

PENINGKATAN MUTU PADA PANEL OUTER DI PT.SSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA

Silmi Nur Hasanah¹, Triana Roro Weni², Ririn Mulyani³, Probokusumo⁴

¹Prodi Teknik Industri, Universitas Sains Indonesia, Bekasi

²Prodi Teknik Industri, Universitas Sains Indonesia, Bekasi

³Prodi Teknik Industri, Universitas Sains Indonesia, Bekasi

⁴Prodi Teknik Industri, Universitas Sains Indonesia, Bekasi

Email : silminrh@gmail.com, trianarorowenii@gmail.com, ririn.mulyani@lecturer.sains.ac.id,
probokusumo.p@lecturer.sains.ac.id

Abstrak

Kualitas produk merupakan faktor krusial yang harus dijaga oleh setiap perusahaan untuk memenuhi ekspektasi konsumen. Penerapan pengendalian kualitas dalam proses produksi berfungsi tidak hanya sebagai pengawasan, tetapi juga sebagai perencanaan untuk mewujudkan kualitas produk serta sebagai indikator bahwa persyaratan mutu telah terpenuhi. Dari hasil analisa, PT. SSI menghadapi permasalahan kualitas akibat tingginya tingkat *defect* dalam proses produksi, khususnya cacat *Orange Peel* pada Panel Outer. Cacat tersebut berdampak signifikan terhadap kinerja perusahaan, baik dari segi kerugian finansial maupun kepuasan pelanggan. Dalam penerapan manajemen mutu ISO 9001, proses inspeksi dan pengendalian kualitas pada panel outer dilakukan secara ketat untuk memastikan bahwa setiap produk memenuhi standar spesifikasi teknis. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor dari produksi Panel Outer. Metode yang digunakan adalah *Six Sigma* dengan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) guna mengidentifikasi akar penyebab cacat serta merancang solusi perbaikan yang efektif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi metodologi tersebut mampu menurunkan tingkat cacat secara signifikan, sehingga meningkatkan kualitas produksi di perusahaan.

Kata Kunci: DMAIC, ISO 9001, *Orange Peel*, Peningkatan Mutu Panel Outer, *Six Sigma*

Abstract

Product quality is a critical factor that companies must uphold to meet customer expectations. Quality control in the production process functions not only as oversight but also as a planning tool to achieve target quality and as an indicator that requirements have been met. The analysis indicates that PT SSI faces a high defect rate, particularly Orange Peel defects on the Outer Panel. These defects significantly affect company performance through financial losses and reduced customer satisfaction. Under the ISO 9001 quality management system, inspection and quality control of the Outer Panel are enforced rigorously to ensure each product meets technical specifications. This study aims to identify the factors affecting Outer Panel production. The Six Sigma DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) approach is used to determine root causes and design effective improvement solutions. The findings show that applying this methodology can substantially reduce the defect rate, thereby improving the company's production quality.

Keywords: DMAIC, ISO 9001, *Orange Peel*, Outer Panel Quality Improvement, *Six Sigma*.

1. PENDAHULUAN

Dalam menghadapi era globalisasi yang ditandai dengan meningkatnya intensitas persaingan antar perusahaan maupun antar negara, Seluruh sektor industri manufaktur dituntut untuk

terus beradaptasi melalui berbagai upaya dalam berbagai aspek (Mulyani et al., 2025). Kemajuan teknologi dan persaingan yang ketat menuntut perusahaan mengoptimalkan sumber daya dan terus menyempurnakan sistem kerja agar lebih efisien

dan efektif (Khaleil Akmal et al., 2021). PT. SSI merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi panel outer otomotif melalui proses pengecatan. Proses *painting* menjadi tahap krusial karena memengaruhi kualitas akhir produk, baik secara estetika maupun ketahanan, sehingga menjaga kualitas menjadi tantangan utama untuk bersaing di pasar global.

Menurut *International Organization for Standardization* (ISO), kualitas adalah keseluruhan fitur dan karakteristik produk atau jasa yang dirancang untuk secara konsisten memenuhi kebutuhan pasar dan pelanggan. Penerapan pengendalian kualitas dalam proses produksi berfungsi tidak hanya sebagai pengawasan, tetapi juga sebagai perencanaan untuk mewujudkan kualitas produk serta sebagai indikator bahwa persyaratan mutu telah terpenuhi (Mulia Rani & Rian Wahyudi, 2021). Produk cacat adalah hasil produksi yang tidak memenuhi standar perusahaan. Produk ini dianggap tidak sempurna sehingga berpotensi menurunkan kualitas dan nilai jualnya (Basjir & Robbi, 2024).

Pada proses *painting* seringkali menghadapi berbagai permasalahan. Kualitas suatu produk tidak selalu konsisten baik atau sesuai spesifikasi, karena hal tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi dan kestabilan proses produksi yang berlangsung (Rajagukguk & Handayani, 2024). Tingginya jumlah cacat pada produk menyebabkan proses produksi menjadi kurang efisien, karena banyak waktu yang harus dialokasikan untuk melakukan perbaikan (*rework*) terhadap produk yang tidak sesuai (Sugito et al., 2025). Permasalahan-permasalahan ini tidak hanya berdampak pada kualitas produk, tetapi juga dapat menyebabkan kerugian finansial (Supriyati & Hasbullah, 2020).

Six Sigma dijalankan dengan berlandaskan pemahaman mendalam terhadap fakta, data, dan analisis statistik, disertai fokus pada pengelolaan, perbaikan, dan penguatan kembali proses bisnis (Irmansyah Kaya Hidayat & Suseno, 2023). Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis *defect* menemukan akar penyebab terjadinya *defect*, serta merumuskan usulan perbaikan untuk mengatasinya (Piay et al., 2021).

Six Sigma adalah metode peningkatan kualitas berbasis data yang terukur, disiplin, dan efisien (Irwanto et al., 2020). Metode *six sigma* digunakan untuk menganalisis kualitas proses *painting* dengan perhitungan cacat per sejuta

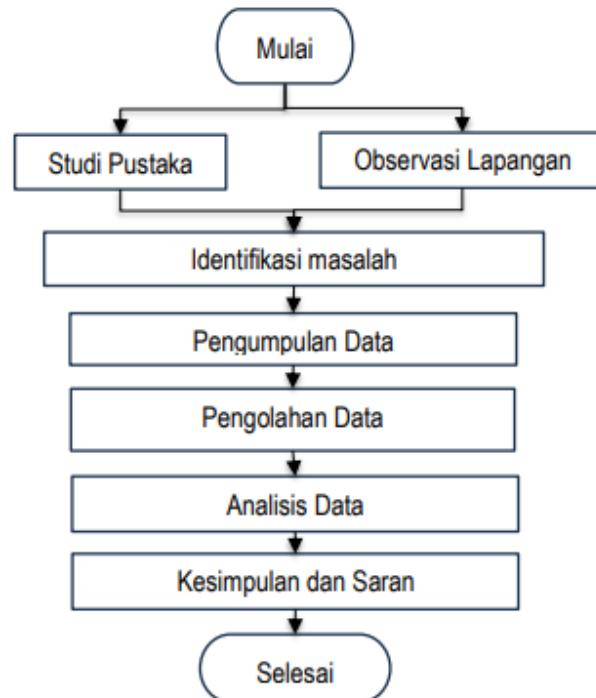
peluang (*Defects Opportunities/DPMO*) untuk menentukan level sigma, serta pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, control*) untuk mengetahui penyebab dan memberikan usulan perbaikan (Anis Safitri et al., 2024).

Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan penerapan metode pengendalian kualitas melalui pendekatan *Six Sigma*. *Six Sigma* bertujuan meningkatkan kompetensi proses perusahaan secara berkelanjutan dalam kegiatan produksi, sekaligus mendorong peningkatan kualitas produk secara bertahap hingga mencapai tingkat kegagalan nol (*Zero Defect*) (Zaqi Al-Faritsy & Suluh Wahyunoto, 2022). Penelitian bertujuan untuk meningkatkan kualitas hasil akhir *painting* dengan metode *Six Sigma* untuk mencapai kesesuaian hasil persyaratan baku mutu.

2. Metode Penelitian

2.1 Alir Penelitian

Menurut (Rokhmah et al., 2025). Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini dijelaskan dalam bentuk diagram alir berikut :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.2 Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode *Six Sigma* dengan observasi melalui pengumpulan data langsung proses produksi Panel Outer di PT. SSI. Pengumpulan data ini dilakukan oleh QC secara berkala selama 3 bulan. Menit *downtime* sendiri adalah waktu yang terbuang / dihabiskan untuk melakukan perbaikan kerusakan terhadap Panel Outer di PT. SSI.

Dari hasil observasi didapat data produksi panel outer sebagai berikut.

Dalam tiga bulan produksi menghasilkan Panel Outer = 12.000 pcs

Defect selama tiga bulan produksi Panel Outer = 4.200 pcs

$$\text{Persentase Cacat} = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{jumlah total produksi}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Cacat} = \frac{4200}{12000} \times 100\% = 35\%$$

Penelitian ini dilakukan oleh *QC Inspector* PT. SSI selama tiga bulan. Berdasarkan observasi selama tiga bulan, penelitian ini menerapkan metode *Six Sigma* sebagai *tools* yang dapat menyelesaikan permasalahan *defect Orange Peel* pada produk Panel Outer. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas produksi Panel Outer di PT. SSI dengan metode *Six Sigma*.

Metode yang digunakan dalam menganalisis masalah mengacu pada prinsip yang ada di metode *Six Sigma*. Tahapan dalam *Six Sigma* ini terdiri dari DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*)

A. Define

Define merupakan tahap untuk mengidentifikasi permasalahan, menetapkan kebutuhan pelanggan, serta membentuk tim pelaksana (Putri & Susanty, 2025). Dalam *line painting*, ada beberapa proses yang harus dilalui sebelum menjadi Panel Outer. Seperti pemasangan komponen, proses pembersihan permukaan, aplikasi primer, pengecatan dasar, dan *finishing coat*. Sebelumnya, setiap bagian harus melewati *Quality Control* untuk memastikan proses pengrajan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. *Quality Control* dilakukan pada setiap tahapan untuk menjamin kualitas hasil akhir dan konsistensi warna serta ketebalan cat.

Berdasarkan pengecekan yang dilakukan *Quality Control*, ditemukan beberapa

ketidaksesuaian pada bagian seperti : Ketebalan cat yang tidak merata, adanya cacat permukaan seperti *Orange Peel*, warna yang tidak sesuai dengan standar, kontaminasi debu atau partikel asing, adhesi cat yang kurang optimal, gloss level yang tidak mencapai spesifikasi (Anis Safitri et al., 2024).

B. Measure

Measure merupakan langkah kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Cara yang dilakukan adalah dengan mencari nilai DPMO (Bachtiar et al., 2020). *Defect per Million Opportunities* (DPMO) merupakan ukuran kegagalan dalam program peningkatan *Six Sigma*, yang menunjukkan kegagalan per satu juta kesempatan, dapat dihitung dengan formula.

$$DPMO = \frac{\text{Total Cacat} \times 1.000.000}{\text{Total Unit} \times \text{Opportunity}}$$

Setelah menghitung nilai DPMO lagkah selanjutnya yaitu menghitung tingkat sigma dengan menggunakan formula.

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

C. Analyze

Proses *Analyze* merupakan proses dimana melakukan langkah-langkah untuk memahami alasan yang membuat masalah ini bisa terjadi. Setelah memahami alasan kenapa masalah ini bisa terjadi, langkah selanjutnya adalah melakukan penentuan faktor-faktor penyebab yang paling sering muncul. Untuk mengidentifikasi masalah dan menentukan sumber penyebabnya, digunakan alat analisis berupa diagram sebab-akibat atau diagram *fishbone* (Baldah, 2020).

D. Improve

Tahap *improve* adalah langkah keempat *Six Sigma* yang bertujuan memperbaiki penyebab cacat setelah diidentifikasi pada tahap *analyze* (Mulia Rani & Rian Wahyudi, 2021). Tahap ini menggunakan tabel *Five-M+IE* yang digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengatasi penyebab masalah dalam suatu proses produksi. Ada lima faktor utama yang digunakan, yaitu *Man* (Manusia), *Material* (Bahan), *Machine* (Mesin), *Methods* (Metode), *Measurement* (Pengukuran), dan *Environment* (Lingkungan).

E. Control

Fase *Control* merupakan tahap akhir dalam *Six Sigma* yang berperan memastikan seluruh hasil perbaikan dan peningkatan kualitas terkelola secara sistematis dan berkelanjutan. Tahap ini melibatkan pemantauan ketat terhadap parameter kinerja yang telah diperbaiki untuk menjamin pencapaian dapat dipertahankan dalam jangka panjang.

Aspek penting lainnya dalam tahap *Control* adalah proses diseminasi pengetahuan dan sosialisasi kepada seluruh pemangku kepentingan di organisasi. Kegiatan ini meliputi pelatihan dan edukasi kepada seluruh karyawan mengenai perubahan-perubahan yang telah dilakukan, standar operasional prosedur yang baru, serta pentingnya menjaga konsistensi dalam penerapan perbaikan tersebut (Hakim Hidajat & Momon Subagyo, 2022).

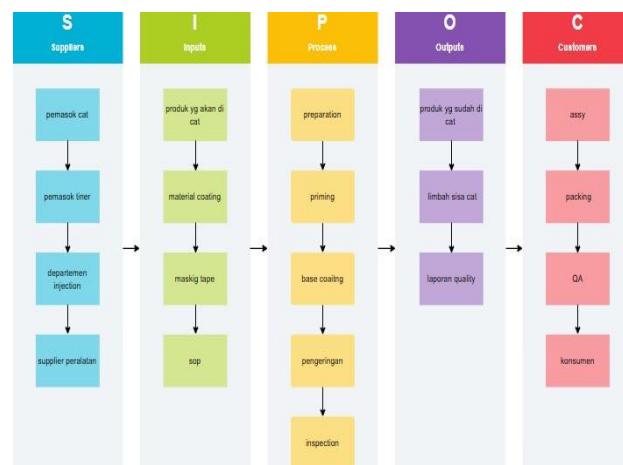
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Define

Dalam proses produksi Panel Outer, tahapan *painting* menjadi salah satu langkah paling krusial karena berpengaruh langsung terhadap kualitas akhir produk, baik secara estetika maupun daya tahannya. Proses ini meliputi serangkaian langkah terstruktur, dimulai dari pemasangan komponen, pembersihan permukaan secara menyeluruh, aplikasi primer sebagai lapisan dasar, pengecatan warna dasar, hingga pemberian *finishing coat* yang berfungsi melindungi lapisan sebelumnya sekaligus memberikan tampilan akhir yang optimal. Setiap tahapan saling terhubung dan memengaruhi hasil akhir secara keseluruhan, sehingga memerlukan pengendalian yang ketat pada setiap prosesnya. Peran *Quality Control (QC)* di setiap tahap menjadi sangat penting untuk memastikan parameter kritis seperti konsistensi warna, ketebalan cat, dan kualitas permukaan selalu memenuhi standar perusahaan.

Meski telah dilakukan pengendalian pada setiap tahap, masih ditemukan beberapa ketidaksesuaian yang dapat menurunkan kualitas produk. Permasalahan tersebut meliputi ketebalan cat yang tidak merata yang berpengaruh pada durabilitas, munculnya cacat permukaan seperti *orange peel* yang menurunkan nilai estetika,

deviasi warna dari standar yang mengganggu konsistensi merek, kontaminasi debu atau partikel asing yang merusak permukaan, adhesi cat yang kurang optimal sehingga berpotensi menyebabkan pengelupasan di kemudian hari, serta tingkat gloss yang tidak sesuai spesifikasi. Untuk memahami dan memetakan keseluruhan alur kerja beserta faktor-faktor yang terlibat, analisis SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) memberikan gambaran komprehensif tentang ekosistem proses *line painting*. Berikut gambar SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*).



Gambar 1.1 Analisis SIPOC

Keterkaitan antara elemen-elemen SIPOC ini menunjukkan bahwa keberhasilan proses *line painting* tidak hanya bergantung pada eksekusi proses internal, tetapi juga pada kualitas dari supplier dan kemampuan memenuhi ekspektasi customer. Identifikasi ketidaksesuaian yang ditemukan *QC* menjadi *feedback* penting untuk perbaikan berkelanjutan. Pendekatan sistematis ini memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan setiap tahapan proses dan meminimalkan variabilitas yang dapat mempengaruhi kualitas produk akhir.

3.2 Measure

Tahap *Measure* merupakan langkah kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, khususnya dalam mengatasi permasalahan cacat *orange peel* pada produk *painting* khususnya panel outer. *Orange peel* adalah cacat visual yang terjadi pada permukaan cat yang menyerupai tekstur kulit jeruk, ditandai dengan permukaan yang tidak rata

dan bergelombang. Cacat ini sangat merugikan dalam industri otomotif dan manufaktur lainnya karena langsung mempengaruhi kualitas estetika produk akhir. Fokus utama dalam tahap *measure* adalah mengkuantifikasi seberapa besar tingkat cacat *orange peel* yang terjadi dalam proses *painting* melalui perhitungan *Defect per Million Opportunities* (DPMO).

Dalam konteks proses *painting*, setiap panel atau komponen yang dicat memiliki kesempatan untuk mengalami cacat *orange peel*, dan DPMO memberikan gambaran statistik yang akurat mengenai konsistensi kualitas proses *painting*. Metrik ini sangat penting karena cacat *orange peel* bukan hanya mempengaruhi aspek visual, tetapi juga dapat mengindikasikan masalah sistemik dalam parameter *painting* seperti viskositas cat, tekanan *spray gun*, jarak penyemprotan, atau kondisi lingkungan *booth painting*. Dalam pengukuran DPMO untuk cacat *orange peel* pada panel outer, langkah pertama adalah menentukan *opportunities* per unit, untuk Panel Outer diasumsikan terdapat 1 *opportunity* per unit (kesempatan terjadinya *defect Orange Peel* pada setiap panel).

Perhitungan DPMO.

$$DPMO = \frac{\text{Total Cacat} \times 1.000.000}{\text{Total Unit} \times \text{Opportunity}}$$

$$DPMO = \frac{4.200 \times 1.000.000}{12.000 \times 1}$$

$$DPMO = 350.000$$

Setelah nilai DPMO diketahui, selanjutnya kita bisa menghitung nilai sigma dengan menggunakan rumus.

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

$$\text{Nilai Sigma} = \text{NORMSINV} \left(1 - \frac{350.000}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$= 1,89$$

Dengan nilai DPMO 350.000, nilai sigma prosesnya dapat dihitung menggunakan rumus, mendapat nilai 1,89. Tabel sigma berfungsi sebagai alat acuan untuk mengukur dan mengevaluasi kapabilitas proses produksi dengan menunjukkan hubungan antara nilai sigma, jumlah cacat per sejuta peluang (DPMO), dan persentase produk baik. Berikut tabel nilai Sigma.

Tabel 1.1 Kategori Nilai Sigma

Nilai Sigma	DPMO	Kategori
1	691.462	Tidak Kompetitif
2	308.538	Rata-rata industri Indonesia
3	66.807	Rata-rata industri
4	6.210	Rata-rata industri USA
5	233	Rata-rata industri Jepang
6	3,4	Target kualitas <i>six sigma</i> (kelas dunia)

Berdasarkan tabel nilai sigma, bisa diketahui bahwa nilai sigma 1,89 menunjukkan bahwa proses produksi masih berada pada tingkat kualitas yang rendah. Karena nilai 1,89 berada di antara Sigma 1 dan Sigma 2, maka masih masuk dalam kategori yang sama dengan Sigma 1, yaitu "Tidak Kompetitif" yang berarti tingkat cacat sangat tinggi dan jauh dari standar industri yang baik. Sigma di antara 1 dan 2 ini menunjukkan bahwa proses belum stabil, variabilitas masih sangat tinggi, dan memerlukan perbaikan besar-besaran agar kualitas dapat meningkat ke level yang lebih kompetitif.

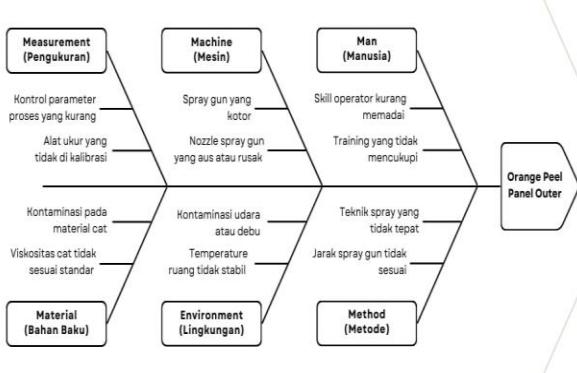
Dengan nilai ini, diperkirakan terdapat sekitar 350.000 cacat per satu juta peluang (DPMO), atau lebih dari 35% peluang berakhir cacat, dengan tingkat keberhasilan hanya sekitar 65%. Artinya, dari setiap 10 produk yang dihasilkan, sekitar 3–4 produk berpotensi cacat.. Kondisi ini menandakan bahwa proses belum stabil, memiliki banyak variasi, dan berpotensi menimbulkan pemborosan sumber daya, waktu, serta biaya.

Dalam praktik *Six Sigma*, nilai sigma yang kompetitif umumnya berada pada level 3 ke atas, sementara standar kelas dunia berada pada level 6 yang hanya memiliki 3,4 cacat per satu juta peluang. Oleh karena itu, capaian 1,89 sigma menjadi sinyal kuat bahwa perusahaan memerlukan perbaikan menyeluruh, misalnya melalui pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), untuk mengidentifikasi akar masalah, mengurangi variasi proses, dan meningkatkan kualitas produk secara berkelanjutan.

3.3 Analyze

Tahap *analyze* merupakan proses penting dalam metodologi pemecahan masalah yang bertujuan mengidentifikasi akar penyebab cacat secara mendalam, khususnya cacat *orange peel* pada hasil pengecatan. Analisis ini dilakukan melalui langkah-langkah sistematis yang tidak hanya berhenti pada gejala yang terlihat, tetapi menelusuri hingga faktor-faktor yang mendasarinya. Selanjutnya dilakukan analisis prioritas untuk menentukan faktor penyebab yang paling sering muncul atau memiliki kontribusi terbesar terhadap timbulnya cacat, karena dalam praktiknya, satu masalah biasanya dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi, namun hanya beberapa di antaranya yang bersifat dominan.

Untuk mengetahui penyebab secara terstruktur, digunakan diagram *fishbone*. Alat ini mengelompokkan potensi penyebab ke dalam enam kategori utama: manusia (*man*), metode (*method*), bahan baku (*material*), mesin (*machine*), lingkungan (*environment*), dan pengukuran (*measurement*). Melalui pemetaan ini, hubungan antara berbagai faktor dapat terlihat lebih jelas, sehingga memudahkan penentuan solusi yang tepat sasaran untuk mengurangi atau menghilangkan cacat *orange peel*. Berikut adalah gambar diagram *fishbone* penyebab cacat produk.



Gambar 1.2 Diagram Tulang Ikan

Berdasarkan analisis diagram *fishbone*, terdapat lima faktor utama yang berkontribusi terhadap masalah kualitas pengecatan. Dari aspek material, permasalahan muncul akibat tingkat

kekentalan cat yang tidak memenuhi standar dan adanya zat-zat asing yang mencemari bahan cat. Dalam hal metode kerja, teknik penyemprotan yang kurang tepat serta jarak antara alat semprot dengan permukaan yang tidak sesuai standar menjadi penyebab utama. Faktor mesin dan peralatan menunjukkan bahwa komponen nozel pada alat semprot mengalami keausan atau kerusakan, ditambah dengan kondisi alat semprot yang kotor sehingga menghambat kinerja optimal. Sumber daya manusia juga berkontribusi melalui kemampuan operator yang belum mencukupi standar yang diperlukan dan program pelatihan yang tidak memadai untuk meningkatkan kompetensi.

Terakhir, kondisi lingkungan kerja turut mempengaruhi hasil dengan adanya fluktuasi suhu ruangan yang tidak terkendali dan pencemaran udara berupa debu atau partikel lain yang dapat mengganggu proses pengecatan. Kelima faktor ini saling berinteraksi dan perlu ditangani secara komprehensif untuk meningkatkan kualitas hasil pengecatan.

3.4 Improve

Tahap keempat adalah tahap *improve* yang merupakan strategi usulan perbaikan untuk mengatasi permasalahan kualitas pada hasil pengecatan di *line painting*. Tahap *improve* berfokus pada pemahaman menyeluruh terhadap penyebab utama yang ditemukan pada fase *analyze*, dengan tujuan mengendalikan atau menghilangkan penyebab tersebut guna mencapai kinerja optimal (Irmansyah Kaya Hidayat & Suseno, 2023).

Berdasarkan hasil analisis *fishbone*, masalah material cat menjadi faktor utama penyebab cacat *orange peel* pada panel outer PT. SSI. Untuk menangani viskositas cat yang tidak sesuai standar, perusahaan perlu menerapkan sistem kontrol yang menyeluruh. Hal ini dimulai dengan pembuatan pedoman pencampuran cat yang baku, mencakup perbandingan yang tepat antara cat dasar dan pelarut dengan mempertimbangkan kondisi suhu serta kelembaban ruang kerja. Sementara itu,

penanganan kontaminasi material cat memerlukan penerapan sistem filtrasi yang baik sebelum cat diaplikasikan. Sistem ini menggunakan saringan dengan ukuran mesh yang tepat untuk memisahkan partikel pengotor dari cat.

Setelah dilakukan penerapan program perbaikan kualitas secara sistematis melalui identifikasi akar penyebab, pengendalian parameter proses, serta peningkatan standar kerja operator, terjadi penurunan yang signifikan dalam jumlah cacat pada proses produksi, di mana dalam kurun waktu tiga bulan jumlah produk cacat berhasil ditekan dari semula 4.200 menjadi 2.640.

Selisih jumlah cacat yang terjadi sebelum dan sesudah dilakukannya perbaikan dapat dihitung secara jelas, yaitu terdapat pengurangan sebesar 1.560 cacat dalam kurun waktu tiga bulan. Setelah diketahui adanya penurunan jumlah cacat produksi, langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) untuk menentukan nilai sigma, sehingga dari hasil tersebut dapat terlihat adanya kenaikan sigma yang cukup signifikan.

Perhitungan DPMO.

$$DPMO = \frac{\text{Total Cacat} \times 1.000.000}{\text{Total Unit} \times \text{Opportunity}}$$
$$DPMO = \frac{2.640 \times 1.000.000}{12.000 \times 1}$$
$$DPMO = 220.000$$

Setelah nilai DPMO dari perbaikan diketahui, selanjutnya menghitung nilai sigma setelah perbaikan. Hasil perhitungan sigma ini menunjukkan adanya kenaikan nilai sigma dibandingkan dengan periode sebelumnya, yang berarti bahwa proses produksi telah mengalami perbaikan kualitas melalui penurunan jumlah cacat secara signifikan.

$$\text{Nilai Sigma} = \text{NORMSINV} \left(1 - \frac{DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5$$
$$\text{Nilai Sigma} = \text{NORMSINV} \left(1 - \frac{220.000}{1.000.000} \right) + 1,5$$
$$= 2,27$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai sigma tersebut, dapat diketahui bahwa telah terjadi kenaikan yang cukup signifikan dibandingkan dengan kondisi sebelumnya. Peningkatan nilai sigma dari 1,89 menjadi 2,27 menunjukkan bahwa jumlah cacat berhasil ditekan. Nilai sigma 2,27 berada di antara level 2 sigma dan level 3 sigma, posisinya masih lebih dekat dengan level 2 sigma. Artinya, proses sudah menunjukkan peningkatan kualitas dibandingkan kondisi sebelumnya yang berada pada level 1,89, namun tetap dikategorikan tidak kompetitif karena belum mencapai standar minimum industri pada level 3 sigma.

Setelah dilakukan perbaikan pada aspek material, tingkat cacat dalam proses produksi berhasil ditekan dari semula 35% menjadi 22% hanya dalam kurun waktu tiga bulan. Walaupun capaian ini masih berada di bawah level sigma yang dianggap kompetitif dalam standar industri, hasil tersebut mencerminkan adanya kemajuan signifikan dalam upaya peningkatan kualitas, karena tidak hanya menunjukkan penurunan jumlah produk cacat yang cukup besar, perbaikan ini menunjukkan progres signifikan yang kuat untuk *improvement* berkelanjutan menuju target *Six Sigma* yang lebih tinggi.

Berdasarkan dari hasil nilai kenaikan sigma diatas, Usulan perbaikan lanjutan juga harus dilakukan dengan penguatan sistem pengendalian material melalui managemen kualitas supplier yang ketat, termasuk penetapan spesifikasi teknis yang detail untuk semua material cat. Sistem pencampuran cat juga perlu diautomasi dengan menggunakan teknologi *mixing system* yang terkomputerisasi untuk memastikan konsistensi viskositas dan mengeliminasi *human error* dalam proses pencampuran. Dengan pendekatan holistik ini, diharapkan PT. SSI dapat mencapai target level 4 sigma dalam jangka menengah, yang setara dengan standar industri Amerika Serikat, dan pada akhirnya menuju kualitas kelas dunia level 6 sigma dalam jangka panjang.

Perbaikan proses ini dilakukan tanpa mengubah struktur dasar proses yang sudah ada, namun difokuskan pada peningkatan efektivitas dan efisiensi kerja guna mencapai kepuasan konsumen

serta menghasilkan produk yang sesuai spesifikasi.

Pendekatan ini didasarkan pada analisis fakta dan data, dengan melibatkan kolaborasi lintas fungsi agar setiap aspek proses dapat teridentifikasi secara menyeluruh.

Usulan perbaikan juga disusun menggunakan tabel *Five-M + 1E*, yang mencakup faktor *Man* (Sumber Daya Manusia), *Machine* (Mesin/Peralatan), *Material* (Bahan Baku), *Method* (Metode Kerja), *Measurement* (Pengukuran), dan *Environment* (Lingkungan). Melalui sesi brainstorming, setiap faktor '*M + E*' dianalisis secara mendalam untuk mengetahui kontribusinya terhadap timbulnya masalah kualitas, khususnya pada jenis cacat *Orange Peel* yang terjadi di *line painting*.

Hasil analisis tersebut kemudian dituangkan dalam bentuk usulan perbaikan yang tersaji pada tabel berikut.

Tabel 2.2 Tabel Perbaikan

Faktor	Masalah	Improve
<i>Material</i> (Bahan Baku)	Viskositas cat tidak sesuai	Membuat panduan <i>mixing ratio</i> yang jelas untuk pengenceran cat, Cek berkala suhu penyimpanan cat, Menggunakan thinner berkualitas baik
	Kontaminasi pada material cat	Menerapkan sistem penyaringan cat, Memastikan wadah cat tertutup rapat, Mengimplementasikan prosedur FIFO (<i>First In First Out</i>)
<i>Method</i> (Metode)	Teknik spray yang tidak tepat	Membuat <i>Standard Operating Procedure</i> (<i>SOP</i>) teknik spray, Menentukan pola spray dengan konsisten, Standardisasi sudut spray gun (90° terhadap permukaan).
	Jarak spray gun yang tidak sesuai	Menetapkan jarak optimal spray gun 15-20cm, Monitor dan evaluasi hasil spray secara berkala
<i>Machine</i> (Mesin)	Nozzle spray gun yang aus atau rusak	Membuat jadwal <i>preventive maintenance</i> untuk penggantian nozzle, Melakukan inspeksi harian kondisi nozzle
	Spray gun yang kotor	Membuat prosedur <i>cleaning spray gun</i> setelah selesai digunakan, Menggunakan solvent yang tepat untuk pembersihan
<i>Manpower</i> (Manusia)	Skill operator yang kurang memadai	Melakukan <i>skill assessment</i> , Membuat program mentoring dari operator senior ke junior
	Training tidak mencukupi	Melakukan <i>refresher training</i> secara berkala (3-6 bulan)
<i>Measurement</i> (Pengukuran)	Alat ukur yang Tidak Dikalibrasi	Membuat jadwal kalibrasi untuk semua alat ukur, Memakai jasa kalibrasi yang terakreditasi (<i>KAN/ISO 17025</i>), Memasang sticker kalibrasi dengan tanggal <i>expired</i> yang jelas
	Kontrol parameter proses yang kurang	Membuat koneksi ke central <i>monitoring system</i> , Membuat <i>mapping</i> semua parameter yang ada, Membuat <i>setup alarm</i> dan <i>warning limit</i>
<i>Environment</i> (Lingkungan)	Temperature ruang tidak stabil	Monitor suhu ruangan secara <i>real-time</i> dengan sensor, Menentukan <i>range suhu</i> optimal untuk proses spray (biasanya 20-25°C)
	Kontaminasi udara/debu	Instalasi sistem filtration udara dengan <i>HEPA filter</i> , Melakukan pembersihan ruang kerja secara berkala, Gunakan APD yang tepat untuk mencegah kontaminasi

3.5 Control

Pada tahap *Control Six Sigma* dalam penanganan cacat *orange peel*, *checksheet* berfungsi sebagai alat pemantauan berkelanjutan untuk merekam data secara terstruktur, mencakup waktu kejadian, operator yang bertugas, kondisi lingkungan kerja, pengaturan peralatan pengecatan, dan tingkat keparahan cacat.

Cheksheet control merupakan salah satu alat pengendalian mutu yang digunakan untuk mencatat dan mengumpulkan data secara sistematis dan terstruktur langsung dari proses produksi, sehingga memudahkan dalam memantau kualitas serta mengidentifikasi pola permasalahan yang muncul. Melalui penggunaan *checksheet*, perusahaan dapat mengetahui frekuensi jenis cacat, waktu terjadinya kesalahan, serta area atau faktor yang paling sering menimbulkan masalah, sehingga data yang terkumpul dapat dijadikan dasar analisis lebih lanjut.

Desain *checksheet* harus dirancang sedemikian rupa sehingga mudah digunakan oleh operator di lapangan tanpa menimbulkan hambatan terhadap kelancaran proses kerja, namun tetap mampu menangkap informasi yang akurat, relevan, dan sesuai dengan tujuan pengendalian mutu yang ingin dicapai. Hal ini berarti format *checksheet* perlu dibuat sederhana, jelas, dan praktis, misalnya dengan penggunaan kolom, simbol, atau kode yang mudah dipahami oleh pengguna, sehingga proses pencatatan dapat dilakukan secara cepat tanpa mengurangi produktivitas kerja. Di sisi lain, meskipun sederhana, *checksheet* tetap harus mencakup aspek penting yang diperlukan untuk analisis lebih lanjut, seperti jenis cacat, waktu terjadinya, lokasi, hingga faktor penyebab, agar data yang diperoleh benar-benar representatif..

Dengan demikian, *checksheet* tidak hanya sekadar berfungsi sebagai media pencatatan sederhana, melainkan juga sebagai instrumen penting dalam sistem manajemen mutu yang mampu mendukung pengendalian proses, pengambilan keputusan, dan strategi perbaikan berkelanjutan untuk mencapai tingkat kualitas yang lebih tinggi secara sistematis dan terukur.

Berikut adalah gambar dari *checksheet control*.

Checksheet Proses Coating Harian

Informasi Dasar

Item	Detail
Tanggal	_____
Waktu	_____
Shift	<input checked="" type="checkbox"/> Shift 1 (07:30 - 16:30) <input type="checkbox"/> Shift 2 (19:30 - 04:30)
Nama Operator	_____
Kode Produk	_____
Nomor Batch	_____

Parameter Mesin Coating & Lingkungan

Item	Nilai Terukur
Suhu Coating (°C)	_____
Kelembaban (%RH)	_____
Viskositas Paint (CP)	_____
Tekanan Spray (BAR)	_____
Kecepatan Coating (M/MIN)	_____
Suhu Pengeringan (°C)	_____

Deteksi Cacat Orange Peel

Item	Keterangan
Apakah terdapat cacat Orange Peel?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak

Tindakan Korektif & Follow-up

Item	Keterangan
Tindakan Korektif yang Dilakukan	_____
Dugaan Penyebab Utama	_____
Tindak Lanjut	_____
Nama Inspector/Supervisor	_____

Ringkasan & Status

Item	Status
Status Proses	<input checked="" type="checkbox"/> Dalam Batas Kontrol <input type="checkbox"/> Warning - Perlu Perhatian <input type="checkbox"/> Diluar Batas Kontrol <input type="checkbox"/> Proses Dihentikan
Tanggal Review Berikutnya	_____
Catatan Tambahan	_____

Gambar 1.3 Data *Checksheet Control*

Dari gambar *Checksheet* diatas dapat diketahui dampak setelah adanya *checksheet* adalah:

1. Konsistensi parameter yang mana monitoring rutin terhadap suhu, kelembaban, viskositas, tekanan spray dan kecepatan untuk memastikan proses berjalan dengan optimal
2. Mampu mendeteksi dini cacat *orange peel* sebelum menjadi masalah besar
3. Membantu menentukan jadwal *maintenance* dengan tepat
4. Pengawasan *real time* terhadap proses *coating*
5. Berkurangnya biaya *rework* dan penggunaan bahan *coating* dan *paint* lebih efisien.

Selain Data *Checksheet* diatas, dilakukan juga audit untuk memastikan seluruh prosedur pengendalian berjalan sesuai standar. Audit mencakup penilaian terhadap kualitas dan pemanfaatan data *checksheet*, kelengkapan pelatihan operator, konsistensi analisis data, serta penerapan hasil analisis menjadi tindakan korektif yang tepat waktu. Audit juga mengevaluasi efektivitas komunikasi lintas hierarki dalam pelaporan dan tindak lanjut temuan terkait cacat *orange peel*.

Adapun Pelaksanaan audit memberikan dampak yang signifikan terhadap sistem pengendalian kualitas produksi. Audit memastikan bahwa seluruh prosedur operasional berjalan konsisten sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, sehingga mengurangi risiko penyimpangan dalam proses produksi. Melalui evaluasi menyeluruh terhadap penggunaan data *checksheet*, audit dapat mengidentifikasi kelemahan dalam dokumentasi dan meningkatkan akurasi pencatatan data operasional.

Dampak positif lainnya terlihat pada peningkatan kompetensi sumber daya manusia, dimana audit memverifikasi kelengkapan pelatihan operator dan mengidentifikasi kebutuhan pengembangan kapasitas tambahan. Konsistensi dalam analisis data juga terjamin melalui proses audit, yang pada akhirnya mendorong implementasi tindakan korektif yang lebih tepat waktu dan

efektif. Selain itu, audit memperkuat sistem komunikasi organisasi dengan mengevaluasi efektivitas alur pelaporan lintas hierarki, memastikan bahwa temuan terkait cacat *orange peel* dapat ditindaklanjuti dengan cepat dan tepat sasaran.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Jenis cacat Panel Outer paling dominan adalah cacat *Orange Peel* sebesar 4.200 atau 35% selama 3 bulan.
2. Setelah serangkaian perbaikan yang diterapkan pada proses produksi, jumlah cacat pada panel outer berhasil diturunkan menjadi 2.640 unit atau setara dengan 22% dari total produksi dalam kurun waktu tiga bulan.
3. Faktor-faktor penyebab utama cacat dalam proses produksi Panel Outer adalah faktor manusia yakni skill operator yang kurang memadai, training yang tidak mencukupi, faktor mesin yakni *nozzle spray gun* aus, *spray gun* kotor, faktor bahan yakni viskositas cat tidak sesuai, kontaminasi pada material cat, faktor metode yakni teknik spray yang tidak tepat, jarak *spray gun* yang tidak sesuai, faktor lingkungan yakni temperature ruang tidak stabil, kontaminasi udara/debu, faktor pengukuran yakni alat ukur yang tidak dikalibrasi, kontrol parameter proses yang kurang.
4. Usulan perbaikan dengan tabel *Five-M + 1E* meliputi panduan *mixing ratio*, kontrol suhu dan kualitas material, sistem penyaringan serta FIFO (*First In First Out*), SOP dan jarak optimal teknik *spray*, *preventive maintenance* dan pembersihan *spray gun*, peningkatan keterampilan melalui pelatihan dan mentoring, kalibrasi alat ukur dengan pengawasan parameter otomatis, serta pengendalian lingkungan melalui pemantauan suhu, filtrasi udara, kebersihan rutin, dan penggunaan APD.

5. Saran

1. Implementasi Perbaikan Berkelanjutan
 - Prioritaskan implementasi usulan perbaikan yang telah diidentifikasi melalui analisis *Five-M+1E*, terutama pada aspek material dan metode yang menunjukkan kontribusi terbesar terhadap cacat *orange peel*.
 - Establisisasi sistem *monitoring real-time* untuk parameter kritis seperti viskositas cat, suhu ruangan, kelembaban, dan tekanan *spray gun* untuk mencegah variasi proses yang berlebihan.
 - Implementasikan program *preventive maintenance* yang lebih ketat untuk *spray gun* dan *nozzle*, mengingat kondisi mesin yang aus berkontribusi signifikan terhadap cacat produk.
2. Pengembangan Sumber Daya Manusia
 - Lakukan *skill assessment* komprehensif untuk semua operator *line painting* dan susun program pelatihan berkelanjutan berdasarkan hasil *assessment*.
 - Implementasikan sistem *mentoring* dari operator senior ke junior untuk *transfer knowledge* dan *best practices* dalam teknik *painting*.
 - Adakan *refresher training* setiap 3-6 bulan untuk memastikan konsistensi aplikasi *Standard Operating Procedure (SOP)*.
3. Penguatan Sistem *Quality Control*
 - Terapkan *checksheet control* yang telah dirancang secara konsisten untuk *monitoring* harian kondisi proses *painting*.
 - Lakukan kalibrasi berkala untuk semua alat ukur dengan menggunakan jasa kalibrasi terakreditasi KAN/ISO 17025.
 - Instalasi sistem alarm dan *warning limit* untuk parameter kritis guna deteksi dini penyimpangan proses.

Daftar Pustaka

- Anis Safitri, T., Afni Laily, S., Muhammad, K., Jenderal Soedirman, U., & Tengah, J. (2024). Pengendalian Kualitas di Line Painting Menggunakan Metode Six Sigma: Studi Kasus di PT ABC. *Valid Jurnal Ilmiah*, 22(1), 63–74.
<https://doi.org/10.53512/valid.v22i1.465>
- Bachtiar, M., Dahdah, S. S., & Ismiyah, D. E. (2020). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK PAP HANGER MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DAN FMEA DI PT. RAVANA JAYA MANYAR GRESIK. 1(4).
- Baldah, N. (2020). ANALISIS TINGKAT KECACATAN DENGAN METODE SIX SIGMA PADA LINE TGSW. *EKOMABIS: Jurnal Ekonomi Manajemen Bisnis*, 1(01), 27–44.
<https://doi.org/10.37366/ekomabis.v1i01.4>
- Basjir, M., & Robbi, N. (2024). Peningkatan Kualitas Produk dengan Metode Six Sigma dan Kaizen. IX(3).
- Hakim Hidajat, H., & Momon Subagyo, A. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk X Dengan Metode Six Sigma (DMAIC) Pada PT. XYZ. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(9), 234–242.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.6648878>
- Irmansyah Kaya Hidayat, & Suseno. (2023). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS BRACKET DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA (DMAIC).
- Irwanto, A., Arifin, D., & Arifin, M. M. (2020). PENINGKATAN KUALITAS PRODUK GEARBOX DENGAN PENDEKATAN DMAIC SIX SIGMA PADA PT.
- Khaleil Akmal, A., Irawan, R., Hadi, K., Tri Irawan, H., Pamungkas, I., & Teknik Industri, J. (2021). Pengendalian Kualitas Produk Paving Block untuk Meminimalkan Cacat Menggunakan Six Sigma pada UD. Meurah Mulia. www.jurnal.utu.ac.id/joptimalisasi
- Mulia Rani, A., & Rian Wahyudi, Y. (2021). Peningkatan Kualitas Part Painting Plastik Menggunakan Metode Six Sigma Di PT XYZ Jakarta. *JISI: JURNAL INTEGRASI SISTEM INDUSTRI*, 8, 0.
<https://doi.org/10.24853/jisi.8.1.36-44>
- Mulyani, R., Rokhmah, A., & Anzari, F. (2025). Peningkatan Proses Pengolahan Limbah Sewage Treatment Plant dalam Pencapaian Baku Mutu Air Limbah Dengan Metode Six Sigma di PT. XY. In *Jurnal Ilmu Teknik dan Informatika* (Vol. 5).
- Piay, P. I., Kristina, H. J., & Doaly, C. O. (2021). PENGURANGAN JUMLAH PRODUK CACAT PADA PRODUKSI GLASSES BOX DENGAN METODE LEAN SIX SIGMA. In *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* (Vol. 9, Issue 2).
- Putri, F. A., & Susanty, A. (2025). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PROSES ASSEMBLY MOBIL TIPE AVANZA MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI PT XYZ.
- Rajagukguk, D. S., & Handayani, N. U. (2024). Perbaikan Kualitas Proses Produksi Painting pada Cabin Truk Mitsubishi Canter dengan Menggunakan Metode DMAIC dan Fuzzy FMEA (Studi Kasus: PT Krama Yudha Ratu Motor).
- Rokhmah, A., Probokusumo, & Karyadi. (2025). PENERAPAN KAIZEN UNTUK MENURUNKAN LEADTIME PEMBUATAN GOOD RECEIPT NOTES DI PT. ABC (Vol. 2, Issue 1).
- Sugito, E., Hepy Susanti, A., Hervin, R., Teknik Industri, J., Sains dan Teknologi, F., & Ibnu Sina Jl Teuku Umar Lubuk Baja Kota Batam, U. (2025). PENGARUH KUALITAS PAINTING PADA PIPA KARBON DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA. *Sigma Teknika*, 8(1), 49–061.
- Supriyatni, & Hasbullah. (2020). Analisa cacat painting komponen automotive dengan pendekatan DMAIC-FMEA.
- Zaqi Al-Faritsy, A., & Suluh Wahyunoto, A. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Meja Menggunakan Metode Six Sigma Pada PT XYZ. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 4(2).