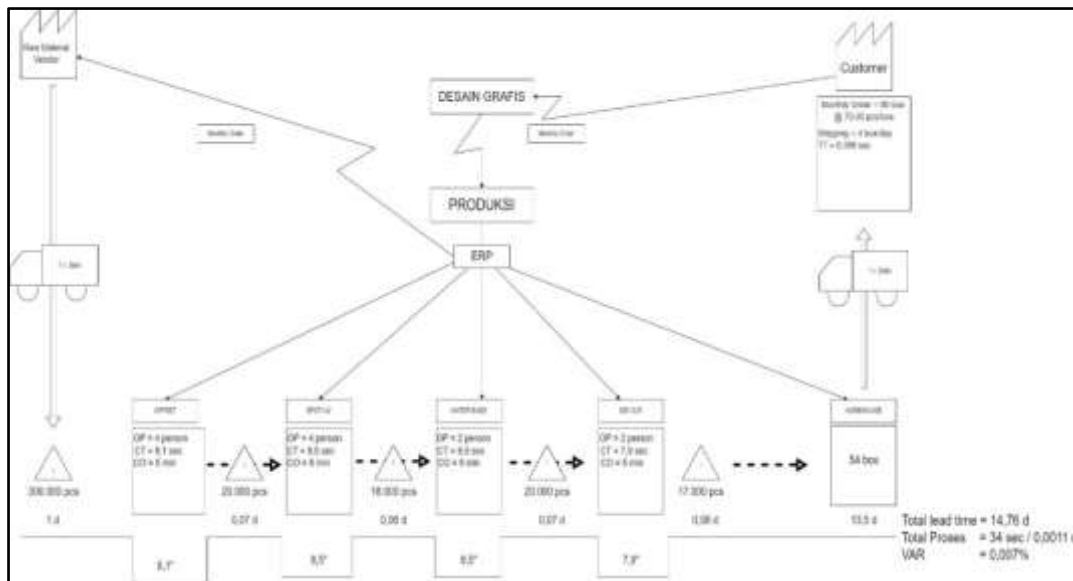
Proses	Aktivitas		Klasifikasi Aktivitas			Waktu (menit)
			VA	NVA	NNVA	
Proses Offset	Mempersiapkan plat cetak	plat	√			5
	Mempersiapkan bahan baku	bahan	√			5
	Memasang plat cetak		√			10
	Memasukkan bahan baku kedalam mesin	bahan			√	10
	Setting awal mesin sebelum mesin jalan	mesin	√			10
Proses Waterbase	Mempersiapkan tinta waterbase	tinta	√			5
	Mencampur bahan baku	bahan	√			5
	Masukkan bahan baku kedalam penampungan	bahan	√			5
	Menata kertas yang akan di waterbase		√			10
	Setting awal mesin sebelum mesin jalan	mesin	√			5
Proses Spot uv	Mempersiapkan alat screen sablon dan tinta	alat	√			5
	Memasang screen ke mesin	screen	√			5
	Meletakkan tinta keatas screen	tinta	√			5
	Menata kertas ke mesin		√			10
	Setting awal mesin sebelum mesin jalan	mesin	√			20
Proses diecut	Mempersiapkan dan memasang pisau yang akan digunakan	dan			√	15

Memasang kertas yang akan diplong	√	10		
Setting awal mesin sebelum mesin jalan	√	20		
Total	14	0	4	160
Prosentase	78%	0%	22%	

Berdasarkan tabel 8, nilai VA (*Value Added*) didapat sebesar 14 dengan prosentase 78%, nilai NVA (*Non Value Added*) sebesar 0 dengan prosentase 0%, nilai NNVA (*Non Necessary Value Added*) sebesar 4 dengan prosentase 22%.

Value Stream Mapping

Value Stream Mapping merupakan Langkah awal untuk memahami aliran informasi dan material dalam sistem secara keseluruhan.



Gambar 7. Value Stream Mapping PT. Cipta Warna Pelangi

Berdasarkan gambar 7, total lead time yang didapat sebesar 14,76, kemudian total proses sebesar 34 second, dan VAR sebesar 0,007%. Yang artinya 99,003% masih terdapat waste pada PT. Cipta Warna Pelangi.

Identifikasi Waste

Responden diminta untuk memberikan penilaian terhadap tujuh variable waste untuk mengetahui tingkat kepentingan dan keseringan waste yang terjadi pada proses produksi di PT. Cipta Warna Pelangi dengan skala 1-5 pada tingkat kepentingan dan 0-4 pada tingkat keseringan.

Tabel 9. Tingkat Kepentingan

No. Responden	Tipe Waste						
	<i>Over production</i>	<i>Defect</i>	<i>Unnecessary Inventory</i>	<i>Inappropriate Processing</i>	<i>Transportation</i>	<i>Waiting</i>	<i>Unnecessary Motion</i>
1	2	4	3	4	4	4	4
2	4	5	4	4	4	5	5
3	5	5	5	4	3	3	3
Total	11	14	12	12	11	12	12
Mean	3,7	4,7	4	4	3,7	4	4

Tabel 10. Tingkat Keseringan

No. Responden	Tipe Waste						
	<i>Over production</i>	<i>Defect</i>	<i>Unnecessary Inventory</i>	<i>Inappropriate Processing</i>	<i>Transportation</i>	<i>Waiting</i>	<i>Unnecessary Motion</i>
1	2	2	2	2	2	2	2
2	1	3	2	1	1	3	2
3	4	4	4	2	3	1	2
Total	7	9	8	5	6	6	6
Mean	2,3	3	2,7	1,7	2	2	2

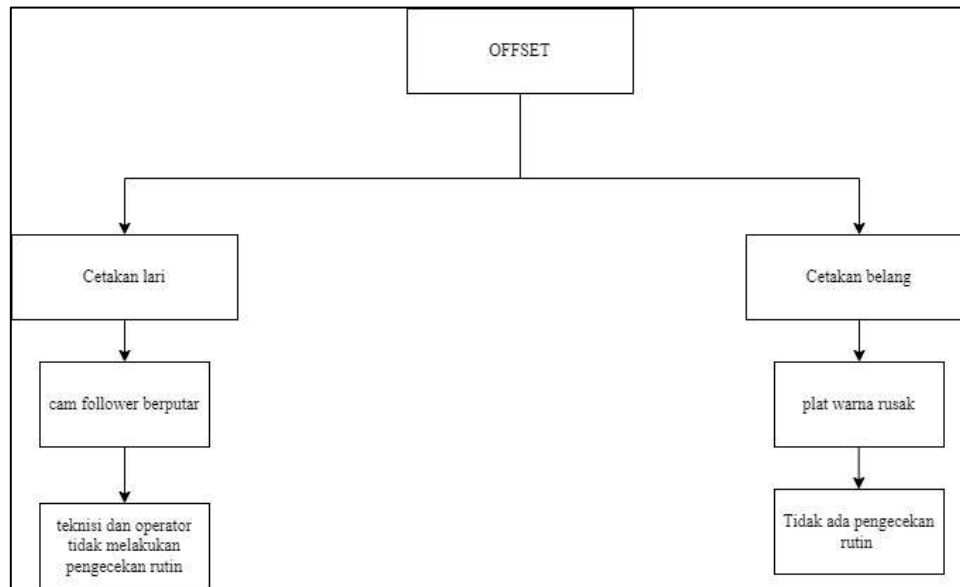
Tabel 11. Rekap Tipe Waste Terbobot Pada Proses Produksi PT. Cipta Warna Pelangi

Type Waste	Bobot (B)	Frekuensi (F)	B x F	Ranking
<i>Overproduction</i>	3,7	2,3	8,51	3
<i>Defect</i>	4,7	3	14,1	1
<i>Unnecessary Inventory</i>	4	2,7	10,8	2
<i>Inapropriate Processing</i>	4	1,7	6,8	7
<i>Transportation</i>	3,7	2	7,4	6
<i>Waiting</i>	4	2	8	4
<i>Unnecessary Motion</i>	4	2	8	5

Dari hasil kuisioner tingkat kepentingan dan tingkat keseringan dapat diketahui ranking dari seven waste terbobot yang diprioritaskan untuk dilakukan *improve* dimana *waste defect* mendapat rank 1, *waste unnecessary inventory* mendapat rank 2, *waste overproduction* mendapat rank 3, *waste waiting* mendapat rank 4, *waste unnecessary motion* mendapat rank 5, *waste transportation* mendapat rank 6, dan *waste inappropriate processing* mendapat rank 7.

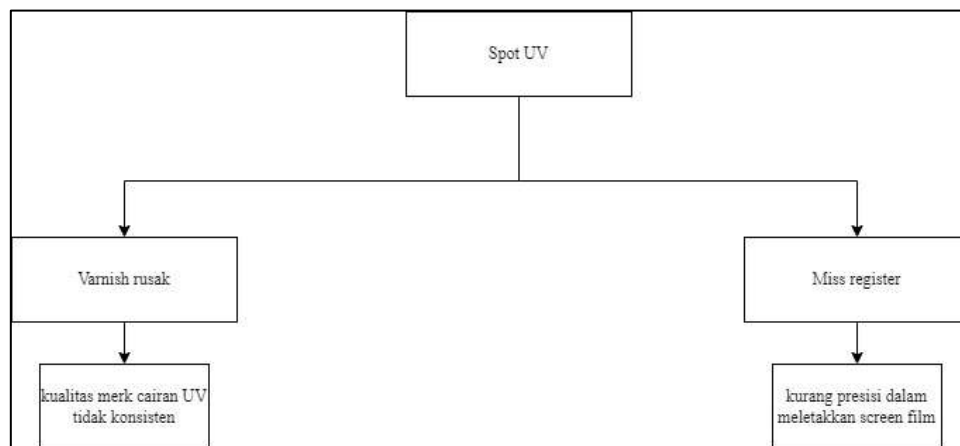
C. Tahap Analyze

Pada tahap *analyze* ini dilakukan evaluasi dengan menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) untuk mengidentifikasi faktor akar terjadinya permasalahan tersebut. Dapat dilihat pada gambar berikut [17]:



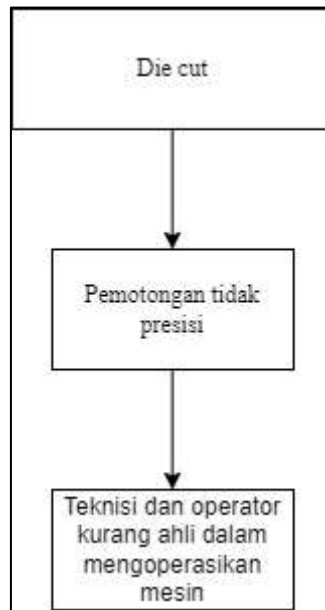
Gambar 8. *Root Cause Analysis Offset*

Dari gambar 8, penyebab terjadi nya *defect* pada offset adalah cetakan lari dan cetakan belang dimana cetakan lari disebabkan oleh teknisi dan operator tidak melakukan pengecekan rutin dan cetakan belang disebabkan oleh tidak ada pengecekan rutin.



Gambar 9. *Root Cause Analysis Spot UV*

Dari gambar 9, penyebab terjadi nya *defect* pada Spot UV adalah varnish rusak dan *miss register* dimana varnish rusak disebabkan oleh kualitas merk cairan UV tidak konsisten dan *miss register* disebabkan oleh kurang presisi dalam meletakkan *screen film*.



Gambar 10. Root Cause Analysis Die Cut

Dari gambar 10, penyebab terjadi nya *defect* pada die cut adalah pemotongan tidak presisi yang disebabkan oleh teknisi dan operator kurang ahli dalam mengoperasikan mesin.

D. Tahap Improve

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Pada tahap *improve*, dilakukan penggunaan metode FMEA untuk mendapatkan nilai Risk Priority Number (RPN) melalui wawancara dengan para ahli dalam proses produksi. Hal ini bertujuan untuk menilai tingkat keparahan (*severity*), kemungkinan terjadinya (*occurrence*), dan kemampuan deteksi (*detection*) dari faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya cacat produk. Dengan melakukan wawancara ini, akan dapat diidentifikasi faktor-faktor penyebab kegagalan produk yang memiliki peringkat risiko tertinggi [13].

Tabel 12. FMEA Cacat Produk Bungkus Rokok

<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>S</i>	<i>Failure Cause</i>	<i>O</i>	<i>Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>
Offset	Cetakan lari	5	Cam follower hanya diganti apabila sudah dapat	5	Melakukan penggantian dan pengecekan cam follower	5	125

			memutar sama sekali		secara berkala		
	Cetakan belang	3	Tidak ada pengecekan rutin dari teknisi dan operator yang menyebabkan plat warna yang sudah rusak jarang diganti	4	Melakukan pengganti plat warna secara berkala dan pengecekan secara rutin	6	72
Spot UV	Varnish rusak	6	Merk cairan UV yang digunakan kualitas nya tidak konsisten maka dapat mempengaruhi kualitas hasil UV	6	Mengganti merk cairan UV	7	252
	Miss register	5	Teknisi kurang presisi dalam meletakkan screen film	5	Adanya pengawasan rutin pada saat pemasangan screen film	6	150
Die Cut	Pemotongan tidak presisi	4	Teknisi dan operator kurang ahli dalam mengoperasikan mesin sehingga terjadi pemotongan yang tidak presisi	4	Melakukan training terhadap teknisi dan operator	3	48

Berdasarkan tabel 12, cetakan lari mendapat nilai RPN sebesar 125, cetakan belang mendapat nilai RPN sebesar 72, varnish rusak mendapat nilai RPN sebesar 252, *miss register* mendapat nilai RPN sebesar 150, dan pemotongan tidak presisi mendapat nilai RPN sebesar 48

E. Tahap Control

Pada tahap *control* memberikan rekomendasi guna untuk meningkatkan kualitas pada proses produksi PT. Cipta Warna Pelangi. Dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 13. Tabel Rekomendasi

<i>Failure Mode</i>	Efek	Penyebab	Rekomendasi
Offset	Cetakan lari	Cam follower hanya diganti apabila sudah tidak dapat memutar sama sekali	Melakukan penggantian dan pengecekan cam follower secara berkala
	Cetakan belang	Tidak ada pengecekan rutin dari teknisi dan operator yang menyebabkan plat warna yang sudah rusak jarang diganti	Melakukan penggantian plat warna secara berkala dan pengecekan secara rutin
Spot UV	Varnish rusak	Merk cairan UV yang digunakan kualitasnya tidak konsisten maka dapat mempengaruhi kualitas hasil UV	Mengganti merk cairan UV
	Miss register	Teknisi kurang presisi dalam meletakkan screen film	Adanya pengawasan rutin pada saat pemasangan screen film
Die Cut	Pemotongan tidak presisi	Teknisi dan operator kurang ahli dalam mengoperasikan mesin sehingga terjadi pemotongan yang tidak presisi	Melakukan training terhadap teknisi dan operator

Dari tabel 13. tabel rekomendasi diatas perlu melakukan perubahan SOP pada saat sebelum pengoprasian mesin yaitu dilakukannya pengecekan terlebih dahulu sebelum

memulai mesin atau proses produksi dan melakukan training sampai teknisi dan operator mampu mengoprasikan mesin dengan baik..

CONCLUSION

Kesimpulan dari penelitian ini adalah waste defect adalah waste yang paling mempengaruhi dan diprioritaskan dari pada seven waste yang lain karena mendapat ranking pertama. Proses spot uv adalah jenis defect tertinggi dengan defect sebesar 223.005 pcs. Pada metode FMEA diketahui nilai RPN tertinggi dipegang oleh varnish rusak dengan nilai RPN sebesar 252, hal ini disebabkan kualitas merk cairan uv tidak konsisten sehingga disarankan agar mengganti merk cairan uv

REFERENCES

- [1] D. Prasetyo, M. Z. Fathoni, and E. D. Priyana, "Pendekatan Lean Six Sigma Sebagai Upaya Meminimalkan Waste Dan Meningkatkan Efisiensi Kerja Pada Produksi Leaf Spring Type MSM 2230 (Studi Kasus PT. Indospring Tbk)," *Matrik J. Manaj. dan Tek. Ind. Produksi*, vol. 22, no. 2, p. 129, 2022, doi: 10.30587/matrik.v22i2.2957.
- [2] A. R. Elvina, Talita; Dwicahyani, "Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Lean Six Sigma Dan Fmea Untuk Mengurangi Produk Cacat Panci Anodize PT. ABC," pp. 294–304, 2022.
- [3] F. Choirunnisa and T. N. W, "Implementasi Lean Six Sigma dalam Upaya Mengurangi Produk Cacat pada Bagian New Nabire Chair Kursi Rotan," *Pros. Semin. Edusainstech FMIPA UNIMUS*, pp. 334–343, 2020, [Online]. Available: <https://prosiding.unimus.ac.id/index.php/edusaintek/issue/view/7>
- [4] S. H. N. S. Nurfitri Imro'ah, "Implementasi Metode Lean Six Sigma Pada Produksi Wajan Nomor 18 Di Cv. Xyz," *Bimaster Bul. Ilm. Mat. Stat. dan Ter.*, vol. 8, no. 2, pp. 263–272, 2019, doi: 10.26418/bbimst.v8i2.32350.
- [5] A. R. Andriansyah and W. Sulistyowati, "Clarisa Product Quality Control Using Methods Lean Six Sigma and Fmeca Method (Failure Mode And Effect Cricitality Analysis) (Case Study: Pt. Maspion Iii)," *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.)*, vol. 4, no. 1, pp. 47–56, 2021, doi: 10.21070/prozima.v4i1.1272.
- [6] M. Waras and W. Sulistyowati, "Implementation of Lean Six Sigma in an Effort to Reduce the Failure of the Pipe Quality Load Test," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 1, no. 2, 2021, doi: 10.21070/pels.v1i2.933.
- [7] N. K. Afandi and W. Sulistiyowati, "Analisa Peningkatan Kualitas Produk Di CV . XYZ Dengan Metode Six Sigma," *Semin. Nas. Inov. Teknol.*, pp. 191–196, 2022.
- [8] F. Ahmad, "Six Sigma Dmaic Sebagai Metode Pengendalian Kualitas Produk Kursi Pada Ukm," *Jisi Um*, vol. 6, no. 1, p. 7, 2019, [Online]. Available:

<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jisi/article/view/4061>

- [9] B. S. Wijaya, D. Andesta, and E. D. Priyana, "Minimasi Kecacatan pada Produk Kemasan Kedelai Menggunakan Six Sigma, FMEA dan Seven Tools di PT. SATP," *J. Media Tek. dan Sist. Ind.*, vol. 5, no. 2, p. 83, 2021, doi: 10.35194/jmtsi.v5i2.1435.
- [10] N. Ardiansyah and H. C. Wahyuni, "Analisis Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode FMEA dan Fault Tree Analysis (FTA) Di Exotic UKM Intako," *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 58–63, 2018, doi: 10.21070/prozima.v2i2.2200.
- [11] A. Suherman and B. J. Cahyana, "Pengendalian Kualitas dengan Metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) dan Pendekatan Kaizen untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan dan Penyebabnya," *J. UMJ*, vol. 16, pp. 1–9, 2019.
- [12] F. S. Nisa and D. Herwanto, "Analisis Kecacatan Produk Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis Pada Konveksi Boneka," *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 5956–5962, 2023, doi: 10.32672/jse.v8i2.5786.
- [13] A. Lestari and N. A. Mahbubah, "Analisis Defect Proses Produksi Songkok Berbasis Metode FMEA Dan FTA di Home - Industri Songkok GSA Lamongan," *J. Serambi Eng.*, vol. 6, no. 3, 2021, doi: 10.32672/jse.v6i3.3254.
- [14] Y. M. Fitriani, D. Andesta, and H. Hidayat, "Analisis Risiko Kerusakan Pada Mesin Las FCAW Dengan Pendekatan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Studi Kasus : PT. Swadaya Graha)," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 4, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i4.4663.
- [15] I. Hairiyah, N; Musthofa, I; Handriani, "ANALISIS PENYEBAB WHITE SPOT PADA SIR 20 MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI PT. XYZ," vol. 27, no. 1, 2023.
- [16] A. F. Burhanuddin and W. Sulistiyowati, "Quality Control Design to Reduce Shoes Production Defects Using Root Cause Analysis and Lean Six Sigma Methods Perancangan Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Cacat Produksi Sepatu Menggunakan Metode Root Cause Analysis Dan Lean Six Sigma," vol. 2, no. 2, 2022.
- [17] W. Sulistiyowati, D. T. Handoko, and H. Catur Wahyuni, "Implementation of Statistical Process Control Method and Root Cause Analysis on Quality of Bitter Tannin Tea Tin," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 519, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/519/1/012041.