

PENERAPAN DMAIC SIX SIGMA UNTUK PENGENDALIAN KUALITAS KERTAS ROKOK: STUDI KASUS PADA PAPER MACHINE 2 DI PT BUKIT MURIA JAYA

Uzi Al Veronica^{1*}, Fahriza Nurul Azizah², Wahyudin Wahyudin³, Nadhira Septias Kharsima⁴

^{1,2,3,4}Program studi Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

Article Info

Article history:

Received February 18, 2025

Accepted March 5, 2025

Published May 20, 2025

Keywords:

Production Defects;

Quality Control

Six sigma;

DMAIC;

Pareto Diagram

ABSTRAK

PT Bukit Muria Jaya, a manufacturer of cigarette paper and packaging, encountered quality challenges with its Coresta 31-grade paper in January 2023, with defect rates surpassing the company's KPI threshold of 5%. This study innovatively adapted the DMAIC Six sigma methodology to the context of the cigarette paper industry, a sector characterized by unique production processes. By integrating tools such as Pareto and fishbone diagrams, the analysis identified stretch defects (49%) and smoothness defects (43%) as priorities, along with their root causes stemming from machinery, materials, and methods. Proposed improvements include adjustments to draw settings, refinement of grinding levels, and optimization of stretch and tensile properties. This approach not only provides specific solutions but also offers a sustainable improvement model applicable to similar industries.



Corresponding Author:

Uzi Al Veronica,

Program studi Teknik Industri,

Universitas Singaperbangsa Karawang,

Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361.

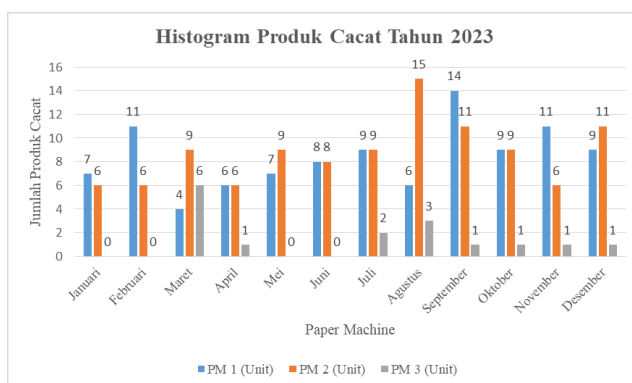
Email: *uzialvrnc@gmail.com

1. PENGANTAR

Secara global, industri kertas menghadapi tantangan dalam memastikan kualitas produk yang konsisten untuk memenuhi tuntutan pasar yang kompetitif [1]. Tingkat persaingan yang tinggi mengharuskan perusahaan untuk terus berinovasi dalam proses produksi sekaligus menjaga efisiensi operasional. Sebagai salah satu produsen kertas rokok, PT Bukit Muria Jaya memiliki tanggung jawab untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan tidak hanya memenuhi standar nasional tetapi juga mampu bersaing di pasar global. PT Bukit Muria Jaya adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur. PT Bukit Muria Jaya didirikan pada tahun 1989 sebagai perusahaan yang bergerak dalam produksi kertas rokok. Pada tahun 1997, perusahaan ini memperluas usahanya dengan membentuk divisi *packaging* yang berfokus pada pembuatan kemasan rokok, makanan, serta berbagai jenis kemasan lainnya sesuai dengan permintaan pelanggan. Dengan pengalaman lebih dari 30 tahun, perusahaan ini berkomitmen untuk menjadi salah satu pemimpin dalam industri kertas rokok di Indonesia. Namun, tantangan utama yang dihadapi adalah menjaga agar setiap produk yang dihasilkan tetap memenuhi standar kualitas tinggi yang telah ditetapkan perusahaan serta dapat menyesuaikan dengan permintaan konsumen yang semakin beragam dan kompetitif.

Perusahaan diharuskan untuk memproduksi barang dengan kualitas tinggi serta meminimalkan tingkat kecacatan semaksimal mungkin [2]. Namun, dalam pelaksanaan produksi, masih terdapat produk cacat atau produk *non-conform* (produk yang tidak sesuai) yang belum memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan. Masalah ini menjadi semakin serius karena tingkat produk cacat yang dihasilkan bahkan melebihi KPI *rate* perusahaan, sehingga menimbulkan kerugian baik dari segi biaya maupun reputasi perusahaan. Sebagai contoh, berdasarkan data dari *Paper Machine 2* (PM 2), jumlah produk cacat menunjukkan tren yang signifikan sepanjang tahun 2023, seperti yang terlihat pada Gambar 1 di bawah ini. Kondisi ini mempertegas perlunya

langkah strategis untuk mengatasi permasalahan tersebut agar perusahaan dapat terus bersaing di pasar yang kompetitif.



Gambar 1. Histogram Produk Cacat pada Paper Machine Tahun 2023

Berdasarkan grafik pada Gambar 1, jumlah produk cacat di bulan Januari hingga Desember 2023 menunjukkan bahwa *Paper Machine 2* (PM 2) memiliki jumlah produk cacat tertinggi dibandingkan mesin lainnya. Tingkat pencapaian KPI 2023 pada PM 2 berada di bawah target KPI *rate* perusahaan. KPI *Years to Date* PM 2 2023 yang bernilai 7,48% berada jauh di bawah target KPI *rate* perusahaan sebesar 5%. Kondisi ini tidak hanya menunjukkan ketidakefisienan proses produksi tetapi juga mengindikasikan adanya masalah mendasar pada sistem pengendalian kualitas. Oleh karena itu, diperlukan peninjauan menyeluruh dan perbaikan sistematis untuk meningkatkan performa mesin sekaligus memenuhi target perusahaan yang telah ditetapkan.

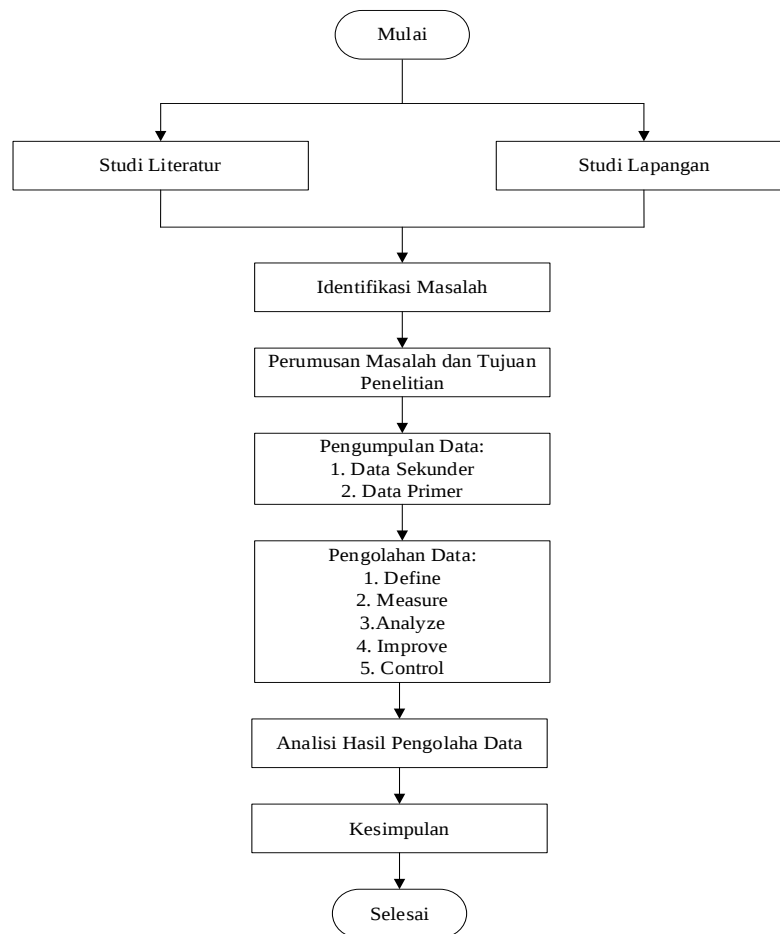
DMAIC *six sigma* adalah pendekatan sistematis yang digunakan untuk meningkatkan kualitas proses dengan mengenali serta mengeliminasi faktor penyebab cacat melalui lima tahap utama yaitu *define, measure, analyze, improve*, dan *control* [3]. Metode ini telah terbukti efektif dalam berbagai sektor manufaktur untuk meningkatkan efisiensi proses dan mengurangi tingkat cacat [4]. Metode ini telah berhasil diterapkan dalam industri baja untuk mengurangi cacat produk hingga 50% [5]. Penerapan metode ini pada PT Bukit Muria Jaya diharapkan dapat menjadi solusi strategis untuk mengatasi permasalahan kualitas, khususnya pada *Paper Machine 2*. Dengan pendekatan yang berbasis data, DMAIC *six sigma* memungkinkan perusahaan untuk fokus pada identifikasi akar masalah dan implementasi perbaikan yang terukur. Selain itu, metode ini memiliki fleksibilitas untuk diterapkan pada berbagai jenis industri, termasuk industri kertas rokok yang memiliki karakteristik proses produksi yang kompleks.

Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dengan mengadaptasi DMAIC *six sigma* pada proses produksi kertas rokok, sebuah sektor yang memiliki karakteristik dan tantangan unik dibandingkan sektor manufaktur lainnya. Penelitian Islamia & Asy'ari [6], menunjukkan bahwa penerapan DMAIC *six sigma* dapat meningkatkan kualitas produk secara signifikan. Penelitian Wardana & Widiasih [7], menerapkan DMAIC dan FMEA (*Failure, Mode, and Effect, Analysis*) untuk pengendalian kualitas produk kemasan kertas di perusahaan percetakan menunjukkan bahwa kombinasi kedua metode ini dapat membantu mengidentifikasi penyebab cacat dan memberikan solusi yang efektif untuk meningkatkan kualitas produk. Penggunaan metode ini diharapkan tidak hanya mampu mengidentifikasi jenis cacat yang sering terjadi, tetapi juga menemukan akar penyebabnya. Penelitian lain oleh Lestari & Purwatmini [8] juga menunjukkan efektivitas penerapan metode DMAIC dalam pengendalian kualitas produk tekstil, yang menggarisbawahi relevansi metode ini dalam berbagai sektor. Selain itu, penelitian ini juga akan memberikan rekomendasi strategis yang dapat diimplementasikan oleh *Departemen Quality Control Paper* PT Bukit Muria Jaya untuk mencapai target KPI yang lebih baik. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan manfaat praktis dan teoritis yang signifikan baik bagi perusahaan maupun industri manufaktur secara umum.

Secara khusus, penelitian ini berfokus pada proses produksi *Paper Machine 2* di PT Bukit Muria Jaya selama tahun 2023. Ruang lingkup ini ditentukan untuk memastikan analisis yang mendalam dan berbasis data historis yang memadai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis cacat yang paling sering muncul serta menganalisis faktor utama yang menyebabkan kecacatan pada produk kertas rokok. Dengan hasil penelitian ini, diharapkan dapat dirumuskan usulan perbaikan yang relevan dan berkelanjutan sehingga memberikan dampak positif bagi peningkatan kualitas produk dan efisiensi operasional perusahaan secara keseluruhan.

2. METODE PENELITIAN

Bagian metode penelitian ini menjelaskan tahapan penelitian yang dirancang untuk memastikan penelitian berjalan secara terstruktur, dimulai dari studi literatur dan lapangan hingga penarikan kesimpulan. Urutan tahapan penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan lengkap mengenai Gambar 2. Rangkaian Alur Penelitian di atas.

- Penelitian diawali dengan melakukan studi literatur dan studi lapangan. Studi literatur bertujuan untuk mengumpulkan informasi dari berbagai sumber, seperti jurnal, buku, dan referensi lainnya guna mendukung penelitian. Sementara itu, studi lapangan dilakukan untuk memperoleh data langsung mengenai kondisi di lokasi penelitian, yaitu PT Bukit Muria Jaya.
- Tahap identifikasi masalah merupakan proses yang dilakukan selama penelitian berlangsung untuk merumuskan permasalahan secara jelas dan terfokus. Penelitian ini berfokus pada kualitas produk kertas rokok *grade* Coresta 31.
- Tahap perumusan masalah dan tujuan penelitian, Perumusan Masalah merupakan tahap di mana inti permasalahan yang telah teridentifikasi dideskripsikan kembali dan difokuskan dalam satu ruang lingkup yang lebih spesifik. Perumusan tujuan penelitian dilakukan untuk menjadi pedoman dalam mengarahkan serta menentukan hasil akhir dari penelitian. Dalam penelitian ini, digunakan metode *six sigma* dengan konsep DMAIC, yang bertujuan untuk mengukur jenis kecacatan pada produk serta merancang upaya perbaikan guna menurunkan tingkat kecacatan[9].
- Tahap pengumpulan data, pengumpulan data adalah tahap yang dilakukan untuk memperoleh informasi yang diperlukan guna mencapai tujuan penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari seluruh proses produksi kertas rokok *grade* Coresta 31 pada *Paper Machine* 2 selama Januari hingga Desember 2023, mencakup 1.405.8617 kg produksi dan 3.282.194 kg produk cacat. Data primer dikumpulkan langsung dari laporan harian produksi dan observasi lapangan, sementara data sekunder diperoleh dari dokumen internal perusahaan dan studi literatur.

- e. Tahap pengolahan data, data diolah menggunakan pendekatan DMAIC dalam *six sigma*. *Six sigma* adalah metode peningkatan kualitas yang mengandalkan data dan analisis statistik. Konsep utamanya berfokus pada penyempurnaan proses untuk memastikan hasil akhir yang optimal [10]. Proyek-proyek *six sigma* menargetkan peningkatan kualitas dalam jangka panjang dengan mengurangi tingkat kesalahan, sehingga dapat mencapai nol cacat (*zero defect*) dan mencapai kapabilitas proses minimal pada level 6-sigma dalam standar deviasi. Pada level ini, dengan tingkat ketepatan 99,9997% terhadap nilai target yang ditentukan, kemungkinan terjadinya cacat atau kesalahan produksi hanya sekitar 3,4 dalam satu juta peluang [11]. *Six sigma* adalah alat penting dalam mengendalikan kualitas di berbagai jenis industri, *six sigma* menggunakan serangkaian tahapan proses yang dikenal sebagai DMAIC untuk mencapai tujuan kualitasnya [12]. Berikut adalah tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) [13].
 - 1) Fase *define*, fase ini adalah tahap awal operasional dalam pelaksanaan program peningkatan kualitas melalui metode *six sigma* [14]. Pada fase ini, diidentifikasi produk cacat pada kertas rokok *grade* Coresta 31 di *Paper Machine 2* (PM2) PT Bukit Muria Jaya, terutama pada Januari 2023, dengan tingkat cacat mencapai 7,48% (melebihi KPI 5%). Dilakukan observasi langsung pada proses produksi dan wawancara dengan operator untuk memastikan kebenaran data tersebut. Dari fase ini didapatkan parameter kritis (*Critical to Quality/CTQ*) seperti *stretch*, *smoothness*, *tensile*, dan *water drop*, yang berdampak langsung pada kualitas produk akhir. Misalnya, dalam penelitian oleh Nurfaizi & Setiafindari [15], fase ini mencakup pendefinisian produk yang akan dianalisis dan spesifikasi *Critical to Quality* (CTQ) yang harus dipenuhi.
 - 2) Fase *measure*, fase ini adalah langkah operasional kedua dalam penerapan *six sigma*, di mana fokus utamanya adalah memahami kinerja proses [14]. Fase *Measure* difokuskan pada pengukuran level sigma perusahaan melalui perhitungan DPU dan DPMO. Dalam studi oleh Mulya [16], pengukuran dilakukan untuk mengidentifikasi variasi kualitas bahan baku yang berkontribusi pada cacat produk mi instan. Pada fase ini pengukuran dilakukan dengan mengumpulkan data cacat produk dan menghitung peluang cacat dalam satu juta kesempatan, sehingga diperoleh nilai konversi sigma yang menggambarkan tingkat kualitas. Pengukuran ini memanfaatkan data dari sensor tekanan dan kelembapan pada mesin, serta catatan harian operator, untuk memahami variasi dalam proses produksi, seperti ketidakstabilan serat kertas yang disebabkan oleh proses penggilingan.
 - 3) Fase *analyze*, fase ini adalah langkah operasional ketiga dimana penelitian berfokus pada mengidentifikasi faktor-faktor penyebab permasalahan yang muncul [14]. Pada fase ini, digunakan *pareto diagram* untuk menganalisis akar masalah dan *fishbone diagram* untuk memetakan berbagai faktor penyebab cacat. Observasi langsung dan wawancara di lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi penyebab cacat, yang mengungkap tiga faktor utama, yaitu masalah pada mesin, ketidaksesuaian metode, dan variasi kualitas material.
 - 4) Fase *Improve*, pada tahap ini, perusahaan diberikan saran serta rekomendasi perbaikan terkait dengan permasalahan produk cacat [14]. Langkah ini diambil agar tingkat kecacatan produk dapat ditekan atau dikurangi, sesuai dengan sasaran serta manfaat yang ingin diwujudkan dalam penelitian ini. Pada fase ini, digunakan metode 5W+1H untuk merancang solusi penyebab produk cacat pada *Paper Machine 2* berdasarkan wawancara dan analisis sebelumnya.
 - 5) Fase *Control*, pada tahap ini, perusahaan menetapkan standar kontrol yang akan digunakan untuk memastikan kualitas proses agar tetap berada dalam batas yang diinginkan [14]. Dalam penelitian oleh Lestari dan Supardi [17], pentingnya pengendalian kualitas berkelanjutan melalui siklus DMAIC ditekankan untuk mencapai target *six sigma*. Pada fase ini, perusahaan disarankan untuk memperketat pengawasan dengan mengoptimalkan kinerja mesin dan menyesuaikan parameter *stretch* serta *smoothness* pada kertas rokok Coresta 31. Langkah-langkah perbaikan yang diusulkan berdasarkan perhitungan dan analisis tahapan sebelumnya yang bertujuan untuk menjaga tingkat cacat tetap di bawah target KPI perusahaan, yaitu 5%.
- f. Tahap analisis hasil pengolahan data, data yang telah diolah kemudian dianalisis hasilnya. Analisis dilakukan untuk menilai apakah solusi yang diterapkan mampu memberikan hasil yang optimal, serta menentukan langkah pencegahan dan tindakan korektif untuk perbaikan.
- g. Tahap kesimpulan, tahap ini dilakukan dengan merangkum hasil penelitian yang diperoleh guna menjawab tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

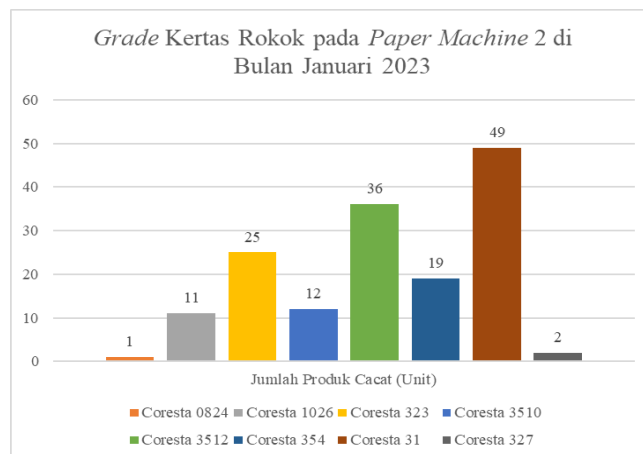
3. HASIL DAN ANALISIS

Penelitian ini dilakukan di PT Bukit Muria Jaya, dimana setelah dianalisis ternyata terdapat masalah dalam proses produksi produk *cigarette paper grade* Coresta 31, produk yang tidak sesuai standar kualitas atau *Non Conform* masih ditemukan, bahkan jumlahnya melampaui batas KPI yang telah ditetapkan. Didapatkan bahwa jumlah produk cacat pada bulan Januari hingga Desember 2023 menunjukkan bahwa *Paper Machine 2* (PM 2) memiliki jumlah produk cacat yang paling banyak. Berikut data produksi dan produk cacat dari bulan Januari – Desember 2023 seperti pada Tabel 1. dibawah ini.

Tabel 1. Data Jumlah Produksi dan Produk Cacat pada *Paper Machine 2*

No	Bulan	Jumlah Produksi (Kg)	Jenis Cacat (Unit)					Jumlah Produk Cacat (Unit)	Jumlah Produk Cacat (Kg)
			Parameter	Hole	Mini Dark Spot	Fish Eye	Warna Kebiruan		
1	Januari	1332044	154	1				155	414695
2	Februari	935116	52		19			71	263134
3	Maret	1276993	70					70	266954
4	April	745540	85					85	299299
5	Mei	1091930	128	1	1			130	366647
6	Juni	1317326	63					63	157004
7	Juli	1118085	112	2	7			121	337278
8	Agustus	1272528	133		1		2	136	350983
9	September	1201628	50		1			51	129318
10	Oktober	1256070	122	2				124	289364
11	November	1150083	47		11	1		59	102168
12	Desember	1361274	96		3			99	305350
Total		14058617	1112	6	43	1	2	1164	3282194

Dari tabel tersebut diketahui bahwa pada *Paper Machine 2* terdapat 5 jenis cacat yaitu cacat parameter, *hole*, *mini dark spot*, *fish eye*, dan warna kebiruan. Total produk cacat pada *Paper Machine 2* bulan Januari sampai Desember yaitu 1164 unit atau 3.282.194 Kg. Pada penelitian ini, peneliti hanya akan berfokus menganalisis produk cacat pada bulan Januari saja dikarenakan jumlah produk cacat paling banyak terjadi pada bulan Januari dengan jenis cacat parameter sebanyak 154 unit. Pada bulan Januari tersebut, terdapat beberapa *grade* kertas rokok dimana jenis kertas rokok dengan *grade* Coresta 31 ditemukan paling banyak produk cacatnya dibanding *grade* yang lain seperti yang terlihat pada Gambar 2., yaitu histogram *grade* kertas rokok pada *Paper Machine 2* di bulan Januari.



Gambar 3. *Grade* kertas rokok pada *Paper Machine 2* di bulan Januari

Dari Gambar 3 tersebut dapat diketahui bahwa kertas rokok dengan *grade* coresta 31 memiliki jumlah produk cacat yang paling banyak dibulan januari tersebut. Kertas rokok dengan *grade* Coresta 31 adalah sejenis kertas *tipping*. Kertas *tipping* adalah bagian penting dari sebuah rokok yang berfungsi dalam berbagai hal seperti menghubungkan batang tembakau dengan ujung *filter*, mengontrol hasil asap, dan bertindak sebagai

pembawa zat-zat khusus seperti aroma. Kertas ini juga merupakan satu-satunya bagian dari rokok yang bersentuhan langsung dengan bibir dan jari konsumen.

3.1 Tahap Define

Pada tahap ini, fokusnya adalah mengidentifikasi masalah kualitas produk dan menentukan jenis-jenis cacat yang sering terjadi. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai faktor penyebab kecacatan pada produk kertas rokok *grade* Coresta 31 di PT Bukit Muria Jaya selama Januari 2023. Melalui proses ini, aspek *critical to quality* (CTQ) dapat dianalisis untuk memahami sumber ketidaksesuaian (*defect/NC*). Berikut adalah kuantitas cacat beserta jenis cacat yang ditunjukkan pada Tabel 2. di bawah ini.

Tabel 2. Jenis Cacat Produk Kertas Rokok *Grade* Coresta 31

No.	Parameter	Jumlah Produk Cacat (Unit)	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Produk Cacat (Kg)	Jumlah Produksi (Kg)	Presentase Produk Cacat (%)
1	<i>Stretch</i>	24	178	8427	444676	48,98%
2	<i>Smoothness</i>	21		72263		42,86%
3	<i>Tensile</i>	3		40344		6,12%
4	<i>Water Drop</i>	1		1432		2,04%
Total		49		122466		100%

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan di analisis di bulan Januari 2023, dari 9 jenis spesifikasi parameter yakni *basis weight*, *thickness*, *permeability*, *tensile*, *stretch*, *tea*, *opacity*, *brightness*, dan *ash titrasi*. Dapat diidentifikasi 4 jenis cacat yang termasuk *critical to quality* (CTQ) yaitu cacat *stretch* sebesar 48,98%, *smoothness* sebesar 42,86%, *tensile* sebesar 6,12%, dan *water drop* sebesar 2,04%. Pada data terlihat cacat parameter *stretch* dan *smoothness* mendominasi, parameter tersebut berkaitan langsung dengan fungsionalitas kertas *tipping* (bagian yang bersentuhan dengan bibir konsumen). Cacat pada parameter ini dapat memengaruhi kenyamanan pengguna dan kepatuhan terhadap standar Coresta 31.

3.2 Tahap Measure

Tahapan kedua adalah *measure*, pada tahap *measure* dilakukan menggunakan P-chart untuk memastikan stabilitas data produksi. Hasil P-chart menunjukkan bahwa data berada dalam batas kontrol, sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi yang terjadi bersifat alami. Selain itu, perhitungan DPU, DPO, dan DPMO dilakukan untuk mengukur tingkat kecacatan secara kuantitatif [14]. Pengukuran ini dilakukan dengan memanfaatkan data dari sensor mesin dan laporan harian operator.

a. P chart

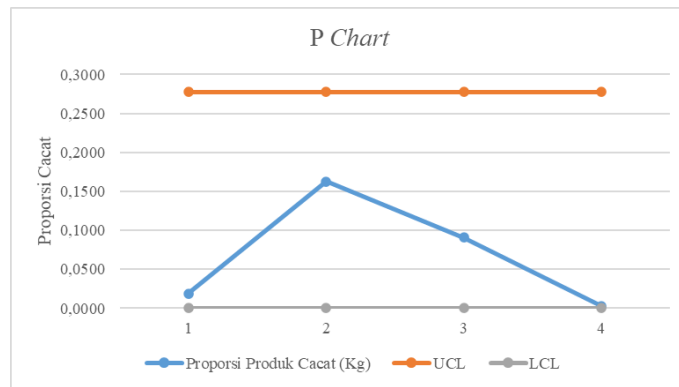
Perhitungan peta kendali P, peta tersebut menunjukkan apakah data tersebut stabil atau tidak. Peta P melakukan perhitungan batas kontrol yaitu, CL, UCL, dan LCL. Rumus-rumus berikut dapat digunakan dalam pembuatan P chart.

$$CL = p \quad (1)$$

$$UCL = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (2)$$

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

Berdasarkan persamaan tersebut, CL merujuk pada *control line* atau garis tengah, p menunjukkan proporsi rata-rata cacat, UCL merupakan *upper control limit* atau batas kontrol atas, LCL adalah *lower control limit* atau batas kontrol bawah, dan n merepresentasikan jumlah produksi. Hasil perhitungan menghasilkan grafik P Chart pada Gambar 4, yang menunjukkan bahwa seluruh data berada dalam batas UCL dan LCL, sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh dalam kondisi stabil.



Gambar 4. Peta Kendali P Chart

b. Perhitungan Nilai *Defect/Unit* (DPU)

Defect/Unit (DPU) merupakan cacat per unit yang dihitung dengan membagi jumlah produk cacat dengan total produksi yang telah dihasilkan. DPU digunakan untuk mengetahui jumlah cacat yang terjadi pada setiap unit produksi, sehingga informasi tersebut menjadi dasar penting untuk merancang strategi peningkatan kualitas [14].

$$DPU = \frac{\text{Jumlah Produk Cacat}}{\text{Total Produksi}} \quad (4)$$

Berikut adalah Tabel 4. hasil perhitungan DPU jenis cacat pada kertas rokok *grade* Coresta 31.

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Defect/Unit* (DPU)

No.	Parameter	DPU
1	<i>Stretch</i>	0,1348
2	<i>Smoothness</i>	0,1180
3	<i>Tensile</i>	0,0169
4	<i>Water Drop</i>	0,0056

c. Menentukan *Total Opportunitiest* (TOP)

Total Opportunitiest (TOP) mengacu pada keseluruhan kemungkinan terjadinya cacat, yang diperoleh dari perkalian antara total produksi dan jumlah cacat (CTQ). TOP digunakan untuk melihat seberapa efisien produk diterima oleh pasar [14].

$$TOP = \text{Total Produksi} \times \text{Jumlah Cacat (CTQ)} \quad (5)$$

$$TOP = 178 \times 4 = 712$$

Dari hasil perhitungan TOP diatas dapat diartikan dalam proses produksi kertas rokok *grade* Coresta 31 terdapat kemungkinan terjadinya *defect* sebesar 712 unit.

d. Perhitungan Nilai *Defect/Opportunitiest* (DPO)

Defect Per Opportunitiest (DPO) merupakan ukuran kegagalan persatuan kesempatan, DPO digunakan untuk memberikan gambaran yang lebih tepat mengenai performa proses material dan produksi [14]. DPO dihitung dengan membagi total *defect* dengan total *opportunities* (TOP).

$$DPO = \frac{\text{Jumlah Produk Cacat}}{TOP} \quad (6)$$

Berikut adalah Tabel 5. hasil perhitungan DPO jenis cacat pada kertas rokok *grade* Coresta 31.

Tabel 5. Hasil Perhitungan *Defect/Opportunitiest* (DPO)

No.	Parameter	DPO
1	<i>Stretch</i>	0,0337
2	<i>Smoothness</i>	0,0295
3	<i>Tensile</i>	0,0042
4	<i>Water Drop</i>	0,0014

e. Perhitungan *Defect/Million Opportunitiest* (DPMO)

Defect Per Million Opportunitiest (DPMO) menunjukkan jumlah defect yang terjadi dalam satu juta peluang. Nilai ini diperoleh dengan mengalikan *defect per opportunities* dengan 1.000.000, atau dapat diartikan sebagai kemungkinan terjadinya kegagalan dalam satu juta kesempatan [14]. DPMO digunakan untuk

mengukur kualitas secara menyeluruh dan memberikan gambaran komprehensif mengenai konsistensi kualitas dalam proses produksi [18].

$$\text{DPMO} = \text{DPO} \times 1.000.000 \quad (7)$$

Berikut adalah Tabel 6. hasil perhitungan DPMO jenis cacat pada kertas rokok *grade* Coresta 31.

Tabel 6. Hasil Perhitungan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO)

No.	Parameter	DPMO
1	<i>Stretch</i>	33708
2	<i>Smoothness</i>	29494
3	<i>Tensile</i>	4213
4	<i>Water Drop</i>	1404

f. Perhitungan Tingkat Sigma

Setelah diketahui DPMO perusahaan, selanjutnya adalah menghitung level sigma PT BMJ saat ini.

$$T. \text{ Sigma} = \text{Normsinv} \left(1 - \frac{\text{DPMO}}{1.000.000} \right) + 1,5 \quad (8)$$

Berikut adalah Tabel 7. yakni hasil perhitungan tingkat sigma jenis cacat pada kertas rokok *grade* Coresta 31.

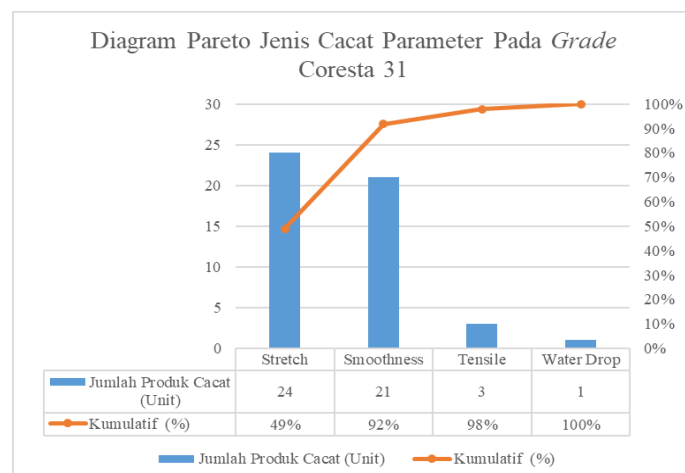
Tabel 7. Hasil Perhitungan Tingkat Sigma

No.	Parameter	Tingkat Sigma
1	<i>Stretch</i>	3,3289
2	<i>Smoothness</i>	3,3883
3	<i>Tensile</i>	4,1345
4	<i>Water Drop</i>	4,4879

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perusahaan sudah menunjukkan kinerja yang baik dalam mengelola tingkat kecacatan, dengan nilai sigma 3 dan 4. Meskipun demikian, masih terdapat kecacatan pada produk kertas rokok *grade* Coresta 31. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan perbaikan lebih lanjut untuk mencapai nilai 6-sigma, yang berarti hampir tidak ada cacat pada produk tersebut.

3.3 Tahap Analyze

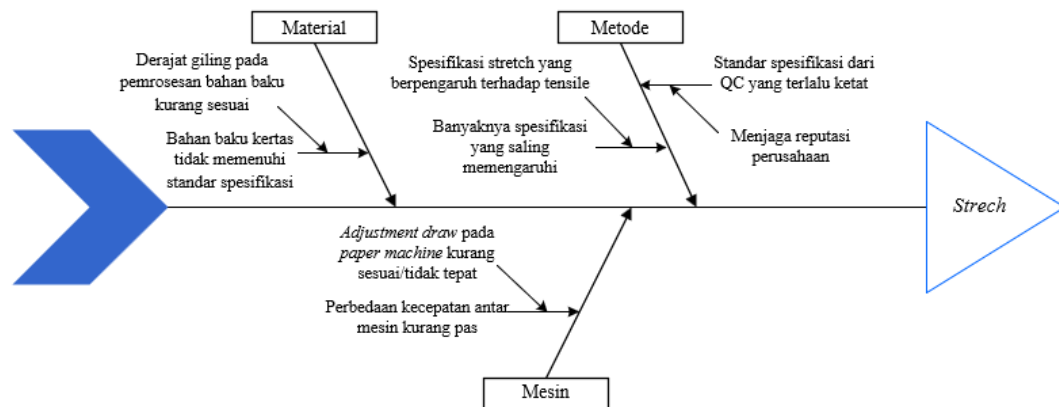
Untuk mengidentifikasi masalah cacat dalam proses produksi [14], digunakan diagram pareto dan diagram sebab-akibat (*fishbone*) guna mempermudah penarikan kesimpulan. Untuk diagram pareto Seperti pada Gambar 5. di bawah ini.



Gambar 5. Diagram Pareto Jenis Cacat Parameter Pada *Grade* Coresta 31

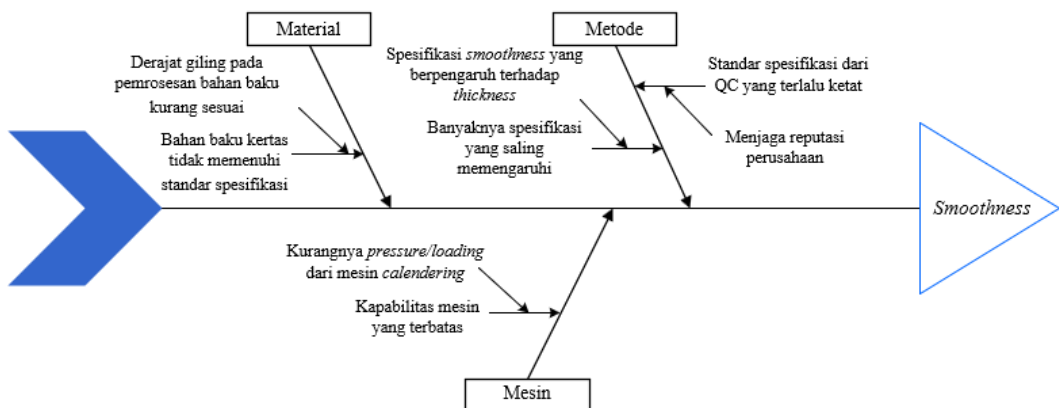
Berdasarkan diagram Pareto yang ada, langkah perbaikan akan difokuskan pada dua jenis cacat yang paling signifikan, yaitu *Stretch* dengan persentase 49% dan *Smoothness* dengan persentase 43%. Setelah itu, dilakukan analisis sebab-akibat untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya cacat pada

kedua jenis cacat prioritas tersebut, menggunakan diagram sebab-akibat. Untuk diagram sebab-akibat *Stretch* seperti pada Gambar 6. dan diagram sebab-akibat *Smoothness* seperti pada Gambar 7. di bawah ini:



Gambar 6. Diagram Sebab-Akibat Cacat Parameter *Stretch*

Cacat parameter *stretch* pada kertas rokok grade Coresta 31 disebabkan oleh tiga faktor utama. Pertama, *adjustment draw* pada mesin yang tidak tepat menyebabkan peregangan kertas tidak optimal, memengaruhi ketebalan dan kekuatan tarik. Kedua, derajat giling bahan baku yang tidak sesuai menghasilkan *pulp* dengan tekstur tidak seragam, berdampak pada elastisitas kertas. Ketiga, spesifikasi *tensile* yang tidak selaras dengan parameter *stretch* dan standar QC yang terlalu ketat menyebabkan produk dikategorikan cacat meski masih memenuhi kebutuhan pelanggan. Ketidaksesuaian ini mengakibatkan kertas rentan mengalami robek atau deformasi selama penggunaan.



Gambar 7. Diagram Sebab-Akibat Cacat Parameter *Smoothness*

Cacat parameter *smoothness* juga disebabkan oleh tiga faktor utama. Pertama, tekanan yang tidak memadai pada mesin *calendering* menghambat penghalusan permukaan kertas secara optimal. Kedua, derajat giling *pulp* yang tidak tepat menghasilkan serat kasar yang memengaruhi kehalusan permukaan. Ketiga, spesifikasi ketebalan (*thickness*) yang tidak seimbang dengan *smoothness* dan standar QC yang terlalu ketat menyebabkan produk tidak lolos kontrol kualitas. Akibatnya, permukaan kertas menjadi tidak rata atau kasar, menurunkan kualitas fungsional dan estetika produk.

3.4 Tahap Improve

Tahap *Improve* bertujuan untuk merumuskan rekomendasi atau usulan perbaikan kualitas yang dapat menurunkan tingkat kecacatan [14]. Setelah mengidentifikasi jenis dan faktor kerusakan pada kertas rokok grade Coresta 31, proses analisis perbaikan dilakukan dengan menerapkan metode 5W+1H, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8. Hasil Analisis 5W +1H

Waktu terjadi (When)	Defect terjadi (What)	Terjadinya defect (Where)	Penyebab (Why)		Penanggung jawab (Who)	Perbaikan (How)
			Faktor penyebab	Penyebab		
Saat berlangsungnya proses produksi kertas	Stretch	Paper Machine	Mesin	Adjustment draw kurang sesuai/tidak tepat	Operator Produksi	Memastikan penyetelan draw sudah tepat untuk jenis kertas
		Area Stock Preparation	Material	Derajat giling pada pemrosesan bahan baku kurang sesuai	Operator Produksi	Menyesuaikan derajat giling agar bahan baku yang didapatkan sesuai dengan spesifikasi
		Quality Control	Metode	Spesifikasi Stretch yang berpengaruh terhadap tensile	Supervisor Produksi	Menyesuaikan adjustment stretch dan tensile agar optimum dan sesuai spesifikasi
Saat berlangsungnya proses produksi kertas	Smoothness	Paper Machine	Mesin	Standar spesifikasi dari QC yang terlalu ketat	Tim Quality Control	Perlu dilakukan kajian ulang mengenai standar spesifikasi yang telah ditetapkan QC, tetapi tetap harus masuk dengan spesifikasi customer
		Area Stock Preparation	Material	Kapabilitas mesin terbatas	Operator Produksi	Melakukan pembaruan mesin yang lebih optimal
		Quality Control	Metode	Derajat giling pada pemrosesan bahan baku kurang sesuai	Operator Produksi	Menyesuaikan derajat giling agar bahan baku yang didapatkan sesuai dengan spesifikasi
				Spesifikasi smoothness yang berpengaruh terhadap thickness	Supervisor Produksi	Menyesuaikan adjustment smoothness dan thickness agar optimum dan sesuai spesifikasi
				Standar spesifikasi dari QC yang terlalu ketat	Tim Quality Control	Perlu dilakukan kajian ulang mengenai standar spesifikasi yang telah ditetapkan QC, tetapi tetap harus masuk dengan spesifikasi customer

3.5 Tahap Control

Pada tahap ini, dilakukan pengawasan terhadap rekomendasi perbaikan yang telah dianalisis agar terjaga [14]. Tahap control dijelaskan melalui rekomendasi yang diberikan kepada perusahaan, sebagaimana tercantum dalam tabel 5W+1H. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mendukung perusahaan dalam upaya pengendalian kualitas. Usulan perbaikan yang dilakukan untuk mengimplementasikan kontrol kecacatan produksi kertas rokok *grade* Coresta 31 dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Memastikan penyetelan mesin sudah tepat dan mencari nilai optimum *adjustment parameter* agar *on spec* untuk jenis kertas yang akan diproduksi.
- Memastikan penyetelan mesin penggilingan bahan baku sudah tepat agar bahan baku kertas yang dihasilkan sesuai spesifikasi.
- Mengkaji ulang atau menurunkan standar spesifikasi yang ditetapkan *quality control* agar produk tidak dikategorikan sebagai produk cacat dan tetap dalam spesifikasi *customer*.
- Melakukan pembaruan mesin yang lebih optimal. Mesin dengan kapabilitas *pressure* yang sesuai dengan kebutuhan produksi dan jenis kertas rokok yang dibuat.

Perbaikan yang diusulkan, seperti penyesuaian *draw*, derajat giling, dan optimasi *stretch* serta *tensile*, tidak hanya ditargetkan untuk mengurangi cacat dalam jangka pendek, tetapi juga memiliki dampak jangka panjang. Dengan parameter mesin yang lebih sesuai, tingkat cacat pada kertas rokok *grade* Coresta 31 diperkirakan dapat turun secara konsisten di bawah KPI perusahaan (5%). Untuk menjaga perbaikan yang konsisten, perlu dijadwalkan audit bulanan oleh tim internal dan pelatihan rutin untuk operator. Selain itu, perusahaan juga harus menerapkan sistem *monitoring real-time* untuk parameter penting seperti *smoothness* dan *stretch*, yang terhubung langsung dengan *dashboard* manajemen.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan diketahui kertas rokok dengan *grade* Coresta 31 memiliki jumlah produk cacat yang paling banyak di bulan Januari 2023, terutama cacat pada parameter yaitu

smoothness, *tensile*, *stretch* dan *water drop*. Berdasarkan diagram pareto persentase cacat yang signifikan ditemukan pada jenis cacat *stretch* (48.98%) dan *smoothness* (42.86%). Terdapat 3 faktor utama yang menyebabkan cacat parameter *stretch* dan *smoothness* yaitu faktor mesin, material, dan metode. Faktor-faktor penyebabnya yaitu *adjustment draw* pada *paper machine* kurang sesuai/tidak tepat, derajat giling pada pemrosesan bahan baku yang kurang sesuai, spesifikasi *stretch* yang berpengaruh terhadap *tensile*, terbatasnya kapabilitas mesin terutama kurangnya *pressure* pada mesin *calendering*, spesifikasi *thickness* yang berpengaruh terhadap *smoothness*, dan standar spesifikasi yang ditetapkan oleh *quality control* terlalu ketat sehingga produk bisa dikategorikan cacat walaupun sebenarnya masih sesuai dengan spesifikasi dari *costumer*. Usulan perbaikan yang disarankan untuk mengurangi jumlah produk cacat, yaitu memastikan penyetelan *draw* sudah tepat untuk jenis kertas, menyesuaikan derajat giling agar bahan baku yang didapatkan sesuai dengan spesifikasi, menyesuaikan *adjustment stretch* dan *tensile* agar optimum dan sesuai spesifikasi, melakukan kajian ulang mengenai standar spesifikasi yang telah ditetapkan *quality control*, tetapi tetap harus sesuai dengan spesifikasi *costumer*, menyesuaikan *adjustment smoothness* dan *thickness* agar optimum dan sesuai spesifikasi, dan melakukan pembaruan mesin yang lebih optimal. Implementasi DMAIC *six sigma* tidak hanya bergantung pada teknik yang digunakan, tapi juga oleh peranan manajemen dan pengaruh budaya perusahaan. Manajer produksi berperan penting dalam memimpin perubahan dengan memberikan arahan yang jelas kepada tim operasional. Budaya perusahaan yang mendukung inovasi dan perbaikan berkelanjutan sangat penting untuk menciptakan lingkungan kerja terbuka terhadap perubahan, sehingga semua karyawan terlibat aktif dalam peningkatan kualitas produk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Çiçekler and A. Tutus, "Challenges in Paper Industry: Addressing Environmental, Economic, and Social Concerns," 2023. [Online]. Available: <http://as-proceeding.com://www.icensos.com/>
- [2] Mokhamad Syefri Abdillah and M. T. Dr. Nuriyanto S.T, "ANALISIS PERBAIKAN KUALITAS DENGAN PENDEKATAN SIX SIGMA UNTUK PRODUK CACAT CUP 220ML PADA PT. XYZ," *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, vol. 2, no. 11, pp. 4361–4370, Jul. 2023, doi: 10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v2i11.6138.
- [3] I. Ahmad, B. I. A. Muttaqin, and H. Chandra, "Implementasi Metode Six Sigma dengan Pendekatan DMAIC untuk Meminimalisasi Kecacatan Produk Pancong Pocong UMKM Ketintang," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 7, no. 2, pp. 790–800, Apr. 2024, doi: 10.31004/jutin.v7i2.26813.
- [4] J. Inovasi, A. Naim, M. Supriatman, A. Hermawan, U. Muhammadiyah, and A. R. Fachruddin, "IMPLEMENTASI SIX SIGMA UNTUK PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK KRUPUK IKAN (STUDI KASUS: UMKM SINAR MUTIARA DI DESA KARANG SERANG KABUPATEN TANGERANG)," 2024. [Online]. Available: <https://journalpedia.com/1/index.php/jimb>
- [5] I. Saidatuningtyas and M. A. Rizal, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Konstruksi Baja untuk Jembatan Menggunakan Metode Six Sigma DMAIC di Pabrik Fabrikasi Baja," *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, vol. 21, no. 2, pp. 75–84, Aug. 2023, doi: 10.52330/jtm.v21i2.110.
- [6] R. Islamia and S. Asy'ari, "Six Sigma DMAIC Penerapan Six Sigma DMAIC Pada Produk Batu Split (Studi Kasus PT.MBP)," *Matrik : Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*, vol. 24, no. 1, p. 63, Sep. 2023, doi: 10.30587/matrik.v24i1.5845.
- [7] A. P. Wardana, "PENERAPAN DMAIC DAN FMEA UNTUK PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK KEMASAN KERTAS PERUSAHAAN PERCETAKAN PT.XYZ," *Jurnal SENOPATI : Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 47–55, Oct. 2023, doi: 10.31284/j.senopati.2023.v5i1.4562.
- [8] F. Ayu Lestari and N. Purwatmini, "Pengendalian Kualitas Produk Tekstil Menggunakan Metoda DMAIC," vol. 5, no. 1, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ecodemica>
- [9] M. Y. Gandi, A. E. Nugraha, A. H. Maksum, and B. Nugraha, "Identifikasi kecacatan produk menggunakan Lean Six Sigma melalui pendekatan konsep DMAIC," *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, vol. 14, no. 2, Nov. 2022, doi: 10.28989/angkasa.v14i2.1213.
- [10] A. Niñerola, M.-V. Sánchez-Rebull, and A.-B. Hernández-Lara, "Quality improvement in healthcare: Six Sigma systematic review," *Health Policy (New York)*, vol. 124, no. 4, pp. 438–445, Feb. 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2020.01.002>.
- [11] A. T. Soemohadiwidjojo, *Six Sigma: Metode Pengukuran Kinerja Perusahaan Berbasis Stastitik*. Jakarta: Raih Asa Sukses, 2017.
- [12] O. Hana Catur Wahyuni and M. Wiwik SUListiyowati, *BUKU AJAR PENGENDALIAN KUALITAS INDUSTRI MANUFAKTUR DAN JASA*. 2020.
- [13] I. Mukti and Y. Utomo, "Penerapan Metode DMAIC Dalam Pengurangan Cacat Produk Labelstock dengan pendekatan Six Sigma Di PT Karya Terang Abadi," vol. 6, pp. 1–17, 2024.

-
- [14] Siti Nur Hamidah and H. Aprilia, "Pengendalian Kualitas Produk Cacat Produksi E-Clips Menggunakan Metode Six Sigma," *Jurnal Riset Teknik Industri*, pp. 141–154, Dec. 2024, doi: 10.29313/jrti.v4i2.5439.
 - [15] M. F. N. Mohammad Faisal Nurfaizi and Widya Setiafindari, "Upaya Perbaikan Kualitas Produk Dengan Metode Six Sigma dan FMEA di PT Yogya Presisi Tehnikatama Industri," *JURNAL ILMIAH TEKNIK INDUSTRI DAN INOVASI*, vol. 2, no. 4, pp. 1–16, Oct. 2024, doi: 10.59024/jisi.v2i4.803.
 - [16] E. Mulya, K. Vewawati, L. Prima, M. R. J, R. J. S, and W. H. I, "Penerapan Six Sigma dalam Pengendalian Mutu Produksi Mie Instan Untuk Meningkatkan Kualitas dan Efisiensi di PT XYZ," *Action Research Literate*, vol. 8, no. 10, pp. 2978–2985, Oct. 2024, doi: 10.46799/ar.v8i10.2223.
 - [17] D. Tri Lestari and S. Supardi, "Metode six sigma dalam pengendalian kualitas pada home industry tempe," *Fair Value: Jurnal Ilmiah Akuntansi dan Keuangan*, vol. 5, no. 2, pp. 790–797, Sep. 2022, doi: 10.32670/fairvalue.v5i2.2331.
 - [18] P. A. Aripadnyani, I. W. Widia, and I. G. K. A. Arthawan, "Penerapan Metode Six Sigma untuk Menurunkan Jumlah Defect pada Produksi Fillet Ikan Kakap Putih (*Lates Calcarifer Bloch*)," *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, vol. 9, no. 1, pp. 35–44, Apr. 2021, doi: <https://doi.org/10.24843/JBETA.2021.v09.i01.p04>.