

# Perbaikan Kualitas Proses Produksi *Painting* pada *Cabin* Truk Mitsubishi *Canter* dengan Menggunakan Metode DMAIC dan *Fuzzy FMEA* (Studi Kasus: PT Krama Yudha Ratu Motor)

Doly Satria Rajagukguk<sup>1</sup>, Naniek Utami Handayani<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275  
Email: dolyrajagukguk22@gmail.com, naniekh@live.undip.ac.id

## Abstract

The implementation of quality control aims to reduce defective products and ensure customer satisfaction. The research was conducted at PT Krama Yudha Ratu Motor, specifically in the production process of painting the Mitsubishi Canter truck cabin. Data on product defects were collected, and a quantitative assessment was carried out using the DMAIC and fuzzy FMEA methods. The objectives of this research were to identify dominant defects, analyze their causative factors, and propose improvements to the painting process. The research findings showed that sagging was the dominant defect, occurring in 77 units out of a total of 395 defects in the last three months of 2022. The causes of sagging included human factors (lack of knowledge and training of operators on the machine), material factors (excessive use of thinner during the mixing process), and machine factors (clogging in the airless gun spray). One specific improvement proposal is to develop work standards for adjusting spray distance based on the applied paint thickness. Additionally, it is recommended to provide training for operators on machine operation and production processes across all departments, particularly in the CED painting department. Regular monitoring is also recommended to ensure better product quality. Therefore, the implementation of quality control and these improvements aim to reduce product defects and enhance the quality of the Mitsubishi Canter truck cabin painting production process.

Keywords: defective, DMAIC, fuzzy FMEA, painting, quality control, truck cabin

## Abstrak

Penerapan pengendalian kualitas bertujuan mengurangi produk cacat dan memastikan kepuasan pelanggan. Penelitian dilakukan pada PT Krama Yudha Ratu Motor, khususnya pada proses produksi *painting cabin* truk Mitsubishi *Canter*. Data tentang kecacatan produk dikumpulkan, dan penilaian dilakukan secara kuantitatif menggunakan metode DMAIC dan *fuzzy FMEA*. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi kecacatan dominan, menganalisis faktor penyebabnya, dan mengusulkan perbaikan pada proses *painting*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *sagging* adalah kecacatan dominan, terjadi sebanyak 77 unit dari total 395 kecacatan dalam tiga bulan terakhir Tahun 2022. Penyebab *sagging* meliputi faktor manusia (kurangnya pengetahuan dan pelatihan operator pada mesin), faktor material (penggunaan *thinner* yang berlebihan saat proses pencampuran), dan faktor mesin (sumbatan pada *airless gun spray*). Salah satu usulan perbaikan yang spesifik adalah mengembangkan standar kerja untuk menyetel jarak penyemprotan berdasarkan ketebalan cat yang diaplikasikan. Selain itu, disarankan untuk melaksanakan pelatihan operator mengenai pengoperasian mesin dan proses produksi di seluruh departemen, terutama di departemen *painting* CED. Pengawasan rutin juga direkomendasikan untuk memastikan kualitas produk yang lebih baik. Dengan demikian, penerapan pengendalian kualitas dan perbaikan ini bertujuan mengurangi kecacatan produk dan meningkatkan kualitas proses produksi *painting cabin* truk Mitsubishi *Canter*.

**Kata kunci:** DMAIC, *fuzzy FMEA*, kabin truk, kecacatan, pengecatan, pengendalian kualitas

## Pendahuluan

Persaingan yang semakin ketat di dunia industri otomotif baik dari dalam maupun luar negeri pada saat ini mengakibatkan para pelaku bisnis menyadari bahwa semakin berubahnya orientasi pelanggan atau konsumen terhadap

kualitas hasil produksi di mana sebelumnya hanya berpatokan pada kuantitas dan penawaran harga produk yang murah saja. Keadaan tersebut tentunya menuntut setiap perusahaan untuk selalu menjaga dan bahkan terus meningkatkan kualitas produk yang

dihasilkan. Kualitas produk inilah yang nantinya akan sangat berpengaruh secara mutlak terhadap tingkat kepercayaan dan loyalitas pelanggan. Kualitas suatu produk atau jasa yang dipahami oleh pelanggan terdiri atas dua dimensi. Dimensi pertama, *Technical Quality (outcome dimension)* berkaitan dengan kualitas *output* produk atau jasa. Dimensi kedua, *Functional Quality (process-related dimension)* berkaitan dengan kualitas cara penyampaian produk atau jasa serta menyangkut proses transfer kualitas teknis, *output* produk atau jasa dari penyedia kepada pelanggan.

Terdapat hubungan yang positif antara kualitas pelayanan terhadap kepuasan dan kepercayaan pelanggan. Artinya, apabila kualitas pelayanan semakin baik maka kepuasan dan kepercayaan pelanggan akan semakin meningkat. Semakin tinggi kepercayaan pelanggan terhadap suatu produk maka akan semakin tinggi pula tingkat kesetiaan pelanggan pada produk tersebut. Begitu pula sebaliknya di sisi lain apabila terdapat produk yang masih belum memenuhi spesifikasi dan standar yang telah ditetapkan atau termasuk dalam produk *defect* (NG *product*), maka akan menjadi suatu permasalahan yang harus diperhatikan oleh perusahaan terutama dalam hal menjaga kualitas pada level yang diharapkan oleh pelanggan (Farchiyah, 2021).

PT Krama Yudha Ratu Motor (KRM) merupakan sebuah perusahaan perseroan terbatas yang bergerak dalam bidang industri otomotif perakitan kendaraan bermotor jenis niaga. Salah satu produk yang dihasilkan oleh perusahaan ini adalah *Truck Diesel* (TD). TD atau yang biasa dikenal dengan COLT DIESEL mulai diproduksi oleh PT KRM sejak Tahun 1975. Namun pada saat pertama kali dikeluarkan tidak disebut sebagai TD, melainkan T-200/210. Seiring berjalannya waktu model T-200/210 mengalami perbaikan dan peningkatan baik dalam bentuk model maupun mesin yang digunakan. Begitu pula TD juga menjadi lebih dikenal dengan sebutan "Kepala Kuning". Di Jepang, model TD memiliki nama "Canter".

TD terdiri dari delapan varian, antara lain yaitu TQ, TR, TS, TU, TV, TW, TX, dan TZ. *Truck Diesel* merupakan model produk yang memiliki tingkat permintaan paling tinggi dibandingkan dengan model produk lainnya dan merupakan salah satu produk yang selalu diproduksi setiap harinya. Terdapat 3 (tiga)

aktivitas dalam proses produksi yakni *welding* (pengelasan), *painting* (pengecatan), dan *trimming* (pengeprisan).

Perusahaan akan melakukan pengendalian kualitas dengan mengadakan pemeriksaan pada setiap proses sebelum ditransfer menuju ke proses selanjutnya, kemudian melalui proses pemeriksaan akhir (*final inspection*) hingga terciptanya suatu keluaran produk jadi (*finished goods*). Pada PT KRM jenis cacat sendiri biasanya dapat diperbaiki kembali (*repair*), namun tentunya perusahaan akan dihadapkan dengan biaya material yang digunakan untuk memperbaiki *defect* (*consumable material repair*) dan biaya-biaya tambahan lainnya yang timbul akibat *defect* tersebut. Dengan demikian menghasilkan produk berkualitas baik yang bebas dari kerusakan berarti terhindar dari pemborosan dan *inefficiency* sehingga biaya produksi juga pasti akan menjadi rendah.

Sehubungan dengan ketiga proses produksi yang telah disebutkan di atas, terdapat satu proses yang kelihatannya sederhana dan dianggap tidak terlalu penting tetapi pada kenyataannya memegang peranan dalam usaha meningkatkan hasil penjualan serta memenuhi pemuasan permintaan dari pelanggan atau konsumen terhadap kualitas produk akhir. Proses tersebut yaitu *painting* atau pengecatan. Pengecatan kendaraan di dunia otomotif terus mengalami perubahan seiring dengan perkembangan zaman. Jika awalnya proses pengaplikasian cat masih sepenuhnya dilakukan oleh tenaga manusia, saat ini sudah mengalami perkembangan di mana proses tersebut turut dibantu oleh otomatisasi dengan menggunakan robot mesin. Akan tetapi pada kenyataannya, otomatisasi yang diterapkan dalam melaksanakan kegiatan produksi di PT KRM khususnya pada proses pengecatan tidak sepenuhnya meningkatkan efektivitas dan efisiensi.

Hal ini justru dapat berdampak pada pemborosan akibat peningkatan jumlah produk *defect* yang mungkin dihasilkan, karena pada hakikatnya pasti ada aspek pekerjaan yang tidak dapat digantikan oleh mesin secara maksimal. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa pengecatan sendiri merupakan bagian dari keunikan kendaraan; untuk menambah estetika dan juga melindungi material atau bahan dasar eksterior agar tidak rusak (mengalami karat).

Kualitas suatu produk tidak dapat dikatakan selalu baik dan tidak sesuai spesifikasi karena hal tersebut bergantung pada proses produksi yang sedang berjalan. Pengendalian produksi merupakan suatu hal yang penting karena kondisi pada saat proses produksi akan berpengaruh terhadap hasil akhir produk. Dengan kebutuhan tersebut, menjadi penting bagi perusahaan PT KRM untuk mengadakan evaluasi dan perbaikan kualitas proses produksi *painting* dalam usaha mencapai tingkat produksi yang diharapkan.

### Metodologi Penelitian

Penelitian dimulai dengan merumuskan masalah yang terjadi di perusahaan dan menetapkan tujuan penelitian. Dilakukan studi literatur dan studi lapangan untuk mendukung penelitian. Penulis mengumpulkan data yang akan diolah menggunakan metode DMAIC. Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan fokus pada pengukuran data untuk menentukan apakah proses produksi sudah mampu atau belum. Data primer diperoleh melalui wawancara, pengamatan, dan kontrol kualitas pada hasil produksi *painting cabin* truk Mitsubishi *Canter* di PT Krama Yudha Ratu Motor dari bulan Oktober hingga Desember 2022.

Metode DMAIC terdiri dari 5 tahap, yaitu pendefinisian, pengukuran, analisis, perbaikan, dan pengendalian. Tahap pertama adalah pendefinisian, di mana masalah diidentifikasi pada proses produksi, terutama pada bagian *painting*. Tahap kedua adalah pengukuran, di mana dibuat diagram pareto untuk mengidentifikasi kecacatan yang dominan dan peta kontrol p untuk mengontrol proses secara statistik. Jika ada data yang melampaui batas kontrol, data tersebut harus diolah; jika tidak, dapat dilakukan perhitungan kapabilitas proses dan nilai DPMO (*Defect per Million Opportunities*).

Metode analisis kapabilitas proses yang digunakan dalam penelitian ini juga telah digunakan sebelumnya oleh peneliti lain dengan objek berbeda, seperti pengemasan tepung terigu dan produksi benang *combed*. Analisis kapabilitas proses juga digunakan dalam penelitian ini dengan objek komponen kaliper Y9T pada produksi komponen rem, menggunakan peta kendali X-R dan histogram. Data yang akan dianalisis harus memenuhi asumsi normalitas, sehingga dilakukan

pengujian dengan *normality plot* pada data peta kendali.

Tahap ketiga adalah analisis, di mana penyebab masalah ditemukan dengan menggunakan diagram *fishbone* untuk menganalisis penyebab-penyebab yang menyebabkan proses tidak sesuai spesifikasi. Tahap keempat adalah perbaikan, di mana usulan perbaikan diajukan setelah melakukan diskusi dan penilaian menggunakan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) kepada pihak terkait. Metode FMEA dengan pendekatan logika *fuzzy* digunakan untuk menentukan prioritas proses perbaikan.

Tahap penyusunan diagram *fishbone* didasarkan pada temuan selama observasi lapangan dan wawancara dengan pembimbing lapangan. Hasil wawancara juga digunakan sebagai dasar untuk menyusun kuesioner FMEA, yang digunakan untuk menentukan mode kegagalan yang harus diprioritaskan berdasarkan nilai *risk priority number* (RPN) tinggi. Tahap terakhir adalah pengendalian, di mana hasil perbaikan atau peningkatan kualitas didokumentasikan sebagai pedoman standar kerja untuk mencegah masalah yang sama terulang. Rekomendasi untuk mengatasi mode kegagalan dengan RPN tinggi diberikan, diikuti dengan kesimpulan dan saran.

### Hasil dan Pembahasan

#### Tingkat Kecacatan Dominan

Dalam proses *painting*, terdapat 12 jenis kecacatan produk *cabin* truk Mitsubishi *Canter* yang sering muncul dan dapat dikategorikan. Jenis-jenis kecacatan tersebut meliputi *dirty* (kotor), *thin* (tipis), *flex*, *sagging*, *popping*, *cratering*, *dust spray*, *dirt sealing*, *sealing crack*, *sealing exist hole*, *ex-sanding*, dan *ex-repair*. Selama tiga bulan terakhir Tahun 2022 (Oktober-Desember), PT Krama Yudha Ratu Motor mencatat jumlah kecacatan *painting* produk *cabin* truk Mitsubishi *Canter* seperti yang tertera pada tabel data berikut ini.

**Tabel 1.** Data jumlah kecacatan *painting cabin* truk Mitsubishi *Canter*

No.	Jenis Kecacatan	Jumlah (Unit)
1.	<i>Dirty</i> (Kotor)	6
2.	<i>Thin</i> (Tipis)	66
3.	<i>Flex</i>	37
4.	<i>Sagging</i>	77
5.	<i>Popping</i>	49
6.	<i>Cratering</i>	32
7.	<i>Dust Spray</i>	22

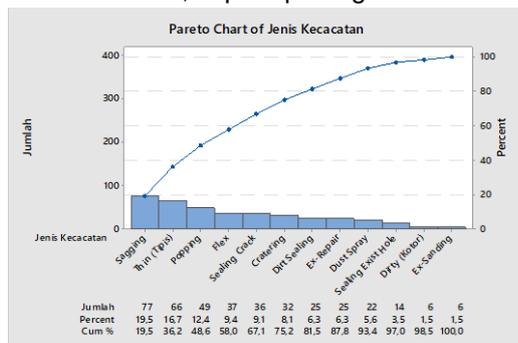
No.	Jenis Kecacatan	Jumlah (Unit)
8.	<i>Dirt Sealing</i>	25
9.	<i>Sealing Crack</i>	36
10.	<i>Sealing Exist Hole</i>	14
11.	<i>Ex-Sanding</i>	6
12.	<i>Ex-Repair</i>	25
<b>Total Kecacatan</b>		395
<b>Total Produksi</b>		8721

Berdasarkan tabel di atas, kemudian diukur karakteristiknya serta kapabilitas dari proses pada saat ini untuk menentukan langkah apa yang harus diambil untuk melakukan perbaikan dan peningkatan selanjutnya. Pengukuran ini meliputi pengolahan data pada diagram pareto, peta kontrol p, dan DPMO (*Defect Per Million Opportunities*). Berikut ini merupakan tabel yang menyajikan pengolahan data untuk diagram pareto.

**Tabel 2.** Pengolahan data diagram pareto

No.	Jenis Kecacatan	Frekuensi (Unit)	Total Kumulatif	Persentase Kecacatan (%)	Persentase Kumulatif (%)
1.	<i>Dirty (Kotor)</i>	6	6	1,519	1,519
2.	<i>Thin (Tipis)</i>	66	72	16,709	18,228
3.	<i>Flex</i>	37	109	9,367	27,595
4.	<i>Sagging</i>	77	186	19,494	47,089
5.	<i>Popping</i>	49	235	12,405	59,494
6.	<i>Cratering</i>	32	267	8,101	67,595
7.	<i>Dust Spray</i>	22	289	5,570	73,165
8.	<i>Dirt Sealing</i>	25	314	6,329	79,494
9.	<i>Sealing Crack</i>	36	350	9,114	88,608
10.	<i>Sealing Exist Hole</i>	14	364	3,544	92,152
11.	<i>Ex-Sanding</i>	6	370	1,519	93,671
12.	<i>Ex-Repair</i>	25	395	6,329	100,000
<b>Total Kecacatan</b>		395			

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada tabel di atas dapat dibentuk diagram pareto dengan menggunakan bantuan *software* Minitab, seperti pada gambar berikut.



**Gambar 1.** Diagram pareto kecacatan *painting* *cabin* truk Mitsubishi Canter

Berdasarkan diagram pareto yang tertera pada Gambar 1, terlihat bahwa jenis cacat *sagging* adalah yang memiliki jumlah kecacatan tertinggi, yakni mencapai 77 unit, dengan persentase sebesar 19,5%. Kecacatan ini terutama terjadi pada proses *Top Coat* pada *cabin* truk Mitsubishi Canter akibat penyemprotan yang terlalu pelan dan jarak semprotan terlalu pendek, keluarnya cat terlalu banyak, penyemprotan langsung dilakukan tebal tidak bertahap, *viscosity* pada waktu penyemprotan terlalu rendah, tekanan angin

terlalu rendah, dan penambahan *thinner* yang tidak tepat. Dampak dari kecacatan tersebut adalah terlalu banyaknya cat yang menempel pada permukaan *cabin*. Kecacatan lain seperti *dirty* (kotor), *thin* (tipis), *flex*, *popping*, *cratering*, *dust spray*, *dirt sealing*, *sealing crack*, *sealing exist hole*, *ex-sanding*, dan *ex-repair* mungkin terjadi akibat kurang sempurnanya beberapa alur proses atau bagian produksi *painting* *cabin* truk Mitsubishi Canter. Sumber ketidaksempurnaan tersebut bisa disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk faktor manusia, material, mesin, dan faktor lainnya.

### Peta Kontrol p

Peta kontrol proporsi (p) digunakan untuk mengukur persentase ketidaksesuaian dari unit cacat *painting* yang sedang diinspeksi pada produk *cabin* truk Mitsubishi Canter. Dipilihnya proporsi kecacatan jenis *sagging* dikarenakan jenis cacat tersebut memiliki frekuensi kecacatan yang paling tinggi atau yang paling dominan terjadi, dengan jumlah 77 unit selama tiga bulan terakhir di Tahun 2022 pada bagian produksi *painting*. Tabel berikut menunjukkan data persentase kecacatan *sagging* pada produk *cabin* truk Mitsubishi Canter.

**Tabel 3.** Proporsi cacat *sagging* pada *cabin* truk Mitsubishi Canter

Minggu Ke-		Produksi Aktual (Unit)	Jumlah Cacat (Unit)	Proporsi Kecacatan
Oktober	1	479	7	0,015
	2	363	4	0,011
	3	713	3	0,004
	4	1253	12	0,010
November	1	192	1	0,005
	2	534	4	0,007
	3	668	7	0,010
	4	1471	9	0,006
Desember	1	385	3	0,008
	2	905	10	0,011
	3	1423	13	0,009
	4	335	4	0,012
<b>Total</b>		<b>8721</b>	<b>77</b>	<b>0,109</b>

Setelah melakukan perhitungan proporsi kecacatan *sagging*, tahap berikutnya adalah menghitung batas kontrol yang terdiri dari UCL (*Upper Control Line*) dan LCL (*Lower Control Line*). Batas kontrol tersebut digunakan sebagai acuan pada peta kontrol proporsi (p) yang akan dibuat (Ariani, 2003). Contoh perhitungan batas kontrol pada minggu pertama pengamatan, yaitu pada bulan Oktober dapat dilihat di bawah ini.

$n_i$  = Produksi aktual minggu pertama = 479 unit  
 $CL = \bar{p}$  Pers. 1

$$= \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Produksi Aktual}}$$

$$= \frac{77}{8721} = 0,009$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p} \times (1 - \bar{p})}{n_i}} \quad \text{Pers. 2}$$

$$= 0,009 + 3 \sqrt{\frac{0,009 \times (1 - 0,009)}{479}}$$

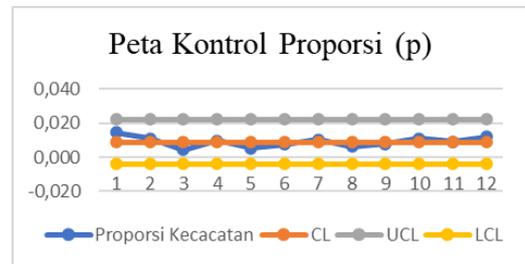
$$= 0,022$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p} \times (1 - \bar{p})}{n_i}} \quad \text{Pers. 3}$$

$$= 0,009 - 3 \sqrt{\frac{0,009 \times (1 - 0,009)}{479}}$$

$$= -0,004$$

Berdasarkan hasil perhitungan batas kontrol atas UCL (*Upper Control Line*) dan batas kontrol bawah LCL (*Lower Control Line*), maka selanjutnya dapat dibentuk peta kontrol proporsi (p). Berikut ini adalah peta kontrol proporsi (p) yang ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Peta kontrol proporsi (p) kecacatan *sagging painting cabin* truk Mitsubishi Canter

Berdasarkan diagram di atas, dapat disimpulkan bahwa proporsi kecacatan *sagging* pada produk *painting cabin* truk Mitsubishi Canter masih dalam batas kontrol. Hal tersebut mengindikasikan bahwa semua data masih dalam keadaan terkendali. Ketika sebuah proses berada dalam kendali statistik, artinya variasi yang terjadi dalam proses tersebut hanya disebabkan oleh faktor-faktor yang biasa terjadi dan bukan oleh faktor-faktor khusus yang tidak terduga. Faktor-faktor biasa tersebut dapat berupa faktor manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan yang berdampak pada kualitas produk.

### DPMO (*Defect Per Million Opportunities*)

DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) adalah sebuah nilai yang merepresentasikan jumlah cacat yang dapat terjadi pada satu juta kesempatan atau peluang yang terjadi dalam suatu proses produksi. Dengan melakukan perhitungan DPMO, kita dapat mengetahui tingkat peluang terjadinya cacat pada suatu proses produksi. Selain itu, perhitungan DPMO juga dapat digunakan untuk mengetahui tingkat sigma dari suatu proses produksi pada bagian

produksi *painting* truk Mitsubishi *Canter* yang dihasilkan oleh PT Krama Yudha Ratu Motor. Berikut ini adalah contoh perhitungan DPMO untuk bagian produksi *painting* truk Mitsubishi *Canter*.

Jumlah unit produksi (U) = 8.721 unit  
 Jumlah cacat (D) = 395 cacat  
 Peluang (O) = 5

TOP atau *Total Opportunities* merupakan total peluang terjadinya cacat di dalam unit. Total peluang ini didapatkan dari hasil perkalian antara jumlah unit produksi (U) dengan peluang kejadian terukur (O) yang mungkin tidak memenuhi spesifikasi batas dari karakteristik kunci kualitas CTQ (*Critical to Quality*) yang diinginkan oleh pelanggan pada hasil produksi. Pada kasus produksi *painting cabin* truk Mitsubishi *Canter*, terdapat 5 faktor yang dapat berkontribusi terhadap ketidakmemenuhi spesifikasi batas karakteristik kunci kualitas CTQ, yaitu operator, material, mesin, metode, dan proses *repair defect*. Dalam hal ini, nilai peluang (O) adalah 5. Berikut ini adalah perhitungan untuk mendapatkan nilai total peluang (TOP).

$$\begin{aligned} \text{TOP} &= U \times O && \text{Pers. 4} \\ &= 8.721 \times 5 \\ &= 43.605 \text{ unit} \end{aligned}$$

Kemudian langkah berikutnya adalah menghitung cacat per unit (DPU). Hasil perhitungan cacat per unit didapatkan dari hasil perhitungan pembagian antara jumlah cacat (D) dengan jumlah unit produksi (U). Berikut ini adalah perhitungan dari cacat *painting* per unit pada produk *cabin* truk Mitsubishi *Canter*.

$$\begin{aligned} \text{DPU} &= \frac{D}{U} && \text{Pers. 5} \\ &= \frac{395 \text{ cacat}}{8.721 \text{ unit}} \\ &= 0,04529297 \text{ cacat per unit} \end{aligned}$$

Langkah berikutnya adalah menghitung cacat per total kesempatan (DPO) yang merupakan peluang terjadinya kecacatan produk. Berikut ini adalah perhitungan dari cacat per total kesempatan.

$$\begin{aligned} \text{DPO} &= \frac{D}{\text{TOP}} && \text{Pers. 6} \\ &= \frac{395 \text{ cacat}}{43.605 \text{ unit}} \\ &= 0,00905859 \text{ cacat per total kesempatan} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan DPO di atas, maka dapat ditentukan nilai DPMO yang menunjukkan banyaknya cacat yang terjadi jika terdapat satu juta peluang. Berikut ini adalah perhitungan dari DPMO (*Defect Per Million Opportunities*).

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \text{DPO} \times 10^6 && \text{Pers. 7} \\ &= 0,00905859 \times 10^6 \\ &= 9058,59 \text{ Unit} \\ &\approx 9059 \text{ Unit} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan sebelumnya, nilai DPMO pada proses produksi *painting cabin* truk Mitsubishi *Canter* adalah sebesar 9058,59 atau 9059 unit cacat per satu juta produksi. Hal ini merupakan suatu kerugian karena dapat berdampak pada pemborosan biaya produksi yang harus dikeluarkan oleh PT Krama Yudha Ratu Motor. Selanjutnya, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai kapabilitas sigma. Untuk mengonversi nilai DPMO menjadi nilai sigma, digunakan tabel konversi yang menunjukkan bahwa nilai sigma berkisar antara 3,87 dengan DPMO 8894 dan 3,86 dengan DPMO 9137. Dalam hal ini, dilakukan interpolasi untuk menentukan nilai sigma yang sesuai dengan DPMO 9058,59. Berikut adalah perhitungan interpolasi untuk mendapatkan nilai kapabilitas sigma.

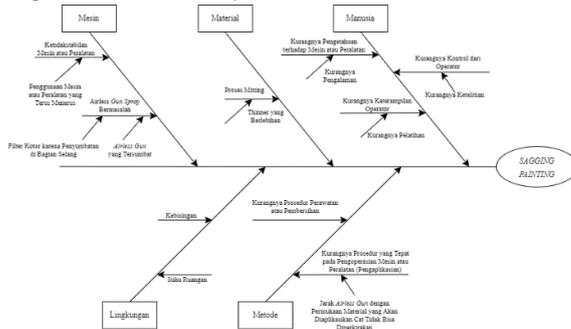
$$\begin{aligned} &\text{Kapabilitas Sigma} \\ &\text{Sigma} \quad \text{Batas} \quad \text{Bawah} \quad + \\ &\frac{\text{DPMO} - \text{DPMO Batas Bawah}}{\text{DPMO Batas Atas} - \text{DPMO Batas Bawah}} \times (\text{Sigma Batas Atas} - \text{Sigma Batas Bawah}) && \text{Pers. 8} \\ &= 3,86 + \frac{9058,59 - 8894}{9137 - 8894} \times (3,87 - 3,86) \\ &= 3,86 + \frac{164,59}{243} \times (0,01) \\ &= 3,867 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan interpolasi tersebut didapatkan kapabilitas sigma sebesar 3,867. Nilai tersebut memiliki arti bahwa PT Krama Yudha Ratu Motor masih melakukan kegiatan produksi *painting* yang cukup baik. Hal ini dapat dilihat dari cacat produksi yang dihasilkan masih berada di dalam batas kontrol, namun perusahaan tetap harus selalu memperbaiki kesalahan-kesalahan yang ada atau mungkin terjadi guna mengurangi kuantitas dari produk cacat.

### Penyebab Kecacatan Dominan

Pada tahap analisis, dilakukan penelitian untuk mencari dan menemukan sumber masalah. Salah satu alat analisis yang dapat digunakan adalah diagram sebab-akibat atau dikenal juga dengan *fishbone diagram* (Ishikawa Diagram). Diagram ini membantu dalam mengidentifikasi faktor penyebab dan karakteristik kualitas yang merupakan akibat dari faktor penyebab tersebut (Gasperz, 2002). Diagram sebab-akibat digunakan untuk mengetahui penyebab dari masalah yang

terjadi sehingga dapat diambil tindakan perbaikan. Dalam produksi *painting cabin* truk Mitsubishi *Canter*, cacat *sagging* menjadi prioritas utama dalam perbaikan kualitas karena jenis cacat ini sering terjadi pada produk *cabin* truk Mitsubishi *Canter* dalam tiga bulan terakhir Tahun 2022 (Oktober-Desember). Diagram sebab-akibat digunakan untuk mengetahui akar permasalahan. Gambar 3. menunjukkan diagram sebab-akibat yang digunakan untuk tujuan ini.



**Gambar 3.** Diagram sebab akibat kecacatan *painting (sagging) cabin* truk Mitsubishi *Canter*

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa cacat *sagging* pada produk *cabin* truk Mitsubishi *Canter* disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu manusia, material, mesin, metode, dan lingkungan. Untuk mengetahui faktor dan akar permasalahannya, wawancara dapat dilakukan kepada kepala bagian *Quality Control* proses produksi *painting*, kepala regu *Quality Control* proses produksi *painting*, dan operator-operator di bagian produksi *painting*.

Faktor manusia adalah faktor yang sangat penting dalam proses produksi *painting*. Kurangnya pengetahuan dan keterampilan operator, kurangnya pelatihan, dan kurangnya kontrol dari operator dapat menyebabkan kecacatan seperti tebalnya penyemprotan yang tidak bertahap, tekanan angin yang terlalu rendah, dan cat yang kering atau terlalu banyak keluar. Mesin atau peralatan *painting* yang rumit juga dapat menjadi faktor penyebab kecacatan jika salah satu bagian mengalami kerusakan.

Faktor material juga dapat mempengaruhi kecacatan *painting sagging*, terutama pada proses *mixing*. Penambahan *thinner* yang tidak

tepat dapat menyebabkan kecacatan, begitu pula dengan pemilihan kualitas *thinner* yang tidak sesuai dengan perbandingan antara cat dan *thinner* yang direkomendasikan. Kualitas cat dan *thinner* dapat diklasifikasikan berdasarkan harga dan merek yang telah ditentukan produsen.

Faktor mesin juga dapat menjadi penyebab kecacatan, seperti *airless gun spray* yang bermasalah akibat filter yang kotor atau belum diganti dengan yang baru, penyumbatan *airless gun*, dan ketidakstabilan mesin akibat penggunaan yang terus-menerus.

Faktor metode juga penting dalam proses produksi *painting*, seperti penggunaan teknik penyemprotan yang tidak sesuai atau pengaplikasian cat pada suhu atau kondisi lingkungan yang tidak tepat.

Terakhir, faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan debu juga dapat mempengaruhi hasil akhir *painting* dan menyebabkan kecacatan. Oleh karena itu, pengendalian lingkungan yang baik juga harus dilakukan untuk mengurangi risiko kecacatan.

### Usulan Perbaikan

*Improve* adalah langkah yang diperlukan untuk merencanakan dan mengusulkan perbaikan. Ada beberapa cara untuk melakukan perencanaan dan usulan perbaikan, salah satunya adalah menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dengan pendekatan logika *fuzzy*. Metode *Fuzzy FMEA* ini kemudian dapat digunakan untuk menentukan prioritas rencana perbaikan (Yeh & Hsieh, 2007; Marimin dkk., 2013; Nasution dkk., 2014).

FMEA adalah proses perbaikan yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi tingkat kegagalan potensial yang terjadi pada produk atau proses produksi, termasuk pada proses produksi pengecatan dan pembuatan kabin truk Mitsubishi *Canter*. Penilaian FMEA dilakukan dengan melakukan diskusi dan pembagian kuesioner kepada pihak terkait. Tabel 4 menyajikan hasil data dari FMEA konvensional.

**Tabel 4.** FMEA konvensional

Modus Kegagalan Potensial	Efek Kegagalan Potensial	Penyebab Potensial	Nilai			RPN
			S (Severity)	O (Occurrence)	D (Detection)	
Penyemprotan langsung dilakukan	Proses pengecatan ( <i>painting</i> )	Kurangnya keterampilan operator	6	5	6	180

Modus Kegagalan Potensial	Efek Kegagalan Potensial	Penyebab Potensial	Nilai			RPN
			S (Severity)	O (Occurrence)	D (Detection)	
tebal tidak bertahap	menjadi tidak sempurna, sehingga terdapat permukaan material yang memiliki warna terlalu tebal atau terlalu tipis (warna tidak <i>solid</i> )	disebabkan karena kurangnya pelatihan terhadap operator dalam pengoperasian mesin atau peralatan <i>painting</i>				
<i>Setting</i> jarak antara permukaan material yang akan diaplikasikan cat dan mesin atau peralatan <i>painting</i> tidak sesuai	Penyemprotan yang terlalu pelan dengan jarak semprotan terlalu pendek dan keluar cat terlalu banyak	Standar penyemprotan belum pasti dan mengacu pada pengalaman operator atau instruksi pengawas proses produksi <i>painting</i>	7	7	6	294
Tekanan angin terlalu rendah	Proses pengecatan ( <i>painting</i> ) menjadi tidak sempurna, karena tidak semua cat (hanya sekitar 60% saja) yang akan menempel pada permukaan material, sedangkan sisanya akan terbang di udara	Kurangnya prosedur yang tepat dalam sistem pengoperasian mesin atau peralatan <i>painting</i>	4	4	5	80
<i>Viscosity</i> pada waktu penyemprotan terlalu rendah	Proses pengecatan ( <i>painting</i> ) menjadi tidak sempurna, sehingga pada permukaan material yang akan diaplikasikan cat akan menetes atau melorot	Kurangnya perawatan dan pengecekan secara berkala	6	4	5	120
Penambahan <i>thinner</i> yang tidak tepat	Proses penguapan dan pembentukan lapisan cat yang terjadi setelah proses pengecatan menjadi tidak maksimal	Kurangnya ketelitian operator pada saat proses <i>mixing</i> material	2	3	5	30

Tabel 4 di atas dapat dilihat bahwa RPN (*Risk Priority Number*) memiliki nilai yang berbeda-beda. RPN itu sendiri digunakan sebagai penerjemah sekumpulan dari efek dengan tingkat keparahan (*severity*) yang serius, sehingga dapat menciptakan suatu kegagalan yang berkaitan dengan efek tersebut (*occurrence*), dan mempunyai kemampuan untuk mendeteksi kegagalan-kegagalan (*detection*). Nilai S, O, dan D didapat dari diskusi dan penilaian yang dibuat melalui kuesioner yang dibagikan kepada pihak-pihak terkait (Chrysler, 2008; Rusmiati, 2012).

RPN yang memiliki nilai tertinggi yaitu sebesar 294 dengan modus kegagalan potensial mengenai *setting* jarak antara permukaan material yang akan diaplikasikan cat dan mesin atau peralatan *painting* tidak sesuai. Nilai RPN tertinggi memiliki *severity* sebesar 7, *occurrence* sebesar 7, dan *detection* sebesar 6. Kemudian proses selanjutnya adalah melakukan pengolahan *fuzzy* FMEA dengan pendekatan logika *fuzzy*. Proses fuzzifikasi dilakukan dengan menggunakan MATLAB 7.11. Berikut ini merupakan tabel yang menyajikan data perbandingan FMEA konvensional dengan *Fuzzy* FMEA.

**Tabel 5.** Perbandingan FMEA konvensional dengan *fuzzy* FMEA

Modus Kegagalan Potensial	Efek Kegagalan Potensial	Penyebab Potensial	Nilai			RPN	FRPN	Peringkat	Kategori
			S	O	D				
Penyemprotan langsung dilakukan tebal tidak bertahap	Proses pengecatan ( <i>painting</i> ) menjadi tidak sempurna, sehingga terdapat permukaan material yang memiliki warna terlalu tebal atau terlalu tipis (warna tidak <i>solid</i> )	Kurangnya keterampilan operator disebabkan karena kurangnya pelatihan terhadap operator dalam pengoperasian mesin atau peralatan <i>painting</i>	6	5	6	180	401	2	Sedang-Tinggi
<i>Setting</i> jarak antara permukaan material yang akan diaplikasikan cat dan mesin atau peralatan <i>painting</i> tidak sesuai	Penyemprotan yang terlalu pelan dengan jarak semprotan terlalu pendek dan keluar cat terlalu banyak	Standar penyemprotan belum pasti dan mengacu pada pengalaman operator atau instruksi pengawas proses produksi <i>painting</i>	7	7	6	294	479	1	Tinggi
Tekanan angin terlalu rendah	Proses pengecatan ( <i>painting</i> ) menjadi tidak sempurna, karena tidak semua cat (hanya sekitar 60% saja) yang akan menempel pada permukaan material, sedangkan sisanya akan terbang di udara	Kurangnya prosedur yang tepat dalam sistem pengoperasian mesin atau peralatan <i>painting</i>	4	4	5	80	263	3	Sedang

Modus Kegagalan Potensial	Efek Kegagalan Potensial	Penyebab Potensial	Nilai			RPN	FRPN	Peringkat	Kategori
			S	O	D				
Viscosity pada waktu penyemprotan terlalu rendah	Proses pengecatan ( <i>painting</i> ) menjadi tidak sempurna, sehingga pada permukaan material yang akan diaplikasikan cat akan menetes atau melorot	Kurangnya perawatan dan pengecekan secara berkala	6	4	5	120	401	2	Sedang-Tinggi
Penambahan <i>thinner</i> yang tidak tepat	Proses penguapan dan pembentukan lapisan cat yang terjadi setelah proses pengecatan menjadi tidak maksimal	Kurangnya ketelitian operator pada saat proses <i>mixing</i> material	2	3	5	30	116	4	Rendah

Dapat dilihat dari Tabel 5 di atas bahwa terdapat variasi nilai RPN (*Risk Priority Number*) yang berbeda-beda. RPN dengan nilai tertinggi dapat dijadikan sebagai prioritas utama dalam menangani masalah. RPN sendiri merupakan hasil penggabungan antara tingkat keparahan (*severity*) suatu efek, kemungkinan terjadinya efek tersebut (*occurrence*), dan kemampuan untuk mendeteksi efek tersebut (*detection*).

RPN yang memiliki nilai tertinggi yaitu sebesar 294, dan memiliki potensi kegagalan terkait dengan *setting* jarak antara permukaan material yang akan diaplikasikan cat dan mesin atau peralatan *painting* yang tidak sesuai. Sementara itu, FRPN tertinggi di urutan pertama sebesar 479, dan memiliki potensi kegagalan yang sama dengan RPN tertinggi, yaitu terkait dengan *setting* jarak antara permukaan material yang akan diaplikasikan cat dan mesin atau peralatan *painting* yang tidak sesuai, dengan kategori tinggi.

Untuk mengatasi masalah ini, disarankan untuk membuat standar kerja dalam penyetelan jarak penyemprotan berdasarkan ketebalan atau ketipisan cat yang diinginkan. Selain itu, pelatihan bagi operator mesin atau peralatan *painting* juga bisa dilakukan untuk memperhatikan teknik penyemprotan yang benar.

Terdapat perbedaan nilai antara RPN dan FRPN yang terlihat pada tabel tersebut. Hal ini

disebabkan karena RPN hanya mengalikan nilai S, O, dan D tanpa memperhitungkan tingkat kepentingan dari setiap faktor yang ada. Sedangkan nilai FRPN didapatkan melalui proses fuzzifikasi dengan aturan yang memperhatikan derajat kepentingan setiap faktor. Pada proses fuzzifikasi, aturan-aturan tersebut lebih mengutamakan penanganan masalah pada penyebab cacat yang terjadi.

*Control* atau tahap pengendalian merupakan tahapan terakhir dari metode DMAIC. Tahap pengendalian yaitu pengendalian dan pengawasan terhadap rencana perbaikan yang direkomendasikan atau diusulkan untuk direalisasikan di perusahaan dengan harapan dapat mengurangi penyebab kesalahan yang dapat menimbulkan kecacatan produk. Pengendalian ini sepenuhnya adalah wewenang dari perusahaan untuk merealisasikan rekomendasi penanggulangan atau rencana perbaikan.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa kesimpulan dapat ditarik. Pertama, melalui observasi langsung dan analisis data, kualitas proses produksi *painting* pada *Cabin Truk Mitsubishi Canter* PT Krama Yudha Ratu Motor selama tiga bulan terakhir (Oktober-Desember 2022) tergolong sangat baik. Hanya terdapat

395 unit produk cacat, yang menyumbang sebesar 4,529% dari total produksi 8,721 unit.

Kedua, selain cacat *sagging*, terdapat juga modus kegagalan lain yang sering terjadi pada proses produksi *painting Cabin* Truk Mitsubishi *Canter*. Misalnya, cacat *thin* atau tipis pada pengecatan dapat disebabkan oleh ketebalan cat yang tidak memadai, kurangnya persiapan permukaan, dan kondisi lingkungan yang tidak mendukung. Cacat *popping* juga terjadi akibat ketebalan cat yang tidak memadai, pengenceran yang tidak tepat, kelembaban yang terlalu tinggi, atau debu yang masih menempel sebelum pengecatan. Cacat *flex*, yang dapat menyebabkan retak dan pecahnya lapisan cat, bisa terjadi akibat ketidakcocokan antara bahan dasar cat dan kendaraan atau aplikasi cat yang tidak merata.

Ketiga, cacat *sagging* merupakan jenis kecacatan yang paling dominan dalam proses produksi *painting cabin* truk Mitsubishi *Canter* selama tiga bulan terakhir. Cacat ini terjadi pada 77 unit atau sebesar 19,494% dari total kecacatan 395 unit. Faktor manusia, seperti kurangnya pengetahuan dan keterampilan operator, merupakan penyebab utama kecacatan *sagging*. Faktor material, mesin, metode, dan lingkungan juga berkontribusi terhadap kecacatan tersebut.

Terakhir, untuk meningkatkan kualitas produk, pendekatan DMAIC dengan metode *Fuzzy FMEA* direkomendasikan. Fokus perbaikan akan difokuskan pada *setting* jarak antara permukaan material dan mesin atau peralatan *painting* yang tidak sesuai. Usulan perbaikan termasuk pembuatan standar kerja untuk penyetelan jarak penyemprotan berdasarkan ketebalan cat yang diinginkan, pelatihan operator dalam pengoperasian mesin atau peralatan *painting*, perawatan mesin yang lebih baik, peningkatan koordinasi antar pekerja, dan pengawasan rutin.

Dengan mengimplementasikan usulan-usulan perbaikan tersebut, diharapkan perusahaan dapat meningkatkan kualitas produk dan mengurangi kecacatan dalam proses produksi *painting Cabin* Truk Mitsubishi *Canter*.

### Saran

Berikut ini ada beberapa saran rencana perbaikan yang direkomendasikan untuk mencegah permasalahan yang sama datang

kembali berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.

- a. Melakukan pelatihan operator mengenai pengetahuan terhadap mesin atau peralatan *painting*, pengoperasian mesin atau peralatan *painting*, dan kontrol dari operator pada saat proses produksi di seluruh bagian terutama pada bagian *painting* berlangsung. Pelatihan ini harus benar-benar dipahami oleh operator untuk mengurangi penyebab kesalahan yang mengakibatkan produk cacat. Operator juga sebaiknya mengikuti dan menerapkan SOP yang telah ada serta berlaku di perusahaan.
- b. Melakukan perawatan mesin dan peralatan *painting* secara khusus atau membuat urutan perawatan komponen, mengadakan pergantian *part* jika komponen atau *part* sudah rusak. Perawatan mesin dan peralatan *painting* secara khusus sebaiknya dilakukan minimal 2 minggu sekali, sehingga dapat mengurangi penyebab kesalahan yang dapat menyebabkan kecacatan produk yang dihasilkan.
- c. Inspeksi *instruction sheet* secara teliti sebelum mulai melaksanakan proses produksi *painting*, membuat standar kerja untuk penyetelan jarak penyemprotan berdasarkan ketebalan cat yang akan diaplikasikan, meningkatkan koordinasi antar pekerja, melakukan pengawasan secara rutin dan acak untuk melihat kinerja operator, serta memberikan pengarahan yang jelas ketika terjadi kesalahan.

### Daftar Pustaka

- Ariani, D. W. (2003). *Pengendalian Kualitas Statistik*. Andi Offset.
- Assauri, S. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi* (Edisi Revisi). Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Besterfield, D. H. (2006). *Total Quality Management*. Prentice Hall.
- Caesaron, D., & Simatupang, S. Y. P. (2015). Implementasi Pendekatan DMAIC untuk Perbaikan Proses Produksi Pipa PVC (Studi Kasus PT. Rusli Vinilon). *Jurnal Metris*, 16(2), 91-96.
- Chrysler LLC. (2008). Potential Failure Mode and Effects Analysis. *Ford Motor Company, General Motors Corporation*. Dalam Jurnal Rusmiati, E. (2012). Penerapan Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy FMEA) dalam Mengidentifikasi Kegagalan

- pada Proses Produksi di PT Daesol Indonesia. *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, 10(2), 1-21.
- Farchiyah, F. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas Spanduk dengan Metode Seven Quality Control Tools (7 QC) pada PT. Fim Printing. *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management*, 16(1), 36-47. <https://doi.org/10.33005/tekmapro.v16i1.187>
- Gaspersz, V. (2002). *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP*. Gramedia Pustaka Utama.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan* (1 ed.). Graha Ilmu.
- Marimin, Djatna, T., Suharjito, Hidayat, S., Utama, D. N., Astuti, R., & Martini, S. (2013). *Teknik dan Analisis Pengambilan Keputusan Fuzzy dalam Manajemen Rantai Pasok*. IPB Press.
- Nasution, S., Arkeman, Y., Soewardi, K., & Djatna, T. (2014). Identifikasi dan Evaluasi Risiko Menggunakan Fuzzy FMEA pada Rantai Pasok Agroindustri Udang. *Jurnal Riset Industri (Journal of Industrial Research)*, 8(2), 135-146.
- Nasution, S., & Sodikin, R. D. (2018). Perbaikan Kualitas Proses Produksi Karton Box dengan Menggunakan Metode DMAIC dan Fuzzy FMEA. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 20(2), 36-46. <https://doi.org/10.32734/jsti.v20i2.488>
- Puspitasari, N. B., & Martanto, A. (2014). Penggunaan FMEA dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus PT. Asaputex Jaya Tegal). *J@TI Undip: Jurnal Teknik Industri*, 9(2), 93-98. <https://doi.org/10.12777/jati.9.2.93-98>
- Rusmiati, E. (2012). Penerapan Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy FMEA) dalam Mengidentifikasi Kegagalan pada Proses Produksi di PT Daesol Indonesia. *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, 10(2), 1-21.
- Susetyo, J., Winarni, & Hartanto, C. (2011). Aplikasi Six Sigma DMAIC dan Kaizen sebagai Metode Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Produk. *Jurnal Teknologi*, 4(1), 78-87.
- Thakore, R., Dave, R., & Parsana, T. (2015). A Case Study: A Process FMEA Tool to Enhance Quality and Efficiency of Bearing Manufacturing Industry. *Scholars Journal of Engineering and Technology (SJET)*, 3(4B), 413-418.
- Yeh, R. H., & Hsieh, M. H. (2007). Fuzzy Assessment of FMEA for a Sewage Plant. *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, 24(6), 505-512. <https://doi.org/10.1080/10170660709509064>