

Penerapan *Statistical Quality control* dan *Root Cause Analysis* dalam Analisis Defect PDI Painting PT XYZ***Application of Statistical Quality control and Root Cause Analysis in Defect Analysis of PDI Painting PT XYZ*****Widia Aulia Cahyani¹, Pramudi Arsiwi^{2*}**^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Dian Nuswantoro
Jl Nakula I No. 1, Pendrikan Kidul, Semarang Tengah, Kota Semarang, Jawa Tengah, 50131. (024) 3555628*E-mail: pramudi.arsiwi@dsn.dinus.ac.id

Diterima 29 Agustus, 2025; Disetujui 06 November, 2025; Dipublikasikan 31 Maret, 2026

Abstrak

Pengecekan kualitas pengecatan (*PDI Painting*) pada PT XYZ memiliki peran penting dalam memastikan mutu akhir produk. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi jenis *defect* terbanyak dan faktor penyebabnya pada proses pengecatan. Penelitian dilakukan selama dua bulan dengan metode observasi langsung, wawancara, dan dokumentasi, serta dianalisis menggunakan metode *Statistical Quality control (SQC)* dan *Root Cause Analysis (RCA)*, termasuk *Check sheet*, diagram *Pareto*, diagram *fishbone* dan teknik *5 Why*. Hasil menunjukkan bahwa *defect* paling dominan adalah *pinhole* (18,43%), diikuti cat tipis, cat tidak rata, dan *overspray*. Faktor penyebab utama meliputi kurangnya keterampilan operator, pencampuran cat tidak merata, serta tekanan semprotan yang tidak stabil. Rekomendasi yang diberikan adalah pelatihan operator secara berkala, penggunaan alat ukur ketebalan cat, dan sistem pencampuran cat otomatis untuk menurunkan tingkat *defect*. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa cacat pada tahap *PDI Painting* memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi produksi dan biaya *rework*. Dengan mengintegrasikan metode *SQC* untuk mengidentifikasi pola cacat dan *RCA* untuk menelusuri akar penyebab, diperoleh pemahaman mengenai faktor-faktor yang memengaruhi kualitas. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah perlunya peningkatan kompetensi operator, standarisasi metode kerja, serta perawatan mesin yang konsisten. Dengan penerapan usulan perbaikan, PT XYZ berpotensi menurunkan jumlah *defect* hingga 20–30% dan meningkatkan konsistensi mutu produk.

Kata kunci: Cacat Produk, Pengendalian kualitas, *Root Cause Analysis*, *Statistical Quality control*;**Abstract**

Painting quality control (PDI Painting) at PT XYZ plays an important role in ensuring the final quality of products. The purpose of this study is to identify the most common types of defects and their causes in the Painting process. The research was conducted over two months using direct observation, interviews, and documentation, and analyzed using Statistical Quality control (SQC) and Root Cause Analysis (RCA) methods, including Checksheets, Pareto diagrams, fishbone diagrams, and the 5 Whys technique. The results showed that the most dominant defect was pinholes (18.43%), followed by thin paint, uneven paint, and overspray. The main contributing factors included a lack of operator skills, uneven paint mixing, and unstable spray pressure. The recommendations provided were regular operator training, the use of paint thickness measuring tools, and an automatic paint mixing system to reduce the defect rate. Overall, this study confirmed that defects in the PDI Painting stage had a significant impact on production efficiency and rework costs. By integrating the SQC method to identify defect patterns and RCA to trace the root causes, an understanding of the factors affecting quality was obtained. The practical implications of this study are the need to improve operator competence, standardize work methods, and ensure consistent machine maintenance. By implementing the proposed improvements, PT XYZ has the potential to reduce the number of defects by 20–30% and improve product quality consistency.

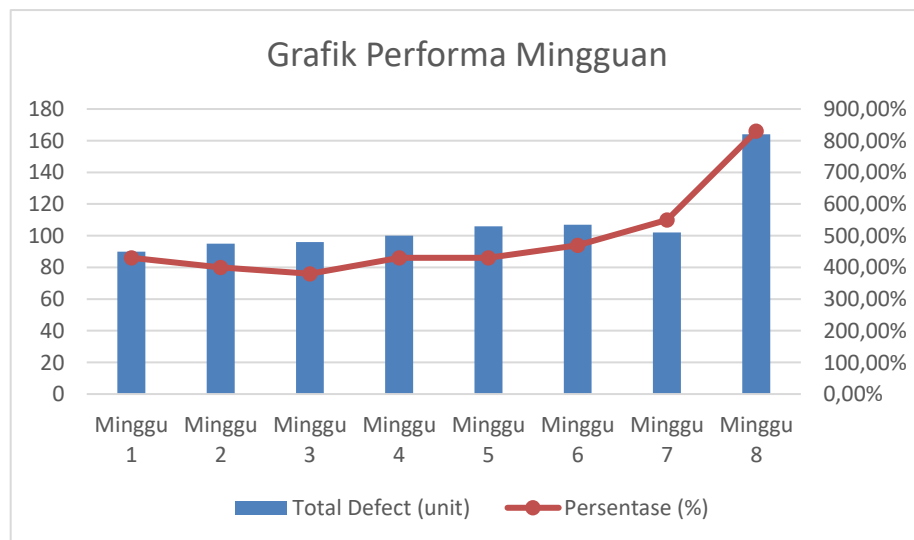
Keywords: Defect, Quality control, Root Cause Analysis, Statistical Quality control**1. Pendahuluan**

Dunia industri manufaktur modern, kualitas produk menjadi indikator penting dalam mempertahankan daya saing dan memenuhi ekspektasi pelanggan. Salah satu aspek kualitas yang sangat diperhatikan adalah pengecatan produk, khususnya pada industri otomotif seperti manufaktur bus.

Proses pengecatan tidak hanya berfungsi sebagai pelindung terhadap korosi dan cuaca, tetapi juga mencerminkan citra perusahaan secara visual dan estetika (Nanda & Sulistiyowati, 2021).

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur bus di Indonesia yang memproduksi berbagai tipe kendaraan, termasuk bus pariwisata, antar kota, dan sekolah. Salah satu tahapan penting dalam proses produksinya adalah *Pre Delivery Inspection (PDI) Painting*, yaitu pemeriksaan kualitas pengecatan sebelum kendaraan diserahkan kepada konsumen. Namun, dalam prakteknya masih ditemukan berbagai jenis cacat (*defect*) pada hasil pengecatan, seperti *pinhole*, cat tipis, cat tidak rata, *overspray*, belang, kotor, *orange peel* dan retak, yang dapat berdampak pada efisiensi produksi dan kepuasan pelanggan (Sidikiyah & Muhammad, 2022).

Pemeriksaan dilakukan pada 34 titik pengecekan setiap unit bus pada PT XYZ, mencakup bagian kanan, kiri, depan, dan belakang seperti pilar kaca, bumper, kusen, bagasi, pintu lambung, panel, *wheelhouse*, *flap engine* dan kap atas. Kegiatan pemeriksaan ini dilaksanakan selama delapan minggu, yaitu dari 20 Januari hingga 20 Maret 2025, yang merupakan periode evaluasi rutin pada proses *Pre Delivery Inspection (PDI) Painting*. Berdasarkan data hasil pengamatan tersebut, Gambar 1 menunjukkan Grafik Performa Mingguan, di mana terlihat bahwa jumlah *defect* cenderung stabil pada minggu 1–7, namun terjadi lonjakan tajam pada minggu ke-8 dengan jumlah *defect* mencapai 164 unit dan persentase cacat sebesar 8,3%. Lonjakan ini mengindikasikan adanya dalam proses pengecatan yang perlu dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui penyebab utamanya.



Gambar 1 Grafik Performa Mingguan

Salah satu pendekatan kuantitatif yang dapat digunakan untuk memantau kualitas proses adalah *Statistical Quality control (SQC)*, yang memanfaatkan metode statistik seperti *control Chart*, analisis variasi, dan *inspeksi sampling* untuk memantau serta mengendalikan mutu proses produksi (Anggraeni & Izza, 2022). Pendekatan ini terbukti efektif dalam mendeteksi ketidaksesuaian proses dan menjaga stabilitas mutu produk. Namun, hingga saat ini masih sangat terbatas penelitian yang secara spesifik menerapkan metode *SQC* pada proses *PDI Painting* di industri bus di Indonesia, khususnya yang menghubungkan hasil *defect* dengan titik pengecekan dan variasi proses kerja (Cakti & Gunawan, 2020). Hal ini menunjukkan adanya celah penelitian yang penting guna meningkatkan kualitas pengecatan pada tahap akhir produksi.

Selain itu, untuk memperkuat analisis dan menentukan faktor penyebab utama dari *defect* yang terjadi, penelitian ini juga digunakan pula *metode Root Cause Analysis (RCA)* yang berfokus pada identifikasi akar permasalahan secara sistematis, sehingga tindakan perbaikan dapat diarahkan dengan lebih tepat sasaran (Sidikiyah & Muhammad, 2022). Kombinasi metode *SQC* dan *RCA* diharapkan

memberikan kontribusi terhadap peningkatan efektivitas pengendalian mutu serta menjadi dasar bagi penerapan sistem kualitas berkelanjutan.

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada penerapan simultan metode *Statistical Quality Control (SQC)* dan *Root Cause Analysis (RCA)* untuk menganalisis *defect* pada proses *Pre-Delivery Inspection (PDI) Painting* di industri bus, yang sebelumnya belum banyak dikaji secara empiris di Indonesia. Berdasarkan hasil literatur, sebagian besar penelitian terdahulu yang mengkombinasikan kedua metode ini masih terbatas pada industri manufaktur ringan, seperti sepatu, kayu lapis, makanan, dan konveksi. Oleh karena itu, studi ini menerapkan pendekatan SQC dan RCA secara integratif pada konteks industri otomotif berat, khususnya proses pengecatan akhir bus. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada pemantauan dan pengendalian variasi proses secara statistik, tetapi juga menelusuri akar penyebab terjadinya cacat secara sistematis.

Sejumlah penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas integrasi SQC dengan RCA pada berbagai sektor industri. (Caesarriani, 2025) menunjukkan bahwa kombinasi metode tersebut mampu menurunkan *defect* produk sepatu hingga 25% melalui analisis *Pareto chart* dan *fishbone diagram*. (Sidikiyah & Muhammad, 2022b) menemukan bahwa penerapan *check sheet*, *control chart*, dan RCA pada industri kayu lapis berhasil mengidentifikasi penyebab utama cacat seperti delaminasi dan under size. (Sitepu et al., 2023) juga membuktikan bahwa sinergi antara SPC dan RCA dalam industri makanan mampu mengurangi cacat produk mie blok dengan mengaitkan faktor manusia, mesin, dan metode.

Sementara itu, (Michael A. Irawan & Farida Pulansari, 2024) menyatakan bahwa penggunaan RCA setelah analisis SPC efektif dalam menurunkan produk *reject* pada industri kemasan logam hingga 98%. (Hardianto & Sulistiyowati, 2025) memperkuat temuan ini dengan menunjukkan bahwa penerapan *check sheet*, *p-chart*, dan *Pareto diagram* sebagai bagian dari SPC dapat memberikan gambaran menyeluruh terhadap variasi proses produksi pada industri konveksi, yang kemudian dijadikan dasar untuk perbaikan kualitas.

(Nanda & Sulistiyowati, 2021b) misalnya, menunjukkan bahwa penerapan kombinasi SQC dan RCA pada industri plastic khususnya produk jerigen 5 liter berhasil mengidentifikasi jenis cacat dominan dan menurunkan tingkat *defect* melalui analisis *p-chart* dan *fishbone diagram*. (Nurlita & Dyah Utami, 2019) yang menerapkan SPC dan RCA pada industri otomotif komponen brake lining di PT XYZ Surabaya. Penelitian tersebut menemukan bahwa cacat dominan berupa produk patah (19%) disebabkan oleh faktor manusia, metode, mesin, dan material, serta membuktikan bahwa integrasi kedua metode mampu memperbaiki ketidakterkendalian proses produksi. (Supriyadi, 2018) turut mendukung efektivitas pendekatan ini, di mana penerapan SPC pada industri keramik PT Surya Toto Indonesia menunjukkan bahwa kombinasi *check sheet*, *control chart*, dan *fishbone diagram* mampu mengidentifikasi penyebab fluktuasi mutu akibat faktor manusia, mesin, dan metode.

(Zakaria et al., 2024) mengonfirmasi efektivitas metode RCA dan SPC dalam pengendalian kualitas pada industri kayu. Melalui analisis *p-chart*, *Pareto diagram*, dan *fishbone diagram*, penelitian tersebut menemukan bahwa cacat utama berupa retak pada produk palet kayu disebabkan oleh kualitas bahan baku yang rendah dan kondisi lingkungan kerja yang tidak sesuai. Sementara itu, (Meutia et al., 2024) menerapkan metode SQC pada industri minyak goreng (olein) dan menemukan bahwa penerapan *control chart* serta *fishbone diagram* dapat mengidentifikasi faktor penyebab utama variasi mutu produk, sehingga menjadi dasar dalam perbaikan kualitas secara berkelanjutan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis dan jumlah cacat pengecatan serta mengevaluasi proses pengecatan menggunakan pendekatan *Statistical Quality Control (SQC)* dan *Root Cause Analysis (RCA)*. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi PT XYZ dalam menurunkan jumlah *defect* dan meningkatkan mutu hasil pengecatan secara konsisten.

2. Metode Penelitian

2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan kondisi proses pengecatan (*PDI Painting*) dan menganalisis jenis serta penyebab

utama *defect* di PT XYZ. Penelitian dilaksanakan selama delapan minggu, mulai 20 Januari hingga 20 Maret 2025, di *Divisi Quality Control*.

Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi masalah berupa tingginya jumlah *defect* hasil pengecatan, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data melalui observasi langsung, wawancara, dan dokumentasi laporan inspeksi pada 34 titik pengecekan setiap unit bus. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode *Statistical Quality Control (SQC)* untuk mengukur tingkat dan pola cacat melalui *check sheet*, *diagram Pareto*, dan *P-chart*. Hasil analisis *SQC* selanjutnya menjadi dasar penerapan *Root Cause Analysis (RCA)* untuk menelusuri akar penyebab utama cacat dengan bantuan *fishbone* diagram dan 5-Why analysis. Rancangan ini menggambarkan hubungan antara analisis statistik (*SQC*) dan analisis penyebab (*RCA*) untuk menghasilkan solusi perbaikan yang tepat dan efektif dalam menurunkan tingkat *defect* di PT XYZ.

2.2 Sampel

Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 519 unit bus yang melewati proses pengecatan dan pemeriksaan pada tahap *PDI Painting*. Setiap unit bus memiliki 34 titik pengecatan pada PT XYZ, mencakupi bagian kanan, kiri, depan, dan belakang seperti pilar kaca, bumper, kusen, bagasi, pintu lambung, panel, *wheelhouse*, *flap engine*, dan kap atas.

2.3 Alat dan bahan / instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Lembar *Check sheet*
Digunakan untuk mencatat data jumlah dan jenis *defect* pada setiap titik pengecekan proses *Painting*.
2. Microsoft Excel
Digunakan untuk mencatat data awal dari lembar *Check sheet*, perhitungan frekuensi, *persentase defect* dan membuat diagram *Pareto*.
3. Software Minitab
Digunakan untuk analisis statistik lanjutan untuk pembuatan *control Chart*.

2.4 Teknik Pengumpulan Data

1. Observasi

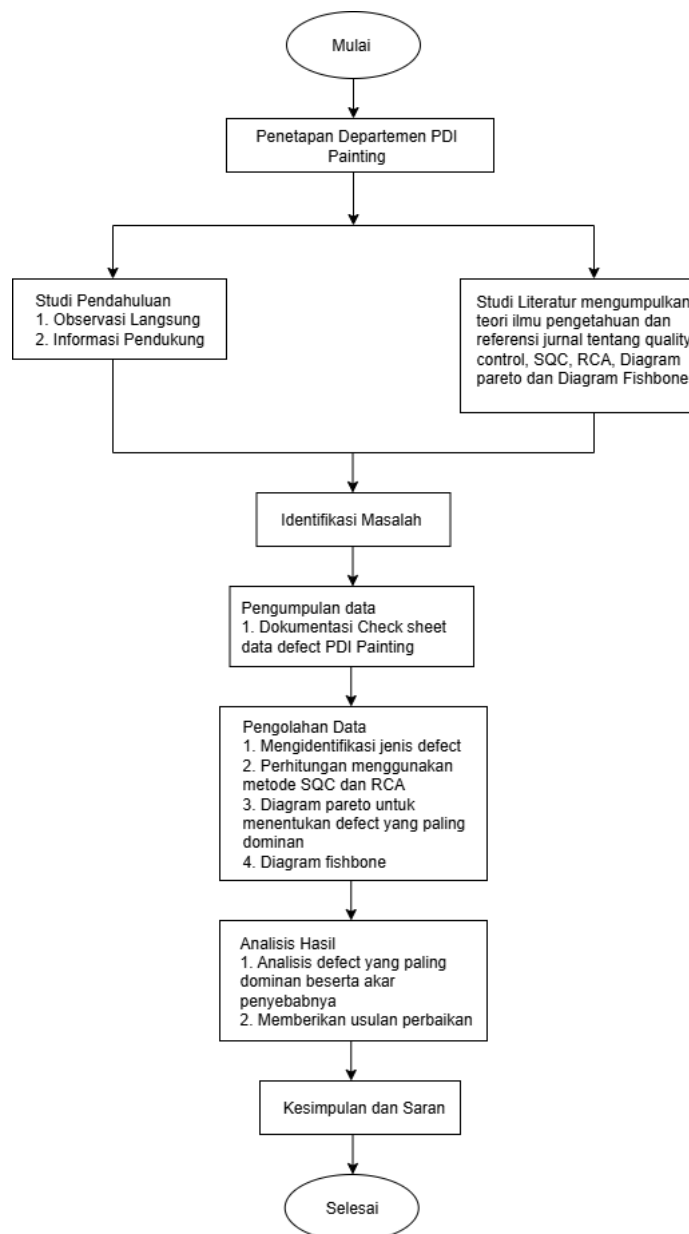
Metode observasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengamati secara langsung aktivitas atau kejadian yang sedang berlangsung. Metode ini dimanfaatkan untuk memahami bagaimana proses produksi dan pengendalian kualitas diterapkan di PT XYZ. Kegiatan observasi dilakukan dengan meninjau langsung jalannya proses produksi serta melakukan pemeriksaan terhadap produk cacat di departemen *PDI Painting*.

2. Wawancara

Wawancara adalah salah satu metode yang digunakan dalam pengumpulan data penelitian. Secara sederhana, wawancara dapat diartikan sebagai proses interaksi antara pewawancara dan narasumber melalui komunikasi secara langsung. Wawancara ini dilakukan kepada pekerja dan *supervisor* mengenai proses produksi, produk *defect*, dan produk yang tidak memenuhi standar di PT XYZ.

3. Studi Literatur

Studi literatur adalah serangkaian kegiatan yang berkaitan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengolah bahan penelitian. Studi literatur yang digunakan dalam penelitian ini adalah jurnal-jurnal yang menggunakan metode *statistical quality control (SQC)*, *Root cause analysis*, diagram *Pareto* dan diagram *fishbone*. Untuk memperlancar kegiatan penelitian ini, maka diperlukan alur penelitian yang runtut dan terstruktur sebagai berikut:



Gambar 2 Alur Penelitian

Dalam penelitian ini, proses pengumpulan data menjadi tahapan penting dalam keberhasilan analisis *defect* pada pengecatan bus. Pengumpulan data dilakukan melalui penempatan langsung di departemen *PDI Painting* dan dilanjutkan dengan studi pendahuluan berupa observasi langsung serta pengumpulan informasi pendukung dari lapangan, guna memahami kondisi aktual proses pengecatan di PT. XYZ.

Selain itu, dilakukan pula studi literatur yang bertujuan mengumpulkan teori dan referensi dari jurnal-jurnal ilmiah yang berkaitan dengan *quality control*, metode *Statistical Quality control (SQC)* dan *Root Cause Analysis (RCA)*, serta teknik pengecatan kendaraan (Nazia et al., 2023). Studi ini penting untuk membekali peneliti dengan dasar teori sebelum melakukan identifikasi masalah di lapangan.

Tahapan selanjutnya adalah identifikasi masalah berdasarkan observasi dan data awal, dilanjutkan dengan pengumpulan data kuantitatif menggunakan lembar *Check sheet* yang merekam jenis dan jumlah *defect* selama periode penelitian (Gavra et al., 2018).

Setelah data terkumpul, dilakukan pengolahan dan analisis data menggunakan metode *SQC* dan *RCA*, meliputi: identifikasi jenis *defect*, analisis *Pareto* untuk menentukan jenis *defect* yang paling dominan, serta analisis *diagram fishbone* untuk menelusuri akar penyebab cacat (Gadzali et al., 2024).

Tahap akhir adalah analisis hasil yang bertujuan mengetahui jenis *defect* paling dominan beserta penyebab utamanya, serta menyusun usulan perbaikan yang bersifat teknis maupun prosedural guna meningkatkan mutu pengecatan. Hasil penelitian kemudian dirangkum dalam bentuk kesimpulan dan saran yang dapat dijadikan acuan perbaikan mutu oleh perusahaan.

2.5 Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan kombinasi *SQC* dan *RCA*. *SQC* digunakan untuk mengidentifikasi pola *defect* melalui diagram *Pareto* dan *control Chart*, sedangkan *RCA* digunakan untuk mengetahui akar penyebab dengan *fishbone diagram* dan teknik *5-Why*.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam proses pengolahan data untuk menganalisis hasil paling banyak *defect* dalam *PDI Painting* diambil pada saat melakukan observasi di PT. XYZ pada bulan 20 Januari sampai 20 Maret 2025 sebagai berikut :

Tabel 1 *Check sheet* Data *Defect* 20 Januari – 20 Maret 2025

Minggu	Total Produksi bus (unit)	Jumlah Titik Pengecekan	Total <i>Defect</i> (Unit)	Persentase (%)
Minggu 1	61	2074	90	4,3
Minggu 2	69	2346	95	4
Minggu 3	74	2516	96	3,8
Minggu 4	69	2346	100	4,3
Minggu 5	71	2414	106	4,3
Minggu 6	63	2142	107	4,7
Minggu 7	54	1836	102	5,5
Minggu 8	58	1972	164	8,3
Rata rata			108	

Sumber : Data PT. XYZ, 2025

Berdasarkan hasil rekapitulasi *Check sheet* sebelumnya dari data *defect* selama 2 bulan diperoleh hasil *defect* terbanyak pada minggu ke -8 dengan total produksi 58 unit dan jumlah titik pengecekan sebesar 34 seperti Pillar kaca, Bemper, kusen, bagasi, pintu, lambung, panel, *wheelhouse*, *flap engine*, dan kap atas dengan total jumlah pengecekan sebesar 1972.

Pada tabel 1 Data *defect* pada 2 bulan di PT XYZ terjadi lonjakan jumlah *defect* yang sangat signifikan yaitu 164 *defect* dengan persentase sebesar 8,3%. Dengan persentase tiap jenis *defect* dihitung dengan membandingkan jumlah *defect* terhadap total seluruh *defect* yang teridentifikasi menggunakan rumus :

$$\text{Persentase defect} = \frac{\text{Jumlah titik pengecekan}}{\text{Total defect}} \times 100 \% \quad (1)$$

Angka ini merupakan yang tertinggi dibandingkan dengan minggu-minggu sebelumnya. Jika dibandingkan dengan rata-rata jumlah *defect* mingguan yaitu 108 unit, maka terdapat selisih yang cukup signifikan sebesar 56 unit lebih banyak. Lonjakan ini menunjukkan adanya penurunan signifikan dalam kualitas produksi dan pengendalian mutu (*quality control*) pada minggu tersebut. Beberapa faktor yang

bisa menjadi penyebab jumlah dan *persentase defect* berdasarkan hasil observasi langsung dilapangan dan wawancara pada bagian *quality control* pada minggu ke-8 adalah kemungkinan gangguan pada proses produksi seperti kerusakan mesin, dan mengejar target produksi.

Berdasarkan *Check sheet* diatas dapat diketahui jenis *persentase defect* pada *PDI Painting* di PT. XYZ sebagai berikut :

Tabel 2 *Persentase Defect di PDI Painting*

Jenis Kerusakan	Total Defect (Unit)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif
<i>Pinhole</i>	157	18,43%	18,43%
Cat Tipis	120	14,08%	32,51%
Cat Tidak Rata	105	12,32%	44,84%
<i>Overspray</i>	102	11,97%	56,81%
Belang	100	11,74%	68,54%
Kotor	96	11,27%	79,81%
<i>Orangepeel</i>	92	10,80%	90,61%
Retak	88	9,39%	100,00%
Rata Rata	860	100,00%	

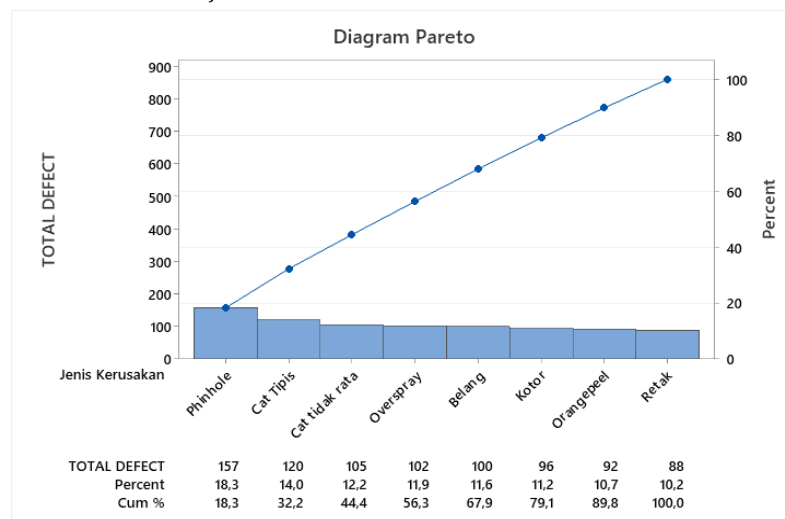
Sumber : Data PT. XYZ, 2025

Tabel 2 menunjukkan hasil rekapitulasi *defect* yang ditemukan selama delapan minggu pengamatan proses *PDI Painting* di PT XYZ. Data diperoleh melalui observasi langsung dan pemeriksaan laporan inspeksi menggunakan lembar *Check sheet* yang mengacu pada SOP pengecatan perusahaan. Jenis cacat yang ditemukan meliputi *pinhole*, cat tipis, cat tidak rata, *overspray*, belang, kotor, *orange peel*, retak. Namun dari keseluruhan jenis tersebut hanya empat jenis *defect* utama (*pinhole*, cat tipis, cat tidak rata, dan *overspray*).

Total *defect* diperoleh dari penjumlahan seluruh kejadian cacat yang ditemukan pada setiap titik inspeksi di 34 titik pada setiap unit selama periode penelitian. Setiap kali menemukan *defect* pada satu titik pemeriksaan (misalnya di panel, pilar kaca, bumper atau pintu lambung), kejadian tersebut dicatat sebagai satu data *defect* pada lembar *Check sheet*.

Persentase Defect dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Persentase defect} = \frac{\text{Jumlah defect tiap jenis}}{\text{Total keseluruhan defect}} \times 100 \% \quad (2)$$



Gambar 3 *Diagram Pareto*

Berdasarkan hasil pengolahan data pada Tabel 2 dan gambar 3, dapat diketahui bahwa jenis *defect* dengan kontribusi terbesar terhadap penurunan kualitas pengecatan adalah *pinhole* sebesar 18,43%, diikuti cat tipis sebesar 14,08%, cat tidak rata sebesar 12,32%, dan *overspray* sebesar 11,97% ke empat jenis cacat tersebut jika digabungkan akan menyumbangkan sekitar 56,8% dari total keseluruhan *defect* yang ditemukan selama periode pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar masalah kualitas pengecatan berpusat pada empat jenis *defect* tersebut. Sementara *defect* kotor tidak termasuk dalam kategori prioritas karena memiliki *persentase* relatif rendah yaitu di bawah 5% dari total keseluruhan cacat. Hal ini sejalan dengan prinsip *Pareto* 80/20, yang menyatakan bahwa sekitar 20% faktor penyebab bertanggung jawab atas 80% dari hasil yang diperoleh (Aulia Rohani, n.d.2021).

Hasil analisis *statistical quality control (SQC)* melalui diagram *Pareto* dan peta kendali (*P-Chart*) digunakan secara langsung untuk menentukan prioritas analisis lanjutan menggunakan *Root Cause Analysis (RCA)*. Diagram *Pareto* menunjukkan bahwa empat jenis *defect* dengan kontribusi terbesar terhadap total cacat yaitu *pinhole*, cat tipis, cat tidak rata, dan *overspray* menjadi fokus utama dalam menelusuri akar penyebab. Selanjutnya, hasil *P-Chart* untuk memperkuat prioritas tersebut dengan menunjukkan adanya titik data pada minggu ke-8 yang berada diluar batas kendali atas (UCL), menandakan adanya kondisi proses tidak stabil.

Berdasarkan temuan kuantitatif dari *SQC* ini, tahap *RCA* kemudian dilakukan untuk menganalisis secara kualitatif penyebab mendasar dari empat *defect* utama tersebut. Hasil *Pareto* digunakan untuk memilih area masalah yang paling berpengaruh, sedangkan hasil *P-Chart* digunakan untuk menentukan waktu dan kondisi proses yang mengalami ketidakkendalian. Kedua hasil ini menjadi input utama *RCA*, di mana faktor-faktor penyebab dari kategori manusia, metode, mesin, dan material ditelusuri menggunakan *fishbone diagram* dan teknik *5-Why Analysis*.

Penelitian ini dilakukan pengecekan secara keseluruhan di *PDI Painting* dan dilakukan perhitungan *Control Chart p-Chart* sebagai pilihan yang tepat karena data yang digunakan bervariasi (Firmansyah et al., 2022). Hasil dari perhitungan *Control Chart p-Chart* diperoleh dengan rumus:

$$CL = \bar{P} = \frac{\sum P_i}{\sum n_i} \quad (3)$$

$$UCL = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \quad (4)$$

$$LCL = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \quad (5)$$

(Nur Herawati et al., 2024)

Tabel 3 Hasil Perhitungan Peta Kendali *P-Chart*

Minggu	Total Produksi (Unit)	Total Defect (Unit)	Proporsi	CL	UCL	LCL
Minggu 1	61	90	1,48	1,657	2,151	1,162
Minggu 2	69	95	1,38	1,657	2,121	1,193
Minggu 3	74	96	1,30	1,657	2,106	1,208
Minggu 4	69	100	1,45	1,657	2,121	1,193
Minggu 5	71	106	1,49	1,657	2,116	1,198
Minggu 6	63	107	1,70	1,657	2,144	1,170
Minggu 7	54	102	1,89	1,657	2,183	1,131
Minggu 8	58	164	2,83	1,657	2,164	1,150

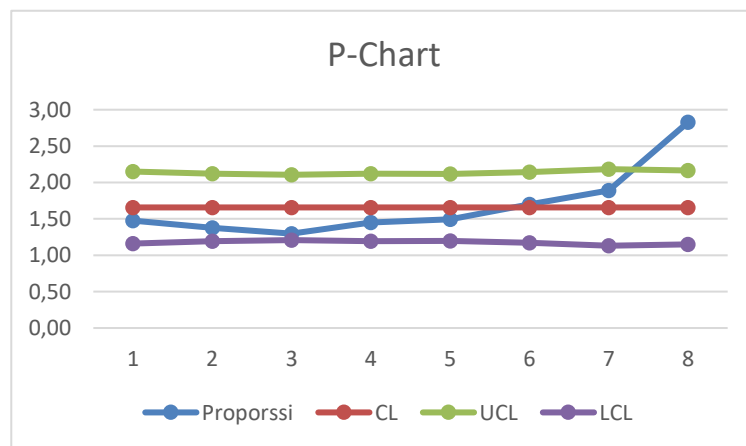
Sumber : Pengolahan Data Penelitian, 2025

Perhitungan CL dihitung menggunakan rumus :

$$CL = \bar{P} = \frac{\sum P_i}{\sum n_i}$$

$$CL = \frac{860}{519} = 1.657$$

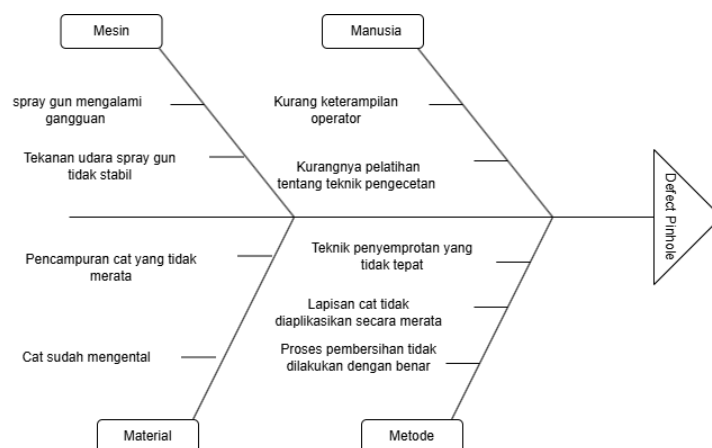
Setelah dilakukannya perhitungan untuk proporsi (P), CL, UCL, dan LCL, maka selanjutnya adalah pembuatan peta kendali *P-Chart*, dapat dilihat pada gambar 4.



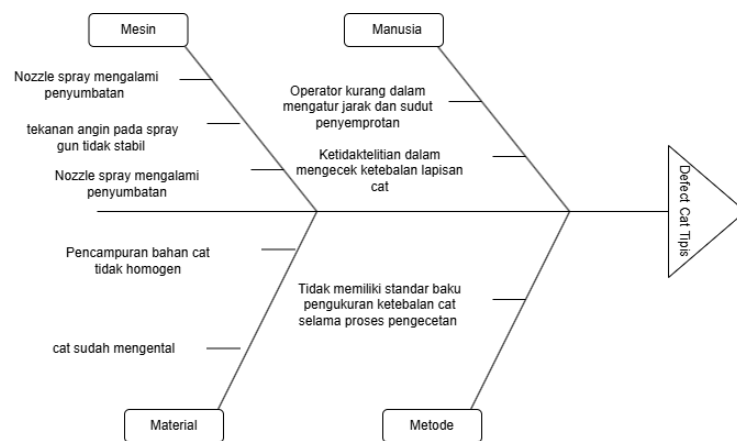
Gambar 4 Peta Kendali *P-Chart*

Berdasarkan peta kendali pada gambar 4 terlihat bahwa pengamatan ke-8 memiliki nilai proporsi yang melebihi Batas Kendali Atas (UCL) ini perlu ditindaklanjuti. Pengamatan 1–7 berada di dalam batas kendali, sehingga secara statistik proses tampak terkendali untuk periode tersebut. Namun ada kecenderungan kenaikan sejak sekitar pengamatan ke-4/ke-5 sampai ke-8. maka perlu dilakukan pengendalian kualitas untuk menyelesaikan sumber masalah yang terjadi.

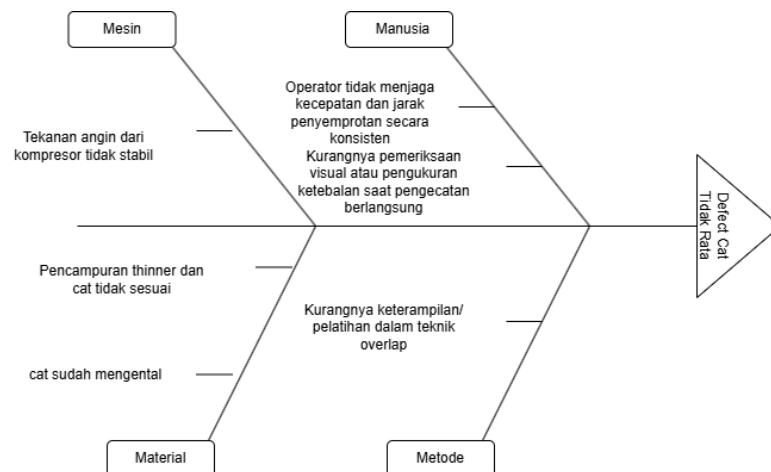
Diagram Fishbone digunakan untuk mencari faktor atau penyebab dari permasalahan yang dapat menyebabkan *defect* pada *PDI Painting*, Berdasarkan dari hasil survei wawancara dengan kepala *quality control PDI Painting* dan pengamatan pribadi telah dilakukan di departemen *PDI Painting* maka dihasilkan *diagram fishbone* atau tulang ikan seperti berikut :



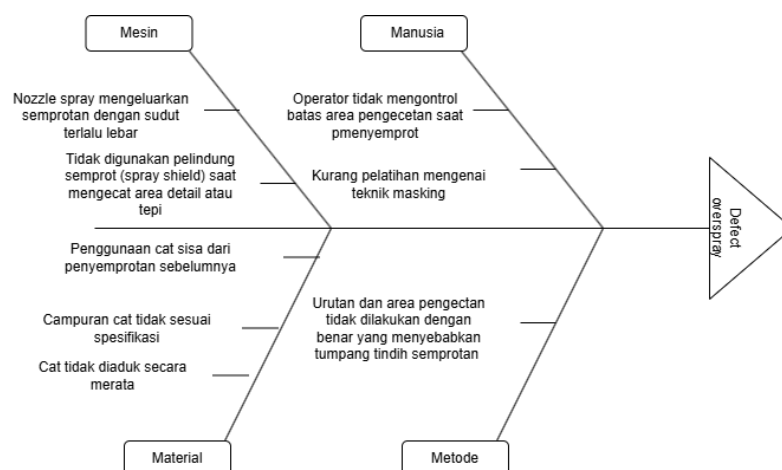
Gambar 5 *Diagram Fishbone Pinhole*



Gambar 6 Diagram Fishbone Cat Tipis



Gambar 7 Diagram Fishbone Cat Tidak Rata



Gambar 8 Diagram Fishbone overspray

Untuk mengidentifikasi sumber penyebab terjadinya cacat, digunakan *Fishbone diagram* (diagram sebab-akibat) seperti ditunjukkan pada Gambar 5–8. Analisis dilakukan terhadap empat jenis cacat dengan persentase tertinggi, yaitu *pinhole*, cat tipis, cat tidak rata, dan *overspray*. Keempat jenis

cacat ini dipilih karena secara kumulatif menyumbang lebih dari 56% dari total produk cacat, sehingga termasuk dalam kategori prinsip *Pareto* (80/20). Jenis cacat “kotor” tidak menjadi prioritas karena proporsinya kecil, sehingga dapat dikendalikan melalui perawatan rutin. Dengan demikian, analisis difokuskan pada empat jenis cacat yang memiliki dampak terbesar terhadap kualitas produk.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi di Departemen PDI *Painting*, faktor penyebab cacat berasal dari empat aspek utama: manusia, metode, mesin, dan material. Identifikasi akar masalah dilakukan menggunakan *Fishbone diagram* dan metode *Root Cause Analysis (RCA)* dengan pendekatan 5W+1H untuk menentukan langkah perbaikan yang tepat.

Tabel 4 *Root Cause Analysis (RCA) 5W + 1H*

<i>When</i>	<i>What</i>	<i>Where</i>	Faktor	<i>Why</i>	<i>Who</i>	<i>How</i>
Proses inspeksi akhir <i>PDI Painting</i>	<i>Pinhole</i>	Permukaan cat pada panel bus	Material	Terdapat gelembung udara atau pori-pori pada lapisan cat akibat kontaminasi debu dan kelembaban material sebelum pengecatan	<i>Quality control & Painter</i>	Perusahaan sebaiknya melakukan pembersihan material dengan blower dan kain bebas serat, memastikan area pengecatan bebas debu, serta mengontrol kelembaban ruangan sebelum proses pengecatan. Selain itu, menerapkan sistem <i>FIFO</i> dalam penyimpanan cat untuk menjaga kualitas material tetap terjaga.
Proses Pengecatan akhir	Cat Tipis	Panel <i>Body</i> Bagian Samping	Metode	Pengaturan tekanan <i>spray gun</i> tidak sesuai standar sehingga lapisan cat tidak merata	<i>Painter</i>	Perusahaan sebaiknya melakukan kalibrasi tekanan <i>spray gun</i> secara rutin dan melakukan uji coba pengecatan pada <i>mock up</i> sebelum diaplikasikan ke <i>Body</i> bus untuk memastikan distribusi cat merata sesuai standar kualitas.
Proses pengecatan tahap <i>finishing</i>	Cat Rata Tidak	Permukaan luas <i>Body</i> bus	Manusia	Pergerakan tangan <i>painter</i> tidak konsisten sehingga distribusi cat bervariasi	<i>Painter</i>	Perusahaan sebaiknya memberikan pelatihan berkala & <i>On-The-Job Training (OJT)</i> agar <i>painter</i> memahami teknik semprot yang benar, mengatur jarak <i>spray gun</i> yang tepat, serta menjaga kecepatan gerakan tangan secara konsisten untuk menghindari ketebalan cat yang tidak merata.
Proses pengecatan awal	<i>Overspray</i>	Panel sekitar area pengecatan	Mesin	Penyemprotan cat melampaui batas area karena tidak dilakukan masking dengan benar	<i>Painter & Helper</i>	Perusahaan sebaiknya memastikan penggunaan <i>masking</i> yang benar dan presisi sebelum pengecatan, serta memeriksa kondisi <i>spray gun</i> agar distribusi cat tetap sesuai area yang diinginkan, sehingga dapat mengurangi risiko <i>overspray</i> .

Berdasarkan pengolahan data menggunakan metode *Statistical Quality control (SQC)* dan *Root Cause Analysis (RCA)*, diperoleh bahwa *pinhole* menjadi jenis *defect* paling dominan dengan persentase 18,43%, diikuti cat tipis (14,08%), cat tidak rata (12,32%), dan *overspray* (11,97%). Analisis diagram

Pareto menunjukkan bahwa empat jenis cacat tersebut menyumbang lebih dari 56% total *defect*, sehingga menjadi prioritas utama perbaikan kualitas. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Cundara Abdurahman et al., 2019) yang menemukan bahwa cacat permukaan pada pengecatan kendaraan umumnya didominasi oleh permasalahan distribusi dan ketebalan cat akibat keterampilan operator yang kurang optimal.

Hasil analisis *diagram fishbone* mengidentifikasi empat faktor utama penyebab *defect*, yaitu manusia, material, metode kerja, dan mesin. Faktor manusia muncul akibat kurangnya pelatihan dan keterampilan teknis dalam menjaga jarak serta ketebalan semprotan. Faktor material meliputi cat yang mengental atau pencampuran yang tidak merata, sedangkan faktor metode berkaitan dengan pembersihan permukaan yang tidak sempurna dan ketidakkonsistenan penerapan SOP. Faktor mesin seperti *nozzle* tersumbat dan tekanan udara yang tidak stabil juga berkontribusi signifikan terhadap timbulnya *defect*. Temuan ini selaras dengan penelitian (Gavra et al., 2018) yang menyatakan bahwa kombinasi kualitas material, ketepatan metode kerja, dan kondisi peralatan sangat menentukan mutu hasil pengecatan.

Dengan demikian, perbaikan kualitas di *PDI Painting* PT XYZ perlu difokuskan pada peningkatan kompetensi operator melalui pelatihan rutin, standarisasi metode pengecatan, serta perawatan dan kalibrasi peralatan secara berkala. Pendekatan ini diharapkan dapat mengurangi jumlah *defect* secara signifikan dan meningkatkan konsistensi mutu produk.

3.4 Usulan Perbaikan

Berdasarkan dari keempat *diagram fishbone* yang mempengaruhi *defect* pada *PDI Painting* yang sudah dibahas dengan pembimbing lapangan yang dapat diterapkan di PT XYZ, maka terdapat usulan perbaikan sebagai berikut :

Tabel 5 Usulan Perbaikan

Faktor	Penyebab	Usulan Perbaikan	Estimasi dampak
Manusia	Kurangnya keterampilan operator	Perusahaan sebaiknya memberikan pelatihan berkala & <i>On-The-Job Training (OJT)</i> supaya operator dapat memahami teknik semprot yang benar, cara masking yang tepat serta pengendalian alat.	Meningkatkan keterampilan operator sehingga potensi <i>defect</i> akibat kesalahan manusia dapat berkurang hingga $\pm 20-25\%$.
Metode	Ketebalan cat tidak rata	Perusahaan sebaiknya menggunakan alat pengukur ketebalan cat seperti <i>coating thickness gauge</i> , untuk memastikan setiap bus dicat dengan ketebalan sesuai standar kualitas	Mengurangi <i>defect</i> cat tidak rata hingga $\pm 15-20\%$ melalui standarisasi hasil pengecatan.
Mesin	Tekanan udara pada <i>spray gun</i> tidak stabil	Melakukan kalibrasi tekanan udara <i>spray gun</i> secara berkala	Menurunkan potensi <i>defect pinhole</i> dan cat tipis hingga $\pm 25-30\%$ dengan konsistensi kualitas campuran.
Material	Cat yang digunakan tidak sesuai standar	Perusahaan dapat menerapkan sistem <i>FIFO</i> dalam penyimpanan cat untuk mencegah penggunaan cat yang kadaluarsa atau mengalami penurunan kualitas akibat disimpan terlalu lama,	Mengurangi <i>defect</i> akibat kualitas cat buruk hingga $\pm 10-15\%$ dan meningkatkan umur simpan material.

4. Simpulan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengidentifikasi jenis *defect* yang paling dominan pada proses *Pre Delivery Inspection (PDI) Painting* di PT XYZ dengan menggunakan metode *Statistical Quality control (SQC)* dan *Root Cause Analysis (RCA)*. Berdasarkan hasil pengamatan selama dua bulan, ditemukan bahwa *defect* paling dominan adalah *pinhole* (18,43%), diikuti oleh cat tipis, cat tidak rata, dan *overspray*. Analisis peta kendali (*P-Chart*) menunjukkan adanya ketidakstabilan proses pada minggu ke-8, yang menjadi indikator utama perlunya analisis lanjutan.

Metode SQC berperan dalam mengkuantifikasi tingkat dan pola cacat secara statistik, sementara RCA digunakan untuk menelusuri akar penyebab secara mendalam melalui analisis *fishbone* dan *5-Why*. Sinergi antara kedua metode ini memungkinkan identifikasi masalah yang tidak hanya bersifat numerik, tetapi juga sistemik. Faktor utama penyebab *defect* meliputi keterampilan operator, tekanan udara semprotan yang tidak stabil, serta pencampuran cat yang tidak merata.

Keterbatasan penelitian ini adalah durasi pengamatan yang relatif singkat (dua bulan) dan data yang hanya mencakup satu lini proses, sehingga hasilnya belum sepenuhnya merepresentasikan variasi proses produksi secara keseluruhan. Meskipun demikian, penelitian ini memberikan kontribusi empiris terhadap minimnya penerapan gabungan SQC dan RCA dalam analisis *defect* di industri karoseri bus di Indonesia.

Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi PT XYZ dalam meningkatkan kualitas pengecatan melalui pelatihan operator, standarisasi tekanan semprotan, dan sistem pencampuran cat otomatis untuk menekan *defect* secara berkelanjutan.

Referensi

- Anggraeni, R., & Izza, N. A. (2022). Penerapan Statistical quality control dalam pengendalian mutu produksi snack eggroll. *Jurnal Kewirausahaan Dan Inovasi*, 1(1), 87–96. <https://doi.org/10.21776/jki.2022.01.1.10>
- Aulia Rohani, Q. (2021.). *Analisis Kecelakaan Kerja dengan Menggunakan Metode Risk Priority Number, Diagram Pareto, Fishbone, dan Five Why's Analysis*.
- Caesarriani, C. (2025). Analisis Kualitas untuk Mengurangi Defect Produk Sepatu dengan Metode Statistical Process Control dan Root Cause Analysis di PT XYZ. *Jurnal Logic: Logistics & Supply Chain Center*, 3(2), 78–86. <https://doi.org/10.33197/jlsc.v3i2.2488>
- Cakti, I., & Gunawan, S. E. (2020). *Total quality management : sebuah tinjauan teoritis*. www.irdhcenter.com
- Cundara Abdurahman, N., Masnur, M., Ibnu Sina Batam, S., Teuku Umar-Lubuk Baja Kota, J., & Batam, K. (2019). Analisa faktor penyebab terjadinya defect painting pada proses pengecatan dump truck 777DX (Studi Kasus di PT Caterpillar Indonesia Batam Tahun 2018). In *Jurnal Kreatif Industri* (Vol. 3, Issue 1).
- Firmansyah, M. J., Nuruddin, M., Sumatra, J., 101 Randuagung, N., Kebomas, K., Gresik, K., & Timur, J. (2022). *Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Pada PT.XYZ Menggunakan Metode Seven Tools Dan FMEA*. 20(1), 231–238.
- Gadzali, S. S., Kartini, T., & Agustin, E. (2024). *Analisis pengendalian kualitas produk menggunakan metode statistical process control pada departemen quality control di pt shinta indah jaya* (Vol. 6). <http://ejournal.unsub.ac.id/index.php/bisnis>
- Gavra, D. C., Sofiyanurriyanti, P., Maulida, H., Raya, J., No, B., Bungah, D., Gresik, K., & Timur, J. (2018). *Pengendalian kualitas proses produksi kayu olahan turning dengan menggunakan metode seven tools* (Vol. 14).
- Hardianto, A. D., & Sulistiyowati, W. (2025). Analisa Kecacatan Produk Menggunakan Metode Statistical Process Control (*spc*) dan Failure Mode and Effects Analysis (*fmea*). *Ekonomis: Journal of Economics and Business*, 9(1), 416. <https://doi.org/10.33087/ekonomis.v9i1.2017>
- Meutia, S., Maulana, T., & Bahri, S. (2024). Analisis pengendalian kualitas minyak goreng (olein) menggunakan statistical quality control (*sqc*) di pt. industry nabati lestari. *Industrial Engineering Journal*, 13(1). <https://doi.org/10.53912/iej.v10i2.xxx>
- Michael A. Irawan, & Farida Pulansari. (2024). Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Kaleng PT XYZ dengan Menggunakan Metode RCA (Root Cause Analysis). *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika*, 3(1), 260–271. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v3i1.3311>
- Nanda, B. B., & Sulistiyowati, W. (2021a). Minimize defects in 5 liters jerry cans by using statistical quality control and root cause analysis. *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 4(2), 51–63. <https://doi.org/10.21070/prozima.v4i2.1302>

- Nanda, B. B., & Sulistiyowati, W. (2021b). Minimize qefects in 5 liters jerry cans by using statistical quality control and root cause analysis. *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 4(2), 51–63. <https://doi.org/10.21070/prozima.v4i2.1302>
- Nazia, S., Fuad, M., & Safrizal, S. (2023). Analisis statistical quality control (sqc) dalam pengendalian kualitas produk pada usaha batu bata di kota langsa. *Jurnal Minfo Polgan*, 12(1), 1404–1416. <https://doi.org/10.33395/jmp.v12i1.12790>
- Nur Herawati, A., Ruwana, I., Adriantantri, E., & Studi Teknik Industri S-, P. (2024). Mengurangi cacat produksi kaos dengan metode seven tools dan failure mode and effect analysis (fmea) (studi kasus home industry tc). *Jurnal Mahasiswa Teknik Industri*, 7(1).
- Nurlita, A., & Dyah Utami, I. (2019). *Pengendalian kualitas produk brake lining pada formula non-asbase dengan metode statistical proses control (spc) dan root cause analysis (rca) di pt. xyz surabaya*. *XX*(1), 1–12. <https://doi.org/10.350587/Matrik>
- Sidikiyah, I. A., & Muhammad, K. (2022a). *Analisis defect pada proses pembuatan kayu lapis dengan metode statistical process control (spc) dan root cause analysis (RCA)*. 3(2).
- Sidikiyah, I. A., & Muhammad, K. (2022b). *Analisis defect pada proses pembuatan kayu lapis dengan metode statistical process control (spc) dan root cause analysis (RCA)*. 3(2).
- Sitepu, M., Syarif, A. A., & Harahap, U. N. (2023). Analisis Defect pada Proses Produksi Mie Blok dengan Metode SPC dan RCA Pada PT. Lestari Alam Segar. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 2(1), 74–81. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v2i1.42>
- Supriyadi, E. (2018). Analisis pengendalian kualitas produk dengan statistical proses control (spc) di pt. surya toto indonesia, tbk. In *JITMI* (Vol. 1).
- Zakaria, T., Dyah Juniarti, A., Ramdani, D. M., & Sulistyo, A. B. (2024). Optimalisasi pengendalian kualitas produk palet kayu melalui pendekatan rca & spc (studi kasus pt. azdhi kayu kreasi). In *Jurnal InTent* (Vol. 7, Issue 2).