

Pengendalian Kualitas Proses Produksi Injection Molding Komponen Otomotif di Industri Manufaktur Dengan Metode Six Sigma PT. XYZ

Rizky Ramadhani^{*1}, Muhammad Daffa Ichsan², Ziqhi Nurrahman³, Muhammad Bintang Aditya Azzami⁴, Yudi Prastyo⁵

Program Studi Teknik Industri Universitas Pelita Bangsa

e-mail: rizkyramadhani9121@gmail.com¹, omkris07@gmail.com², kylvaro611@gmail.com³, bintangazzamil12@gmail.com⁴, yudiprastyo@pelitabangsa.ac.id⁵

*Corresponding Author: rizkyramadhani9121@gmail.com; Tel.: 085161039121

DOI: <https://doi.org/10.XXXXX/IJIM.XXXXX.XXXX>

Informasi Artikel

Dikirim: 21 Mei 2025

Direvisi: 28 Mei 2025

Diterima: 31 Mei 2025

Abstrak

Dalam industri manufaktur otomotif, kualitas produk menjadi faktor krusial yang menentukan daya saing dan kepuasan pelanggan. Salah satu metode yang terbukti efektif dalam pengendalian kualitas adalah Six Sigma, yang berfokus pada reduksi variasi proses dan peningkatan kapabilitas produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan metode Six Sigma dalam mengendalikan kualitas proses injection molding pada produksi komponen otomotif di PT XYZ, serta mengevaluasi dampaknya terhadap efisiensi produksi dan tingkat cacat produk. Pendekatan yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan metode DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Temuan penelitian mengindikasikan bahwa penerapan Six Sigma berhasil mengurangi jumlah produk cacat secara signifikan, dari 4.8% sebelum perbaikan menjadi 2.62% setelah perbaikan, serta meningkatkan nilai perhitungan sigma dari 3.75 sebelum perbaikan menjadi 3.98 setelah perbaikan. Perbaikan ini berkontribusi pada peningkatan yield rate, optimalisasi efisiensi produksi, serta pengurangan pemborosan material. Selain itu, implementasi metode ini turut berperan dalam peningkatan kepuasan pelanggan melalui perbaikan mutu produk. Kesimpulan dari penelitian ini menegaskan bahwa Six Sigma merupakan metode yang efektif dalam pengendalian kualitas proses injection molding, yang tidak hanya meningkatkan mutu produk tetapi juga efisiensi operasional. Dengan menekan variasi proses dan mengoptimalkan kapabilitas produksi, metode ini membantu perusahaan dalam mencapai standar kualitas yang lebih tinggi serta meningkatkan daya saing di industri manufaktur otomotif.

Kata kunci: Six Sigma, DMAIC, Injection Molding, Pengendalian Kualitas, Manufaktur, Otomotif

Abstract

In the automotive manufacturing industry, product quality is a crucial factor that determines competitiveness and customer satisfaction. One method that has proven effective in quality control is Six Sigma, which focuses on reducing process variation and improving production capability. This study aims to analyze the application of the Six Sigma method in quality control of the injection molding process in the production of automotive components at PT XYZ, and evaluate its impact on production efficiency and product defect rates. The approach used in this research is the DMAIC method (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). The results showed that the implementation of Six Sigma succeeded in significantly reducing the number of product defects, from 4.8% before improvement to 2.62% after improvement, and increasing the sigma calculation value from 3.75 before improvement to 3.98 after improvement. These improvements contributed to an increase in yield rate, optimization of production efficiency, and reduction of material wastage. In addition, the implementation of this method contributed to increased customer satisfaction through improved product quality. The conclusion of this study confirms that Six Sigma is an effective method in quality control of the injection molding process, which not only improves product quality but also operational efficiency. By reducing process variation and optimizing production capability, this method helps companies achieve higher quality standards and improve competitiveness in the automotive manufacturing industry.

Keywords: Automotif, DMAIC, Injection Molding, Manufacturing, Quality Control, Six Sigma



1. Pendahuluan

Industri manufaktur otomotif memiliki peran strategis dalam mendorong pertumbuhan ekonomi global. Seiring meningkatnya kompleksitas persaingan pasar, perusahaan dituntut untuk tidak hanya menghasilkan produk berkualitas tinggi, tetapi juga mampu menjaga efisiensi proses secara konsisten. Dalam praktiknya, tantangan utama yang dihadapi sektor ini adalah bagaimana meminimalkan cacat produk sembari meningkatkan produktivitas dan kepuasan pelanggan [10].

Salah satu teknologi produksi yang banyak digunakan dalam industri otomotif adalah *injection molding*. Proses ini memegang peranan penting dalam menentukan keberhasilan produk akhir karena kualitas komponen sangat dipengaruhi oleh kestabilan parameter proses. Sayangnya, fluktuasi dalam parameter seperti tekanan, suhu, dan waktu siklus dapat menyebabkan cacat produksi, yang pada gilirannya berdampak pada kinerja operasional dan biaya produksi [18]. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang sistematis dan berbasis data untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Dalam mengatasi masalah ini, metode *Six Sigma* hadir sebagai solusi yang relevan. Berbasis pada prinsip statistik dan analisis proses, *Six Sigma* bertujuan untuk mengidentifikasi, mengukur, dan mengurangi variabilitas proses produksi demi mencapai hasil yang lebih konsisten dan berkualitas tinggi [10]. Metodologi DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) menjadi kerangka kerja utama dalam penerapan *Six Sigma*, dengan tahapan yang dirancang untuk menguraikan permasalahan secara bertahap dan menyeluruh.

Penelitian ini mengambil studi kasus di PT XYZ, sebuah perusahaan komponen otomotif, untuk mengevaluasi penerapan *Six Sigma* dalam proses *injection molding*. Pada tahap *Define*, permasalahan kualitas yang paling sering terjadi akan diidentifikasi sebagai dasar perbaikan. Selanjutnya, tahap *Measure* melibatkan pengumpulan data produk cacat serta perhitungan tingkat *Defect Per Million Opportunities (DPMO)* guna menentukan nilai Sigma awal. Pada tahap *Analyze*, analisis akar masalah dilakukan dengan bantuan Diagram Pareto untuk mengidentifikasi area prioritas yang paling berpengaruh terhadap kualitas [10].

Tahap *Improve* berfokus pada implementasi solusi teknis melalui optimasi parameter proses seperti tekanan, suhu, dan waktu pendinginan. Kemudian, tahap *Control* bertujuan untuk merancang sistem kontrol kualitas yang berkelanjutan, guna memastikan bahwa hasil perbaikan dapat dijaga secara konsisten dalam jangka panjang.

Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan mampu memberikan hasil konkret berupa penurunan tingkat cacat produk, peningkatan efisiensi proses, serta pengoptimalan penggunaan material. Lebih jauh, hasil dari studi ini juga diharapkan dapat menjadi rujukan praktis bagi perusahaan manufaktur lain yang menghadapi tantangan serupa, sekaligus berkontribusi dalam memperluas penerapan *Six Sigma* di berbagai sektor industri.

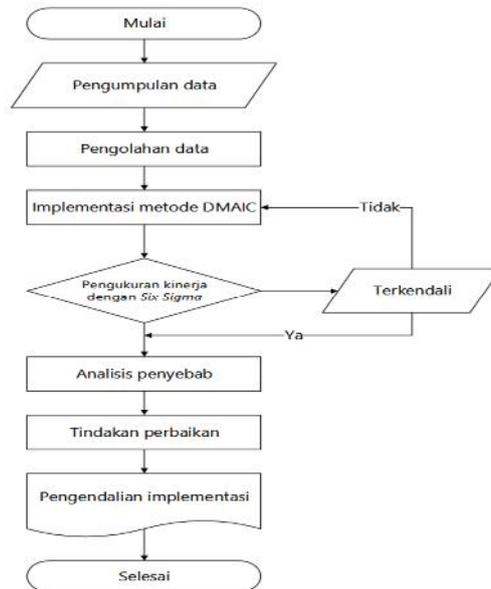
2. Metode Penelitian

Six Sigma memanfaatkan metode statistik untuk mengenali beberapa faktor penting. Tahapan DMAIC merupakan proses utama dalam peningkatan berkelanjutan yang bertujuan mencapai target *Six Sigma*. Proses DMAIC dilakukan secara sistematis berdasarkan data dan fakta ilmiah (*systematic, scientific, and fact based*). Kondisi sigma yang baik memiliki nilai total *reject* sebesar 3,4 produk per sejuta kesempatan. Pencapaian ini dilakukan dengan pemberian usulan terhadap penyebab permasalahan yang mengganggu tingkat kualitas dari proses produksi beserta pengawasan terhadap pemberian usulan.

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis masalah *reject* produk *Floor Under Tunnel Protector Base* di PT XYZ oleh proses *injection molding*. *Reject* yang dihasilkan pada proses *injection molding* di PT XYZ memiliki *defect* yang bervariasi, yaitu *Flowmark, Crack, Dented, dan Silver*. Perusahaan menghadapi masalah cacat produk yang perlu dikurangi agar dapat



mencapai penilaian produktivitas yang optimal. Oleh karena itu, upaya untuk meminimalkan jumlah cacat pada produk harus dilakukan sebagai bagian dari langkah perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*). Tahap pengamatan dilakukan dengan memvisualisasikan rencana perbaikan yang telah diamati, sedangkan tahap standarisasi meliputi sosialisasi pelaksanaan dan pembuatan instruksi kerja yang baru. Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahap penelitian

Gambar 1 menunjukkan langkah-langkah penerapan metode DMAIC untuk meningkatkan kualitas produk *Floor Under Tunnel Protector Base* di PT XYZ. Proses dimulai dengan pengumpulan dan pengolahan data, kemudian dilanjutkan dengan implementasi DMAIC dan pengukuran kinerja menggunakan Six Sigma. Jika proses belum terkendali, dilakukan analisis penyebab dan tindakan perbaikan, lalu pengendalian implementasi hingga proses selesai.

Berdasarkan Gambar 1 data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari dua sumber utama, yaitu data primer dan data sekunder. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa cara berikut:

1. Melakukan kajian literatur yang mencakup teori-teori terkait metode *Six Sigma* yang diperoleh dari jurnal ilmiah dan buku referensi terpercaya.
2. Melaksanakan sesi *brainstorming* serta wawancara mendalam dengan *Supervisor* dan *Operator* yang terlibat dalam proses *injection molding*.

Setelah proses pengumpulan data selesai, langkah berikutnya adalah mengolah data tersebut dengan menerapkan metode *Kaizen* yang didukung oleh berbagai alat bantu dari *Six Sigma*.

Dalam penerapan *Kaizen*, peneliti mengikuti enam tahapan utama sebagai berikut:

1. Penentuan Tema atau Area Perbaikan Menetapkan fokus perbaikan dengan menggunakan alat bantu seperti *check sheet*, *histogram*, dan *Critical to Quality (CTQ)* untuk mengidentifikasi aspek-aspek penting yang perlu diperbaiki.
2. Pemahaman Situasi dan Penetapan Target Memahami kondisi saat ini dan menetapkan target perbaikan dengan memanfaatkan *control chart*, serta mengukur nilai *Defects Per Unit (DPU)*, *Defects Per Million Opportunities (DPMO)*, tingkat sigma, dan diagram Pareto untuk mengidentifikasi prioritas masalah.
3. Identifikasi Akar Masalah Menggunakan diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) untuk menganalisis dan menemukan penyebab utama dari masalah yang terjadi.

4. Penyusunan Rencana Perbaikan Merumuskan solusi yang tepat dan terarah berdasarkan analisis 5W+1H (*What, Why, Who, Where, When, How*) untuk memastikan rencana perbaikan yang komprehensif.
5. Pelaksanaan Perbaikan Melaksanakan tindakan perbaikan sesuai dengan rencana yang telah disusun untuk mengatasi masalah yang telah diidentifikasi.
6. Evaluasi dan Perbandingan Hasil Melakukan evaluasi dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan menggunakan *check sheet* sebagai alat ukur efektivitas perbaikan yang telah dilakukan.

Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah tahap pengumpulan data yang diperlukan, khususnya data produksi pada bulan Januari 2025. Proses pengolahan data ini menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2016 sebagai alat bantu utama.

Hasil dari pengolahan data tersebut kemudian akan digunakan untuk memberikan rekomendasi perbaikan kepada perusahaan sebagai langkah strategis dalam mengatasi masalah produk reject. Dalam penelitian ini, analisis data dilakukan dengan menerapkan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) yang terdiri dari beberapa tahapan penting sebagai berikut:

a. Tahap *Define*

Mendefinisikan masalah dengan menggunakan *Critical To Quality* (CTQ).

b. Tahap *Measure*

Menggunakan diagram Pareto untuk menentukan masalah yang paling dominan menyebabkan cacat (*defect*).

c. Tahap *Analyze*

Identifikasi akar penyebab masalah menggunakan *fishbone*

d. Tahap *Improve*

Uji dan implementasi solusi untuk menghilangkan penyebab masalah dan meningkatkan proses.

e. Tahap *Control*.

Gunakan *p-chart* untuk memantau proporsi cacat (*flowmark, dented, crack, dan silver*) agar proses tetap terkendali.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini didasarkan pada tahapan metodologi yang telah dijelaskan sebelumnya dan akan membahas penerapan *Six Sigma* dengan prinsip DMAIC. Penerapan metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi serta memberikan usulan perbaikan terkait efisiensi dan kualitas yang terjadi pada proses produksi *Floor Under Tunnel Protector Base*. Dengan pendekatan ini, diharapkan proses produksi dapat berjalan lebih optimal dan menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih baik.

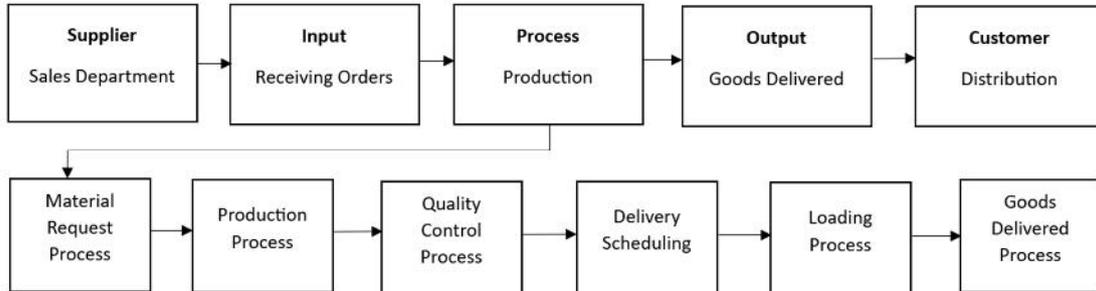
Define

Pada tahap ini, akan dilakukan langkah untuk mendefinisikan proses produksi *Floor Under Tunnel Protector Base* dengan menggunakan diagram SIPOC. Diagram SIPOC ini terdiri dari lima elemen utama, yaitu Supplier (pemasok), Input (masukan), Process (proses), Output (keluaran), dan Customer (pelanggan). Proses produksi tersebut akan digambarkan dalam bentuk diagram yang memuat seluruh tahapan produksi *Floor Under Tunnel Protector Base* secara jelas dan terstruktur. Untuk memetakan proses produksi *Floor Under Tunnel Protector Base* secara sistematis, digunakan diagram SIPOC yang mengidentifikasi lima elemen utama: Supplier (pemasok), Input (masukan), Process (proses), Output (keluaran), dan Customer (pelanggan).



Diagram ini membantu menggambarkan alur kerja secara jelas dan menjadi dasar penting untuk analisis serta perbaikan proses produksi.

Diagram SIPOC yang menggambarkan proses produksi *Floor Under Tunnel Protector Base* secara menyeluruh dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Diagram SIPOC

Berdasarkan Gambar 2 bahwa diagram SIPOC ini menggambarkan alur proses produksi *Floor Under Tunnel Protector Base* secara terstruktur, mulai dari pemasok hingga pelanggan akhir. Poin pentingnya meliputi keterlibatan berbagai pihak dalam rantai produksi, tahapan utama proses produksi, fokus pada pengendalian kualitas dan pengiriman tepat waktu, serta sebagai dasar untuk analisis dan perbaikan proses produksi.

Pada tahap ini 4 jenis cacat produk tertinggi dapat didefinisikan yaitu: *Flowmark, Dented, Crack dan Silver* dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Data Jumlah Produksi dan NG Sebelum Improve

Periode	Jumlah Produksi	Jenis NG				Jumlah NG	Persentase
		Flowmark	Dented	Crack	Silver		
Minggu 1	15125	211	223	214	177	825	5.45%
Minggu 2	15130	205	216	172	143	736	4.86%
Minggu 3	15121	228	201	147	115	691	4.57%
Minggu 4	15122	217	175	159	102	653	4.32%
Jumlah	60498	861	815	692	537	2905	

Tabel 1 menampilkan data produksi dan jumlah produk cacat (NG) selama empat minggu sebelum dilakukan perbaikan pada proses produksi *Floor Under Tunnel Protector Base* di PT XYZ. Total produksi mencapai 60.498 unit dengan total cacat sebanyak 2.905 unit, menghasilkan rata-rata persentase cacat sekitar 4,8%.

Jenis cacat terbanyak adalah *Flowmark* dan *Dented*, diikuti oleh *Crack* dan *Silver*. Terlihat tren penurunan persentase cacat dari minggu pertama hingga minggu keempat, yang menunjukkan adanya variasi kualitas selama periode tersebut. Data ini menjadi dasar penting untuk tahap perbaikan guna mengidentifikasi dan mengatasi penyebab cacat agar kualitas produk meningkat. *Critical To Quality (CTQ)* merupakan salah satu parameter penting dalam evaluasi kualitas produk. Pada langkah ini, dilakukan perhitungan persentase kumulatif produk yang tidak memenuhi standar kualitas (*remaining product*) untuk *Floor Under Tunnel Protector Base* berdasarkan data produksi. Perhitungannya adalah sebagai berikut::

$$\text{presentase} = \frac{J_u}{J_u + \frac{u_n}{B} + \frac{r}{P}} \times 100\%$$



$$\begin{aligned}
 &= \frac{2}{6} \times 100\% \\
 &= 4.8\%
 \end{aligned}$$

Persentase produk reject sebesar 4,8% menunjukkan proporsi produk yang tidak memenuhi standar kualitas dari total produksi yang dihasilkan, yang menjadi indikator penting dalam mengevaluasi kinerja proses produksi secara menyeluruh. Angka ini memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi tingkat kegagalan dan mengambil langkah perbaikan guna meminimalkan produk cacat, sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksi. Dalam tahap pengendalian kualitas, *p-chart* (*proportion chart*) digunakan sebagai alat statistik utama untuk memantau proporsi cacat pada empat jenis cacat utama, yaitu *flowmark*, *dented*, *crack*, dan *silver*. *P-chart* ini berfungsi untuk memastikan bahwa variasi cacat tetap berada dalam batas kendali yang telah ditetapkan, sehingga proses produksi dapat dipertahankan secara stabil dan konsisten.

Dengan pengawasan yang ketat menggunakan *p-chart*, perusahaan dapat mendeteksi penyimpangan secara dini dan melakukan tindakan korektif tepat waktu sebelum cacat semakin meluas. Selain itu, pengurangan nilai *Critical to Quality (CTQ)* memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan mutu produk secara keseluruhan, tidak hanya membantu menekan biaya produksi akibat produk cacat, tetapi juga meningkatkan kepuasan dan loyalitas pelanggan. Dengan pengendalian kualitas yang efektif, perusahaan dapat memperkuat posisi di pasar melalui produk yang berkualitas tinggi dan konsisten, sekaligus meningkatkan efisiensi operasional secara menyeluruh.

Measure

Pada tahap Measure dalam metodologi DMAIC, fokus utama adalah mengidentifikasi *Critical To Quality (CTQ)* yang menjadi indikator utama kualitas produk. Identifikasi CTQ dilakukan dengan menggunakan diagram Pareto untuk menentukan cacat dominan yang paling berpengaruh terhadap kualitas produk. Diagram Pareto membantu memprioritaskan masalah berdasarkan frekuensi kemunculan cacat sehingga upaya perbaikan dapat difokuskan pada aspek yang paling signifikan. Setelah CTQ ditetapkan, langkah berikutnya adalah menghitung nilai sigma sebagai ukuran kinerja proses produksi. Perhitungan nilai sigma dilakukan dengan menggunakan *Defect Per Million Opportunities (DPMO)*, yang dirumuskan sebagai berikut:

a.
$$\begin{aligned}
 \text{DPU} &= \frac{\sum r}{\sum p} \\
 &= \frac{2}{6} = 0.048018
 \end{aligned}$$

b.
$$\text{DPMO} = \text{DPO} \times 1.000.000 / \text{Opportunities per unit} = 12005$$

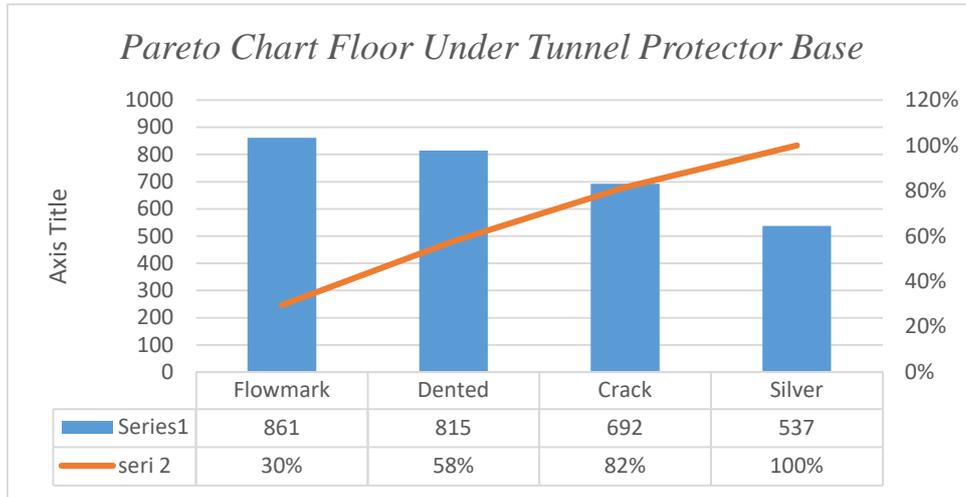
c. Konversi DPMO Kenilai sigma

$$\begin{aligned}
 \text{sigma} &= \text{NORMSINV}(1-\text{DPMO}/1.000.000)+1,5 \\
 \text{sigma} &= \text{NORMSINV}(1-12005/1.000.000)+1,5 \\
 \text{sigma} &= 3.75
 \end{aligned}$$

Nilai sigma 3.75 yang diperoleh merupakan angka yang relatif kecil jika dibandingkan dengan standar pengendalian kualitas yang sangat baik, yaitu level sigma 6. Kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan pencapaian kualitas pada proses produksi masih tergolong rendah. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis mendalam untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi rendahnya tingkat kualitas tersebut. Dengan memahami penyebab utama di balik nilai sigma yang kecil ini, perusahaan dapat mengambil langkah-langkah perbaikan yang tepat guna meningkatkan efektivitas pengendalian kualitas dan mengurangi jumlah cacat produk



secara signifikan.. Dari data presentase produk cacat *floor under tunnel protector base* dibuat diagram pareto seperti pada Gambar 3.



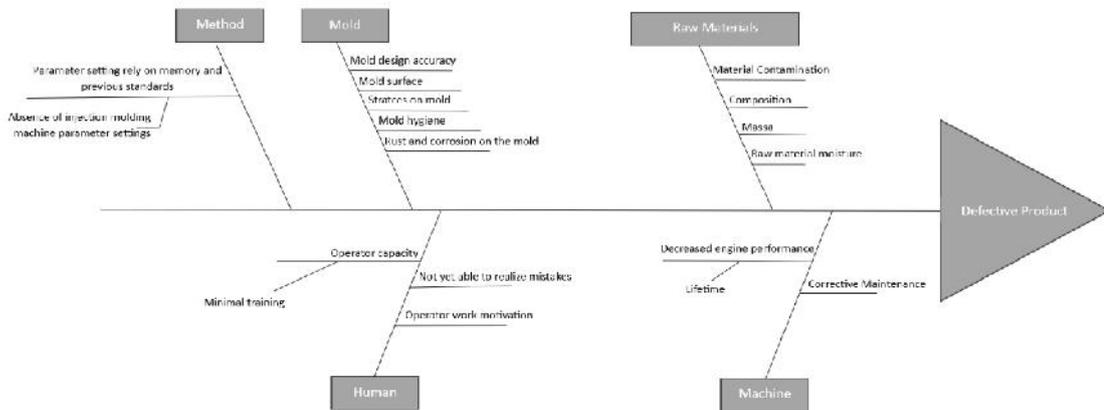
Gambar 2. Diagram Pareto

Berdasarkan Gambar 3 bahwa hasil analisis diagram Pareto, cacat produk yang paling dominan adalah *defect flowmark* dengan jumlah kerusakan mencapai 861 unit, atau sekitar 30% dari total 2905 unit produk cacat. Selanjutnya, cacat *dented* menyumbang 815 unit atau sekitar 28%, diikuti oleh cacat *crack* sebanyak 692 unit atau 24%, dan terakhir cacat *silver* dengan 537 unit atau sekitar 18%. Distribusi cacat ini menunjukkan bahwa prioritas perbaikan sebaiknya difokuskan pada pengurangan defect *flowmark* terlebih dahulu karena memberikan kontribusi terbesar terhadap total cacat. Penanganan yang efektif terhadap cacat *dented* dan *crack* juga penting untuk menurunkan tingkat kerusakan secara keseluruhan. Dengan mengalokasikan sumber daya dan upaya perbaikan berdasarkan persentase kontribusi cacat, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi proses produksi, mengurangi biaya akibat produk cacat, dan meningkatkan kepuasan pelanggan melalui peningkatan kualitas produk secara menyeluruh.

Analyze

Tahap *Analyze* dalam metode DMAIC mengidentifikasi penyebab kecacatan produk *Floor Under Tunnel Protector Base* berdasarkan faktor manusia, material, metode, dan lingkungan. Faktor-faktor ini dianalisis menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) untuk menemukan akar masalah dari cacat seperti *flowmark*, *dented*, *crack*, dan *silver*. Diagram ini membantu memfokuskan upaya perbaikan kualitas secara efektif.

Dalam upaya pengendalian kualitas dalam menangani permasalahan pada proses produksi *floor under tunnel protector base* di PT XYZ, maka salah satu hal yang harus terlebih dahulu dilakukan adalah mengetahui masalah yang timbul dan menyebabkan produk cacat pada proses produksi. Adapun diagram Fishbone dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Diagram *Fishbone*

Setelah diagram fishbone ditampilkan, dapat disimpulkan bahwa cacat produk *Floor Under Tunnel Protector Base* disebabkan oleh berbagai faktor yang saling berkaitan, yaitu manusia, material, metode, mesin, dan cetakan (*mold*). Diagram ini memudahkan identifikasi akar masalah seperti flowmark, dented, crack, dan silver dengan memetakan penyebab potensial secara sistematis. Dengan pemahaman ini, upaya perbaikan kualitas dapat difokuskan pada faktor-faktor utama yang berkontribusi terhadap cacat, sehingga proses produksi di PT XYZ dapat ditingkatkan secara efektif dan efisien.

Improve

Analisis 5W+1H ini membantu perusahaan untuk memahami secara menyeluruh masalah cacat flowmark yang terjadi dalam proses produksi. Dengan mengetahui **apa** masalahnya, **mengapa** penyebabnya, **siapa** yang terlibat, **dimana** lokasi masalah, **kapan** waktu terjadinya, dan **bagaimana** mekanisme terjadinya cacat, perusahaan dapat merancang solusi yang tepat sasaran. Misalnya, meningkatkan pelatihan operator, memperbaiki pengaturan mesin, dan memperketat pengawasan selama proses produksi *floor under tunnel protector base* yang tidak lolos *Quality Control (QC)*. Adapun hasil 5W+1H dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. 5W+1H

5W+1H	What	Why	Who	Where	When	How
Manusia	Karyawan kurang terampil, kesalahan manusia	Kurangnya pelatihan, pengawasan	Operator produksi, pengawas QC	Area produksi, ruang QC	Selama operasi mesin, QC	Pelatihan tambahan, pengawasan lebih ketat
Mesin	Mesin sering rusak, kalibrasi tidak akurat	Perawatan mesin jarang, kalibrasi tidak rutin	Teknisi mesin, operator produksi	Lini produksi	Saat produksi, pemeliharaan	Pemeliharaan rutin, kalibrasi ulang



5W+1H	What	Why	Who	Where	When	How
Material	Bahan baku berkualitas rendah, variasi kualitas	Bahan baku dari pemasok berbeda	Pemasok bahan baku	Gudang bahan baku	Sebelum dan selama produksi	Evaluasi pemasok, standarisasi bahan
Metode	Prosedur QC kurang efektif, SOP tidak jelas	SOP tidak diperbarui, prosedur tidak diawasi	Tim QC, manajer produksi	Area produksi, ruang QC	Selama proses produksi dan QC	Revisi SOP, pelatihan tim
Lingkungan	Suhu dan kelembaban tidak stabil, kebersihan kurang	Ruang produksi tidak terkontrol	Tim kebersihan, operator produksi	Ruang produksi, penyimpanan	Sepanjang waktu selama produksi	Kontrol lingkungan lebih ketat
Pengukuran	Alat ukur tidak akurat, metode pengukuran salah	Kalibrasi alat tidak rutin, metode tidak sesuai	Teknisi alat, operator QC	Ruang QC	Sepanjang waktu selama produksi	Kalibrasi ulang alat, standar baru

Tabel 2 menerangkan bahwa 5W+1H ini secara singkat menguraikan faktor-faktor utama yang menyebabkan cacat produk *Floor Under Tunnel Protector Base* di PT XYZ. Dari aspek manusia, mesin, material, metode, lingkungan, hingga pengukuran, setiap elemen dianalisis untuk menemukan masalah dan solusi yang tepat. Dengan pemahaman ini, perusahaan dapat fokus melakukan perbaikan yang efektif untuk meningkatkan kualitas produk dan proses produksi secara keseluruhan. Adapun data jumlah produksi dan NG setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Data Jumlah Produksi dan NG Setelah *Improve*

Periode	Jumlah Produksi	Jenis NG				Jumlah NG	Persentase
		Flowmark	Dented	Crack	Silver		
Minggu 1	13724	202	151	50	87	490	3.57%
Minggu 2	13731	113	98	43	101	355	2.59%
Minggu 3	13722	76	74	55	77	282	2.09%
Minggu 4	13725	91	85	52	85	313	2.28%
Jumlah	54902	482	408	200	350	1440	

Berdasarkan Gambar 3 bahwa pada kondisi awal, total jumlah produksi mencapai 60.498 unit, dengan jumlah barang NG sebanyak 2.905 unit, yang berarti persentase NG berada pada angka 4,80%. Setelah dilakukan perbaikan, total jumlah produksi menjadi 54.902 unit, sementara jumlah barang NG menurun menjadi 1.440 unit, sehingga persentase NG turun menjadi 2,62%. Hal ini mengindikasikan bahwa terjadi penurunan signifikan pada barang NG, yaitu sekitar 2,18%, sebagai hasil dari langkah perbaikan yang dilakukan. Progres ini menunjukkan efisiensi yang meningkat serta kualitas produksi yang lebih baik. Dengan asumsi harga jual per unit sebesar Rp45.000,

Sebelum perbaikan, total produksi adalah 60.498 unit, dengan barang NG sebanyak 2.905 unit. Barang NG ini mengakibatkan potensi kerugian karena tidak bisa dijual. Potensi pendapatan sebelum perbaikan adalah:



Pendapatan maksimal = 60.498 × Rp45.000 = Rp2.722.410.000
Pendapatan aktual (tanpa barang NG) = (60.498 - 2.905) × Rp45.000 = Rp2.591.685.000
Potensi kerugian akibat barang NG = Rp2.722.410.000 - Rp2.591.685.000 = Rp130.725.000

Setelah perbaikan, total produksi adalah 54.902 unit, dengan barang NG sebanyak 1.440 unit. Pendapatan setelah perbaikan adalah:

Pendapatan maksimal = 54.902 × Rp45.000 = Rp2.470.590.000
Pendapatan aktual (tanpa barang NG) = (54.902 - 1.440) × Rp45.000 = Rp2.405.100.000
Potensi kerugian akibat barang NG = Rp2.470.590.000 - Rp2.405.100.000 = Rp65.490.000

Sebelum perbaikan, kerugian finansial akibat barang NG adalah Rp130.725.000, sedangkan setelah perbaikan kerugian menurun menjadi Rp65.490.000. Ini menunjukkan bahwa perbaikan berhasil mengurangi kerugian sebesar Rp65.235.000, atau sekitar 50% dari kerugian sebelumnya.

Control

Untuk membuat tahap Control berdasarkan data produksi, berikut adalah langkah-langkah spesifik yang dapat diambil:

1. Monitoring Kinerja Proses

- J) Penggunaan Metrik Kinerja: Metrik seperti *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) dan *Sigma Level* digunakan sebagai indikator utama untuk mengukur kualitas dan performa proses produksi. Metrik ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai jumlah cacat relatif terhadap peluang cacat yang ada, sehingga memudahkan evaluasi efektivitas proses.
- J) Pemantauan Data Produksi: Data produksi dikumpulkan dan dianalisis secara rutin selama periode empat minggu untuk memantau tren dan perubahan kinerja proses. Pemantauan berkelanjutan ini penting untuk memastikan proses tetap stabil dan sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan.
- J) Penerapan Grafik Kontrol (*Control Chart*): Grafik kontrol dipasang untuk memvisualisasikan data kinerja secara berkala, biasanya bulanan. Grafik ini membantu mendeteksi variasi proses yang tidak diinginkan atau penyimpangan dari batas kendali statistik, sehingga tim produksi dapat segera mengidentifikasi dan menindaklanjuti masalah sebelum berdampak besar pada kualitas produk.

2. Standarisasi Proses

- J) Integrasi Hasil Perbaikan ke SOP: Hasil dari tahap Improve harus diintegrasikan ke dalam prosedur operasi standar (SOP) yang diperbarui. Contohnya, jika variasi kualitas bahan baku menjadi penyebab utama cacat, maka pemasok dan material harus dievaluasi secara ketat dan dipilih yang memenuhi standar kualitas tertentu.
- J) Pembaruan SOP: SOP harus mencakup proses verifikasi kualitas bahan baku sebelum digunakan serta prosedur produksi yang telah disempurnakan.
- J) Pelatihan Berkala: Program pelatihan rutin bagi karyawan sangat penting agar mereka selalu memahami dan menerapkan SOP terbaru secara konsisten, sehingga mengurangi risiko kesalahan operasional.

3. Pengawasan Berkelanjutan

- J) Pengecekan Titik Kritis: Pengawasan rutin dilakukan pada titik-titik kritis seperti kualitas bahan baku, kondisi mesin, dan penerapan SOP yang benar.
- J) Perawatan Mesin: Perawatan mesin dilakukan secara berkala untuk mengurangi downtime dan mencegah kerusakan tak terduga. Inspeksi rutin dan kalibrasi mesin dijadwalkan setiap bulan.



- J Penggunaan Alat Ukur Terstandar: Alat ukur yang sudah dikalibrasi digunakan untuk memastikan akurasi hasil pengukuran, sehingga data yang diperoleh dapat dipercaya untuk pengambilan keputusan.
4. Penggunaan Grafik Kontrol
- J Jenis Grafik Kontrol: Grafik kontrol seperti *P-chart* atau *C-chart* digunakan untuk memantau variasi cacat produk secara statistik.
 - J Deteksi Penyimpangan: Grafik ini membantu mengidentifikasi penyimpangan yang memerlukan tindakan korektif segera.
 - J Pemeliharaan Grafik: Grafik kontrol dibuat dan diperbarui secara berkala berdasarkan data terbaru. Jika terdapat data outlier atau tren tidak biasa, dilakukan analisis penyebab untuk menentukan langkah perbaikan.
5. Tindakan Korektif dan Pencegahan
- J Analisis Akar Masalah: Jika ditemukan penyimpangan dari standar kualitas, dilakukan analisis akar penyebab untuk menentukan faktor utama masalah.
 - J Implementasi Tindakan Korektif: Langkah korektif seperti penyesuaian parameter mesin, pelatihan ulang operator, atau revisi SOP diterapkan untuk mengatasi masalah.
 - J Tindakan Pencegahan: Sistem pelaporan insiden cepat diterapkan untuk menangani masalah di lapangan dan mencegah terulangnya masalah yang sama. SOP juga ditinjau dan disesuaikan berdasarkan hasil kontrol dan monitoring.

Contoh Implementasi Control Plan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Implementasi Control Plan

Parameter Kritis	Frekuensi Monitoring	Alat yang Digunakan	Tanggung Jawab
DPMO (Defects Per Million Opportunities)	Bulanan	Control Chart, Data Log	Supervisor Produksi, Tim QC
Sigma Level	Bulanan	Statistik Proses	Tim Kualitas
Kualitas Bahan Baku	Harian	Checklist Inspeksi, SOP	Tim QC, Operator
Kondisi Mesin	Harian	Inspeksi Visual, Kalibrasi	Teknisi, Supervisor

Tabel 4 menunjukkan parameter penting yang dipantau untuk menjaga kualitas produk *Floor Under Tunnel Protector Base* di PT XYZ. Monitoring dilakukan secara rutin, baik harian maupun bulanan, dengan menggunakan alat dan metode yang sesuai. Tanggung jawab pengawasan dibagi antara supervisor produksi, tim QC, teknisi, dan operator. Sistem ini memastikan deteksi dini masalah dan menjaga proses produksi tetap optimal.

4. Kesimpulan

Penerapan *Six Sigma* di Perusahaan XYZ menunjukkan pentingnya pendekatan yang terstruktur untuk mengurangi cacat produksi dan meningkatkan efisiensi proses. Dalam studi kasus ini, penerapan metode *DMAIC* (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) berhasil membantu perusahaan mengidentifikasi masalah utama dalam proses produksi *Floor Under Tunnel Protector Base*. Tahap *Define* memastikan masalah dan proses kritis teridentifikasi dengan tepat. Pada tahap



Measure, diperoleh data kuantitatif yang menunjukkan proporsi produk cacat sebesar 4,8% dengan nilai sigma 3,75 sebelum perbaikan. Setelah penerapan *Six Sigma*, proporsi produk cacat menurun menjadi 2,62% dan nilai sigma meningkat menjadi 3,98. Tahap *Analyze* mengungkapkan faktor penyebab cacat seperti kurangnya pelatihan karyawan, perawatan mesin yang jarang, dan variasi kualitas bahan baku. Perbaikan dilakukan pada tahap *Improve* dengan menggunakan analisis 5W+1H untuk merumuskan solusi konkret. Tahap *Control* memastikan keberlanjutan perubahan melalui pemantauan rutin. Hasilnya, proses produksi menjadi lebih efektif dan efisien, meningkatkan kualitas produk serta kepuasan pelanggan. Dengan demikian, implementasi *Six Sigma* terbukti efektif dalam mengurangi cacat produksi dan meningkatkan kontrol kualitas, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan di Perusahaan XYZ.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Zhang, Y. Wang, and H. Li, "Quality control of automotive plastic parts using Six Sigma and SPC," *International Journal of Production Research*, vol. 57, no. 3, pp. 789–802, 2019, doi: 10.1080/00207543.2018.1491423.
- [2] J.-C. Zarges, A. Schlink, F. Lins, J. Essinger, S. Sommer, and H.-P. Heim, "Influence of Different Hot Runner-Systems in the Injection Molding Process on the Structural and Mechanical Properties of Regenerated Cellulose Fiber Reinforced Polypropylene," *Polymers*, vol. 15, no. 8, p. 1924, 2023, doi: 10.3390/polym15081924.
- [3] S. Supriyati and H. Widyatri, "Pengendalian Kualitas Proses Produksi Komponen Automotive di Industri Manufaktur dengan Pendekatan Six Sigma," *JURMATIS (Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Industri)*, vol. 6, no. 2, Aug. 2024, doi: 10.30737/jurmatis.v6i2.5507.
- [4] S. K. Singh and R. K. Gupta, "Application of Six Sigma methodology to improve the quality of injection molding process," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 102, pp. 1235–1247, 2019, doi: 10.1007/s00170-019-03845-7.
- [5] S. P. Singh and R. K. Singh, "Application of DMAIC methodology for quality improvement in injection molding process," *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 36, no. 5, pp. 789–805, 2019, doi: 10.1108/IJQRM-06-2018-0132.
- [6] P. Singh and A. Kumar, "Application of Six Sigma and SPC for quality improvement in automotive injection molding," *International Journal of Industrial Engineering Computations*, vol. 10, no. 2, pp. 123–134, 2019, doi: 10.5267/j.ijiec.2018.9.002.
- [7] R. Sharma and S. K. Sood, "Statistical process control and Six Sigma implementation in injection molding industry," *Materials Today: Proceedings*, vol. 5, no. 2, pp. 4567–4574, 2018, doi: 10.1016/j.matpr.2017.11.763.
- [8] S. R. Patel and M. K. Shah, "Quality improvement in injection molding process using Six Sigma DMAIC approach," in *Procedia Manufacturing*, 2019, pp. 456–463. doi: 10.1016/j.promfg.2019.03.065.
- [9] J. M. Park and S. H. Kim, "Improving injection molding quality using Six Sigma and DOE," *Journal of Mechanical Science and Technology*, vol. 33, no. 7, pp. 3215–3223, 2019, doi: 10.1007/s12206-019-0623-4.
- [10] Y. Parid and H. Hendra, "Quality improvement in the molding machine process with Six Sigma approach and digitalization in the automotive component industry," *International*



- Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 19–28, 2022, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/376811363>
- [11] A. T. Nguyen and T. T. Tran, “Application of Six Sigma in automotive parts manufacturing: A case study,” in *Procedia CIRP*, 2018, pp. 123–128. doi: 10.1016/j.procir.2018.03.034.
- [12] E. Mulya, K. Verawati, L. Prima, M. R. Zuldani, R. Jesica, and W. Hotmo, “Penerapan Six Sigma Dalam Pengendalian Mutu Produksi Mie Instan Untuk Meningkatkan Kualitas Dan Efisiensi Di PT XYZ,” *Action Research Literate*, vol. 8, no. 10, 2024, [Online]. Available: <https://arl.ridwaninstitute.co.id/index.php/ar1>
- [13] H. S. Lee and J. H. Park, “Process capability improvement of injection molding using Six Sigma,” *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, vol. 20, no. 4, pp. 657–664, 2019, doi: 10.1007/s12541-019-00223-7.
- [14] A. Kumar and P. Singh, “Six Sigma based quality improvement in automotive component manufacturing,” in *Procedia Manufacturing*, 2018, pp. 123–130. doi: 10.1016/j.promfg.2018.02.017.
- [15] M. A. Khan and M. A. Qureshi, “Six Sigma approach for defect reduction in automotive injection molding,” *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 50, pp. 1–10, 2019, doi: 10.1016/j.jmsy.2018.12.002.
- [16] M. T. Islam, M. A. Hossain, and M. A. Rahman, “Optimization of injection molding process parameters using Taguchi and Six Sigma approach,” *Journal of Manufacturing Processes*, vol. 45, pp. 123–134, 2019, doi: 10.1016/j.jmapro.2019.07.012.
- [17] M. S. Islam, M. A. Hossain, and M. A. Rahman, “Reducing defects in injection molding using Six Sigma methodology,” *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 101, pp. 2345–2355, 2019, doi: 10.1007/s00170-019-03800-3.
- [18] C. T. Hsiao, C. P. Lin, and P. H. Fan, “The application of Six Sigma to improve the yield of plastic injection molding,” *South African Journal of Industrial Engineering*, vol. 34, no. 2, pp. 160–173, 2023, [Online]. Available: https://www.scielo.org.za/scielo.php?pid=S2224-78902023000200012&script=sci_arttext
- [19] R. K. Gupta and S. K. Singh, “Six Sigma implementation in plastic injection molding industry: A review,” *Materials Today: Proceedings*, vol. 5, no. 1, pp. 1234–1240, 2018, doi: 10.1016/j.matpr.2017.11.123.
- [20] M. Belghiti and M. Mouloud, “Application of the Lean Six Sigma methodology enhanced by fuzzy logic: Optimizing mold changeover times in the automotive injection industry,” *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 2025, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/389180267>

