

Pengendalian Kualitas Produk Tepung Tapioka Untuk Mengurangi Cacat Produk Dengan Metode Six Sigma Pada PT. Florindo Makmur

Quality Control of Tapioca Flour Products to Reduce Product Defects Using The Six Sigma Method at PT. Florindo Makmur

Muhammad Uwais Kharqani^{a,1}, Marwan^{b,2}

^{a,b} Program Studi Teknik Industri, Universitas Potensi Utama, Jl. KL. Yos Sudarso Km.6,5 No. 3-A, Medan, 20241, Indonesia

kharqaniuwais@gmail.com¹, Marwan2192@gmail.com²

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sekaligus meningkatkan kualitas produk tepung tapioka di PT Florindo Makmur dengan menerapkan pendekatan manajemen kualitas modern, yaitu metode Six Sigma. Latar belakang penelitian didasari oleh masih ditemukannya sejumlah cacat produk pada hasil produksi, khususnya tekstur tepung yang kurang halus, kadar air yang melebihi standar, serta warna tepung yang tidak putih sempurna. Kondisi ini berdampak langsung pada mutu produk, efisiensi proses produksi, serta tingkat kepuasan pelanggan. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan kerangka kerja DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara dengan personel terkait, serta dokumentasi hasil produksi selama periode November 2024 hingga April 2025. Tahapan analisis meliputi perhitungan Defects Per Million Opportunities (DPMO) dan Sigma Level, penyusunan Control Chart (P-Chart dan U-Chart), analisis Pareto untuk mengidentifikasi prioritas masalah, serta diagram sebab-akibat (Fishbone) guna menelusuri akar penyebab cacat. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata DPMO sebesar 45,50 dengan Sigma Level 5,41. Temuan ini mengindikasikan bahwa proses produksi telah berada pada kategori kualitas sangat baik, meskipun belum mencapai target ideal Six Sigma yaitu level 6,0. P-Chart dan U-Chart menunjukkan proses dalam batas kendali, menandakan stabilitas statistik. Analisis Pareto menyoroti jenis cacat dominan, sementara diagram Fishbone mengungkap penyebab utama berasal dari aspek manusia, mesin, metode, material, lingkungan, serta sistem pengukuran. Rekomendasi perbaikan difokuskan pada penyesuaian SOP, pengendalian ketat kadar air, program pelatihan operator, dan kalibrasi rutin peralatan produksi. Secara keseluruhan, penerapan Six Sigma terbukti mampu memetakan sumber permasalahan kualitas sekaligus menawarkan strategi perbaikan yang terukur. Implementasi berkelanjutan diharapkan dapat menekan tingkat cacat, meningkatkan efisiensi produksi, dan memperkuat daya saing PT Florindo Makmur di pasar.

Kata Kunci : Pengendalian kualitas, Six Sigma, DMAIC, DPMO, Sigma Level.

ABSTRACT

This study aims to analyze and improve the quality of tapioca flour products at PT Florindo Makmur by applying a modern quality management approach, namely the Six Sigma method. The research background is based on the presence of several product defects in the production process, particularly coarse texture, excessive moisture content, and non-optimal whiteness of the flour. These conditions have a direct impact on product quality, production efficiency, and customer satisfaction. The study employs a descriptive quantitative approach within the DMAIC framework (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Data were collected through field observations, interviews with relevant personnel, and documentation of production results during the period of November 2024 to April 2025. The analysis stages include the calculation of Defects Per Million Opportunities (DPMO) and Sigma Level, the preparation of Control Charts (P-Chart and U-Chart), Pareto analysis to identify priority issues, and a cause-and-effect diagram (Fishbone) to trace the root causes of defects. The findings indicate an average DPMO value of 45.50 with a Sigma Level of 5.41. This result suggests that the production process has already reached a very good quality category, although it has not yet achieved the ideal Six Sigma target of level 6.0. Both the P-Chart and U-Chart values fall within control limits, indicating statistical process stability. Pareto analysis highlighted the dominant types of defects, while the Fishbone diagram revealed the main causes originating from human, machine, method, material,

environment, and measurement factors. Recommended improvements focus on revising SOPs, strengthening moisture content control, conducting operator training programs, and performing routine calibration of production equipment.

Overall, the implementation of Six Sigma has proven effective in mapping quality problems and providing measurable improvement strategies. Continuous application is expected to reduce defect rates, enhance production efficiency, and strengthen the competitiveness of PT Florindo Makmur in the market.

Keywords : *Quality control, Six Sigma, DMAIC, DPMO, Sigma Level.*

Disubmit: 12 September 2025

*Info Artikel :
Direview: 16 Oktober 2025*

Diterima : 13 November 2025

Copyright © 2025 – senadimu. All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki potensi besar dalam pengolahan produk berbasis pertanian, salah satunya adalah singkong yang menjadi bahan baku utama pembuatan tepung tapioka. Dalam kompetisi pasar global, saat ini banyak perusahaan yang alternatif berusaha menemukan keunggulan produk agar dapat meningkatkan keuntungan perusahaan. Maka dari itu, salah satu alternatif yang dapat dilakukan perusahaan adalah meningkatkan kualitas agar produk yang dihasilkan dapat laku di pasaran dan menghindari dari pekerjaan ulang (*rework*) dan kecacatan pada produk (Apriani et al., 2022). Tepung tapioka, atau yang dikenal juga sebagai tepung kanji, memiliki peranan penting dalam industri makanan, farmasi, dan tekstil karena karakteristiknya yang elastis dan tidak berbau. Salah satu perusahaan yang berperan dalam pengolahan produk ini adalah PT Florindo Makmur, perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan tapioka untuk keperluan industri dan konsumen domestik. (Rahayu & Bernik, 2020) dalam persaingan, kualitas dijadikan sebagai keunggulan kompetitif bagi perusahaan serta dijadikan sebagai pembeda dengan produk yang sudah ada maupun produk dari kompetitor di bidang usaha yang sama. Menurut (Ghiyats et al., 2020), perusahaan perlu pengendalian kualitas secara berkelanjutan sebagai acuan untuk meminimalisasi terjadinya kerugian akibat remelt (proses ulang) dari adanya ketidaksesuaian spesifikasi. (Nurazizi, 2023), Tujuan dari pengendalian kualitas ini adalah untuk menghasilkan produk yang seragam dengan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab cacat produk, meningkatkan hubungan pelanggan, meningkatkan keuntungan dan mengurangi biaya kontrol kualitas.

Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan adalah setiap produksi selalu ada standar produk akhir yang tidak mencapai spesifikasi perusahaan, sehingga jumlah hold produk setiap harinya selalu ada (Bakti & Kartika, 2020). Dalam proses produksinya, PT. Florindo Makmur menghadapi tantangan dalam hal kualitas produk akhir, terutama adanya produk cacat seperti warna tidak sesuai, tekstur menggumpal, kadar air yang tidak seragam, hingga adanya kontaminasi. Cacat produk ini tidak hanya menyebabkan kerugian ekonomi karena produk tidak layak jual, tetapi juga berpotensi menurunkan reputasi perusahaan di mata konsumen dan mitra bisnis. Oleh karena itu, diperlukan sebuah pendekatan sistematis untuk menganalisis penyebab kecacatan dan meningkatkan kualitas produksi secara menyeluruh. (Supriyadi, 2021), Dengan memberikan kualitas yang terjamin untuk konsumen maka produsen akan mendapatkan kepercayaan dari konsumen dan memiliki hubungan bisnis yang baik pula. (Al-Faritsy & Furqon, 2023), Setelah penyesuaian ini, perusahaan harus dapat meminimalkan penambahan biaya produksi baik yang ditinjau berdasarkan segi kuantitas, kualitas, ataupun waktu. Salah satu cara untuk memulihkan dan meningkatkan kualitas di suatu perusahaan adalah menggunakan metode Six Sigma.

Pengendalian kualitas merupakan faktor penting yang berkaitan dengan proses produksi, dimana setiap kegiatannya meliputi aktifitas pemeriksaan atau pengujian karakteristik kualitas dari produk

yang dihasilkan (Ibrahim et al., 2020). Karena pentingnya persoalan kualitas produk dengan tujuan yang ingin dicapai maka salah satu metode yang dikenal di bidang industri dalam merencanakan, memonitor, mengevaluasi, dan mengendalikan kualitas melibatkan seluruh *stakeholder* dalam pelaksanaannya adalah metode Six Sigma (Tibo et al., 2021).

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan di berbagai industri untuk mengatasi permasalahan kualitas adalah metode Six Sigma. penggunaan metode six sigma memberi manfaat yang telah teruji seperti dapat mengurangi biaya, meningkatkan produktivitas, menumbuhkan pangsa pasar, mengurangi cacat, dan mengembangkan produksi atau jasa (Amalia et al., 2022). Six Sigma adalah suatu metodologi manajemen kualitas berbasis data yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengurangi variasi dalam proses produksi. Pendekatan ini menggunakan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi dengan menekan angka *defect* hingga mendekati nol. Menurut (Suci Ramadhan & Zaqi Al Faritsy, 2023) Six Sigma secara umum adalah sebuah proses bisnis yang dapat dikaitkan dengan sebuah kinerja, yang dimana sebuah kinerja harus ditingkatkan dalam sebuah perusahaan.

Penerapan Six Sigma pada PT Florindo Makmur diharapkan mampu mengidentifikasi faktor penyebab utama terjadinya cacat produk, mengukur performa produksi yang ada, serta memberikan rekomendasi peningkatan proses produksi. Dengan memanfaatkan data historis produksi dan melakukan analisis statistik, perusahaan dapat memperoleh pemahaman mendalam mengenai titik-titik kritis dalam proses produksi tepung tapioka. Berikut data cacat produk yang terjadi pada PT. Florindo Makmur dari bulan November 2024 sampai April 2025.

Tabel . 1. Produksi Dan Cacat produk di PT. Florindo Makmur Pada Bulan November 2024 – April 2025

Bulan	Jumlah Produk (Sak)	Cacat Produk		
		Tekstur Tidak Halus	Kadar Air Terlalu Tinggi	Warna Tidak Putih
November	2593260	124	117	136
Desember	2580795	126	112	133
Januari	2165535	97	86	99
Februari	3493920	142	121	155
Maret	2855460	135	110	142
April	2554425	123	115	131

Berdasarkan Tabel I.1 Produksi dan Cacat Produk di atas, dapat diamati bahwa PT. Florindo Makmur memproduksi tepung tapioka dalam jumlah besar setiap bulannya, dengan volume produksi berkisar antara 2,1 juta hingga 3,4 juta sak. Meskipun jumlah produksi relatif stabil, data menunjukkan adanya cacat produk yang terjadi secara konsisten selama enam bulan pengamatan, dengan tiga jenis utama cacat yang tercatat dan pihak perusahaan menetapkan sebanyak 0.01% sebagai batas toleransi untuk setiap hasil produksi disetiap bulannya, serta sebanyak 0.5% untuk setiap karung sak.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas , maka identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tingginya tingkat cacat pada produk tepung tapioka yang diproduksi PT Florindo Makmur.
2. Proses produksi tepung tapioka yang belum terkendali secara optimal sehingga menghasilkan produk tidak sesuai standar kualitas.
3. Belum adanya penerapan metode pengendalian kualitas yang sistematis dan terukur.

2. METODE

A. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Observasi langsung
 - a. Melakukan pengamatan terhadap proses produksi dari awal hingga akhir.
 - b. Mencatat jenis dan jumlah cacat yang ditemukan dalam produk akhir.
2. Wawancara
 - a. Dilakukan terhadap operator, kepala bagian produksi, dan manajer mutu untuk mengetahui faktor penyebab cacat dan sistem pengendalian mutu yang sudah ada.
3. Dokumentasi
 - a. Mengumpulkan data historis tentang tingkat cacat produksi dari laporan mutu perusahaan selama 3 bulan terakhir.
 - b. Mengumpulkan SOP (*Standard Operating Procedure*) yang digunakan dalam proses produksi.
4. Checklist Form Cacat Produk
 - a. Digunakan sebagai instrumen untuk mencatat frekuensi masing-masing jenis cacat.
5. Perhitungan Six Sigma

Metode six sigma merupakan suatu strategi perbaikan yang digunakan untuk mengurangi pemborosan, mengurangi biaya produksi karena menghasilkan produk yang mempunyai kualitas dibawah standar, memperbaiki efektivitas dan efisiensi pada kegiatan operasi agar mampu memenuhi semua harapan dan kebutuhan konsumen (Achiraini et al., 2023). Six Sigma adalah proses ketat yang berfokus pada pengembangan dan peningkatan produk (Salsa Fahrani, Cekar, & Safitri, 2024) (Siti Yulia Salsa Fahrani et al., 2024).

Penelitian ini menggunakan pendekatan Six Sigma melalui tahapan DMAIC sebagai berikut:

- a. *Define* (Pendefinisian)
 - b. *Measure* (Pengukuran)
 - c. *Analyze* (Analisis)
 - d. *Improve* (Perbaikan)
 - e. *Control* (Pengendalian)
6. DPMO (*Defect Per Million Opportunities*)

DPMO digunakan untuk menilai tingkat kualitas dan kapabilitas proses, terutama ketika setiap unit produk memiliki lebih dari satu potensi titik cacat (*opportunity*). Semakin kecil nilai DPMO, maka semakin tinggi level Sigma dan semakin baik mutu proses tersebut.

Berikut adalah rumus sigma level dari DPMO :

$$\text{Sigma Level} = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

Namun dalam praktik six sigma, sigma level lebih umum dihitung dari DPMO (cacat per sejuta peluang), dengan rumus sebagai berikut :

$$DPMO = \left(\frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Jumlah Unit} \times \text{Peluang Cacat Per Unit}} \times 1.000.000 \right)$$

7. Sigma Level

Setelah dapat nilai DPMO selanjutnya dikonversi ke sigma level menggunakan table konversi atau menggunakan rumus pendekatan berikut :

$$\text{Sigma Level} = \text{NORMSINV} \left(1 - \frac{DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5$$

8. Control Chart (P-Chart dan U-Chart)

a. P-Chart (Proportion Chart)

P-Chart digunakan untuk mengendalikan proporsi unit cacat dalam sampel produksi, misalnya: jumlah kemasan rusak dari sejumlah produk yang diperiksa.

Rumus P-Chart :

$$P = \left(\frac{\sum \text{Jumlah Unit Cacat}}{\sum \text{Jumlah Unit Inspeksi}} \right)$$

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

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

b. U-Chart (Unit Chart)

U-Chart digunakan untuk mengendalikan jumlah cacat per unit ketika jumlah unit per sampel bisa berbeda-beda, dan setiap unit dapat memiliki lebih dari satu cacat.

Rumus U-Chart :

$$\bar{u} = \left(\frac{\sum \text{Jumlah Unit Cacat}}{\sum \text{Jumlah Unit Inspeksi}} \right)$$

$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

9. Analisis Pareto

10. Analisis Fishbone

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Dan Evaluasi

Analisis dilakukan berdasarkan data cacat produk yang diperoleh melalui observasi, wawancara, dan data historis pada PT. Florindo Makmur yaitu dari bulan November 2024 sampai Desember 2025. Berikut adalah data *history* produksi dan cacat produk di PT. Florindo Makmur:

Tabel. 2. Produksi Dan Cacat produk di PT. Florindo Makmur Pada Bulan November 2024 – Desember 2025

Bulan	Jumlah Produk (Sak)	Cacat Produk		
		Tekstur Tidak Halus	Kadar Air Terlalu Tinggi	Warna Tidak Putih
November	2593260	124	117	136
Desember	2580795	126	112	133
Januari	2165535	97	86	99
Februari	3493920	142	121	155
Maret	2855460	135	110	142
April	2554425	123	115	131

Sumber : Data Produksi Dan Cacat Produk PT. Florindo Makmur

Setelah memperoleh data cacat produksi pada PT. Florindo Makmur selanjutnya dilakukan proses perhitungan dengan menggunakan six sigma dan DPMO. Sebagai berikut.

1) Six Sigma

a. Define

Tahap *Define* (pengidentifikasian penyebab paling signifikan dari kerusakan yang menjadi sumber kegagalan produksi)(Sriwidodo et al., 2023). Tahap define bertujuan untuk merumuskan secara jelas permasalahan kualitas yang dihadapi PT Florindo Makmur, menetapkan tujuan perbaikan, serta mengidentifikasi kebutuhan pelanggan (*Voice of Customer*). Berdasarkan data historis dan observasi, ditemukan bahwa proses produksi tepung tapioka di PT Florindo Makmur masih menghasilkan cacat produk dengan jenis utama tekstur tidak halus (*coarse texture*), Kadar air terlalu tinggi (*excessive moisture content*), dan Warna tidak putih (*discoloration*). Cacat ini berdampak pada penurunan mutu, efisiensi produksi, dan kepuasan pelanggan.

b. Measure

Tahap *measure* merupakan tahap kedua dalam fase DMAIC dimana pada tahap ini dilakukan penetapan ukuran critical to control dan menetapkan tolak ukur performansi saat ini menggunakan nilai DPMO yang nantinya akan dikonversi ke dalam nilai level sigma (Gautama & Nainggolan, 2021). Tahap *Measure* bertujuan untuk mengukur kondisi awal proses produksi tepung tapioka di PT. Florindo Makmur, khususnya tingkat cacat produk, sehingga dapat dijadikan tolak ukur sebelum perbaikan. Tahap *measure* ini dilakukan dengan pengumpulan dan pengujian data, dilanjutkan

penentuan karakteristik kualitas (CTQ) yang terkait dengan proses tersebut (Studi et al., 2022).

1. Data Produksi dan Cacat

Berdasarkan data historis dari bulan November 2024 hingga April 2025, jumlah produksi dan cacat produk dapat dilihat pada Tabel 2. Jenis cacat yang diamati meliputi:

- 1) Tekstur tidak halus
 - 2) Kadar air terlalu tinggi
 - 3) Warna tidak putih
2. Perhitungan DPMO dan Sigma Level Awal

Hasil perhitungan DPMO dan sigma level pada bulan November 2024 sampai April 2025 di PT. Florindo Makmur dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

- DPO (*Defect Per Opportunity*)

$$DPO = \frac{\text{Cacat Produk}}{\text{Jumlah CTQ} \times \text{Jumlah Produksi}}$$

$$DPO = \frac{377}{3 \times 2.593.260}$$

$$= 0,000048$$

- DPMO (*Defect Per Million Opportunities*)

$$DPMO = \left(\frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Jumlah Unit} \times \text{CTQ}} \right) \times 1.000.000$$

$$DPMO = \left(\frac{377}{2.593.260 \times 3} \right) \times 1.000.000$$

$$= 48,46$$

- Sigma Level

$$\text{Sigma Level} = \text{NORMSINV} \left(1 - \frac{DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$\text{Sigma Level} = \text{NORMSINV} \left(1 - \frac{48,46}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$= 5,40$$

Tabel. 3. Hasil Perhitungan DPMO Dan Sigma Level

Bulan	Jumlah Produksi (Sak)	Cacat Produk (Sak)	CTQ	DPO	DPMO	Sigma Level
November	2.593.260	377	3	0,000048	48,46	5,40
Desember	2.580.795	371	3	0,000047	47,92	5,40
Januari	2.165.535	282	3	0,000043	43,41	5,42
Februari	3.493.920	418	3	0,000039	39,88	5,45
Maret	2.855.460	387	3	0,000045	45,18	5,42
April	2.554.425	369	3	0,000048	48,15	5,40
Total	16.243.395	2204				
Rata-rata	2.707.232,5	367,33	3	0,000045	45,50	5,41

Sumber : Pengolahan Data DPMO Dan Sigma Level Cacat Produk

c. *Analyze*

Tahap *analyze* ini menggunakan diagram sebab dan akibat untuk mengidentifikasi dan menganalisis suatu proses atau situasi dan menemukan kemungkinan penyebab suatu persoalan/masalah yang terjadi (Qothrunnada et al., 2022).

– *P-Chart*

- Proporsi

$$\text{Proporsi} = \frac{\text{Cacat Produk}}{\text{Jumlah Produksi}}$$

$$\text{Proporsi} = \frac{377}{2.593.260}$$

$$= 0,000145$$

- CL

$$CL = \left(\frac{\sum \text{Jumlah Cacat Produksi}}{\sum \text{Jumlah Unit Produksi}} \right)$$

$$CL = \left(\frac{16.243.395}{2204} \right)$$

$$= 0,000136$$

- UCL

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

$$UCL = 0,000136 + 3 \times 0,0000028$$

$$= 0,000144$$

- LCL

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

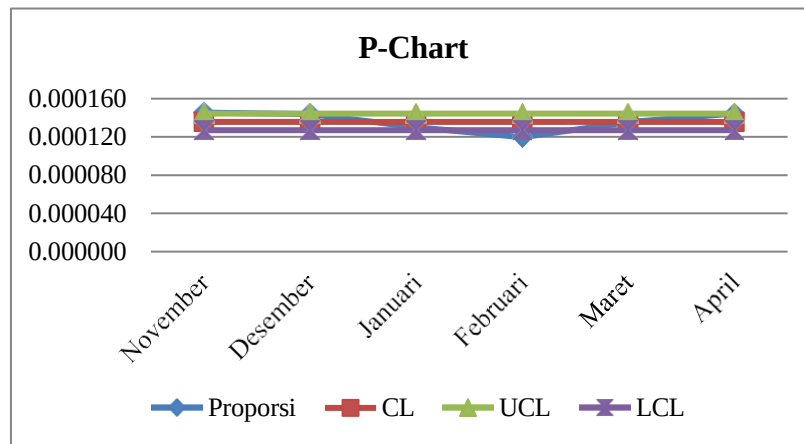
$$LCL = 0,000136 - 3 \times 0,0000028$$

$$= 0,000127$$

Tabel 4. Hasil Pengolahan Data P-Chart

Bulan	Jumlah Produksi (Sak)	Cacat Produk (Sak)	Proporsi	CL	UCL	LCL
November	2.593.260	377	0,000145	0,000136	0,000144	0,000127
Desember	2.580.795	371	0,000144	0,000136	0,000144	0,000127
Januari	2.165.535	282	0,000130	0,000136	0,000144	0,000127
Februari	3.493.920	418	0,000120	0,000136	0,000144	0,000127
Maret	2.855.460	387	0,000136	0,000136	0,000144	0,000127
April	2.554.425	369	0,000144	0,000136	0,000144	0,000127
Total	16.243.395	2204				
Rata-rata	2.707.232,5					

Sumber : Pengolahan Data P-Chart Cacat Produk



Sumber : Pengolahan Data P-Chart Cacat Produk

Gambar. 1. Grafik P-Chart Cacat Produk Tepung Tapioka

– U-Chart

- Cacat/Unit

$$\bar{u} = \left(\frac{\sum \text{Jumlah Unit Cacat}}{\sum \text{Jumlah Unit Produksi}} \right)$$

$$\bar{u} = \left(\frac{377}{2.593.260} \right)$$

$$= 0.00014538$$

- UCL

$$UCL = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$UCL = 0.00014538 + 3 \times 0,0000074$$

$$= 0.000158$$

- CL

$$CL = \left(\frac{\sum \text{Jumlah Cacat Produksi}}{\sum \text{Jumlah Unit Produksi}} \right)$$

$$CL = \left(\frac{2204}{16.243.395} \right)$$

$$= 0.000136$$

- LCL

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

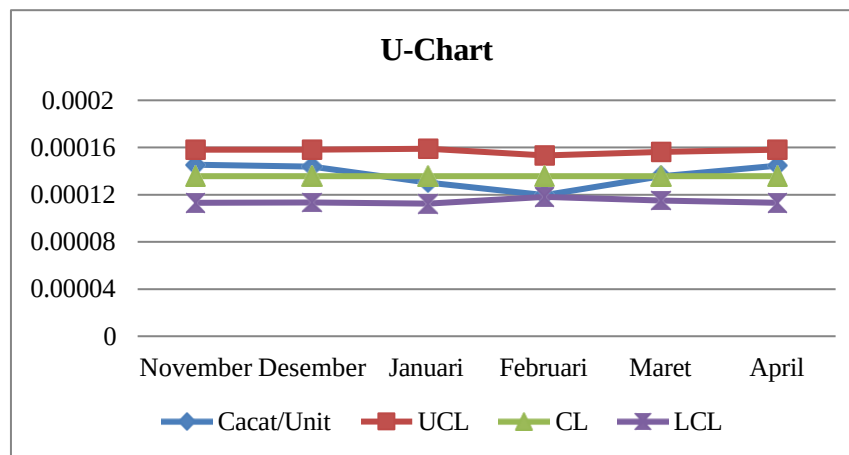
$$LCL = 0.00014538 - 3 \times 0,0000074$$

$$= 0.000113$$

Tabel 5. Hasil Pengolahan Data P-Chart

Bulan	Jumlah Produksi (Sak)	Cacat Produk (Sak)	Cacat/Unit	UCL	CL	LCL
November	2593260	377	0.00014538	0.000158	0.000136	0.000113
Desember	2580795	371	0.00014375	0.000158	0.000136	0.000113
Januari	2165535	282	0.00013022	0.000159	0.000136	0.000112
Februari	3493920	418	0.00011964	0.000153	0.000136	0.000118
Maret	2855460	387	0.00013553	0.000156	0.000136	0.000115
April	2554425	369	0.00014446	0.000158	0.000136	0.000113
total	16243395	2204				

Sumber : Pengolahan Data P-Chart Cacat Produk



Sumber : Pengolahan Data Cacat Produk

Gambar 2. Grafik U-Chart Cacat Produk Tepung Tapioka

Selanjutnya dilakukan uji validitas untuk mengetahui sejauh mana instrumen penelitian (cacat produk) benar-benar mampu mengukur apa yang seharusnya diukur dengan menghitung koefisien korelasi antara skor setiap cacat produk dengan total skor dan uji reliabilitas data digunakan untuk mengetahui sejauh mana instrumen penelitian memberikan hasil yang konsisten jika digunakan berulang kali pada kondisi yang sama. Instrumen yang reliabel akan menghasilkan data yang stabil dan dapat dipercaya.

– Uji Validitas

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

$$r_{xy} = \frac{6 \times 277.836 - 747 \times 2204}{\sqrt{[6 \times 94.179 - 558.009][6 \times 819.948 - 4.857.616]}}$$

$$r_{xy} = 0,985$$

Tabel 6. Hasil Perhitungan Uji Validitas

Jenis Cacat	r hitung	r tabel	Keputusan
Tekstur Tidak	0,985	0,811	Valid

Halus			
Kadar Air Terlalu Tinggi	0,950	0,811	Valid
Warna Tidak Putih	0,996	0,811	Valid

Sumber : Pengolahan Data Uji Validitas Cacat Produk

Setiap cacat produk memiliki korelasi yang sangat kuat dengan skor total, sehingga sistem produksi tepung tapioka di PT. Florindo Makmur ini valid untuk digunakan. Validitas yang tinggi menunjukkan bahwa sistem produksi mampu mengukur variabel penelitian dengan tepat. Karena semua item valid, peneliti melanjutkan ke tahap uji reliabilitas untuk memastikan konsistensi pengukuran.

- Uji Reliabilitas
 - Varian

$$S_t = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N}$$

$$S_t = \frac{94.179 - \frac{747^2}{6}}{6}$$

$$= 196,25$$

- Reliabilitas

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma^2}{\sigma_t^2} \right)$$

$$\alpha = \frac{3}{3-1} \left(1 - \frac{614,28}{1724,22} \right)$$

$$\alpha = 0,966$$

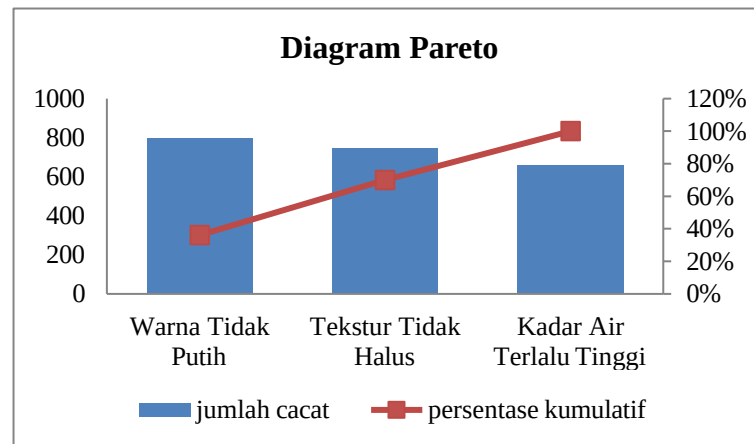
Tabel 7. Hasil Perhitungan Uji Reliabilitas

Jenis Cacat	Varian	Cronbach Alpha's	Nilai Alpha	Keputusan
Tekstur Tidak Halus	196,25	0,966	0,70	Reliabel
Kadar Air Terlalu Tinggi	129,14	0,966	0,70	Reliabel
Warna Tidak Putih	288,89	0,966	0,70	Reliabel

Sumber : Pengolahan Data Uji Reliabilitas Cacat Produk

Nilai α sebesar 0,966 jauh di atas batas minimal 0,70 maka sistem produksi memiliki reliabilitas sangat tinggi. Hal ini berarti sistem produksi mampu menghasilkan data yang konsisten jika digunakan pada pengukuran berulang.

- Diagram Pareto



Sumber : Pengolahan Data Cacat Produk

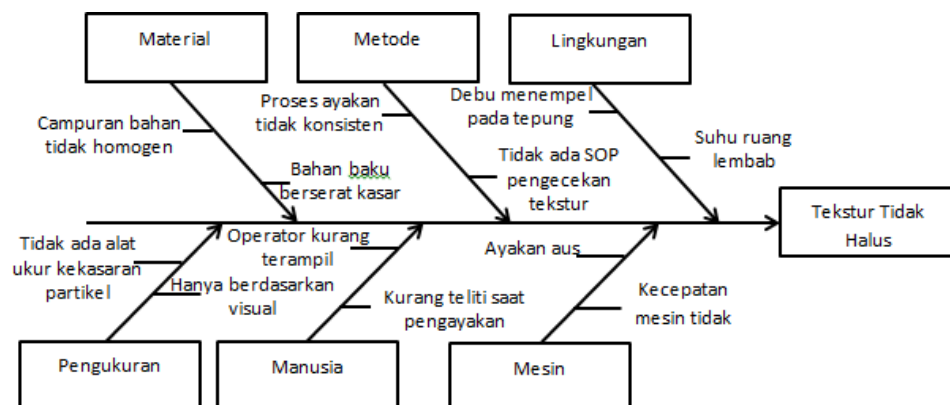
Gambar 3. Diagram Pareto Cacat Produk Tepung Tapioka

Jika diurutkan dari yang terbesar ke terkecil, terlihat bahwa dua jenis cacat teratas (warna tidak putih dan tekstur tidak halus) sudah mencakup sekitar 70% dari seluruh cacat yang ditemukan. Hasil ini sejalan dengan prinsip Pareto 80/20, yang menyatakan bahwa sebagian besar masalah biasanya disebabkan oleh sedikit penyebab utama. Dalam konteks ini, mayoritas cacat berasal dari dua faktor utama sehingga upaya perbaikan sebaiknya difokuskan terlebih dahulu pada pengendalian warna produk dan perbaikan proses pengayakan agar tekstur lebih halus. Selain itu, meskipun kadar air terlalu tinggi memiliki kontribusi yang lebih kecil dibanding dua cacat lainnya, faktor ini tetap perlu mendapatkan perhatian.

– Diagram *Fishbone*

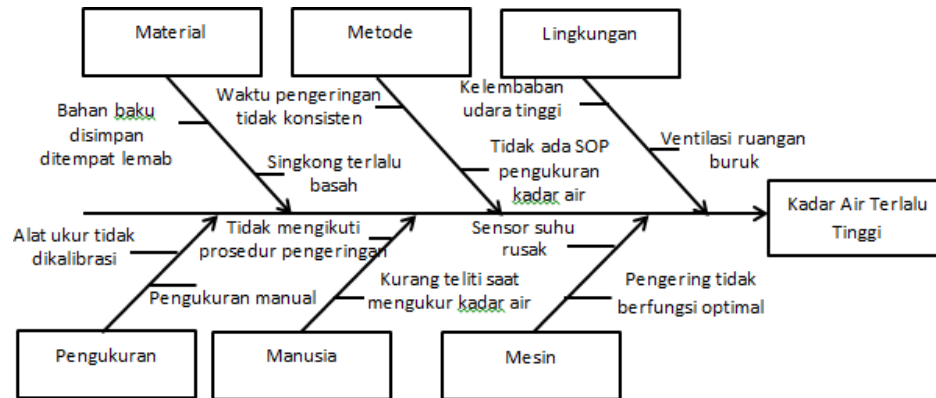
Diagram *fishbone* mengidentifikasi penyebab cacat berdasarkan faktor man, material, machine, method dan environment (Hanifah & Iftadi, 2022).

- Hasil analisis penyebab cacat tekstur tidak halus menggunakan diagram fishbone dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. Diagram Fishbone Cacat tekstur Tidak Halus

- Hasil analisis penyebab cacat kadar air terlalu tinggi menggunakan diagram fishbone dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5. Diagram Fishbone Cacat Kadar Air Terlalu Tinggi

- Hasil analisis penyebab cacat warna tidak putih menggunakan diagram fishbone dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 6. Diagram Fishbone Cacat Warna Tidak Putih

d. *Improve*

Pada tahap ini dilakukan identifikasi dari tindakan atau kegiatan perbaikan dari pemecahan masalah terhadap proses sehingga didapatkan cara baru dengan tujuan kualitas pada produk mengalami peningkatan (berdasarkan dari target yang ditetapkan) sehingga dapat menjadi lebih baik dari produk sebelumnya (Siregar & Tirtayasa, 2021).

1. Perbaikan untuk Cacat Warna Tidak Putih
 - a. Melakukan sortasi bahan baku singkong yang lebih ketat untuk memisahkan singkong yang tercampur kulit atau mengalami perubahan warna.
 - b. Mengkalibrasi ulang sensor warna dan memperbaiki mesin pengering yang berpotensi mengubah warna tepung.
 - c. Menyusun SOP pengecekan warna yang baku, termasuk penentuan standar warna produk.
 - d. Memperbaiki pencahayaan di area inspeksi untuk memudahkan deteksi perbedaan warna.
2. Perbaikan untuk Cacat Tekstur Tidak Halus
 - a. Mengganti ayakan yang aus dan memastikan ukuran mesh sesuai spesifikasi standar.
 - b. Menetapkan prosedur pengayakan yang konsisten, termasuk kecepatan mesin dan waktu proses.

- c. Memberikan pelatihan kepada operator tentang teknik pengayakan dan inspeksi tekstur.
- d. Menggunakan alat ukur partikel untuk memastikan tekstur seragam, bukan hanya penilaian visual.
3. Perbaiki untuk Cacat Kadar Air Terlalu Tinggi
 - a. Melakukan perawatan rutin dan kalibrasi pada mesin pengering serta sensor kelembaban.
 - b. Menetapkan waktu pengeringan yang optimal berdasarkan pengujian sebelumnya dan memonitor proses secara *real-time*.
 - c. Mengurangi kadar air awal bahan baku melalui proses pra-pengeringan jika diperlukan.
 - d. Memperbaiki ventilasi dan mengontrol kelembaban udara di ruang pengeringan.

Setelah implementasi perbaikan, diharapkan Penurunan jumlah cacat warna tidak putih dan tekstur tidak halus minimal 50% dalam periode 3 bulan. Diharapkan sigma level meningkat dari 5,40 menjadi mendekati 5,70 atau lebih. Diharapkan proporsi cacat keseluruhan turun di bawah 0,0001 atau setara dengan 100 cacat per 1 juta kesempatan (*defects per million opportunities*).

B. Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode Six Sigma dengan pendekatan DMAIC pada proses produksi tepung tapioka di PT Florindo Makmur mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi mutu produk serta akar permasalahan yang menyebabkan cacat produksi. Berdasarkan pengolahan data periode November 2024 hingga April 2025, diperoleh rata-rata *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) sebesar 45,50 dan Sigma Level 5,40. Nilai ini menunjukkan bahwa secara umum kualitas produksi berada pada tingkat yang baik, namun masih terdapat peluang perbaikan untuk mendekati standar ideal Six Sigma (6,0).

Analisis P-Chart dan U-Chart mengindikasikan bahwa proses produksi berada dalam batas kendali statistik, artinya variasi yang terjadi merupakan variasi alami (*common cause variation*), bukan akibat gangguan besar (*special cause variation*). Meski demikian, stabilitas proses ini belum menjamin pencapaian mutu tertinggi, sehingga diperlukan pengurangan proporsi cacat rata-rata untuk meningkatkan Sigma Level.

Berdasarkan analisis Pareto, tiga jenis cacat yang dominan adalah warna tidak putih (36,12%), tekstur tidak halus (33,89%), dan kadar air terlalu tinggi (29,99%). Dua jenis cacat teratas menyumbang sekitar 70% dari total cacat, sesuai prinsip Pareto 80/20 yang menyatakan bahwa sebagian besar masalah biasanya disebabkan oleh sedikit faktor utama. Dengan demikian, fokus perbaikan perlu diarahkan pada pengendalian warna dan perbaikan tekstur, diikuti oleh pengendalian kadar air.

Analisis *fishbone* mengidentifikasi penyebab cacat berasal dari enam kategori utama: manusia, mesin, metode, material, lingkungan, dan pengukuran. Faktor manusia meliputi kurangnya ketelitian dan keterampilan operator, kelelahan kerja, serta ketidakpatuhan terhadap prosedur. Faktor mesin terkait dengan kondisi ayakan, kecepatan mesin, kerusakan sensor, dan kinerja pengering yang tidak optimal. Faktor metode mencakup tidak adanya SOP baku untuk pengecekan warna, tekstur, dan kadar air, serta inkonsistensi proses pengayakan dan pengeringan. Faktor material meliputi kualitas bahan baku yang rendah, seperti singkong berserat kasar, terlalu basah, atau tercampur kulit. Lingkungan produksi juga memengaruhi mutu, terutama kelembaban tinggi, ventilasi buruk, dan pencahayaan inspeksi yang kurang memadai. Sedangkan dari sisi pengukuran, ketergantungan pada inspeksi visual dan jarangya kalibrasi alat ukur menjadi kelemahan yang perlu diatasi.

Tahap *Improve* dalam metode DMAIC difokuskan pada penerapan solusi yang dapat mengatasi akar penyebab cacat. Perbaikan yang diusulkan meliputi sortasi bahan baku yang lebih ketat,

penggantian dan perawatan peralatan, kalibrasi sensor, penyusunan SOP yang baku, pelatihan operator, pengendalian kelembaban ruang produksi, serta penggunaan alat ukur objektif untuk warna, tekstur, dan kadar air. Dengan implementasi perbaikan ini, diharapkan dalam tiga bulan terjadi penurunan jumlah cacat warna tidak putih dan tekstur tidak halus minimal 50%, peningkatan Sigma Level dari 5,40 menjadi mendekati 5,70 atau lebih, serta penurunan proporsi cacat keseluruhan hingga di bawah 0,0001 atau setara 100 cacat per satu juta kesempatan.

Temuan penelitian ini memperkuat pandangan bahwa perbaikan kualitas tidak cukup hanya mengandalkan stabilitas proses, tetapi juga memerlukan identifikasi dan pengendalian faktor-faktor utama penyebab cacat. Penerapan *Six Sigma* terbukti menjadi alat yang efektif untuk mengarahkan perbaikan secara terfokus, sistematis, dan terukur, sehingga dapat meningkatkan efisiensi, mutu, dan kepuasan pelanggan pada industri pengolahan tepung tapioka.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai penerapan *Six Sigma* pada proses produksi di PT Florindo Makmur, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai rata-rata DPMO sebesar 45,50 yang artinya dalam satu juta kesempatan terdapat 45,50 kemungkinan produk yang dihasilkan dalam keadaan cacat dan level sigma sebesar 5,40 yang menunjukkan PT. Florindo Makmur berada pada tingkat kualitas yang sangat baik, meski begitu masih ada ruang perbaikan menuju standar ideal *six sigma* (6,0).
2. Berdasarkan analisis diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*), cacat produk dipengaruhi oleh faktor manusia (*human error*), mesin (kerusakan dan setting tidak stabil), metode (prosedur kerja kurang konsisten), dan material (bahan baku tidak sesuai standar). Faktor dominan yang paling berkontribusi adalah mesin dan operator.
3. Pengendalian variasi proses merupakan faktor kunci untuk mencapai kualitas produk yang konsisten. Penggunaan alat statistik seperti *control chart*, *process capability analysis*, dan *root cause analysis* membantu mengukur dan meminimalkan variasi.
4. Penerapan *Six Sigma* berkontribusi langsung terhadap peningkatan efisiensi produksi dengan menurunkan tingkat cacat, mengurangi pemborosan, serta memperbaiki kepuasan pelanggan.
5. Keberhasilan implementasi *Six Sigma* tidak hanya bergantung pada metode, tetapi juga pada dukungan manajemen puncak, keterlibatan karyawan, dan budaya perbaikan berkelanjutan dalam organisasi.
6. Melalui tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), penerapan *Six Sigma* telah membantu perusahaan mengidentifikasi sumber masalah dan menemukan peluang perbaikan. Meski hasil belum optimal, penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Six Sigma* efektif dalam menurunkan tingkat kecacatan produk jika dijalankan secara berkelanjutan.

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk Perusahaan
 - a. Memberikan pelatihan intensif kepada tim pelaksana *Six Sigma* agar mampu menggunakan berbagai alat analisis statistik secara tepat.

- b. Menetapkan indikator kinerja kunci (*Key Performance Indicators* – KPI) yang relevan untuk memantau efektivitas penerapan *Six Sigma*.
 - c. Melakukan monitoring dan evaluasi berkala pada setiap tahap DMAIC guna memastikan hasil perbaikan dapat dipertahankan dalam jangka panjang.
 - d. Mengintegrasikan *Six Sigma* dengan Lean untuk mencapai perbaikan proses yang lebih cepat dan menyeluruh.
 - e. Perusahaan sebaiknya melakukan pengukuran sigma level secara berkala untuk memantau efektivitas pengendalian mutu. Target peningkatan kualitas perlu ditetapkan secara bertahap, misalnya menuju level sigma 3,5 hingga mendekati level sigma 4.
2. Untuk Peneliti Selanjutnya
- a. Melakukan penelitian di sektor industri yang berbeda untuk membandingkan efektivitas *Six Sigma*.
 - b. Mengkaji penerapan *Six Sigma* yang dikombinasikan dengan teknologi digital seperti *Big Data Analytics* dan *Internet of Things* (IoT) untuk pemantauan kualitas secara *real-time*.
 - c. Mengembangkan studi longitudinal guna mengetahui dampak jangka panjang penerapan *Six Sigma* terhadap kinerja organisasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik. Penulis menyadari bahwa terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari kedua orang tua, keluarga, dosen pembimbing dan rekan - rekan terdekat.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua yang membantu penulis bisa mengerjakan tugas akhir ini sampai selesai, serta penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga khususnya kepada Bapak Marwan S.Kom., M.T selaku dosen pembimbing yang telah menyempatkan waktunya untuk memberikan masukan dan arahnya serta dukungan dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis berharap penelitian ini bisa bermanfaat bagi semua pembaca sebagai sumbangan ilmiah.

REFERENSI

- [1] Achiraini, O. D., Fuad, M., & Safrizal, S. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode *Six Sigma* pada Toko Roti Rega Kota Langsa. *Jurnal Ekonomi Utama*, 2(2), 162–171. <https://doi.org/10.55903/juria.v2i2.64>
- [2] Al-Faritsy, A. Z., & Furqon, A. N. (2023). Usulan Perbaikan Kualitas Produk Rantai Boiler Menggunakan Metode *Six Sigma* Dan Triz. *Nusantara of Engineering (NOE)*, 6(1), 17–26. <https://doi.org/10.29407/noe.v6i1.19632>
- [3] Amalia, R. R., Hairiyah, N., & Nuryati, N. (2022). Implementasi *six sigma* menggunakan new seven tools pada perbaikan kualitas amplang di UD kelompok melati. *Teknologi Industri Pertanian*, 17(2), 268–279. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i2.13233>
- [4] Apriani, R., Ningsih, D. R., Yati, S., Aprianti, T., & Nurrahman, A. (2022). ANALISIS METODE

SIX SIGMA DALAM UPAYA PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK KERTAS DI PT. INDAH KIAT PULP & PAPER, Tbk. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 10(1).

<https://doi.org/10.52333/destek.v10i1.861>

- [5] Bakti, C. S., & Kartika, H. (2020). Analisa Pengendalian Kualitas Produk Ice Cream Dengan Metode Six Sigma. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 1(1), 63–69.
- [6] Gautama, R. P., & Nainggolan, M. (2021). Usulan Penurunan Jumlah Cacat Produk Bantal Pada Umkm X Menggunakan Metode Six Sigma. *Prosiding Seminar Nasional Riset ...*, 1–10.
- [7] Ghiyats, F., Saty, F. M., & Riniarti, D. (2020). Analisis Pengendalian Kualitas dalam Upaya Meminimalisasi Tingkat Kerusakan Produk Gula Rafinasi. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 8(2), 69–83. <https://doi.org/10.25181/jaip.v8i2.1319>
- [8] Hanifah, P. S. K., & Iftadi, I. (2022). Penerapan Metode Six Sigma dan Failure Mode Effect Analysis untuk Perbaikan Pengendalian Kualitas Produksi Gula. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 8(2), 90–98. <https://doi.org/10.30656/intech.v8i2.4655>
- [9] Ibrahim, I., Arifin, D., & Khairunnisa, A. (2020). Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma Dengan Tahapan Dmaic Untuk Mengurangi Jumlah Cacat Pada Produk Vibrating Roller Compactor Di Pt. Sakai Indonesia. *Jurnal KaLIBRASI : Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri*, 3(1), 18–36. <https://doi.org/10.37721/kal.v3i1.639>
- [10] Nurazizi, M. A. (2023). ANALISIS CACAT PRODUK TEPUNG TAPIOKA DENGAN METODE DEFINE-MEASURE-ANALYZE-IMPROVE-CONTROL (DMAIC) DAN FAILURE MODES AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) UNTUK MENGURANGI DEFFECT (Studi Kasus Pada CV Harum Mekar). *Repository.Unissula.Ac.Id*.
- [11] Qothrunnada, A., Dimas Herlambang Putra, Jasur, & Isna Nugraha. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Konveksi Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Pada Pt. Xyz. *Waluyo Jatmiko Proceeding*, 15(1), 139–145. <https://doi.org/10.33005/waluyojatmiko.v15i1.31>
- [12] Rahayu, P., & Bernik, M. (2020). Peningkatan Pengendalian Kualitas Produk Roti dengan Metode Six Sigma Menggunakan New & Old 7 Tools. *Jurnal Bisnis & Kewirausahaan*, 16(2), 128–136.
- [13] Siregar, K., & Tirtayasa, A. M. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Metode Six Sigma Terhadap Tutup Botol Air Mineral CV. ABC. *TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 4(1), 439–447. <https://doi.org/10.32734/ee.v4i1.1263>
- [14] Siti Yulia Salsa Fahrani, Wiji S, & Marcellawati. (2024). Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode Six Sigma pada UD. Telur Murah. *Advantage: Journal of Management and Business*, 2(2), 75–83. <https://doi.org/10.61971/advantage.v2i2.55>
- [15] Sriwidodo, D., Khasanah, R., Jurusan, S., & Industri, T. (2023). Analisis Peningkatan Kualitas Buis Beton Dalam Upaya Eliminasi Losses Menggunakan Metode Six Sigma Dan Fmea Pada Ud. Marjoko Beton. *Jurnal REKAVASI*, 11(1), 37–47.
- [16] Studi, P., Industri, T., Tarumanagara, U., Program, D., Teknik, S., Tarumanagara, U., & Sigma, S. (2022). *SUSILAWATI DENGAN BERBASIS METODE SIX SIGMA PENDAHULUAN Industri konveksi merupakan salah satu industri penghasil pakaian jadi seperti kaos , kaos , jaket , celana , dan lain-lain . Perkembangan industri pakaian jadi (konveksi) menunjukkan peningkatan s.* 10(1), 9–20.
- [17] Suci Ramadhan, M., & Zaqi Al Faritsy, A. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Semen Dengan Metode Six Sigma Pada PT Indocement Tunggal Prakarsa TBK P-12. *Jurnal ARTI (Aplikasi Rancangan Teknik Industri)*, 18(1), 2023.
- [18] Supriyadi, E. (2021). Pengendalian Kualitas Produk Kemasan Dengan Metode Six Sigma di PT. XYZ. *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 6(4), 726. <https://doi.org/10.28926/briliant.v6i4.723>
- [19] Tibo, A. B., Atti, A., Lobo, M., & Kleden, M. (2021). Implementasi Pengendalian Kualitas Pencetakan Koran Harian Dengan Metode Six Sigma (Studi Kasus : Pt. Arnoldus Nusa Indah Di Kabupaten Ende, Nusa Tenggara Timur). *Jurnal Diferensial*, 3(1), 13–21. <https://doi.org/10.35508/jd.v3i1.4006>
- [20] Dewi, R., & Rizki, B. (2025). Pengaruh penggunaan fitur SpayLater dan flash sale Shopee terhadap perilaku konsumtif mahasiswa/i Muslim (Studi kasus pada mahasiswa/i FEB Universitas Potensi Utama). *Jurnal Media Informatika*, 6(3), 1634–1641. <https://doi.org/10.55338/jumin.v6i3.5174>

- [21] Dermawan, D. A., & Pohan, Y. A. (2024). Pengaruh disiplin, pelatihan kerja dan pengembangan karir terhadap kinerja karyawan pada PT. Bank Sumut Cabang Imam Bonjol. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 5(2), 450–465. <https://doi.org/10.55081/jurdip.v5i2.3125>
- [22] Pohan, Y. A. (2024). Pengaruh kompensasi, lingkungan kerja non fisik dan stress kerja terhadap turnover intention karyawan pada PT. Mitra Tsunami Marine. *Jurnal Widya*, 5(2).
- [23] Gianing, E., & Pohan, Y. A. (2024). Pengaruh kepemimpinan transformasional, lingkungan kerja, pengembangan karir terhadap kinerja pegawai di Rumah Sakit Sinar Husni Medan. *Jurnal Widya*, 5(2), 1972–1978. <https://doi.org/10.54593/awl.v5i2.407>
- [24] Ramadhan, F., Wahyuni, E. S., & Prabowo, A. (2024). Perencanaan pensiun pada pekerja manufaktur di Kota Batam: Mengidentifikasi pengaruh sosial dan perilaku menabung. *Jurnal Menara Ekonomi: Penelitian dan Kajian Ilmiah Bidang Ekonomi*, 10(2), 65–78. <https://doi.org/10.31869/me.v10i2.5935>
- [25] Pane, S. H., & Prabowo, A. (2024). The influence of service quality and physical evidence on student satisfaction Potensi Utama University. *ePaper Bisnis: International Journal of Entrepreneurship and Management*, 1(4), 01–16. <https://doi.org/10.61132/epaperbisnis.v1i4.129>
- [26] Prabowo, A., Tanjung, Y., Wahyuni, E. S., & Aspan, H. (2025). Transformasi destinasi pemasaran: Model integratif pengembangan pariwisata berkelanjutan di kawasan objek wisata Sidebu-Debu, Kabupaten Karo Sumatera Utara. *Economic and Education Journal (Ecoducation)*, 7(2), 455–476. <https://doi.org/10.33503/ecoducation.v7i2.1687>
- [27] Lubis, K. S., Adam, A. A., Yusriadi, Y., Tanjung, A. P., & Azzahra, N. S. (2025). Analisis SWOT sebagai strategi penguatan daya saing UMKM depot air isi ulang pasca pendampingan manajerial dan digitalisasi. *Jurnal Bisnis Kompetitif*, 4(2), 154–159. <https://doi.org/10.35446/bisniskompetif.v4i2.2368>
- [28] Gulo, M. K., & Tanjung, A. P. (2025). Analisis brand trust, sales promotion, shopping emotion, terhadap keputusan pembelian konsumen brand fashion UNIQLO. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 5(4), 1289–1298. <https://doi.org/10.55081/jurdip.v5i4.3552>
- [29] Kadariah, S., Syahrizal, R., & Sari, S. D. N. (2024). Eksistensi dan transformasi budaya lokal dalam strategi ketahanan ekonomi di Kota Padang Sumatera Barat. *HUMAN FALAH: Jurnal Ekonomi dan Bisnis Islam*, 11(2), 22–35. <https://doi.org/10.30829/hf.v11i2.21763>
- [30] Nazli, P., & Kadariah, S. (2024). Implementasi akad al-qardh pada perbankan syariah (Studi kasus PT. Bank Sumut Cabang Syariah Medan). *Jurnal Widya*, 5(2), 2266–2276. <https://doi.org/10.54593/awl.v5i2.436>
- [31] Aulanda, N. F., Hutagalung, M. A. K., Ridwan, M., & Aini, R. (2025). Effect of servant leadership on employee performance with work motivation as an intervening variable. *Digital Business: Tren Bisnis Masa Depan*, 16(1), 48–53. <https://doi.org/10.59651/digital.v16i1.264>
- [32] Gemilang, F., & Hutagalung, M. A. K. (2025). Analysis of Murabahah financing risk management strategies at PT. BPRS Al-Washliyah Medan. *BISEI: Jurnal Bisnis dan Ekonomi Islam*, 10(2), 139–147. <https://doi.org/10.33752/bisei.v10i2.10756>
- [33] Salsabilla, S., & Hutagalung, M. A. K. (2025). Analysis of the implementation of Islamic business ethics at Manna Supermarket Yogyakarta Campus. *BISEI: Jurnal Bisnis dan Ekonomi Islam*, 10(2), 108–116. <https://doi.org/10.33752/bisei.v10i2.10757>
- [34] Eka Putra, S., Nurmala Sari, T., Simatupang, J., Murtani, A., & Tanjung, Y. (2025). Analysis of the benefits of the 7P marketing mix strategy on the brand image of Butong Tea at PT Perkebunan Nusantara IV Bah Butong. *Jurnal Ilmiah Sosio-Ekonomika Bisnis*, 28(2), 30–37. <https://doi.org/10.22437/jiseb.v28i02.41506>