

Pengendalian Kualitas di *Line Painting* Menggunakan Metode Six Sigma: Studi Kasus di PT ABC

Telma Anis Safitri^{1*}, Salsa Afni Laily², Katon Muhammad³
^{1,2,3}Universitas Jenderal Soedirman, Jawa Tengah, Indonesia

Abstract

PT ABC is a company engaged in bicycle manufacturing. In its production process, PT ABC places great emphasis on product quality. Based on company defect data from October to December 2023, defects in line painting were consistently observed in every production run. This study aims to identify the predominant defects, determine the company's sigma level, ascertain the root causes of these predominant defects, and propose corrective actions. This research employs the Six Sigma methodology, using the Defects Per Million Opportunities (DPMO) calculation to determine the sigma level, and the DMAI (Define, Measure, Analyze, Improve) approach to identify root causes and recommend improvements. The results indicate that the company operates at a sigma level of 3, with the predominant defect being "dust spray". The root causes of the dust spray defect include human factors such as lack of attention to detail and insufficient operator skills, material factors such as the incorrect viscosity of the clear coat used, method factors including the absence of an official Standard Operating Procedure (SOP) from the company, and machine factors such as unscheduled machine maintenance.

Keywords: *line painting, six sigma, quality control*

Abstrak

PT ABC merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur sepeda. Dalam proses produksinya, PT ABC sangat memperhatikan kualitas produk yang dihasilkan. Berdasarkan data cacat perusahaan pada periode Oktober-Desember 2023, ditemukan adanya cacat pada pengecatan garis yang secara konsisten terjadi dalam setiap produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi *defect* dominan, menentukan level sigma perusahaan, mengetahui akar penyebab *defect* dominan tersebut, dan memberikan usulan perbaikan. Penelitian ini menggunakan metode Six Sigma, dengan perhitungan cacat per sejuta peluang (*Defects Per Million Opportunities/DPMO*) untuk menentukan level sigma, serta pendekatan DMAI (*Define, Measure, Analyze, Improve*) untuk mengetahui penyebab dan memberikan usulan perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perusahaan berada pada level sigma 3, dengan *defect* dominan berupa *defect "dust spray"*. Faktor penyebab *defect "dust spray"* meliputi faktor manusia seperti kurangnya ketelitian dan keterampilan operator, faktor material seperti viskositas pelapis bening yang tidak tepat, faktor metode seperti belum adanya Standar Operasional Prosedur (SOP) resmi dari perusahaan, dan faktor mesin seperti pemeliharaan mesin yang tidak terjadwal.

Kata kunci: *line painting; enam sigma; pengendalian kualitas*

PENDAHULUAN

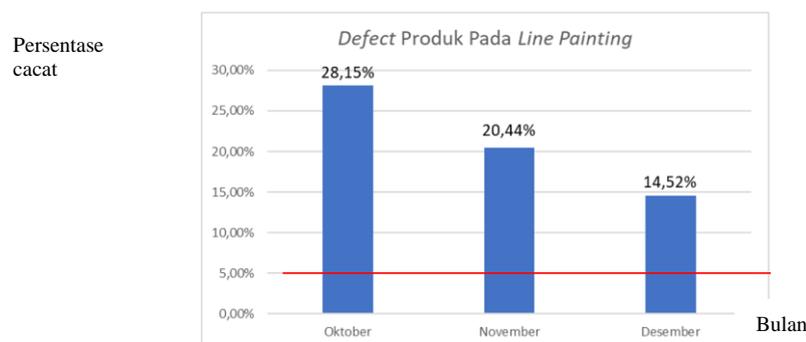
Perkembangan industri manufaktur semakin maju, sehingga perusahaan dituntut untuk memperhatikan strategi bisnis agar dapat bersaing dengan kompetitor (Kurnia & Purba, 2021).

*Penulis korespondensi. telma.safitri@gmail.com

Tekanan globalisasi memaksa perusahaan manufaktur untuk unggul dalam tiga area kompetitif: kualitas, biaya, dan daya tanggap (Pragastio et al., 2023). Kualitas merupakan ciri pembeda suatu produk dalam hal penampilan, kinerja, masa pakai, keandalan, kemudahan penggunaan, dan atribut lainnya, yang dapat dikatakan sebagai ukuran derajat keunggulan umum suatu produk (Patil, 2018). Secara singkat, kualitas adalah sejauh mana suatu produk memenuhi harapan ataupun standar yang telah ditetapkan. Pengendalian kualitas berdasarkan cacat produk merupakan tantangan tersendiri bagi perusahaan. Menurut Ariani (2021), "Pengendalian kualitas adalah usaha untuk mempertahankan mutu atau kualitas barang yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijakan pimpinan Perusahaan". Pengendalian kualitas bersifat dinamis dan harus menyesuaikan dengan keinginan konsumen serta kapasitas perusahaan. Perbaikan atau pengendalian kualitas dilakukan untuk meningkatkan produktivitas melalui efisiensi dan efektivitas (Kurnia et al., 2021).

Nama Perusahaan pada penelitian ini disamarkan menjadi ABC untuk menjaga kerahasiaan identitas perusahaan dan menghindari potensi bias terhadap hasil penelitian. PT ABC adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur, didirikan sejak tahun 1995. Perusahaan ini telah menjadi salah satu produsen sepeda yang konsisten dalam menjaga kualitas dan inovasi model sepeda. Pengendalian kualitas yang diterapkan oleh perusahaan mencakup pengambilan sampel sebesar 5% dan inspeksi kualitas produk sepeda secara menyeluruh (100%). Proses ini diterapkan mulai dari tahap incoming hingga proses pengemasan. Inspeksi 100% diterapkan khususnya pada tahap finishing untuk pengecatan garis (*line painting*) sebagai inspeksi akhir sebelum proses perakitan. Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap sepeda yang diproduksi memenuhi standar kualitas yang ketat. Pengendalian ini bertujuan untuk mengurangi cacat produk sepeda reguler pada hasil pengecatan garis. Cacat pada pengecatan garis dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan dalam hal material, biaya, dan waktu produksi.

Pada hasil produksi dari *line painting*, ditemukan cacat yang tidak memenuhi standar perusahaan. Proses rework yang diperlukan untuk memperbaiki cacat ini merugikan perusahaan dari segi biaya, produktivitas, dan kepercayaan konsumen (Azmi et al., 2020). Berdasarkan data historis pada periode Oktober hingga Desember 2023, jumlah total komponen yang melalui proses pengecatan adalah 41.440 unit, dengan total cacat sebanyak 9.423 unit. Secara lebih rinci, persentase cacat pada periode Oktober adalah 28,15%, pada periode November sebesar 20,44%, dan pada periode Desember sebesar 14,52%. Gambar 1 menunjukkan jumlah dan jenis cacat yang terjadi selama periode Oktober hingga Desember 2023.



Gambar 1. Defect komponen pada *line painting* periode Oktober-Desember 2023

Berdasarkan data historis mengenai cacat pada produk sepeda reguler yang terjadi selama periode Oktober hingga Desember pada proses pengecatan garis, tercatat persentase cacat yang cukup tinggi, melebihi standar perusahaan yang sebesar 5%. Pengendalian kualitas diperlukan untuk mengurangi jumlah cacat pada bagian produk sepeda reguler yang terjadi dalam proses

line painting. Metode Six Sigma dengan pendekatan DMAI (Define, Measure, Analyze, dan Improve) digunakan guna menangani permasalahan di PT ABC. Diharapkan usulan perbaikan yang dihasilkan dari metode ini dapat efektif mengurangi jumlah cacat pada produksi.

Metode Six Sigma akan membantu mengidentifikasi akar penyebab masalah, mengukur dampak dari setiap faktor penyebab, menganalisis data yang diperoleh, dan mengimplementasikan solusi yang tepat. Dengan pendekatan terstruktur ini, diharapkan kualitas pengecatan garis pada produk sepeda reguler dapat ditingkatkan, sehingga sesuai dengan standar perusahaan dan mengurangi tingkat cacat secara signifikan. PT ABC berkomitmen untuk terus melakukan perbaikan berkelanjutan guna memastikan produk yang dihasilkan memiliki kualitas terbaik dan memenuhi ekspektasi pelanggan.

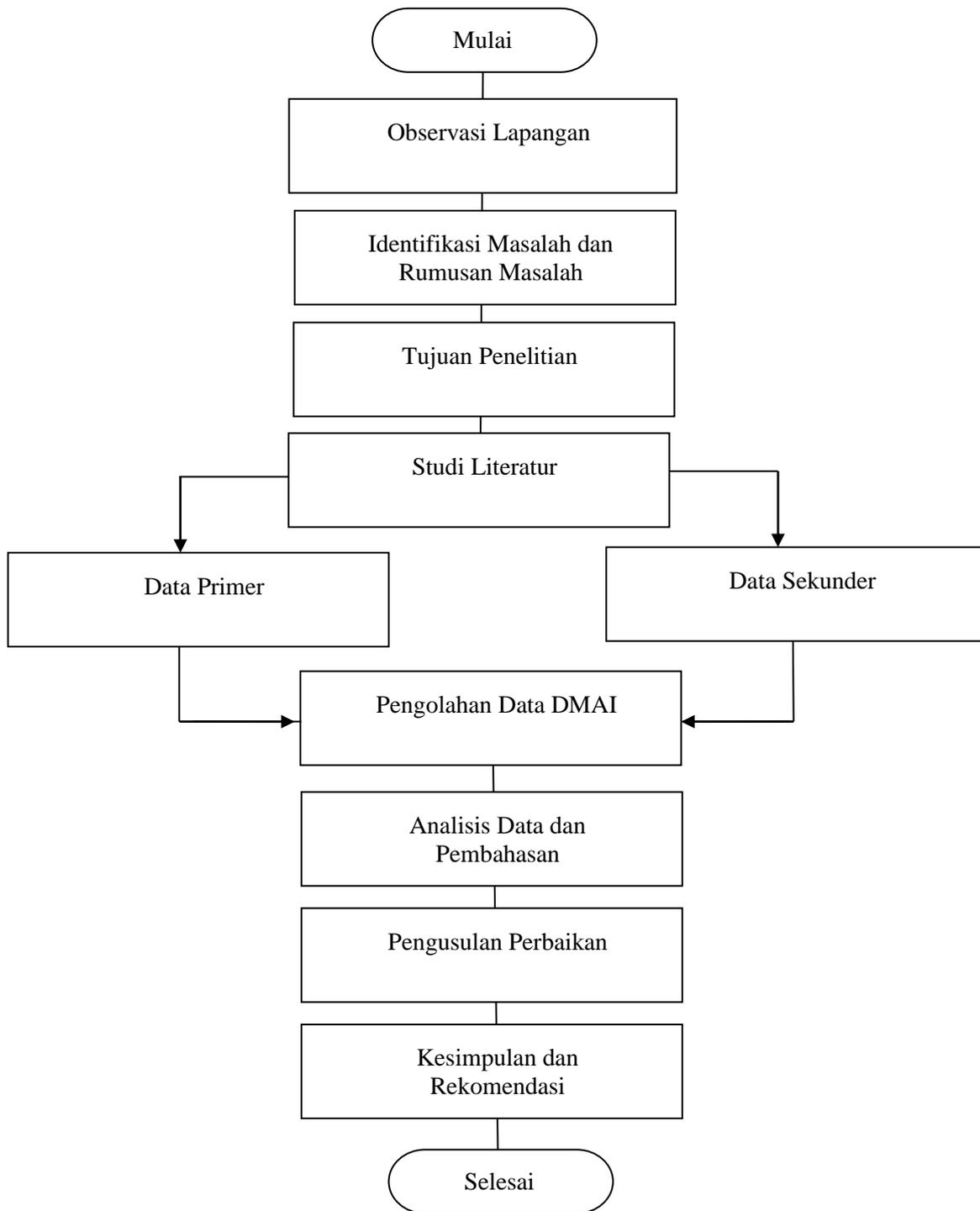
METODE PENELITIAN

Metode Six Sigma merupakan strategi perbaikan bisnis yang bertujuan untuk mengurangi pemborosan, terutama dalam pengendalian kualitas dengan fokus pada tahap cacat produk, pengurangan biaya akibat kualitas yang kurang baik, dan peningkatan efektivitas operasional secara keseluruhan, sehingga memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan (*The Council for Six Sigma Certification*, 2018). Dalam penerapan metode Six Sigma, digunakan tabel level sigma sebagai alat bantu untuk menentukan level sigma, yang dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Sigma Level

Sigma level	Defects per million opportunity	Percentage yield
1 σ	691.462	31
2 σ	308.537	69
3 σ	66.807	93,3
4 σ	6.210	99,38
5 σ	233	99,977
6 σ	3,4	999,99966

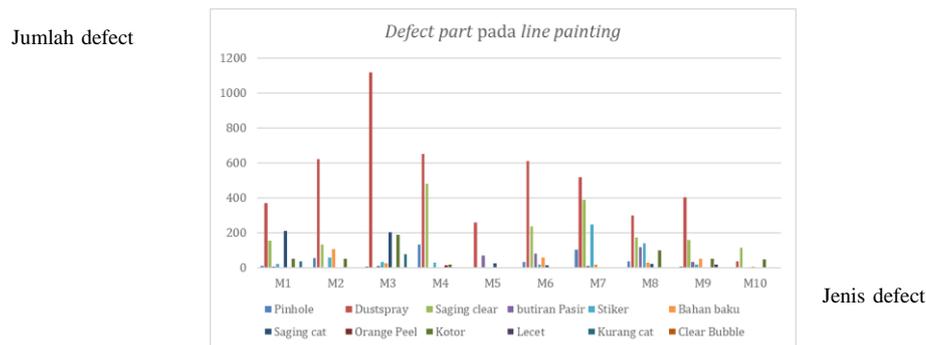
Berdasarkan nilai DPMO yang diketahui, dapat ditentukan level sigma dari cacat yang ada. Metode Six Sigma digunakan dengan pendekatan Define, Measure, Analyze, dan Improvement (DMAI) untuk melakukan perbaikan guna mengurangi variasi proses, sehingga output yang dihasilkan semakin konsisten dan banyak produk sesuai dengan standar kualitas (Sarman et al, 2022). Pendekatan ini memiliki keunggulan berupa proses yang sistematis dan langkah-langkah yang meliputi pengukuran masalah, fokus pada pelanggan, pengujian akar masalah, penghentian kebiasaan lama, manajemen risiko, pengukuran hasil, dan mempertahankan perubahan (Bittari et al, 2021). Berikut diagram alir penelitian ini .



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah defect pada *line painting* untuk produk *frame, fork, cover chain*, dan *fender* di PT ABC selama periode Oktober-Desember 2023.



Gambar 3. Diagram batang *defect part pada line painting*

Selanjutnya menggunakan data jumlah hasil produk pada *line painting* untuk part sepeda regular yaitu *frame, fork, chain cover, dan fender* pada PT ABC selama periode Oktober sampai Desember 2023 didapatkan jumlah keseluruhan yaitu 41.440 part. Berikut merupakan data hasil pada *line painting* untuk periode bulan Oktober sampai Desember 2023 yang ditunjukkan pada tabel 2 dengan pengamatan sebanyak 10 kali, kemudian diberi kode M1 sampai dengan M10.

Tabel 2 Data produksi *part pada line painting* di periode Oktober-Desember 2023

Bulan	Minggu ke-	Total Produksi (Part)	Total
Oktober	M1	2040	17340
	M2	5200	
	M3	6100	
	M4	4000	
November	M5	900	17600
	M6	6000	
	M7	6450	
	M8	4250	
Desember	M9	3500	6500
	M10	3000	

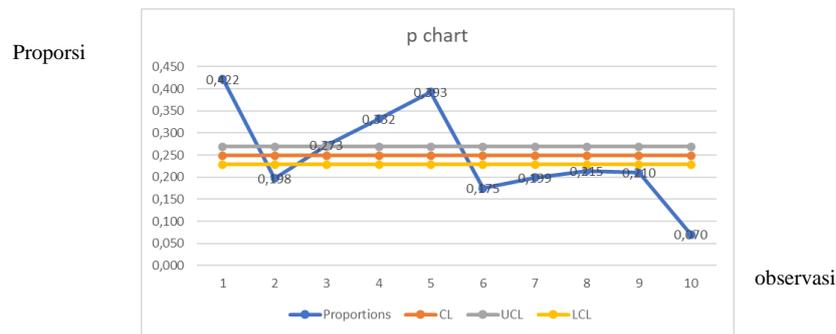
Dalam melakukan pengolahan dan analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan tahap sebagai berikut:

Tahap Define

Dalam *line painting* terdapat beberapa proses yang harus dilalui terhadap *part frame, fork, fender, dan cover chain* yang nantinya akan diserahkan ke *line assembly*. Sebelumnya, setiap bagian harus melewati quality control untuk memastikan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Berdasarkan data yang ada, ditemukan beberapa ketidaksesuaian pada bagian seperti *pinhole, dustspray, saging clear, butiran pasir, stiker, bahan baku, saging cat, orange peel, kekotoran, kurang lapisan cat, dan clear bubble*.

Tahap Measure

Peta Kendali P. Pembuatan peta kendali p untuk mengetahui *defect* berada dalam batas kendali atau tidak, hasil peta kendali p dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 4. Hasil peta kendali p pada *defect* di *line painting* pada periode Oktober-Desember 2023

Dari 10 data yang diamati, tidak ada yang berada dalam batas kendali atau dapat dikatakan bahwa titik cacat tidak terkendali. Peta kendali p (proporsi) digunakan untuk data yang terdiri dari proporsi jumlah kejadian terhadap total jumlah kejadian dan digunakan dalam pengendalian kualitas untuk melaporkan unit-unit yang tidak sesuai dalam produk, karakteristik kualitas dengan jumlah n tidak harus konstan. Garis pusat (*Center Line*) peta kendali proporsi kesalahan ini adalah :

$$CL = P \frac{\text{Jumlah Kerusakan}}{\text{Banyak produk yang di Observasi}} = 0,250$$

Batas kendali dengan 3 sigma :

- Batas kendali atas *Upper Control Limit* = $P + 3 \frac{p(1-p)}{n} = 0,2687$
- Batas Kendali bawah *Lower Control Limit* = $P - 3 \frac{p(1-p)}{n} = 0,2285$

Dari hasil perhitungan CL, UCL dan LCL menunjukkan bahwa proses tidak stabil dan variasi yang terjadi melebihi batas kendali (LCL,UCL) yang telah ditetapkan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kapabilitas proses saat ini tidak memenuhi spesifikasi batas toleransi yang diinginkan, sehingga diperlukan tindakan perbaikan dan pengendalian lebih lanjut untuk meningkatkan kualitas dan konsistensi produk.

Level sigma. Dilakukan perhitungan sesuai dengan langkah dalam menentukan level sigma pada metode six sigma, sehingga didapatkan hasil perhitungan yang dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil perhitungan DPMO dan level sigma

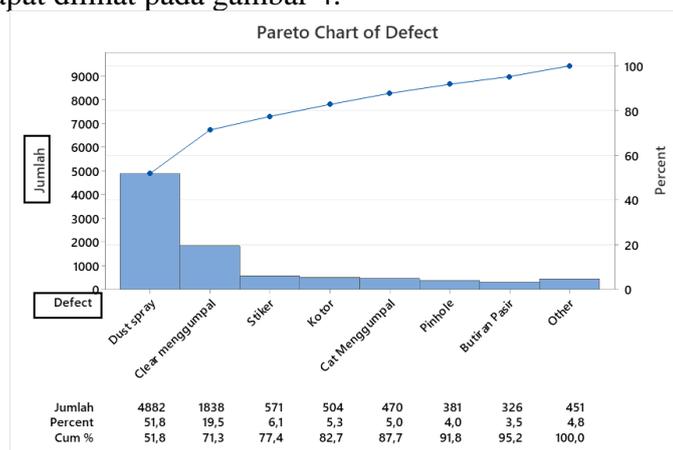
Periode	Jumlah Part	Jumlah <i>defect</i>	DPMO	Nilai sigma	Level sigma
M1	2.040	861	42.206	3,23	3
M2	5.200	1.028	19.769	3,56	3
M3	6.100	1.663	27.262	3,42	3
M4	4.000	1.329	33.225	3,34	3
M5	900	354	39.333	3,26	3
M6	6.000	1.049	17.483	3,61	3
M7	6.450	1.283	19.891	3,56	3
M8	4.250	912	21.459	3,52	3
M9	3.500	734	20.971	3,53	3
M10	3.000	210	7.000	3,96	3
Total	41.440	9.423	22.739	3,50	3

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah Cacat}}{(\text{Jumlah Unit} \times \text{Peluang per Unit})} \times 1.000.000$$

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

Berdasarkan hasil perhitungan kapabilitas sigma pada table 3, dapat diketahui nilai sigma dari *defect* produk sepeda regular pada *line painting* untuk periode Oktober-Desember 2023 yaitu 3,50 yang berarti level sigmanya yaitu pada level 3. Level 3 dalam kapabilitas sigma menunjukkan bahwa proses memiliki tingkat kemampuan yang cukup baik namun masih memerlukan perbaikan. Pada level ini, dilihat dari tabel sigma level di tabel 1 diatas level 3 terdapat sekitar 66,807 *defect* per juta kesempatan, atau sekitar 6.7% dari produk yang dihasilkan mengalami cacat. Meskipun sudah lebih baik dibandingkan level yang lebih rendah, proses pada level sigma 3 masih memiliki ruang untuk peningkatan agar mencapai level sigma yang lebih tinggi (seperti 4, 5, atau 6), yang diinginkan untuk memastikan kualitas produk yang lebih tinggi dan biaya produksi yang lebih rendah.

Diagram Pareto. Dari jumlah data *defect* yang telah didapatkan maka dilakukan persentase lebih detail terkait jenis *defect* yang ada untuk menentukan prioritas perbaikan. Hasil dari diagram pareto dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 1. Diagram pareto *defect* part di *line painting*

Diagram Pareto sangat bermanfaat dalam menentukan dan mengidentifikasi prioritas permasalahan yang akan diselesaikan. Prinsip yang digunakan 80/20 di mana 80% masalah disebabkan oleh 20% penyebab utama. Berdasarkan Gambar 4, teridentifikasi bahwa satu jenis *defect*, yaitu *dust spray*, merupakan penyebab dari 80% masalah yang terjadi. Oleh karena itu, usulan dan rekomendasi perbaikan akan difokuskan lebih intens terhadap penanganan *defect dust spray* ini.

Tahap Analyze

Tahap *analyze* ini dilakukan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari permasalahan *defect* yang terjadi pada proses sortir finish di *line painting* dengan menggunakan fishbone diagram.



Gambar 2. Fishbone diagram defect dustspray

Pada Gambar 5, dapat dilihat beberapa faktor penyebab terjadinya *defect dust spray*. Faktor-faktor tersebut meliputi faktor manusia seperti kurangnya ke telitian operator dan kurangnya keterampilan operator, faktor material seperti penggunaan viskositas clear yang tidak tepat, faktor metode seperti ketiadaan Standar Operasional Prosedur (SOP) resmi dari perusahaan dan teknik penyemprotan yang kurang tepat, serta faktor mesin seperti settingan mesin yang tidak sesuai, jadwal *maintenance* mesin yang tidak teratur, dan kurangnya kebersihan mesin. Data fishbone diagram ini diperoleh dengan melakukan wawancara pada operator line painting bagian dust spray.

Analisis ini membantu dalam mengidentifikasi akar penyebab utama dari *defect dust spray*, yang merupakan faktor dominan dalam menyebabkan masalah pada proses pengecatan. Dengan memahami faktor-faktor ini secara mendalam, langkah-langkah perbaikan dapat diarahkan untuk meningkatkan kontrol dan kualitas dalam proses pengecatan, sehingga mengurangi atau menghilangkan masalah yang disebabkan oleh *defect dust spray*.

Tahap Improve

Pada tahap selanjutnya yaitu memberikan *improvement* untuk mengatasi permasalahan pada kualitas hasil pengecatan di *line painting*. Usulan perbaikan ini berfokus pada akar permasalahan yang telah dianalisis pada tahap *analyze*. Berikut merupakan usulan perbaikan mengenai permasalahan kualitas hasil pengecatan di *line painting* pada jenis *defect dustspray* yang terdapat pada tabel 4.

Tabel 4. Usulan perbaikan dari akar permasalahan

No	Faktor	Usulan Perbaikan
1	<i>Man</i>	Memberikan pemahaman bahwa dalam pengerjaan harus teliti untuk menghindari perluasan pekerjaan ulang (<i>rework</i>), serta memberikan Standar Operasional Prosedur (SOP) resmi dari perusahaan yang harus dipatuhi oleh operator, dan memberikan pelatihan khusus bagi tim di bagian <i>spray booth</i> .
2	<i>Machine</i>	Menjadwalkan perawatan mesin untuk memastikan performa mesin tetap optimal dan menjaga

No	Faktor	Usulan Perbaikan
		kebersihan mesin.
3	<i>Method</i>	Perusahaan membuat SOP yang mencakup standarisasi untuk jarak, sudut semprot, dan gerakan semprot yang konsisten.
4	<i>Material</i>	Saat melakukan pencampuran clear dengan thinner, perlu memperhatikan tanggal kedaluwarsa dan komposisi yang tepat untuk setiap pencampuran, termasuk rasio perbandingan clear, thinner, dan pelarut (<i>solvent</i>). Penting juga untuk memperhatikan waktu dan proses pengadukan serta kadar kelembapan.

Setelah memberikan usulan perbaikan sesuai dengan tabel di atas, tahap selanjutnya adalah merancang rencana perbaikan menggunakan pendekatan 5W+1H. Berikut adalah rincian rencana perbaikan yang dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Langkah dalam melakukan perbaikan

No.	Langkah	Rencana
1	<i>What?</i>	Tujuan dari perencanaan perbaikan yang akan dilakukan? Tujuan dari perencanaan perbaikan yaitu untuk mengurangi <i>defect dust spray</i> sehingga dapat mengurangi produk untuk dilakukan <i>rework/revisi</i> dan nantinya diharapkan dapat meningkatkan kualitas dari produk serta meningkatkan kapabilitas sigma menuju 6 sigma
2	<i>Why?</i>	Mengapa perencanaan perbaikan harus dilakukan? Perbaikan dilakukan untuk mengurangi waktu yang digunakan dalam proses <i>rework</i> , dengan harapan dapat meningkatkan kinerja produksi sekaligus mempertahankan kualitas produk yang optimal.
3	<i>Who?</i>	Siapa yang akan terlibat langsung dalam perencanaan perbaikan? Perbaikan dilakukan oleh semua pihak yang terlibat dalam produksi dan pengendalian kualitas produk, dari level operator hingga top management.
4	<i>When?</i>	Kapan perbaikan akan dilakukan? Perbaikan perlu dilakukan oleh perusahaan secepat mungkin, mengingat setiap kali produksi melibatkan jumlah yang besar. Diharapkan seluruh pihak terlibat aktif dalam upaya meningkatkan kualitas.
5	<i>Where?</i>	Dimana letak perbaikan yang perlu dilakukan? Proses perbaikan akan dilakukan di seluruh lantai produksi pada <i>line painting</i> , mulai dari proses <i>phospating</i> hingga penyimpanan

	sementara sebelum produk diserahkan ke proses <i>assembly</i> .
6	<p>How?</p> <p>Bagaimana langkah perbaikan yang akan dilakukan?</p> <ol style="list-style-type: none"> Komitmen dari top management untuk memperbaiki kasus <i>defect</i> yang sering terjadi. Manajemen dan supervisor senantiasa memberikan arahan kepada semua operator yang terlibat dalam proses produksi agar mematuhi standar yang sudah ditetapkan. Melakukan evaluasi ulang terhadap mutu bahan baku dari supplier. Meningkatkan pengecekan kualitas dari awal hingga akhir proses. Memberikan pelatihan kerja kepada operator, baik yang baru maupun yang sudah berpengalaman. Membuat Prosedur Operasional Standar (SOP) untuk <i>line painting</i>. Melakukan perbaikan pada alat dan mesin. Mengamankan komitmen dari seluruh pekerja yang terlibat dalam proses produksi untuk selalu memperhatikan kualitas produk.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di PT ABC dengan metode Six Sigma dalam mengurangi defect dominan yang sering terjadi, dapat disimpulkan bahwa jenis defect yang paling dominan adalah Dust Spray dan berada pada level 3 di level sigma. Ini menunjukkan bahwa perusahaan perlu melakukan perbaikan untuk meningkatkan level sigma dan mengurangi jumlah defect.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, penyebab terjadinya cacat dustspray pada *line painting* adalah beberapa faktor. Faktor manusia berkaitan dengan ketelitian dan keterampilan operator yang kurang memadai. Faktor metode muncul karena belum adanya standar operasional prosedur (SOP) yang ditetapkan oleh perusahaan untuk *line painting*. Faktor mesin disebabkan oleh perawatan mesin yang tidak terjadwal dengan baik. Selain itu, faktor material juga berperan, di mana viscositas clear yang digunakan tidak sesuai dengan kebutuhan. Usulan perbaikan untuk mengurangi cacat yang terjadi pada *line painting* berfokus pada masing-masing faktor penyebabnya. Pada faktor manusia, disarankan untuk memberikan pemahaman tentang pentingnya ketelitian dalam pengerjaan untuk menghindari rework, menyediakan SOP resmi dari perusahaan yang harus dipatuhi oleh operator, serta memberikan pelatihan khusus pada bagian spray booth. Untuk faktor mesin, perlu dibuat penjadwalan perawatan mesin guna menjaga performa mesin tetap optimal dan menjaga kebersihannya. Faktor metode memerlukan perusahaan untuk membuat standar operasional prosedur (SOP) yang mencakup penyeragaman jarak dan sudut semprot serta gerakan semprot yang konsisten. Sementara itu, pada faktor material, perlu diperhatikan tanggal kadaluwarsa dan komposisi saat mencampurkan clear dengan thinner, termasuk rasio perbandingan clear, thinner, dan pelarut (solvent). Selain itu, perhatikan juga waktu dan proses pengadukan serta kadar kelembapan.

Implementasi usulan perbaikan ini, manajemen perlu memperhatikan kompetensi operator dalam mengurangi defect dust spray. Program pelatihan dapat dilaksanakan untuk meningkatkan keterampilan teknis dan ketelitian operator dalam proses *line painting*. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan Ramadhan (2021) bahwasannya memberikan pelatihan kepada karyawan bisa meningkatkan kepatuhan dan pemahaman terhadap prosedur kerja yang bisa berdampak pada kualitas produk. Kemudian Perusahaan dapat Menyusun Standar Operasional Prosedur (SOP)

yang mencakup panduan mengenai jarak, sudut semprot, dan Gerakan smprot yang konsisten. Dengan adanya SOP yang rinci dan jelas, prse produksi berjalan lebih terstandarisasi. Selain SOP, perlunya perawatan mesin secara berkala dengan pembuatan jadwal pemeliharaan secara rutin dan terstruktur untuk menjaga performa mesin tetap optimal. Langkah ini mengurangi downtime dan meningkatkan efisiensi produksi (Mulya et al,2024) . Dengan mengimplemntasikan hal-hal tersebut, Perusahaan bisa meningkatkan level sigma dari proses produksi. Hal ini tidak hanya mengurangi jumlah defect, akan tetapi juga memperkuat daya saing Perusahaan di pasar.

Penelitian lanjutan dapat difokuskan pada studi tentang pemanfaatan teknologi terkini seperti siste otomatisasi dalam proses *line painting* , termasuk penerapan Internet of Things (IoT) guna memantau real time kondisi mesin dan material. Selain itu juga dapat mencakup pendekatan yang holistic guna meningkatkan level sigma di seluruh proses produksi dengan fokus pada integrasi six sigma sperti halnya lean manufacturing. Studi ini diharapkan bisa memberikan kontribusi untuk pengembangan jangka Panjang dalam mencapai kualitas yang unggul.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiandi, D., Madelan, S., & Saluy, A. B. (2021). Quality Control Analysis Using Six Sigma Method to Reduce Post Pin Isolator Riject in Natural Drying Pt Xyz. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 6(1), 1417-1426. Ariani, D. wahyu 2021, *Manajemen Kualitas*, Universitas Terbuka.
- Azmi, I.Z. & Sari, O.Y. 2020, 'A new decade for social changes', *Technium social sciences journal*, vol. 8, no. Juni, pp. 428–36.
- Bittari, U.F. & Widharto, Y. 2021, *KUALITAS DAN MEMINIMALISIR AKTIVITAS REPAIR PRODUK SEPATU PADA DEPARTEMEN ASSEMBLY (Studi Kasus : PT Pelita Tomangmas) Abstrak*.
- Brue, Greg. 2002. *Six Sigma for Manager*. Jakarta : Canary.
- Certification, T.C. for S.S. 2018, *Six Sigma A Complete Step-by-Step Guide*, *The Council for Six Sigma Certification*, Council for Six Sigma Certification.
- Gasperz, V. (2005). *Total Quality Management*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Jones, G. R., & George, J. M. (2003). *Contemporary Management*. McGraw-Hill/Irwin.
- Juran, J. M. (1995). *Juran's Quality Handbook*. McGraw-Hill.
- Kurnia, H. & Purba, H.H. 2021, 'a Systematic Literature Review of Lean Six Sigma in Various Industries', *Journal of Engineering and Management in Industrial System*, vol. 9, no. 2, pp. 19–30.
- Kurnia, H., Setiawan, S. & Hamsal, M. 2021, 'Implementation of statistical process control for quality control cycle in the various industry in Indonesia: A systematic literature review', *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, vol. 13, no. 2, p. 194.
- Mulya, E., Verawati, K., & Prima, L.(2024). Penerapan Six Sigma dalam Pengendalian Mutu Produksi Mie Instan Untuk Meningkatkan Kualitas dan Efisiensi di PT XYZ. *Action Research Literate*, 8(10).
- Pande P. S., Robert P. Neuman, Ronald R.Cavanach. 2002. *The Six Sigma Way*(Bagaimana GE, Motorola, dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka). Yogyakarta: Andi. Patil, V.T. 2018, *Metrology and Quality Control*, Nirali Prakashan.
- Pragastio, G.A., Garside, A.K. & Saputro, T.E. 2022, 'Six Sigma Approach with Integration of FMEA-Fuzzy SWARA-Fuzzy WASPAS to Minimize Bottled Water Defects', *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 3, no. 2, pp. 24–34.

- Ramadhan, M. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Cacat Pada Produk Sepatu Menggunakan Metode Six Sigma dan Kaizen. *Matrik: Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*, 22(1), 55-64.
- Sarman, S. & Soediantono, D. 2022, 'Literature Review of Lean Six Sigma (LSS) Implementation and Recommendations for Implementation in the Defense Industries', *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, vol. 3, no. 2, pp. 24–34.