

Analisis Penyebab Kegagalan Proses pengecatan Body Mobil di Bengkel Karoseri Menggunakan Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Ahlan Zulfakhri Putra*¹

¹Universitas Pembangunan Negeri “Veteran” Jawa Timur

e-mail: *ahlan.zulfakhri@gmail.com,

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jenis-jenis *defect* (cacat) yang terjadi dalam proses pengecatan mobil di bengkel karoseri pada tahun 2022 serta mengidentifikasi penyebab utamanya. Metode yang digunakan meliputi diagram Pareto, *fishbone* diagram, dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis *defect* yang paling dominan adalah sagging, yang mencapai 49,12% dari total kasus. Berdasarkan diagram *fishbone*, penyebab utama *defect* berasal dari faktor manusia, metode kerja, material, dan mesin. Sementara itu, analisis FMEA menunjukkan bahwa risiko tertinggi berasal dari faktor manusia dan metode kerja. Dengan demikian, disarankan agar pihak bengkel meningkatkan pelatihan tenaga kerja, memperbaiki prosedur kerja, serta melakukan pemeliharaan alat secara berkala untuk mengurangi tingkat *defect* dalam proses pengecatan.

Kata kunci— *Defect* pengecatan, Pareto, *fishbone* diagram, FMEA, kualitas proses, sagging.

Abstract

This study aims to analyze the types of paint defects occurring in the automotive body repair workshop during the year 2022 and to identify the primary causes. The methods used include the Pareto diagram, fishbone diagram, and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). The results indicate that the most dominant defect is sagging, accounting for 49.12% of all cases. Based on the fishbone diagram, the main causes of defects are identified as human factors, work methods, materials, and machinery. Furthermore, the FMEA analysis reveals that the highest risk is associated with human error and improper working methods. Therefore, it is recommended that the workshop improve employee training, enhance work procedures, and conduct regular maintenance on equipment to reduce the defect rate in the painting process.

Keywords— *Painting defects, Pareto, fishbone diagram, FMEA, process quality, sagging.*

PENDAHULUAN

Industri perbengkelan karoseri memiliki peranan penting dalam menjaga tampilan dan nilai estetika kendaraan, terutama dalam proses perbaikan dan pengecatan ulang *body* mobil. Proses pengecatan merupakan tahapan akhir yang menentukan kualitas visual kendaraan serta daya tahan terhadap korosi dan kerusakan akibat cuaca. Oleh karena itu, hasil pengecatan harus memenuhi standar kualitas yang tinggi agar kepuasan pelanggan dapat tercapai dan reputasi bengkel tetap terjaga (Hidayat et al., 2020).

Dalam praktiknya, proses pengecatan *body* mobil di bengkel karoseri seringkali menghadapi berbagai permasalahan yang berdampak pada kualitas hasil akhir. Beberapa bentuk kegagalan atau *defect* yang umum terjadi antara lain sagging (cat menetes), orange peel

(permukaan tidak rata), *blistering* (gelembung udara), serta warna yang tidak seragam. Kegagalan tersebut tidak hanya menimbulkan ketidakpuasan pelanggan, tetapi juga menyebabkan pemborosan waktu, bahan baku, dan biaya operasional akibat proses perbaikan ulang (*rework*) (Prasetyo & Nurcahyo, 2021).

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menganalisis dan mengidentifikasi penyebab utama kegagalan dalam proses pengecatan adalah metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). FMEA merupakan metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dalam suatu proses, menilai dampaknya, serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*), dan kemampuan deteksi (*detection*) (Rahman et al., 2019). Dengan penerapan FMEA, bengkel karoseri dapat memperoleh gambaran menyeluruh tentang titik-titik kritis dalam proses pengecatan dan merumuskan strategi peningkatan kualitas secara lebih tepat sasaran (Wahyuni & Hidayat, 2022). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab kegagalan dalam proses pengecatan *body* mobil di salah satu bengkel karoseri menggunakan metode FMEA, serta memberikan rekomendasi perbaikan guna meningkatkan kualitas pengecatan dan mengurangi tingkat *defect* yang terjadi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab kegagalan pada proses pengecatan *body* mobil di bengkel karoseri menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Pendekatan ini dilakukan untuk memberikan gambaran sistematis terhadap jenis kegagalan yang terjadi, serta memberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan prioritas risiko.

Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

- Data Primer
Diperoleh melalui observasi langsung terhadap proses pengecatan, wawancara dengan teknisi pengecatan dan kepala bengkel, serta pengisian lembar evaluasi FMEA.
- Data Sekunder
Meliputi dokumentasi historis laporan *defect*, prosedur operasional standar (SOP), dan data produksi yang tersedia di bengkel.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui

- Observasi terhadap aktivitas pengecatan mobil, terutama pada proses base coat dan clear coat.
- Wawancara terstruktur dengan operator pengecatan, quality control, dan pengawas teknis untuk mengetahui potensi penyebab kegagalan.
- Studi dokumentasi untuk mengumpulkan data kegagalan pengecatan yang terjadi dalam periode tertentu.

Tahapan Analisis FMEA

Analisis dilakukan menggunakan langkah-langkah FMEA sebagai berikut:

- Identifikasi Potensi Kegagalan (Potential Failure Modes)
Menentukan jenis cacat yang sering terjadi, seperti sagging, orange peel, blistering, dan runs.

- Analisis Penyebab dan Dampak Kegagalan
Menggunakan Fishbone Diagram untuk mengelompokkan penyebab berdasarkan faktor Man, Method, Material, Machine.
- Penilaian Skor FMEA
Masing-masing potensi kegagalan akan diberikan skor berdasarkan tiga aspek utama:
 1. *Severity* (S): Tingkat keparahan akibat kegagalan
 2. *Occurrence* (O): Frekuensi terjadinya kegagalan
 3. *Detection* (D): Kemampuan sistem dalam mendeteksi kegagalan Skala penilaian menggunakan rentang 1–10 sesuai pedoman standar FMEA.
- Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN)
RPN diperoleh dengan rumus:
$$RPN = S \times O \times D$$
Nilai RPN digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan terhadap potensi kegagalan yang paling kritis.
- Rekomendasi Perbaikan
Berdasarkan hasil analisis, diberikan saran perbaikan yang mencakup pelatihan teknis, kalibrasi alat, pengawasan mutu, atau revisi SOP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Define

Pada tahap define, dilakukan identifikasi awal terhadap permasalahan yang terjadi dalam proses pengecatan (*full body painting*) *body* mobil di bengkel karoseri. Berdasarkan data sepanjang tahun 2022, terdapat 17 unit mobil yang dilakukan proses pengecatan. Hasil observasi menunjukkan bahwa terdapat sejumlah *defect* atau kegagalan dalam proses pengecatan, dengan rincian sebagai berikut:

- *Defect* Sagging ditemukan sebanyak 28 EA
- *Defect* Orange Peel ditemukan sebanyak 13 EA
- *Defect* Pinhole ditemukan sebanyak 11 EA
- Cat Tidak Kering ditemukan sebanyak 5 EA

Satuan EA (*Each Article*) digunakan untuk menunjukkan jumlah komponen *body* mobil yang mengalami cacat atau kegagalan dalam pengecatan.

Jika ditinjau secara bulanan, *defect* sagging merupakan jenis kegagalan yang paling sering terjadi, dengan puncaknya tercatat pada bulan Februari (5 EA) dan Agustus (4 EA). *Defect* lainnya seperti orange peel, pinhole, dan cat tidak kering juga tersebar di berbagai bulan, meskipun jumlahnya lebih rendah dibandingkan sagging.

Kondisi ini menunjukkan bahwa proses pengecatan masih memiliki potensi kegagalan yang cukup tinggi, terutama pada tahap aplikasi base coat dan clear coat. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk mengidentifikasi akar penyebab dari masing-masing jenis *defect*, menentukan prioritas perbaikan, serta memberikan rekomendasi peningkatan kualitas proses pengecatan di bengkel karoseri.

Tabel 1. Data Kegagalan Proses Full *Body* Painting 2022

Bulan	Jumlah Mobil	Defect Sagging	Defect Orange Peel	Defect Pinhole	Cat Tidak Kering
Jan	2 Mobil	3 EA	1 EA	1 EA	1 EA
Feb	2 Mobil	5 EA	2 EA	0	0
Mar	1 Mobil	2 EA	0	0	1 EA
Apr	2 Mobil	2 EA	2 EA	0	0
Mei	1 Mobil	1 EA	1 EA	2 EA	0
Jun	2 Mobil	1 EA	1 EA	1 EA	1 EA
Jul	1 Mobil	2 EA	1 EA	0	0
Agu	2 Mobil	4 EA	0	2 EA	0
Sep	1 Mobil	2 EA	1 EA	1 EA	0
Okt	1 Mobil	2 EA	1 EA	1 EA	1 EA
Nov	1 Mobil	2 EA	2 EA	2 EA	1 EA
Des	1 Mobil	1 EA	1 EA	1 EA	0
Total	17 Mobil	28 EA	13 EA	11 EA	5 EA

Jenis *defect* yang ditemukan dalam proses full *body* painting sepanjang tahun 2022 pada divisi aircraft menunjukkan bahwa sagging merupakan kegagalan dominan, diikuti oleh orange peel, pinhole, dan cat tidak kering.

Tabel 2. Data *Defect*

No	Jenis <i>Defect</i>	Jumlah <i>Defect</i> (EA)	% <i>Defect</i>	% <i>Kumulatif</i>
1	Sagging	28	49.12%	49.12%
2	Orange Peel	13	22.81%	71.93%
3	Pinhole	11	19.30%	91.23%
4	Cat Tidak Kering	5	8.77%	100.00%
	Total	57	100%	

Berdasarkan Tabel 4, dapat disimpulkan bahwa jenis *defect* yang paling sering terjadi dalam proses full *body* painting pesawat terbang pada tahun 2022 adalah sagging, dengan jumlah kejadian sebanyak 28 EA atau setara dengan 49.12% dari total seluruh *defect* yang tercatat.

Berikut adalah perhitungan jumlah persentase *defect* berdasarkan data yang tersedia:

- Sagging:
 $(28 / 57) \times 100 = 49.12\%$
- Orange Peel:
 $(13 / 57) \times 100 = 22.81\%$
- Pinhole:
 $(11 / 57) \times 100 = 19.30\%$
- Cat Tidak Kering:
 $(5 / 57) \times 100 = 8.77\%$

Total keseluruhan *defect* yang tercatat adalah 57 EA, dan jika dijumlahkan, seluruh persentase mencapai 100%, yang menunjukkan konsistensi data. Temuan ini mengindikasikan bahwa *defect* sagging perlu menjadi prioritas utama dalam proses perbaikan kualitas pengecatan, khususnya pada tahapan aplikasi base coat dan clear coat.

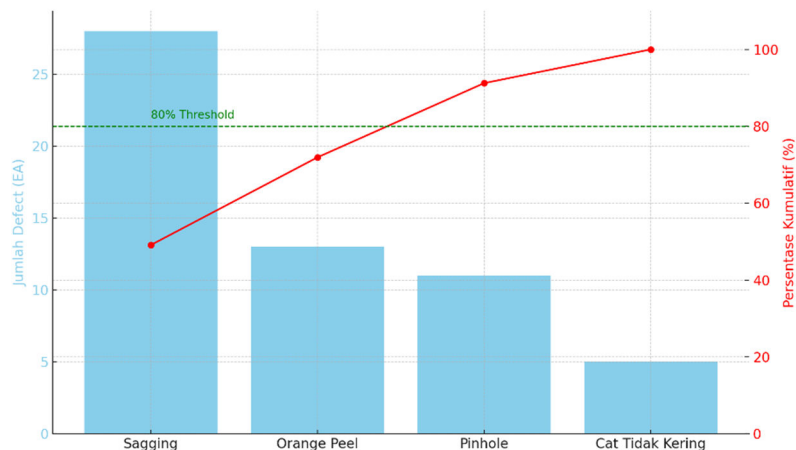
Tahap Analisis

Tahap analisis merupakan lanjutan dari tahap define, di mana dilakukan pendalaman terhadap penyebab utama timbulnya masalah dalam proses pengecatan (*full body painting*) mobil

di bengkel karoseri. Analisis ini bertujuan untuk menemukan akar masalah agar perbaikan yang dilakukan benar-benar efektif dan tepat sasaran. Salah satu metode yang digunakan dalam tahap ini adalah analisis diagram Pareto.

a. Analisis Diagram Pareto

Dalam penelitian ini, diagram Pareto digunakan untuk mengidentifikasi jenis defect yang paling sering terjadi selama proses pengecatan mobil. Dengan mengetahui jenis *defect* yang dominan, maka dapat diberikan rekomendasi perbaikan yang berfokus pada sumber masalah utama. Hasil analisis ditampilkan pada Gambar 1. berikut:



Gambar 1. Diagram Pareto - Data *Defect Full Body Painting* Mobil (2022)

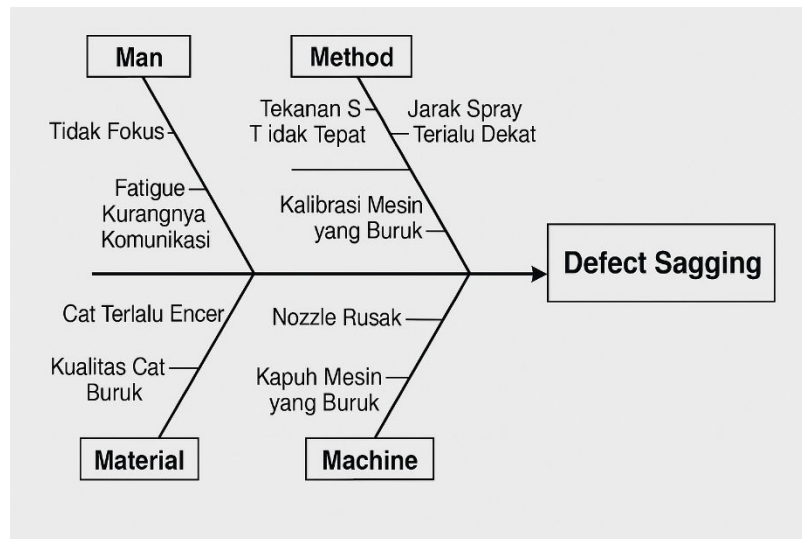
Berdasarkan Gambar 1, terdapat empat jenis *defect* yang ditemukan selama proses pengecatan, yaitu sagging, orange peel, pinhole, dan cat tidak kering. Dari keempat jenis tersebut, *defect* sagging merupakan yang paling dominan dengan persentase sebesar 49.12%.

Dominasi *defect* sagging ini menunjukkan bahwa proses aplikasi cat, khususnya pada tahap base coat dan clear coat, belum optimal. Dampaknya sangat merugikan, karena membutuhkan waktu tambahan untuk proses perbaikan serta menunda penyelesaian kendaraan kepada pelanggan. Selain itu, proses perbaikan menyebabkan penggunaan tambahan bahan baku seperti cat, thinner, dan alat bantu lainnya, sehingga meningkatkan biaya operasional.

Pernyataan ini diperkuat oleh hasil wawancara dengan personel teknis di bengkel karoseri, termasuk kepala teknisi dan operator pengecatan, yang menyebutkan bahwa sagging adalah masalah utama yang perlu segera ditangani untuk meningkatkan mutu hasil pengecatan.

b. Analisis Fishbone Diagram

Setelah dilakukan analisis *defect* dominan menggunakan diagram Pareto, langkah selanjutnya adalah menganalisis penyebab terjadinya *defect* tersebut menggunakan fishbone diagram. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan penyebab *defect* berdasarkan kategori utama yang berpengaruh dalam proses pengecatan. Dalam penelitian ini, fishbone diagram digunakan untuk mengkaji penyebab *defect* sagging pada proses *full body painting* mobil secara lebih spesifik.



Gambar 2. *Fishbone* Diagram - Penyebab *Defect Sagging* pada Pengecatan Mobil

Berdasarkan Gambar 2, diketahui bahwa defect sagging disebabkan oleh empat faktor utama, yaitu: *Man*, *Material*, *Method*, dan *Machine*. Analisis ini diperoleh melalui observasi langsung di lapangan saat proses pengecatan dilakukan di bengkel karoseri.

1. *Man* (Manusia)

Faktor manusia merupakan salah satu penyebab dominan yang dapat memicu terjadinya defect sagging. Beberapa masalah yang ditemukan antara lain:

a. Tidak Fokus

Ketidakteelitian atau kurangnya konsentrasi dari painter dapat menyebabkan ketidaksesuaian dalam teknik pengecatan, seperti penggunaan tekanan spray yang berlebihan atau jarak yang terlalu dekat. Hal ini bisa disebabkan oleh kondisi fisik yang lelah, stres, atau gangguan dari lingkungan kerja.

b. *Fatigue* (Kelelahan)

Painter yang mengalami kelelahan cenderung melakukan kesalahan teknis dalam proses pengecatan. Pekerjaan yang dilakukan dalam durasi panjang tanpa istirahat yang cukup bisa mengurangi performa dan mengakibatkan cacat pada hasil pengecatan.

c. Kurangnya Komunikasi

Pengecatan biasanya dilakukan oleh tim yang terdiri dari painter dan *helper*. Kurangnya komunikasi antara keduanya dapat menimbulkan miskomunikasi, seperti area yang belum siap dicat atau tekanan spray yang tidak sesuai, sehingga meningkatkan risiko terjadinya *defect*.

2. *Material* (Bahan)

Dari aspek material, terdapat dua faktor utama yang dapat memicu terjadinya *defect* dalam proses pengecatan *full body* mobil, yaitu:

a. Perbandingan Campuran yang Tidak Sesuai

Perbandingan campuran atau mixing ratio antara base coat, hardener, dan thinner harus disesuaikan dengan standar dari masing-masing merek cat. Setiap merek biasanya memiliki spesifikasi campuran yang berbeda. Ketidaktepatan dalam proses pencampuran ini bisa menyebabkan permasalahan. Misalnya, jika hardener digunakan secara berlebihan, maka cat akan

menjadi terlalu kental dan sulit diaplikasikan secara merata. Sebaliknya, jika thinner terlalu banyak, campuran menjadi terlalu encer dan viskositasnya tidak sesuai dengan *standar Material Data Sheet* (MDS) dari produk tersebut, yang pada akhirnya bisa menyebabkan terjadinya defect seperti sagging.

b. Penggunaan Cat Kedaluwarsa

Cat yang telah melewati masa pakainya juga berpotensi menyebabkan defect. Sifat kimia dan karakteristik fisik dari cat tersebut kemungkinan sudah berubah, sehingga tidak lagi sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh produsen. Hal ini bisa disebabkan oleh lemahnya kontrol terhadap stok bahan di gudang, termasuk kurangnya pengawasan dari pihak terkait dalam memastikan bahwa material yang digunakan masih layak dan sesuai spesifikasi.

3. Machine (Mesin)

Dari aspek mesin, terdapat dua faktor utama yang berkontribusi terhadap terjadinya defect pada proses pengecatan full body mobil, yaitu:

a. Tekanan Udara Tidak Stabil

Salah satu penyebab munculnya defect sagging adalah tekanan udara dari kompresor utama yang tidak konsisten. Dalam praktiknya, tekanan ideal yang dibutuhkan berkisar di angka 8 bar atau 10–15 psi. Namun, sering terjadi penurunan tekanan secara tiba-tiba saat proses pengecatan berlangsung. Hal ini mempengaruhi kinerja spray gun dan berdampak langsung terhadap kualitas hasil pengecatan. Oleh karena itu, diperlukan perawatan berkala dan pemeriksaan rutin terhadap kondisi kompresor agar tekanan tetap stabil saat proses berlangsung.

b. Kerusakan pada Spray Gun

Kerusakan pada alat semprot (*spray gun*) sering kali disebabkan oleh proses pembersihan yang kurang optimal serta penggunaan alat yang sudah melewati masa pakainya. Kondisi ini diperburuk oleh tingginya intensitas kerja dalam proses pengecatan, yang membuat alat cepat aus. Dalam beberapa kasus, pekerja tetap menggunakan spray gun yang sudah tidak layak demi mengejar target produksi. Untuk mencegah hal ini, penting dilakukan perawatan alat secara berkala serta pengawasan ketat terhadap prosedur pembersihan agar alat selalu dalam kondisi optimal dan siap pakai.

4. Method (Metode)

Dari sisi metode kerja, terdapat dua faktor utama yang menjadi pemicu timbulnya defect pada proses pengecatan full body mobil, yaitu:

a. Kurangnya Pemahaman terhadap Teknik Pengecatan

Salah satu penyebab terjadinya *defect sagging* adalah ketidaktahuan atau ketidaktepatan dalam menerapkan teknik pengecatan. Proses pengecatan memerlukan keterampilan teknis tertentu, misalnya pengaturan jarak ideal antara spray gun dengan permukaan benda, yaitu sekitar 15–20 cm. Jika jarak ini terlalu dekat, maka lapisan cat akan menjadi terlalu tebal dan berisiko menyebabkan sagging. Sebaliknya, jarak yang terlalu jauh dapat menghasilkan tekstur permukaan yang tidak rata atau kasar, yang dikenal dengan istilah *orange peel*.

b. Minimnya Pelatihan Teknis

Kurangnya pelatihan menjadi salah satu alasan mengapa teknisi tidak menguasai teknik pengecatan yang tepat. Selama ini, pelatihan yang tersedia hanya bersifat internal dan dilakukan secara informal oleh teknisi senior kepada teknisi baru. Metode pelatihan seperti ini kurang efektif dalam menjamin pemahaman yang menyeluruh. Oleh karena itu, sangat diperlukan adanya pelatihan teknis yang lebih terstruktur dan profesional, misalnya melalui program pelatihan khusus yang dibimbing langsung oleh instruktur pengecatan berpengalaman.

c. Analisis Diagram FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

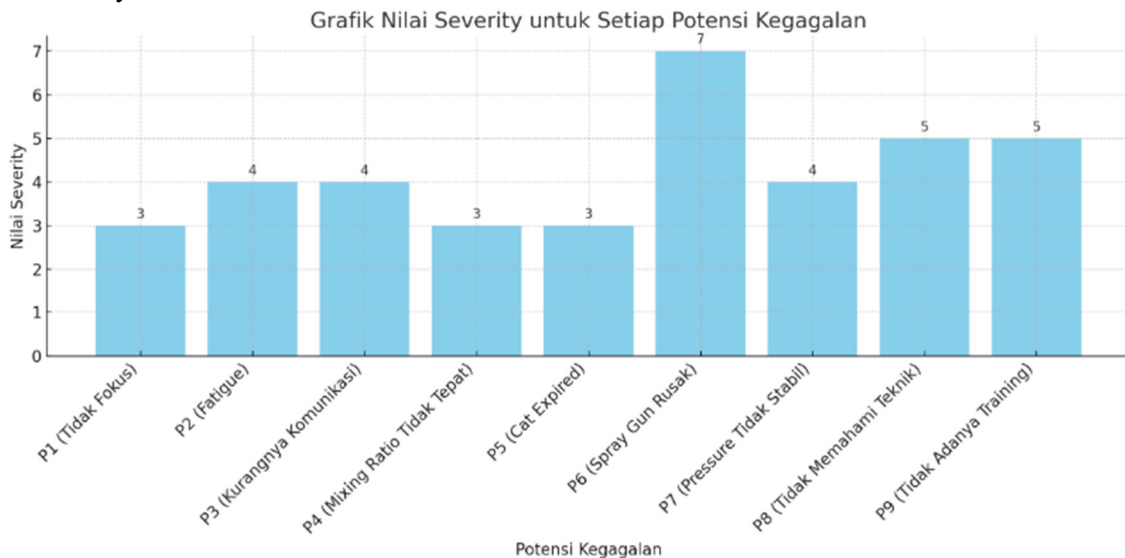
Metode FMEA digunakan untuk menentukan prioritas terhadap penyebab utama dari *defect* berdasarkan hasil identifikasi sebelumnya, khususnya dari analisis diagram fishbone. Melalui pendekatan ini, dilakukan penilaian terhadap setiap potensi kegagalan dalam proses, dengan tujuan memberikan fokus pada penyebab yang paling krusial untuk segera diperbaiki.

Dalam penerapannya, metode FMEA menggunakan tiga parameter utama, yaitu:

1. *Severity* (Tingkat Keparahan)
Parameter ini menggambarkan seberapa besar dampak atau konsekuensi yang ditimbulkan apabila kegagalan tersebut terjadi.
2. *Occurrence* (Tingkat Kemungkinan Terjadi)
Variabel ini menilai seberapa sering potensi kegagalan dapat terjadi berdasarkan penyebab yang telah diidentifikasi.
3. *Detection* (Tingkat Kemampuan Deteksi)
Faktor ini mengukur sejauh mana sistem atau proses yang ada mampu mendeteksi potensi kegagalan sebelum dampaknya muncul.

Ketiga nilai tersebut kemudian dikalikan untuk mendapatkan *Risk Priority Number* (RPN), yang menjadi acuan dalam menentukan prioritas penanganan. Semakin tinggi nilai RPN, maka semakin penting pula masalah tersebut untuk segera ditangani dalam upaya peningkatan kualitas proses.

1. Severity



Gambar 3. Grafik Nilai *Severity* untuk Setiap Potensi Kegagalan

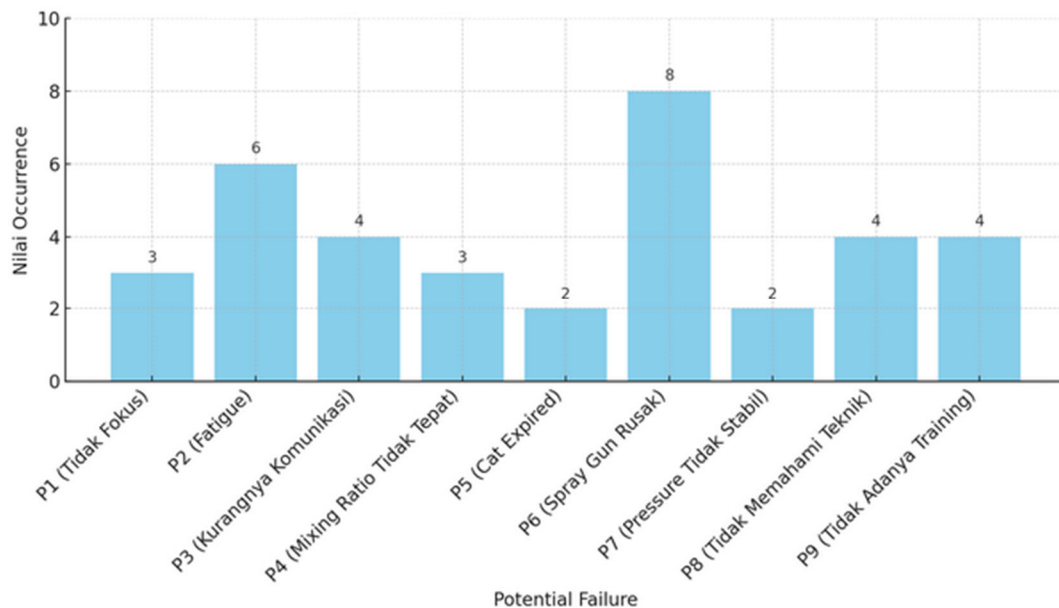
Berdasarkan grafik *severity*, diketahui bahwa P6 (Spray Gun Rusak) memperoleh nilai keparahan tertinggi, yaitu 7. Hal ini menunjukkan bahwa kerusakan pada alat semprot cat memiliki dampak yang paling signifikan terhadap kualitas hasil pengecatan apabila kegagalan tersebut benar-benar terjadi.

Posisi berikutnya ditempati oleh P8 (Tidak Memahami Teknik) dan P9 (Tidak Adanya Training) dengan nilai 5, yang menggambarkan bahwa kegagalan ini berpotensi menimbulkan hambatan dalam pelaksanaan proses kerja, meskipun masih dapat diatasi. Keduanya merupakan aspek penting dalam proses pengecatan, sehingga ketidaktahuan atau minimnya pelatihan akan berdampak negatif pada hasil akhir.

Sementara itu, nilai severity sebesar 4 diberikan pada P2 (*Fatigue*), P3 (Kurangnya Komunikasi), dan P7 (Tekanan Tidak Stabil). Potensi-potensi ini memerlukan perhatian karena dapat memengaruhi konsistensi kerja, meskipun dampaknya tidak terlalu berat.

Adapun nilai severity terendah sebesar 3 terdapat pada P1 (Tidak Fokus), P4 (Rasio Pencampuran Tidak Tepat), dan P5 (Cat Kedaluwarsa). Meskipun berisiko, dampak dari kegagalan tersebut dianggap masih dalam kategori ringan dan dapat dikendalikan dengan tindakan korektif yang tepat.

2. Occurrence



Gambar 4. Grafik Nilai *Occurrence* tiap Potential Failure

Berdasarkan Gambar 4, diketahui bahwa potensi kegagalan P6 (Spray Gun Rusak) memiliki nilai occurrence tertinggi, yaitu sebesar 8, yang mengindikasikan tingkat probabilitas kegagalan yang tinggi. Kegagalan ini umumnya disebabkan oleh kurang optimalnya proses pembersihan alat oleh operator, sehingga menimbulkan cacat berupa sagging pada tahap pengecatan badan pesawat secara menyeluruh.

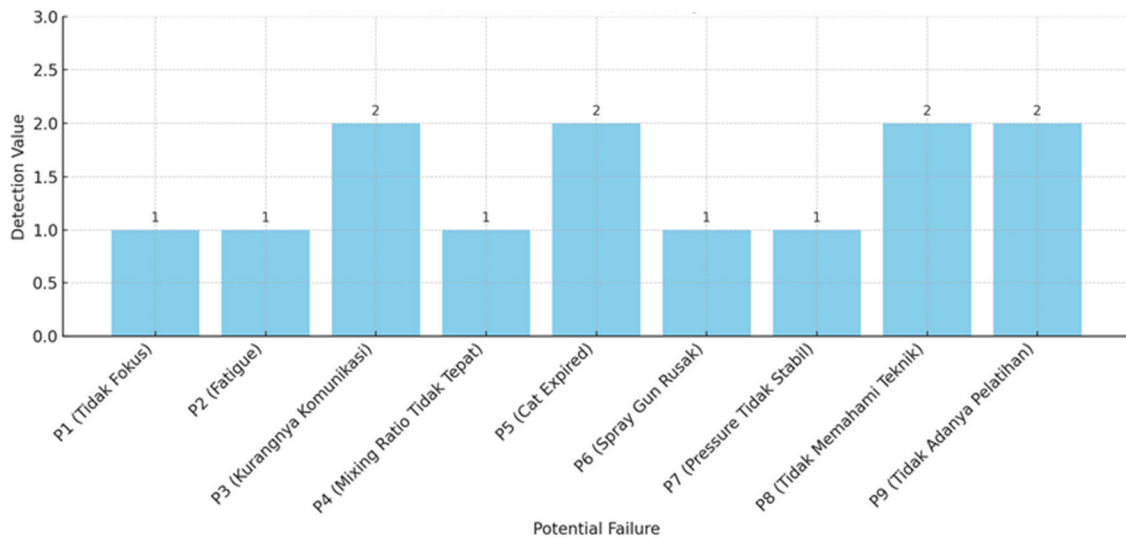
Sementara itu, potensi kegagalan P2 (*Fatigue*) menempati urutan kedua dengan nilai occurrence sebesar 6, yang menunjukkan tingkat kemungkinan kegagalan sedang. Hal ini terjadi akibat beban kerja yang berlebihan yang diterima oleh operator pengecatan.

Adapun potensi kegagalan yang memiliki nilai occurrence sebesar 4—yang berarti memiliki kemungkinan kegagalan relatif rendah—meliputi P3 (Kurangnya Komunikasi), P8 (Tidak Memahami Teknik), dan P9 (Tidak Adanya Pelatihan).

Selanjutnya, nilai occurrence sebesar 3, yang termasuk dalam kategori kemungkinan kegagalan rendah, terdapat pada P1 (Tidak Fokus) dan P4 (Perbandingan Mixing yang Tidak Tepat).

Terakhir, dua potensi kegagalan yang memiliki tingkat probabilitas paling rendah (*occurrence* sebesar 2) adalah P5 (Penggunaan Cat Kedaluwarsa) dan P7 (Tekanan Tidak Stabil).

3. Detection



Gambar 5. Grafik Nilai Detection tiap Potential Failure

Berdasarkan Gambar 5, dapat terlihat bahwa potensi kegagalan seperti P3 (Kurangya Komunikasi), P5 (Penggunaan Cat Kedaluwarsa), P8 (Kurangya Pemahaman Teknik), dan P9 (Ketiadaan Pelatihan) masing-masing memiliki nilai detection sebesar 2. Nilai ini menunjukkan bahwa potensi kegagalan tersebut cukup mudah dikenali atau terdeteksi sebelum menimbulkan dampak yang lebih besar.

Sementara itu, lima potensi kegagalan lainnya, yaitu P1 (Kurang Fokus), P2 (Kelelahan), P4 (Ketidaktepatan Perbandingan Campuran), P6 (Kerusakan Spray Gun), dan P7 (Ketidakstabilan Tekanan), masing-masing mendapatkan nilai detection sebesar 1. Ini menunjukkan bahwa kemungkinan terdeteksinya kegagalan tersebut sangat tinggi, atau hampir dapat dipastikan bisa diketahui sebelum terjadi kerusakan serius.

Setelah mendapatkan skor dari masing-masing aspek (*severity*, *occurrence*, dan *detection*), tahap selanjutnya adalah menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN), yang merupakan hasil perkalian dari ketiga nilai tersebut. Nilai RPN ini akan digunakan untuk memprioritaskan penanganan terhadap potensi kegagalan yang paling kritis dalam proses pengecatan pesawat, khususnya terkait dengan cacat sagging.

Tabel 3. Hasil RPN *Defect Sagging Proses Full Body Paintin*

No	Penyebab Potensial	<i>Severity</i> (S)	<i>Occurrence</i> (O)	<i>Detection</i> (D)	RPN	Prioritas
1	Ketidaktelitian teknisi (tidak fokus)	8	7	6	336	1
2	Perbandingan campuran cat tidak sesuai	9	5	6	270	2
3	Tekanan udara tidak stabil	8	5	6	240	3
4	Kerusakan pada spray gun	7	5	6	210	4
5	Kelelahan teknisi (<i>fatigue</i>)	6	6	5	180	5

6	Kurangnya pelatihan teknis	7	4	6	168	6
7	Kurangnya pemahaman teknik pengecatan	8	3	6	144	7
8	Komunikasi yang buruk antar teknisi	5	4	5	100	8
9	Penggunaan cat kedaluwarsa	6	2	6	72	9

Keterangan:

- *Severity* (S): Seberapa serius dampak dari kegagalan (1–10)
- *Occurrence* (O): Seberapa sering kegagalan terjadi (1–10)
- *Detection* (D): Seberapa besar kemungkinan kegagalan terdeteksi sebelum sampai ke pelanggan (1–10)
- RPN: Nilai prioritas risiko (maksimal 1000)

Tahap Perbaikan

Tabel 4. Usulan perbaikan dengan analisis 5W+1H

No	<i>What</i> (Apa)	<i>Why</i> (Mengapa)	<i>Where</i> (Di mana)	<i>When</i> (Kapan)	<i>Who</i> (Siapa)	<i>How</i> (Bagaimana)
1	Mengganti metode aplikasi cat	Metode saat ini membuat lapisan terlalu tebal dan sagging	Area aplikasi cat (<i>spray booth</i>)	Saat proses pengecatan	Teknisi pengecatan & QC	Gunakan metode berlapis tipis, merata, dan jaga jarak semprot optimal
2	Melakukan pelatihan operator	Operator belum paham teknik semprot yang sesuai standar	Workshop pelatihan internal	Sebelum shift produksi dimulai	HRD & Supervisor Produksi	Berikan pelatihan teknis secara berkala tentang teknik pengecatan
3	Kalibrasi alat semprot	Tekanan udara dan nozzle tidak sesuai, hasil tidak merata	Area 9	Setiap awal minggu produksi	Teknisi <i>maintenance</i>	Lakukan pengecekan dan kalibrasi alat secara rutin
4	Pemeriksaan viskositas cat	Viskositas terlalu rendah dapat memicu sagging	Area pencampuran cat	Sebelum digunakan di lini produksi	QC & Bagian Pencampuran Cat	Gunakan viscometer untuk pastikan viskositas sesuai standar

5	Standarisasi prosedur pengecatan	Tidak ada SOP detail, teknik operator bervariasi	Produksi & dokumen prosedur	Saat update proses produksi	Manajer Produksi & Tim Teknis	Susun dan sosialisasikan SOP pengecatan yang sesuai standar kualitas
---	----------------------------------	--	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	--

SIMPULAN

Berdasarkan analisis data tahun 2022, *defect* paling dominan dalam proses pengecatan mobil di bengkel karoseri adalah sagging (49,12%), diikuti oleh orange peel, pinhole, dan cat tidak kering. Diagram Pareto menunjukkan bahwa sagging adalah prioritas utama perbaikan. Fishbone diagram mengidentifikasi penyebab utama dari aspek manusia, material, mesin, dan metode. Analisis FMEA menegaskan bahwa faktor manusia dan metode kerja memiliki tingkat risiko tertinggi. Untuk itu, peningkatan kualitas dapat dilakukan melalui pelatihan teknis, peninjauan SOP, dan perawatan alat secara berkala.

SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah untuk fokus pada pengembangan teknologi baru dalam proses pengecatan, seperti penggunaan cat ramah lingkungan atau pengoptimalan sistem otomatisasi dalam proses pengecatan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi kesalahan manusia. Selain itu, penelitian tentang faktor lingkungan, seperti suhu dan kelembapan yang lebih mendalam, serta penerapan teknik pemantauan real-time dalam proses pengecatan, dapat memberikan kontribusi penting terhadap perbaikan kualitas hasil pengecatan dan pengurangan cacat seperti sagging.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hidayat, A., Santoso, B., & Arifianto, A. (2020). Analisis Kualitas Hasil Pengecatan Mobil Menggunakan Metode FMEA. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(1), 45–52.
2. Prasetyo, D., & Nurcahyo, R. (2021). Identifikasi Penyebab Cacat pada Proses Pengecatan Body Mobil Menggunakan Pendekatan Fishbone Diagram dan FMEA. *Jurnal Manajemen Produksi*, 19(2), 103–110.
3. Rahman, M., Sari, D. K., & Budiman, R. (2019). Penerapan Metode FMEA dalam Meningkatkan Kualitas Proses Produksi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 7(3), 189–196.
4. Wahyuni, S., & Hidayat, M. T. (2022). Penerapan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Untuk Menurunkan Produk Cacat Pada Proses Produksi. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 15(2), 77–84.
5. Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations Management* (13th ed.). Pearson Education.
6. Montgomery, D. C. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control* (7th ed.). Wiley.
7. Besterfield, D. H. (2009). *Quality Control* (8th ed.). Pearson Prentice Hall.
8. Stamatis, D. H. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution* (2nd ed.). ASQ Quality Press.
9. Ishikawa, K. (1985). *What Is Total Quality Control? The Japanese Way*. Prentice-Hall.
10. Pyzdek, T., & Keller, P. (2014). *The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels* (3rd ed.). McGraw-Hill Education.