



---

## Analisis Pengendalian Kualitas *Machining* Pada Produk *Intake Manifold* Menggunakan Metode Six Sigma di PT XYZ

Azhari Tambunan<sup>1</sup>, Fibi Eko Putra<sup>2</sup>, Dodit Ardiatma<sup>3</sup>

<sup>123</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Teknik Industri, Universitas Pelita Bangsa  
[azharicom19@gmail.com](mailto:azharicom19@gmail.com), [fibis@pelitabangsa.ac.id](mailto:fibis@pelitabangsa.ac.id), [doditardiatma@pelitabangsa.ac.id](mailto:doditardiatma@pelitabangsa.ac.id)

### Abstrak

Studi ini dimaksudkan guna mengkaji dan memperbaiki kualitas proses manufaktur *machining* untuk produk *intake manifold* di PT XYZ melalui penerapan Six Sigma dengan kerangka DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Kendala primer yang dialami perusahaan merupakan tingginya kadar cacat barang pada tahap *machining* yang mengakibatkan eskalasi biaya produksi, *rework*, serta penurunan efektivitas proses manufaktur. Studi ini memanfaatkan data riwayat produksi span April–Agustus 2025 yang didapatkan dari unit pengendalian mutu dan produksi. Fase *define* dilaksanakan untuk mendeteksi jenis cacat utama yang berdampak pada kualitas barang. Di fase *measure*, tercatat *defect ratio* mencapai 2,54%, nilai *Defects Per Million Opportunities (DPMO)* 4.244, dan tingkat sigma 4,21 sigma. Kemudian, fase *analyze* menerapkan *fishbone diagram* dan *why-why analyst* guna menelusuri penyebab mendasar cacat dari elemen manusia, mesin, prosedur, bahan baku, dan kondisi kerja. Fase *improve* direalisasikan melalui rekomendasi perbaikan seperti penyeragaman SOP operasional, pengenalan pemeliharaan preventif mesin, pemantauan masa pakai alat, penguatan kontrol proses produksi, dan pelatihan pekerja. Fase *control* diterapkan untuk menjamin kelanjutan dan konsistensi rekomendasi perbaikan. Dampak penerapan rekomendasi perbaikan mencatat penurunan *defect ratio* menjadi 1,97% serta kenaikan tingkat sigma ke 4,45 sigma. Oleh karena itu, pendekatan Six Sigma DMAIC secara empiris terbukti ampuh dalam mengoptimalkan kualitas proses *machining* dan mereduksi kadar cacat produk secara substansial.

**Kata kunci:** Six Sigma, DMAIC, Defect Ratio, Machining, Kualitas

### 1. Latar Belakang

PT XYZ adalah perusahaan manufaktur komponen otomotif, termasuk produk *intake manifold*. Pada lini *machining* Koja, terdeteksi tingkat *defect* yang masih tinggi sepanjang April–Agustus 2025. Kelebihan cacat ini memicu biaya *rework*, *scrap*, dan inspeksi berulang, sehingga mengganggu efisiensi produksi secara keseluruhan. Data produksi menunjukkan jenis *defect* utama seperti *dent*, *kurokawa*, *milling* tipis, retak, bocor, dan *porosity* [1]

Metode Six Sigma adalah strategi pengendalian kualitas yang fokus pada minimisasi variasi proses serta pengurangan *defect* melalui analisis statistik dan data-driven. Pendekatan DMAIC dalam Six Sigma meliputi lima fase: *Define, Measure, Analyze, Improve*, dan *Control*, yang dirancang untuk mengungkap akar masalah serta menyusun solusi perbaikan secara terstruktur [2]

Studi terdahulu membuktikan bahwa penerapan Six Sigma DMAIC berhasil meningkatkan kualitas proses produksi dan memangkas *defect* secara nyata di sektor manufaktur [3]. Jika kemudian penelitian ini dilaksanakan, maka dapat diidentifikasi jenis *defect* dominan, dianalisis penyebab utamanya, serta dirumuskan rekomendasi perbaikan kualitas pada proses *machining intake manifold* di PT XYZ [4].

### 1. Metode Penelitian

Penelitian ini memakai pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode Six Sigma melalui tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*) untuk menganalisis peningkatan kualitas proses produksi di PT XYZ [5]. Penelitian dilaksanakan pada lini *machining*, khususnya lini Koja yang memiliki tingkat *defect* tertinggi, selama periode April–Agustus 2025 melalui observasi, pengumpulan data, dan analisis proses *produksi intake manifold* [6].

## 2.1. Teknik Pengumpulan Data

Data primer diperoleh melalui observasi dan wawancara langsung pada lini Koja *Machining* PT XYZ. Observasi dilakukan untuk mengetahui kondisi aktual proses produksi, penerapan SOP, serta sumber *defect* seperti *dent*, porositas, retak, dan bocor. Wawancara dilakukan kepada operator, supervisor, dan *quality engineer* untuk memperoleh informasi mengenai faktor penyebab *defect* dan variasi proses produksi [7].

Data sekunder diperoleh dari laporan produksi, data *defect*, dan hasil inspeksi kualitas perusahaan selama periode penelitian [8]. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan dokumen standar mutu perusahaan serta literatur pendukung seperti jurnal dan buku yang berkaitan dengan Six Sigma dan pengendalian kualitas untuk memperkuat analisis penelitian [9].

## 2.2. Tahapan DMAIC

### *Define* (Pendefinisian)

Tahap ini menjelaskan ruang lingkup proses produksi Lini Koja *Machining* dan mengidentifikasi masalah apa saja yang terjadi di Lini tersebut dan mendefinisikan tujuan [10]

### *Measure* (Pengukuran)

Tahap ini adalah menetapkan metrik yang dapat digunakan untuk memantau kriteria utama proses, ruang lingkup parameter yang dipertimbangkan, serta kriteria pemantauan kemajuan dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan pada fase *define*. Pada tahap *measure* ada beberapa rumus yang digunakan sebagai berikut [7]:

$$\text{Proporsi Cacat} \quad p = \frac{np}{n} \quad (1)$$

Nilai  $p$  menunjukkan persentase produk cacat yang diperoleh dari pembagian jumlah produk cacat  $np$  dengan total unit yang diperiksa ( $n$ ). Hasil perhitungan ini digunakan sebagai dasar dalam pembuatan P-chart untuk mengetahui kestabilan proses produksi secara statistik.

$$\text{Nilai Tengah} \quad CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (2)$$

Nilai  $\bar{p}$  menunjukkan rata-rata proporsi *defect* yang diperoleh dari total jumlah produk cacat ( $\sum np$ ) dibagi dengan total keseluruhan unit yang diperiksa ( $\sum n$ ). Garis pusat ini digunakan sebagai acuan untuk mengetahui apakah proses produksi berada dalam kondisi stabil atau mengalami penyimpangan selama periode pengamatan.

$$\text{Batas Kendali Atas (UCL)} \quad UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (3)$$

Nilai UCL menunjukkan batas maksimum variasi defect yang masih dianggap normal dalam proses produksi. Perhitungan dilakukan menggunakan rata-rata proporsi defect ( $\bar{p}$ ) dan jumlah sampel yang diperiksa ( $n$ ). Jika nilai proporsi defect melebihi batas UCL, maka proses produksi dianggap berada di luar kendali statistik dan memerlukan tindakan perbaikan.

$$\text{Batas Kendali Bawah} \quad LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (4)$$

LCL adalah batas bawah variasi proses yang masih normal dalam pengendalian kualitas. Pada rumus tersebut,  $\bar{p}$  menyatakan rata-rata proporsi cacat, sedangkan  $n$  adalah jumlah sampel yang diperiksa. Jika nilai berada di bawah LCL, proses dianggap tidak stabil dan perlu dianalisis lebih lanjut

$$\text{Defect per Unit (DPU)} \quad DPU = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{jumlah produksi}} \quad (5)$$

DPU (*Defect per Unit*) digunakan untuk mengukur rata-rata jumlah cacat pada setiap unit produk yang diperiksa, dengan rumus jumlah total cacat ( $D$ ) dibagi jumlah unit ( $U$ ). Semakin kecil DPU, semakin baik kualitas proses produksi karena cacat per unit semakin rendah.

$$\text{Defect per Opportunity (DPO)} \quad DPO = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{jumlah produksi} \times CTQ} \quad (6)$$

DPO digunakan untuk mengukur peluang terjadinya cacat pada setiap kesempatan dalam proses produksi, dengan rumus jumlah total cacat ( $D$ ) dibagi hasil kali jumlah unit yang diperiksa ( $U$ ) dan peluang cacat per unit ( $O$ ). Semakin kecil DPO, semakin baik kualitas proses karena peluang cacat semakin rendah.

$$\text{Defect per Millions Opportunities (DPMO)} \quad DPMO = \frac{D}{U \times O} \times 1.000.000 \quad (7)$$

DPMO digunakan untuk mengukur jumlah cacat dalam satu juta peluang produksi. Nilai DPMO diperoleh dari pembagian jumlah total cacat (D) dengan hasil perkalian jumlah unit yang diperiksa (U) dan jumlah peluang cacat per unit (O), kemudian dikalikan satu juta. Semakin kecil nilai DPMO, maka semakin baik tingkat kualitas proses produksi karena jumlah cacat yang terjadi semakin rendah.

Nilai Sigma  $\text{Sigma Level} = \text{NORMSINV}(1 - DPO) + 1.5 \quad (8)$

untuk mengetahui tingkat kapabilitas proses produksi dalam metode Six Sigma. Perhitungan sigma dilakukan berdasarkan nilai DPO (Defect per Opportunity) menggunakan fungsi distribusi normal NORMSINV, kemudian ditambahkan faktor pergeseran sebesar 1,5 sigma. Semakin tinggi nilai sigma, maka semakin baik kualitas proses produksi karena jumlah defect yang dihasilkan semakin kecil dan proses semakin mendekati kondisi *zero defect*.

*Analyze* (Analisis).

Analisis dilakukan dengan fishbone diagram dan *why-why* analysis untuk menemukan akar penyebab masalah secara sistematis [11].

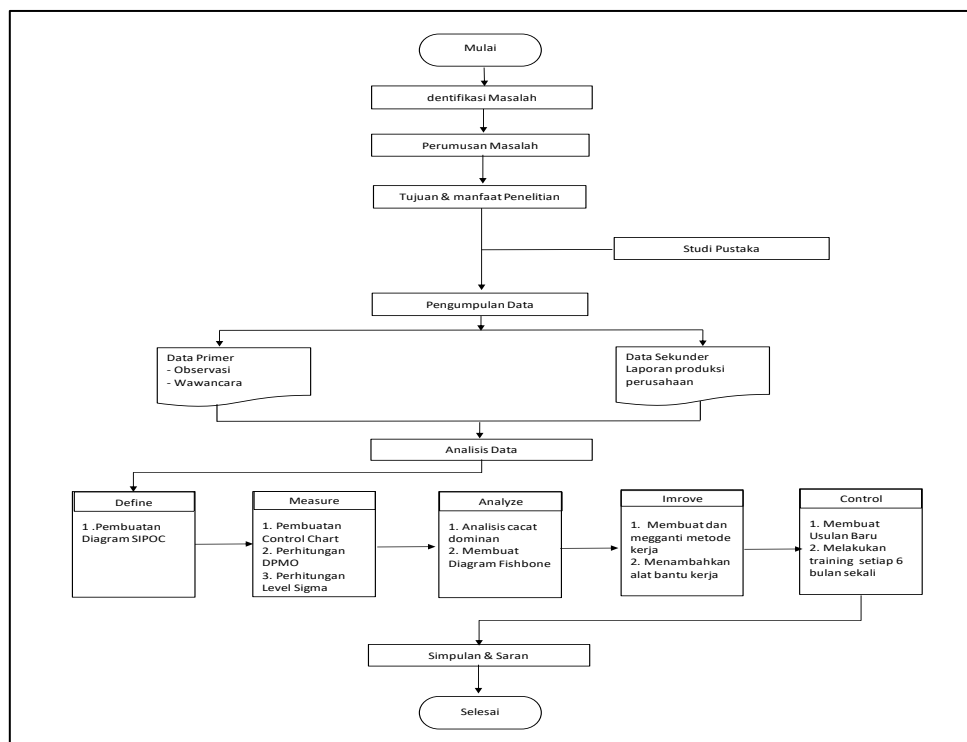
*Improve* (Perbaikan).

Dalam tahap improve ini menggunakan metode 5W + 1H [12]

*Control* (Pengendalian).

Tujuan pengendalian adalah memastikan solusi yang diterapkan merupakan yang paling tepat dan efektif [13].

### 2.3. Kerangka Penelitian



Gambar 1. Skema alur Penelitian

Kerangka penelitian diawali dengan identifikasi serta perumusan masalah pada lini Koja PT XYZ, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data primer, data sekunder, dan kajian pustaka. Data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan metode Six Sigma DMAIC untuk mengetahui akar penyebab defect serta merumuskan usulan perbaikan, dan pada bagian akhir disusun kesimpulan beserta saran penelitian.

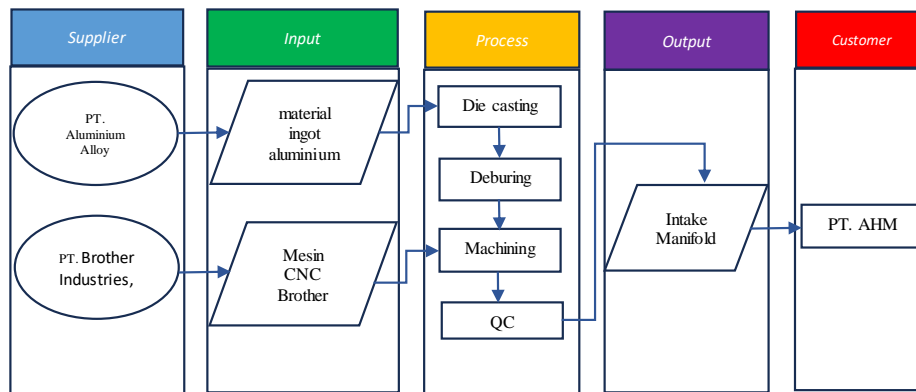
### 3. Hasil dan Diskusi

#### 3.1. Tahap *Define* (Pendefinisian)

##### SIPOC

Tahap *define* meliputi identifikasi tahapan dalam produksi produk Koja, mengenali proses utama, dan memahami kebutuhan pelanggan serta elemen penting untuk kualitas (*Critical to Quality / CTQ*). Proses utama, termasuk produksi produk, diidentifikasi melalui diagram SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers*) [14].

SIPOC digunakan untuk memetakan aliran proses *machining* secara menyeluruh, mulai dari supplier hingga customer. Diagram ini membantu mengidentifikasi keterkaitan antarproses serta titik-titik yang berpotensi menimbulkan *defect* [15].



Gambar 1. Gambar 4. 1 Diagram Sipoc Intake Manifold

Alur SIPOC pada proses produksi *intake manifold* di PT XYZ diawali dari *supplier* yang memasok material dan kebutuhan produksi sesuai standar kualitas perusahaan. Input dalam proses ini meliputi raw material *intake manifold*, mesin CNC, tools, drawing, SOP, serta operator produksi [16]. Selanjutnya, proses produksi dilakukan pada lini *Machining*, dimulai dari setup material, proses pemesinan, pengecekan dimensi, hingga inspeksi kualitas produk. Output yang dihasilkan berupa komponen *intake manifold* yang telah memenuhi spesifikasi dan standar mutu perusahaan. Customer dari proses ini adalah PT Astra Honda Motor (AHM) serta customer internasional seperti Jepang, Vietnam, dan Brazil yang menuntut produk berkualitas tinggi dengan *defect* seminimal mungkin [17]. Dengan demikian, standar kualitas perusahaan menekankan bahwa produk harus memenuhi spesifikasi tanpa cacat, sehingga CTQ difokuskan pada pengendalian defect pada proses *Machining intake manifold*.

##### *Critical to Quality* (CTQ)

Mengidentifikasi *critical to quality* (CTQ) merupakan tahap penting dalam analisis pengendalian kualitas karena berfungsi untuk menentukan karakteristik produk yang paling berpengaruh terhadap kepuasan pelanggan dan kesesuaian terhadap standar yang ditetapkan [18]. CTQ mencakup atribut-atribut utama kualitas, baik dari aspek fisik, dimensi, bahan baku, maupun fungsi produk, yang apabila tidak terpenuhi dapat menyebabkan produk menjadi cacat atau tidak layak digunakan. Dengan demikian, identifikasi CTQ menjadi dasar utama dalam menetapkan prioritas perbaikan kualitas secara lebih terarah dan efektif [19].

Tabel 1. *Critical to Quality Manifold*

No	<i>Critical to Quality</i> (CTQ)	Kategori Kualitas	Keterangan
1	<i>Dent</i>	Karakteristik fisik	Cacat berupa penyok atau lekukan pada permukaan produk yang menyebabkan ketidaksesuaian dengan standar visual dan dapat mengurangi nilai estetika serta fungsi produk.
2	<i>Kurokawa</i>	Karakteristik permukaan	Cacat berupa perubahan warna atau bekas kehitaman pada permukaan hasil <i>machining</i> yang menunjukkan ketidaksempurnaan proses, sehingga tidak memenuhi standar kualitas permukaan.
3	<i>Milling tipis</i>	Karakteristik dimensi	Cacat akibat proses <i>milling</i> yang menghasilkan ketebalan produk di bawah standar yang ditetapkan, sehingga berpotensi menurunkan kekuatan dan ketahanan produk.

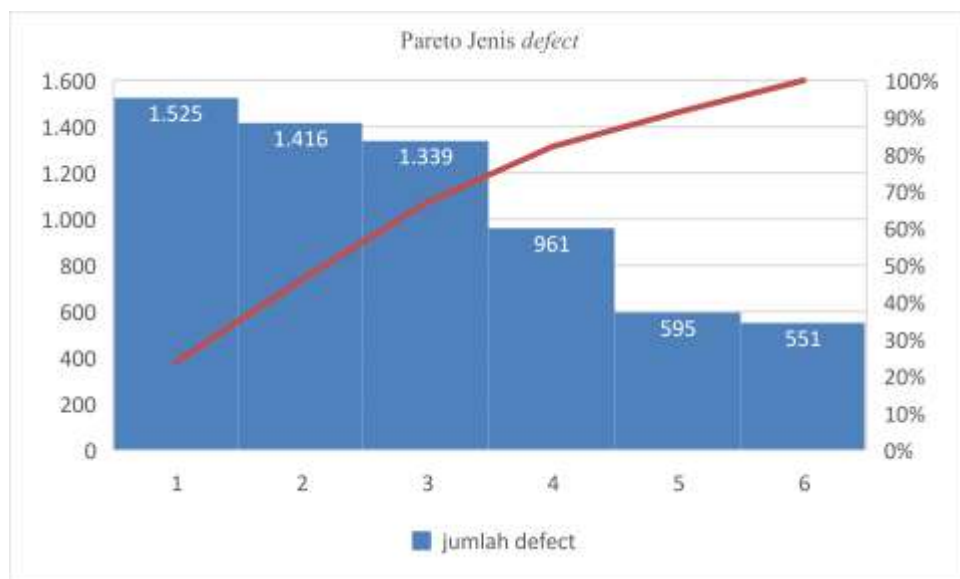
No	Critical to Quality (CTQ)	Kategori Kualitas	Keterangan
4	Retak	Karakteristik struktural	Cacat berupa retakan pada material yang dapat menurunkan kekuatan mekanik dan berisiko menyebabkan kegagalan fungsi produk saat digunakan.
5	Keropos	Karakteristik material	Cacat berupa pori atau rongga pada material yang menyebabkan struktur produk tidak padat dan berpotensi mengurangi kualitas serta keandalan produk.
6	Bocor	Karakteristik fungsional	Cacat yang menyebabkan produk tidak mampu menahan fluida atau tekanan sesuai spesifikasi, sehingga produk dinyatakan tidak layak pakai.

Tabel 2. Jenis Defect

No	Nama Defect	Apr-25	Mei-25	Jun-25	Jul-25	Agu-25
1	Dent	310	300	305	310	299
2	Kurokawa	200	300	305	310	299
3	Milling Tipis	260	280	260	266	270
4	Retak	180	179	188	188	222
5	Bocor	120	115	110	115	130
6	Porosity	120	115	133	100	77

Tabel 3. Jumlah Defect

No	Nama Defect	Total defect	Persentase %	Kumulatif
1	Dent	1.524	23,93	23,93
2	Kurokawa	1.414	22,21	46,14
3	Milling tipis	1.336	20,98	67,12
4	Retak	957	15,05	82,17
5	Bocor	590	9,27	91,44
6	Porosity	545	8,56	100
Total		6.366	100,00	



Untuk mengetahui persentase berbagai jenis *defect* dari yang paling dominan hingga yang paling kecil maka digunakan diagram Pareto. Berdasarkan diagram Pareto pada proses *Machining intake manifold*, terlihat bahwa *defect* tertinggi adalah *dent* dengan persentase sebesar 23,93%, kemudian diikuti *defect kurokawa* sebesar 22,21%, dan *milling tipis* sebesar 20,98%. Selanjutnya terdapat *defect* retak sebesar 15,05%, bocor sebesar 9,27%, serta porositas sebesar 8,56%. Hasil diagram Pareto menunjukkan bahwa satu *defect* terbesar memberikan kontribusi dominan terhadap total kecacatan produksi sehingga menjadi prioritas utama pada tahap *Measure* (pengukuran) untuk dilakukan analisis dan perbaikan kualitas proses.

### 3.2. Tahap *Measure*

Pada fase *Measure*, pengumpulan data kuantitatif dilakukan secara sistematis. Peta kendali P merupakan alat statistik yang digunakan untuk menilai apakah suatu proses masih berada dalam kondisi terkendali atau tidak. Dalam analisis ini, peta kendali P dipilih karena data yang diproses mencakup jumlah cacat dan volume produksi. Data diperoleh dari PT XYZ melalui pengawasan kualitas produk akhir, yang diukur berdasarkan jumlah produk yang dihasilkan. Data tersebut kemudian dapat disusun menjadi peta kendali P, dengan contoh langkah-langkah perhitungan berdasarkan observasi pada tanggal 20 April 2025 sebagai berikut.:

a. Menghitung proporsi cacat

$$p = \frac{np}{n}$$

$$\text{April } p = \frac{1.190}{50.000} = 0,0238$$

$$\text{Mei } p = \frac{1.289}{50.000} = 0,0258$$

$$\text{Juni } p = \frac{1.301}{50.000} = 0,0260$$

Gambar 2. Pareto Jenis *Defect* Lini Koja

$$\text{Juli } p = \frac{1.289}{50.000} = 0,025$$

$$\text{Agustus } p = \frac{1.297}{50.000} = 0,0259$$

Pada lini *Machining* Koja, terdapat beberapa jenis *defect* yang dapat dikenali oleh operator dan tim quality control. Dari hasil identifikasi selama periode April hingga Agustus 2025, *defect* yang paling dominan adalah *dent* dengan persentase 23,93%. Kondisi ini menunjukkan bahwa *dent* menjadi masalah utama yang perlu diprioritaskan dalam upaya perbaikan kualitas.

Tahap analisis kontrol (*p-chart*)

$$p = \frac{np}{n} \quad (1)$$

Nilai *p* menunjukkan persentase produk cacat yang diperoleh dari pembagian jumlah produk cacat *np* dengan total unit yang diperiksa (*n*). Hasil perhitungan ini digunakan sebagai dasar dalam pembuatan *P-chart* untuk mengetahui kestabilan proses produksi secara statistik..

April,

$$p = \frac{1.190}{50.000}$$

Mei,

$$p = \frac{1.289}{50.000}$$

Juni,

$$p = \frac{1.301}{50.000}$$

July,

$$p = \frac{1.289}{50.000}$$

Agustus,

$$p = \frac{1.297}{50.000}$$

Menghitung rata-rata produk cacat:

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (2)$$

Nilai  $\bar{p}$  menunjukkan rata-rata proporsi *defect* yang diperoleh dari total jumlah produk cacat ( $\sum np$ ) dibagi dengan total keseluruhan unit yang diperiksa ( $\sum n$ ). Garis pusat ini digunakan sebagai acuan untuk mengetahui apakah proses produksi berada dalam kondisi stabil atau mengalami penyimpangan selama periode pengamatan.

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum 6.366}{250.000} = 0,0254464 \text{ dibulatkan menjadi } 0,255$$

Nilai tersebut menunjukkan bahwa rata-rata tingkat kecacatan produk pada proses *machining* lini kerja adalah sekitar 2,55% dari total produksi.

Menentukan batas kendali atas (UCL) dan kendali bawah (LCL):

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

Nilai UCL menunjukkan batas maksimum variasi defect yang masih dianggap normal dalam proses produksi. Perhitungan dilakukan menggunakan rata-rata proporsi defect ( $\bar{p}$ ) dan jumlah sampel yang diperiksa ( $n$ ). Jika nilai proporsi defect melebihi batas UCL, maka proses produksi dianggap berada di luar kendali statistik dan memerlukan tindakan perbaikan.

$$UCL = 0,0255 + 3 \sqrt{\frac{0,0255(1 - 0,0255)}{50.000}}$$

$$UCL = 0,0255 + 3 \sqrt{\frac{0,02485}{50.000}}$$

$$UCL = 0,0255 + 0,00211$$

$$UCL = 0,0276$$

Untuk hasil perhitungan UCL didapatkan 0,0276 untuk periode April-Agustus karena untuk nilai  $n$  nya adalah sama sebesar 50.000/bulan, maka dari itu tidak perlu melakukan perhitungan ke bulan berikutnya.

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

Pada rumus P-chart, nilai  $\bar{p}$  menunjukkan rata-rata proporsi cacat atau center line yang digunakan sebagai garis pusat dalam analisis pengendalian kualitas. Sementara itu, nilai  $n$  merupakan jumlah sampel atau total unit produksi yang diperiksa pada setiap periode pengamatan. Kedua parameter tersebut digunakan untuk menentukan batas kendali proses dan mengevaluasi kestabilan produksi secara statistik.

$$LCL = 0,0255 - 3 \sqrt{\frac{0,0255(1 - 0,0255)}{50.000}}$$

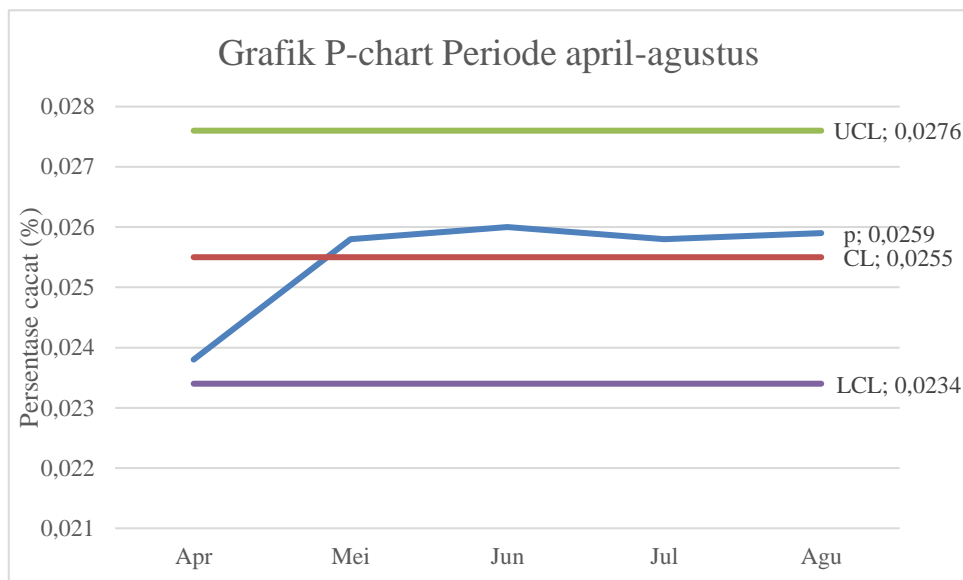
$$LCL = 0,02545 - 0,002115$$

Z

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diperoleh nilai batas kendali bawah sebesar 0,0234 sehingga dapat dilanjutkan ke tabel konversi untuk mengetahui Gambaran umum dari lini *machining* koja

Tabel 4. Tabel perhitungan cl, ucl, dan lcl periode April-Agustus

Bulan	Produksi (n)	Defect (np)	Proporsi Cacat (p)	CL	UCL	LCL
April	50.000	1.190	0,0238	0,0255	0,0276	0,0234
Mei	50.000	1.289	0,0258	0,0255	0,0276	0,0234
Juni	50.000	1.301	0,0260	0,0255	0,0276	0,0234
Juli	50.000	1.289	0,0258	0,0255	0,0276	0,0234
Agustus	50.000	1.297	0,0259	0,0255	0,0276	0,0234



Gambar 3. Grafik peta kendali P, CL, UCL

Pada Gambar 3, P-Chart untuk periode April hingga Agustus 2025 menggambarkan proporsi cacat (p) yang berfluktuasi di sekitar garis tengah (CL) sebesar 0,0255, dengan pola variasi common cause yang relatif konsisten. Seluruh titik data berada dalam batas aman antara *Upper Control Limit* (UCL) 0,0276 dan *Lower Control Limit* (LCL) 0,0234, yang mengindikasikan kestabilan proses secara statistik. Meskipun nilai pada bulan Juni hampir menyentuh UCL, tidak ada indikasi penyimpangan signifikan. Dengan rata-rata cacat mencapai 2,5%, proses ini memang stabil, tetapi kapabilitasnya belum mencapai tingkat optimal cacat yang muncul secara rutin lebih disebabkan oleh performa dasar yang perlu ditingkatkan, bukan ketidakstabilan proses.

Menghitung *Defect per Unit* (DPU)

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

$$DPU = \frac{6.366}{250.000}$$

$$DPU = \frac{6.366}{250.000}$$

$$DPU = 0,02546$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata *defect* yang terjadi pada setiap unit produk sebesar 0,02546 atau sekitar 2,54% dari total produksi.

a. Menghitung *Defect per Opportunities* (DPO)

$$DPO = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{jumlah produksi} \times CTQ}$$

$$DPO = \frac{6.366}{250.000 \times 6}$$

$$DPO = \frac{6.366}{1.500.000}$$

$$DPO = 0,004244$$

Nilai tersebut mengindikasikan bahwa peluang munculnya cacat pada setiap unit kesempatan produksi hanya sebesar 0,004244. Tingkat *Defects Per Opportunity* (DPO) yang rendah ini mencerminkan kestabilan dan konsistensi proses yang baik

b. Menghitung *Defect per Million Opportunities*(DPMO)

$$DPMO = \frac{D}{U \times O} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{6.366}{250.000 \times 6} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{6.366}{250.000 \times 6} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,004244 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 4.244$$

Dari hasil perhitungan tersebut, diketahui bahwa dari satu juta peluang produksi, terdapat sekitar 4.244 cacat. Angka DPMO ini menandakan bahwa proses *machining* masih menghasilkan *defect* dalam jumlah yang cukup signifikan, sehingga memerlukan intervensi perbaikan guna meningkatkan kualitas secara keseluruhan.

c. Menghitung Nilai Sigma

$$\text{Sigma Level} = \text{NORMSINV}(1 - DPO) + 1.5$$

$$\text{Sigma Level} = \text{NORMSINV}(1 - 0,004244) + 1.5$$

$$\text{Sigma Level} = 4,21$$

Hasil perhitungan mengungkapkan bahwa proses *machining intake manifold* mencapai tingkat sigma sebesar 4,21. Pencapaian ini menunjukkan kestabilan dan kinerja proses yang sudah memadai, tetapi masih menyisakan ruang untuk mengurangi peluang cacat lebih lanjut, guna mendekati ideal zero defect dalam kerangka Six Sigma.

Tabel 5. Nilai DPMO, DPU, dan Sigma Level

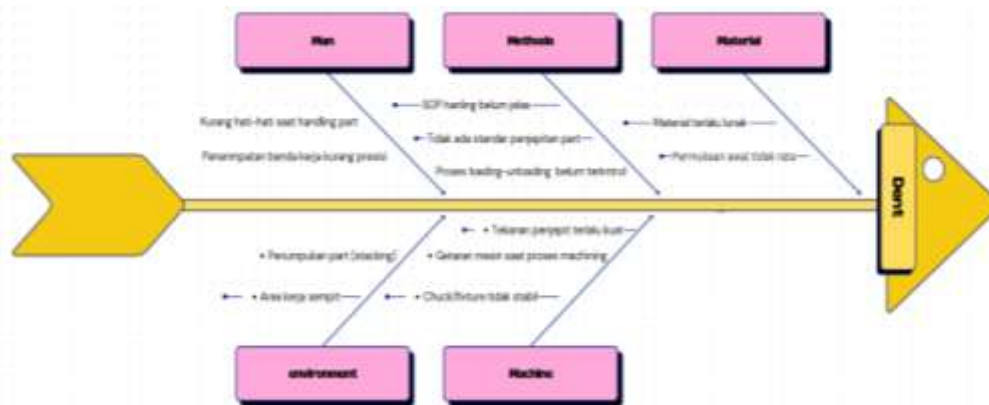
Bulan	Total Produksi	Total Cacat	Persentase Cacat	DPU	DPMO	Sigma Level
April	50.000	1.190	2,38%	0,0238	3.967	4,25

Bulan	Total Produksi	Total Cacat	Persentase Cacat	DPU	DPMO	Sigma Level
Mei	50.000	1.289	2,58%	0,0258	4.297	4,21
Juni	50.000	1.301	2,60%	0,026	4.337	4,21
Juli	50.000	1.289	2,58%	0,0258	4.297	4,21
Agustus	50.000	1.297	2,59%	0,0259	4.323	4,20
Rata- rata	50.000	1.273	2,55%	0,0255	4.244	4,21

Berdasarkan data pada Tabel 5, rata-rata DPMO proses *machining intake manifold* mencapai 4.244, setara dengan tingkat sigma 4,21. Nilai ini mencerminkan kondisi proses yang stabil secara statistik dan cukup baik secara keseluruhan. Meski demikian, keberadaan defect konsisten tiap bulan menekankan perlunya perbaikan berkelanjutan guna meningkatkan kapabilitas proses serta meminimalkan tingkat kecacatan produk.

### 3.3. Tahap *Analyze*

Langkah berikutnya melibatkan identifikasi akar penyebab yang memengaruhi kualitas produk menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone* diagram). Masalah dominan yang terdeteksi adalah penyebab *defect* dengan frekuensi tertinggi, yakni produk *intake manifold* yang ditolak akibat *dent* (*reject dent*). Data ini diperoleh melalui observasi langsung di rantai produksi serta wawancara mendalam dengan leader dan supervisor *machining* di PT XYZ.



Gambar 4. *Fishbone defect dent*

Berdasarkan *fishbone* diagram gambar 4, *defect dent* pada *manifold* koja dipicu 5 faktor utama:

**Faktor Manusia:**

Operator kurang hati-hati saat *handling* dan penempatan part, menyebabkan benturan/goresan.

**Faktor Metode:**

SOP *handling* ambigu, tanpa standar penjepitan, serta *loading-unloading* tak terkontrol menghasilkan inkonsistensi.

**Faktor Material:**

Material terlalu lunak dan permukaan tak rata, rentan penyok saat tekanan/benturan.

**Faktor Mesin:**

Tekanan penjepit berlebih, getaran mesin, *chuck/fixture* tak stabil menimbulkan tekanan ekstra.

**Faktor Lingkungan:**

*Stacking part* dan area sempit meningkatkan risiko benturan.

### 3.4. Tahap *improve*

Tahap *Improve* dalam metodologi DMAIC Six Sigma menekankan penyusunan rencana perbaikan guna optimalisasi kualitas proses *machining* Lini Koja di PT XYZ. Usai mengidentifikasi akar penyebab *defect* lewat *fishbone* diagram dan analisis *why-why*, dirancang usulan tindakan korektif berformat 5W1H (*What, Why, Where,*

*When, Who, How*) untuk meminimalkan tingkat kecacatan produk. Pendekatan ini memastikan setiap inisiatif perbaikan terukur, bertanggung jawab, dan terintegrasi dengan operasional harian. Implementasi bertahap akan dimonitor melalui indikator kinerja utama seperti penurunan DPMO dan peningkatan sigma level.

Tabel 6. Rekomendasi perbaikan *defect dent*

Faktor	What	Why	How	Where	Who	When
<b>Man</b>	Operator kurang hati-hati saat handling	Tidak ada pelatihan handling	Sosialisasi SOP handling & training operator	Line Machining	Operator Produksi & Supervisor	2025
<b>Machine</b>	Tekanan <i>clamp</i> terlalu kuat	Tidak ada standar tekanan	Menentukan standar setting clamp	Mesin Machining	Maintenance & Operator	2025
<b>Material</b>	Material mudah penyok	Tidak ada kontrol material	Inspeksi material sebelum proses	Area Incoming	QC Material	2025
<b>Method</b>	Handling tidak standar	SOP belum tersedia	Pembuatan SOP handling produk	Line Produksi	Engineering & QC	2025
<b>Environment</b>	Area kerja sempit	Layout tidak tertata	Perbaikan layout & area penyimpanan	Area Produksi	Supervisor Produksi	2025

Setelah dilakukan *improvement* dilakukan penghitungan data ulang dengan MS Excel untuk mengetahui kapabilitas proses.

Tabel 7. Rata-rata penurunan cacat

<i>Before</i>	<i>after</i>	Penurunan <i>defect</i>
April 2025-Agustus 2025	September 2025- Januari 2026	(%)
2,54%	1,97%	22,4% atau 0,57%

Berdasarkan tabel 7, kinerja kualitas proses membaik nyata setelah implementasi usulan perbaikan, dengan *defect ratio* turun dari 2,54% menjadi 1,97% penurunan 22,4% yang menandakan penanganan efektif atas akar masalah teridentifikasi. Tak hanya mengurangi jumlah cacat, tren ini juga menunjukkan berkurangnya variasi proses dan peningkatan stabilitas produksi secara keseluruhan. Kemudian untuk hasil perhitungan nilai sigmanya dapat di jelaskan tabel 8

Tabel 8. Rata-rata peningkatan Sigma

Nilai sigma ( <i>Before</i> )	Nilai Sigma ( <i>after</i> )	Penurunan <i>Defect</i>
April 2025-Agustus 2025	September 2025- Januari 2026	(%)
4,21	4,45	0,24

Berdasarkan tabel 8, tersebut, level sigma naik dari 4,21 menjadi 4,45 pasca perbaikan kenaikan 0,24 % yang mencerminkan peningkatan kapabilitas proses, dengan produksi lebih stabil dan *defect* lebih terkendali dibanding sebelumnya

### 3.5. Tahap *Control*

Tahap control dalam pengendalian kualitas proses *machining intake manifold* mencakup langkah-langkah untuk memastikan bahwa perbaikan yang telah diterapkan dapat berjalan secara konsisten dan efektif dalam menurunkan tingkat defect pada proses produksi. Tahap ini dilakukan untuk menjaga kestabilan proses produksi agar tetap sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan oleh PT XYZ. Dalam upaya mempertahankan kualitas proses *machining intake manifold*, dilakukan beberapa tindakan pengendalian secara sistematis. Pertama, *leader* produksi dan tim *quality control* melakukan monitoring proses produksi secara berkala melalui pengumpulan dan analisis data defect untuk memastikan proses tetap berada dalam batas kendali statistik. Kedua, perusahaan menerapkan sistem pengendalian proses berupa penggunaan *check sheet*, *p-chart*, serta penerapan SOP handling part dan

standar proses machining secara konsisten. Selanjutnya, operator produksi diberikan pengarahan dan pelatihan terkait prosedur kerja, *handling* produk, serta penggunaan mesin dan *tools* agar proses produksi berjalan sesuai standar.

Pengawasan terhadap kondisi mesin, tekanan *chuck* dan *fixture*, serta umur *tools* juga dilakukan secara rutin melalui kegiatan *preventive maintenance* guna mencegah terjadinya *defect* selama proses *machining* berlangsung. Apabila ditemukan ketidaksesuaian atau peningkatan jumlah *defect*, maka tindakan korektif segera dilakukan dengan mengidentifikasi penyebab masalah dan menerapkan langkah perbaikan yang diperlukan. Selain itu, evaluasi dan audit proses produksi dilakukan secara berkala untuk memastikan bahwa seluruh tindakan perbaikan tetap berjalan efektif dan berkelanjutan. Dengan adanya tahap control ini, diharapkan kualitas *proses machining intake manifold* dapat terus terjaga dan tingkat *defect* dapat diminimalkan secara berkelanjutan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengendalian kualitas menggunakan metode Six Sigma dengan pendekatan DMAIC pada proses *machining intake manifold* di PT XYZ, dapat disimpulkan bahwa *defect* yang paling dominan selama periode April–Agustus 2025 adalah *dent*, *kurokawa*, *milling* tipis, retak, bocor, dan porosity. Hasil analisis Pareto menunjukkan bahwa *defect dent* memiliki persentase tertinggi, yaitu sebesar 23,93%, sehingga ditetapkan sebagai prioritas utama dalam upaya perbaikan kualitas. Pada tahap *Measure*, diperoleh rata-rata proporsi cacat sebesar 2,55%, dengan nilai DPMO sebesar 4.244 dan tingkat sigma sebesar 4,21. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses produksi telah berada dalam kondisi cukup baik dan stabil secara statistik, namun masih memerlukan peningkatan karena *defect* masih muncul secara berulang. Selanjutnya, pada tahap *Analyze*, penyebab utama *defect* diidentifikasi berasal dari faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan kerja. Akar penyebab tersebut diperoleh melalui fishbone diagram dan *why-why* analysis yang memberikan gambaran mengenai sumber terjadinya *defect* dalam proses machining. Pada tahap *Improve*, disusun usulan perbaikan menggunakan metode 5W+1H, yang meliputi standarisasi SOP *handling part*, *preventive maintenance* mesin, pengendalian umur *tools*, peningkatan pengawasan proses produksi, serta penataan area kerja. Sementara itu, pada tahap *Control*, dilakukan monitoring proses produksi secara berkala melalui *check sheet*, *p-chart*, inspeksi kualitas, dan evaluasi rutin untuk memastikan perbaikan dapat berjalan secara konsisten. Secara keseluruhan, penerapan metode Six Sigma DMAIC membantu perusahaan dalam mengidentifikasi penyebab utama *defect* dan merumuskan tindakan perbaikan yang relevan untuk menurunkan tingkat kecacatan serta meningkatkan kualitas proses machining intake manifold di PT XYZ.

#### Referensi

- [1] A. S. Yusup, "Analisis Penerapan Metode Statistical Process Control untuk Mengendalikan Kualitas Produk Papan Plywood Dekoratif," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, vol. 4, no. 3, pp. 1095–1105, 2025.
- [2] R. Permadi, O. Mulya, M. A. Trijayadi, A. M. Yusuf, and H. Kurnia, "Implementasi Six Sigma (DMAIC) Untuk Mengurangi Cacat Produksi: Tinjauan Literatur Dan Rekomendasi Studi Kasus," *Journal of Collaborative Industrial Management (JCIM)*, vol. 1, no. 4, pp. 149–155, 2025.
- [3] M. F. Idris and I. Yuwono, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Kertas Dengan Metode Statistical Quality Control Pada PT Adiprima Suraprinta Gresik," *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 431–461, 2023.
- [4] S. H. Sakdiyah, N. Eltiviva, and A. Afandi, "Root cause analysis using fishbone diagram: company management decision making," *Journal of Applied Business, Taxation and Economics Research*, vol. 1, no. 6, pp. 566–576, 2022.
- [5] A. Widodo and D. Soediantono, "Benefits of the six sigma method (dmaic) and implementation suggestion in the defense industry: A literature review," *International Journal of Social and Management Studies*, vol. 3, no. 3, pp. 1–12, 2022.
- [6] P. Kolbusz and K. Antosz, "Analysis of the Effectiveness of the Implementation of Six Sigma Projects in the Automotive Industry-A Case Study," in *International Conference Innovation in Engineering*, Springer, 2025, pp. 105–116.
- [7] L. A. Carlawati and N. L. P. L. S. Setiawati, "Analisis Pengendalian Kualitas dengan Metode Six Sigma pada Produksi Produk Mandatory SunShield di PT XYZ," *Blantika: Multidisciplinary Journal*, vol. 3, no. 1, pp. 90–104, 2025.
- [8] D. M. Hariyanto, R. Pradita, R. Jaya, F. V. Yanuardi, and A. Nur, "Pengaruh Alokasi Biaya Produksi, Skala Ekonomi, Dan Inovasi Produk Terhadap Profitabilitas Perusahaan Manufaktur," *Journal ANC*, vol. 1, no. 3, pp. 212–222, 2025.
- [9] R. Ramadhani, M. D. Ichsan, Z. Nurrahman, M. B. A. Azzami, and Y. Prastyo, "PENGENDALIAN KUALITAS PROSES PRODUKSI INJECTION MOLDING KOMPONEN OTOMOTIF DI INDUSTRI MANUFACTUR DENGAN METODE SIX SIGMA PT XYZ," *Inspirasi Journal of Industrial Engineering (IJIE)*, vol. 1, no. 1, pp. 38–50, 2025.
- [10] F. Fitra, R. Sijabat, and Y. Yusrizal, "Analisis Pengendalian Kualitas Usaha Dagang Batako Rafli Menggunakan Metode Six Sigma," *Jurnal ARTI (Aplikasi Rancangan Teknik Industri)*, vol. 20, no. 1, pp. 17–24, 2025.
- [11] A. Setiawan, A. Deswita, S. Shofiyaturrahmah, F. B. Firmansyah, and Y. Prastyo, "Studi kasus analisis defect pada komponen otomotif disertai pemecahan masalah menggunakan diagram Pareto dan Fishbone," *Jurnal Ilmiah Research Student*, vol. 2, no. 2, pp. 53–63, 2025.
- [12] R. Alviani, T. N. Wiyatno, and A. E. Intani, "ANALISIS PENYEBAB CACAT PRODUK DAN UPAYA PERBAIKAN UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE PLAN DO CHECK ACTION (PDCA) PADA UMKM KONVEKSI XYZ," *Journal of Scientech Research and Development*, vol. 7, no. 1, pp. 857–875, 2025.
- [13] F. FIRMANSYAH, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK CACAT PADA PROSES PRODUKSI PERCETAKAN INNER BOX MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA-DMAIC (DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL)

- DAN FMEA (FAILURE MODEL EFFECT ANALYSIS)(Studi Kasus di PT. ARSINDO MULYA TAMA),” 2025, *Universitas Islam Sultan Agung Semarang*.
- [14] C. A. Escobar, D. Macias, M. McGovern, M. Hernandez-de-Menendez, and R. Morales-Menendez, “Quality 4.0—an evolution of Six Sigma DMAIC,” *International journal of lean six sigma*, vol. 13, no. 6, pp. 1200–1238, 2022.
- [15] H. Mansour, H. Abohashima, H. Elkhoully, and N. Harraz, “Smart quality control: integrating six sigma, machine learning and real-time defect prediction in manufacturing,” *International Journal of Lean Six Sigma*, 2025.
- [16] F. M. Dewadi, C. Wibowo, D. Mulyadi, M. Dahlan, and R. A. Nanda, “Proses Produksi Manufaktur,” *Fiantika, FR (2022)*, vol. 1, 2023.
- [17] P. S. MAWARNI, “Optimisasi Proses Bisnis dengan Menggunakan Metode Six Sigma Berbasis Teknologi Informasi,” *Tugas\_Akhir (Artikel) Jurnal Sistem Informasi, Teknik Komputer dan Teknologi Pendidikan*, vol. 4, no. 1, pp. 37–41, 2025.
- [18] S. D. Islamiati, M. Sofitra, and R. Budiman, “Pengendalian Kualitas Produksi Crumb Rubber untuk Mengurangi Reject Product di PT XY,” *Jurnal Teknik Industri Universitas Tanjungpura*, vol. 8, no. 2, 2024.
- [19] D. P. W. Agung, A. A. I. A. S. Komaladewi, and I. G. A. K. Suriadi, “PENERAPAN METODE DMAIC DALAM PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK CACAT PADA PABRIK PIE SUSU PUTRI THE APPLICATION OF THE DMAIC METHOD IN QUALITY CONTROL OF DEFECTIVE PRODUCTS AT PIE SUSU PUTRI FACTORY,” *Jurnal Riset Multidisiplin Edukasi*, vol. 3, no. 1, pp. 486–504, 2026.