

ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN PROSES *FULL BODY PAINTING* PESAWAT TERBANG MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*

Jofan Delfi Piliang¹, Nandar Cundara Abdurahman^{2*}, Trenggono Tri Widodo³

^{1,2,3}Universitas Ibnu Sina; Jalan Teuku Umar - Lubuk Baja, Batam, Kepulauan Riau

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Universitas Ibnu Sina, Batam

e-mail: ¹201026201105@uis.ac.id, ^{2*}nandar@uis.ac.id, ³trenggono@uis.ac.id

Abstrak

Potensi industri penerbangan di Indonesia sangat menjanjikan, didukung oleh kondisi geografis sebagai negara kepulauan terbesar di dunia. Industri ini tidak hanya sebagai sektor transportasi udara, tetapi juga mencakup pembuatan pesawat, MRO, dan pembuatan *drone*. Menurut Menteri Perindustrian. MRO adalah organisasi yang menyediakan perawatan pesawat terbang. Tugas utama MRO adalah memastikan pesawat terbang layak untuk beroperasi setelah menjalani perawatan. Dalam industri MRO, PT ABC adalah salah satu perusahaan yang berperan penting. Salah satu divisinya, *Aircraft Painting*, memiliki peran vital dalam menentukan kualitas akhir pesawat. Namun, divisi ini mengalami kesulitan dalam mencapai standar kualitas yang diinginkan, terutama dalam hal defect pada proses *full body painting*. Analisis terhadap defect pada proses *full body painting* dilakukan dengan menggunakan metode FMEA. Hasilnya menunjukkan bahwa faktor manusia, material, mesin, dan metode menjadi penyebab utama defect, dengan "Tidak Memahami Teknik" sebagai faktor terbesar. Usulan perbaikan dilakukan melalui pelatihan intensif bagi para *painter*. Setelah pelatihan, pengawasan selama 7 hari kerja menunjukkan penurunan signifikan dalam jumlah defect. Defect *sagging* mengalami penurunan sebanyak 82.14%, sedangkan defect lainnya berhasil dihilangkan sepenuhnya setelah pelatihan. Pelatihan ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dan kualitas kerja para *painter*, serta mengurangi risiko defect pada proses *full body painting* di masa mendatang.

Kata kunci: Defect, Failure Mode and Effect Analysis, Kualitas

Abstract

The potential for the aviation industry in Indonesia is very promising, supported by its geographical conditions as the largest archipelagic country in the world. This industry is not only the air transportation sector, but also includes aircraft manufacturing, MRO, and drone manufacturing. According to the Minister of Industry. MRO is an organization that provides aircraft maintenance. The MRO's main task is to ensure that aircraft are fit for operation after undergoing maintenance. In the MRO industry, PT ABC is one of the companies that plays an important role. One of its divisions, Aircraft Painting, has a vital role in determining the final quality of the aircraft. However, this division experienced difficulties in achieving the desired quality standards, especially in terms of defects in the full body painting process. Defects in the full-body painting process were analyzed using the FMEA method. The results show that human factors, materials, machines, and methods are the main causes of defects, with "Not Understanding Technique" as the biggest factor. Proposed improvements are carried out through intensive training for painters. After training, monitoring for 7 working days showed significantly reduced defects. Sagging defects decreased by 82.14%, while other defects were eliminated after training. It is hoped that this training can improve the painters' understanding and quality of work, as well as reduce the risk of defects in the full-body painting process in the future.

Keywords: Defect, Failure Mode and Effect Analysis, Quality.

1. PENDAHULUAN

Potensi industri penerbangan di Indonesia sangat baik dengan didukung kondisi geografis Indonesia yang merupakan negara kepulauan terbesar di dunia (kemenperin.go.id). Selain sebagai sektor transportasi udara, industri ini mencakup pembuatan pesawat, *Maintenance, Repair, and Overhaul* (MRO), serta pembuatan drone. Menurut Menteri Perindustrian Agus Gumiwang Kartasasmita, nilai industri MRO diproyeksikan mencapai 1,7 Miliar USD pada tahun 2022. MRO adalah organisasi yang menyediakan jasa perawatan dan perbaikan pesawat terbang (Institut Teknologi Dirgantara Adisujipto, 2022). Pendirian MRO diatur oleh berbagai regulasi, termasuk Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan dan *Civil Aviation Safety Regulation* (CASR) part 145 mengenai *Approved Maintenance Organization* (AMO) di Indonesia. Tugas dari MRO adalah untuk memastikan bahwa pesawat terbang layak untuk beroperasi setelah menjalani *maintenance*. Dalam hal mendukung kelayakan terbang sebuah pesawat, maka diperlukan kualitas dari sebuah MRO sebagai badan yang menyediakan perawatan pesawat terbang. Kualitas merupakan suatu ukuran untuk menilai bahwa barang atau jasa sudah mempunyai nilai guna sesuai dengan apa yang dikehendaki dengan kata lain suatu barang atau jasa dianggap telah memiliki kualitas apabila berfungsi atau mempunyai nilai guna seperti yang diinginkan. Menjaga kualitas merupakan hal yang sangat penting untuk keberlanjutan perusahaan, karena *customer* akan memastikan bahwa produk yang mereka pakai bebas dari kesalahan dan mempunyai nilai yang tinggi dari nilai yang dihasilkan oleh perusahaan pesaing (Tejaningrum, 2019).

PT ABC adalah perusahaan yang bergerak pada industri perbaikan pesawat terbang. Dalam industri perbaikan pesawat terbang (MRO) kualitas adalah hal sangat penting karena kualitas dari hasil perbaikan pesawat terbang akan menentukan pesawat tersebut layak beroperasi atau tidak. Pada perusahaan ini terdiri dari berbagai macam divisi seperti, *Maintenance, Engine and Apu Maintenance, Sheet Metal, Aircraft Painting, Cabin Furnishing*, dan masih banyak divisi lainnya. Berdasarkan hasil observasi di lapangan, Divisi *Aircraft Painting* memiliki peran yang cukup penting dan kualitas akhir pada divisi ini juga sangat diperhatikan. Divisi *Aircraft Painting* merupakan divisi yang memiliki spesialisasi pada pengecatan pesawat udara, dari pengecatan skala kecil hingga skala besar seperti *Full Body Painting*. *Full Body Painting* merupakan kegiatan pengecatan ulang keseluruhan bagian eksterior pesawat terbang, baik itu dari bagian *fuselage, wing*, dan juga *engine* pesawat. Divisi *Aircraft Painting* memiliki *customer* yang beragam, baik itu dari sesama Lion Air Group, maupun maskapai selain Lion Air Group. Karena memiliki *customer* yang berasal dari dalam dan luar negeri perusahaan menetapkan presentase tandar kualitas dari divisi ini adalah 100 %. Kualifikasi dari standar tersebut yaitu, hasil dari *painting* tidak ada *defect*, melakukan *adhesion test* untuk mengetahui kekuatan dari cat tersebut, kemudian mengukur *dry thickness* dari cat yang sudah diaplikasikan.

Banyak masalah yang terjadi pada saat proses *full body painting*, sehingga mempengaruhi hasil akhir dari proses pekerjaan tersebut. Berdasarkan observasi di lapangan Divisi *Aircraft Painting* masih mengalami kesulitan dalam mencapai kualifikasi standar kualitas yang telah ditentukan, salah satunya adalah tidak ada *defect* pada hasil akhir dari pengecatan pesawat terbang. Jika ditemukan *defect* pada hasil pengecatan maka pengecatan tersebut dinyatakan gagal. Oleh karena itu diperlukannya analisis mengenai penyebab kegagalan yang terjadi pada proses *full body painting*, sehingga kedepannya tidak terjadi kegagalan dan dapat mencapai kualifikasi standar kualitas yang telah ditentukan pada proses *full body painting*. Salah satu metode yang sering dipergunakan untuk menganalisis, mengidentifikasi, serta menghilangkan kegagalan dalam proses produksi adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). FMEA tidak hanya digunakan dalam proses produksi, tetapi juga diterapkan dalam pengendalian kualitas, baik dari segi desain maupun dalam keseluruhan sistem produksi suatu produk. FMEA merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk menganalisis dan menilai potensi kegagalan yang mungkin terjadi dalam suatu sistem, desain, proses, atau layanan. Dalam metode ini, potensi kegagalan diidentifikasi dengan memberikan nilai atau *rating* pada setiap potensi kegagalan berdasarkan tingkat kejadian

(occurrence), tingkat keparahan (*severity*), dan kemampuan pendeteksian (*detection*) (Stamatis dalam Pasaribu 2018).

Dengan menggunakan FMEA, potensi kegagalan dalam proses produksi dapat terdeteksi, dan semua potensi kegagalan tersebut dapat diberi prioritas untuk mengidentifikasi langkah-langkah yang diperlukan guna mengurangi atau menghindari kemungkinan kegagalan (Hasbullah dalam Maulidha 2018). Kelebihan dari FMEA adalah kemampuannya dalam menganalisis dan mempertimbangkan risiko yang berasal dari kegagalan dan dampaknya, dalam setiap kejadian yang mungkin terjadi selama proses produksi, serta tingkat potensi kegagalan (Andiyanto dalam Maulidha 2018).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada divisi *Aircraft Painting* dalam proses pengecatan untuk menganalisis kegagalan proses *full body* painting pesawat terbang.

Tahap untuk menganalisis penyebab kegagalan proses *full body* painting pesawat terbang dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan dua jenis data yaitu data primer sumber data primer adalah wawancara dengan subjek penelitian, baik secara observasi ataupun pengamatan secara langsung (Sugiyono, 2016). Data primer pada penelitian ini didapat langsung dari Senior Aircraft Painter pada Divisi Aircraft Painting PT ABC. Sedangkan data sekunder dapat berupa kajian pustaka, laporan teknis yang di milki perusahaan. Pengumpulan data pada penelitian ini yaitu berupa data defect kegagalan pengecatan tahun 2023.

Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan suatu grafik atau diagram yang menggambarkan prioritas permasalahan yang harus diambil tindakan (perbaikan). Diagram ini digunakan untuk mengidentifikasi masalah, jenis cacat atau penyebab yang paling dominan sehingga peneliti dapat memprioritaskan penyelesaian masalah yang sedang terjadi. Pada pengolahan data ini menggunakan *Microsoft Excel*. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (ranking tertinggi) sampai dengan masalah yang tidak harus segera diselesaikan (ranking terendah) diagram pareto juga dapat mengidentifikasikan masalah yang paling penting yang mempengaruhi usaha perbaikan kualitas.

Fishbone Pareto

Fishbone Diagram merupakan representasi grafis yang memvisualisasikan faktor-faktor penyebab dari kegagalan atau ketidaksesuaian suatu masalah dengan menganalisis setiap subfaktor yang mendalam dari akar masalah tersebut. Manfaat utama dari *Fishbone Diagram* adalah membantu dalam mengidentifikasi akar masalah secara mudah dimengerti. Alat ini disukai di industri manufaktur yang memiliki banyak variasi variabel, karena dapat membantu mengatasi munculnya berbagai permasalahan (Purba dalam Aristriyana, 2022).

Operation process Chart (OPC)

Peta proses operasi ini merupakan suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang akan dialami bahan (bahan-bahan) baku mengenai urutan-urutan operasi dan pemeriksaan. Sejak dari awal sampai menjadi produk jadi utuh maupun sebagai komponen, dan juga memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisis lebih lanjut, seperti: waktu yang dihabiskan, material yang digunakan, dan tempat atau alat atau mesin yang dipakai (Andriyansyah, 2018).

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah sebuah metode analisis desain dan teknologi yang digunakan untuk menilai keandalan suatu sistem. Metode ini merupakan pendekatan sistematis yang terstruktur untuk mengidentifikasi potensi modus kerusakan dalam desain atau

proses manufaktur. FMEA kemudian mempelajari dampak kerusakan tersebut pada sistem dan mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk mengoreksi masalah tersebut. Dengan demikian, FMEA berfungsi sebagai alat pencegahan yang sementara dengan tujuan mengatasi masalah yang mungkin terjadi dalam keandalan sistem (Irfan & Ikhsan Hamdy, 2019).

1. Severity

Pada tahap penentuan *severity* berpedoman pada tabel pedoman rating *severity* yang mana memiliki nilai antara 1 hingga 10, semakin besar nilainya maka semakin tinggi tingkat keparahan (*severity*). Berikut ini adalah tabel pedoman nilai rating *severity*.

Tabel 1. Pedoman Nilai Rating Severity

Rating	Efek Kegagalan
1	Dampak dapat diabaikan
2	Tidak menimbulkan dampak yang berarti
3	Menimbulkan dampak yang kecil
4	Memerlukan sedikit perbaikan
5	Kegagalan yang menimbulkan sedikit kesulitan
6	Kegagalan yang menyebabkan kualitas produk sedikit terpengaruh
7	Kegagalan berdampak signifikan
8	Kegagalan yang terjadi memiliki dampak yang tinggi
9	Kegagalan yang terjadi mempengaruhi kelayakan dan kegunaan produk atau sistem
10	Kegagalan yang terjadi menyebabkan kerusakan total

2. Occurrence

Pada tahap penentuan *occurrence* berpedoman pada tabel pedoman rating *occurrence* yang mana semakin besar nilainya maka semakin sering kemungkinan penyebab kegagalan terjadi. Berikut ini adalah tabel pedoman nilai rating *occurrence*.

Tabel 2. Pedoman Nilai Rating Occurrence

Rating	Probabilitas Kegagalan	Tingkat Probabilitas
1	Hampir tidak mungkin	≤ 1 dalam 1.500.000
2	Sangat rendah	1 dalam 150.000
3	Rendah	1 dalam 15.000
4	Relatif rendah	1 dalam 2000
5	Sedang	1 dalam 400
6	Cukup tinggi	1 dalam 80
7	Tinggi	1 dalam 20
8	Kegagalan berulang	1 dalam 8
9	Sangat tinggi	1 dalam 3
10	Sangat tinggi (Hampir tidak terelakkan)	≥ 1 dalam 2

3. Detection

Semakin tinggi nilai rating yang diberikan, maka semakin sulit suatu kegagalan dapat terdeteksi. Berikut ini adalah tabel pedoman nilai rating *detection*.

Tabel 3. Pedoman Nilai Rating Detection

Rating	Kemampuan Deteksi
1	Hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan (<i>almost certain</i>)
2	Sangat tinggi untuk mendeteksi kegagalan (<i>very high</i>)
3	Tinggi untuk mendeteksi kegagalan (<i>high</i>)
4	Cukup tinggi untuk mendeteksi kegagalan (<i>moderately high</i>)
5	Cukup untuk mendeteksi kegagalan (<i>moderate</i>)

6	Rendah untuk mendeteksi kegagalan (<i>low</i>)
7	Sangat rendah untuk mendeteksi kegagalan (<i>very low</i>)
8	Sedikit kendali untuk mendeteksi kegagalan (<i>remote</i>)
9	Sangat sedikit kendali untuk mendeteksi kegagalan (<i>very remote</i>)
10	Tidak ada kendali untuk mendeteksi kegagalan (<i>absolutely imposible</i>)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap *define*

Dalam tahap *define* ini diketahui bahwa terdapat *defect* proses *full body painting* yang dilihat selama tahun 2022 terdapat 17 pesawat yang dilakukan proses *full body painting*. Dari 17 pesawat tersebut, secara keseluruhan ditemukan beberapa *defect* pada *body* pesawat terbang, seperti *defect sagging*, *defect orange peel*, *defect pinhole*, dan cat tidak kering. Jumlah temuan *defect sagging* pada *body* pesawat terbang selama tahun 2022 sebanyak 17 EA, jumlah temuan *defect orange peel* sebanyak 13 EA, jumlah temuan *defect pinhole* sebanyak 11 EA, dan jumlah temuan cat tidak kering sebanyak 5 EA. E/A merupakan satuan yang sering ditemukan dalam industri aviasi yang digunakan untuk menentukan jumlah suatu item.

Data Kegagalan Proses Full Body Painting Tahun 2022					
Bulan	Jumlah Pesawat	Jumlah Defect Sagging	Jumlah Defect Orange Peel	Jumlah Defect Pinhole	Jumlah Cat Tidak Kering
Jan	2 Pesawat	3 EA	1 EA	1 EA	1 EA
Feb	2 Pesawat	5 EA	2 EA	0	0
Mar	1 Pesawat	2 EA	0	0	1 EA
Apr	2 Pesawat	3 EA	2 EA	0	0
May	1 Pesawat	1 EA	1 EA	2 EA	0
Jun	2 Pesawat	3 EA	1 EA	1 EA	0
Jul	1 Pesawat	1 EA	1 EA	1 EA	0
Aug	2 Pesawat	4 EA	0	2 EA	0
Sep	1 Pesawat	2 EA	1 EA	1 EA	0
Okt	1 Pesawat	1 EA	1 EA	2 EA	1 EA
Nov	1 Pesawat	2 EA	2 EA	1 EA	1 EA
Dec	1 Pesawat	1 EA	1 EA	1 EA	1 EA
Total	17 Pesawat	28 EA	13 EA	11 EA	5 EA

Gambar 2. Data kegagalan pengecatan

Dari data diatas, data *defect* proses *full body painting* divisi aircraft diperoleh pada periode tahun 2022

Tabel 4. Data *defect*

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

Berdasarkan tabel 4 terdapat *defect* yang sering terjadi pada proses *full body painting* pesawat terbang pada tahun 2022 adalah *sagging* dengan nilai persentase sebesar 49.12%. Berikut perhitungan jumlah persentase *defect*:

1. *Sagging*

$$\% \text{ Defect} = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Total Defect}} \times 100\% = \frac{28}{57} \times 100\% = 49.12\%$$

2. *Orange Peel* =

$$\% \text{ Defect} = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Total Defect}} \times 100\% = \frac{13}{57} \times 100\% = 22.81\%$$

3. *Pin Hole*

$$\% \text{ Defect} = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Total Defect}} \times 100\% = \frac{11}{57} \times 100\% = 19.30\%$$

4. Cat Tidak Kering

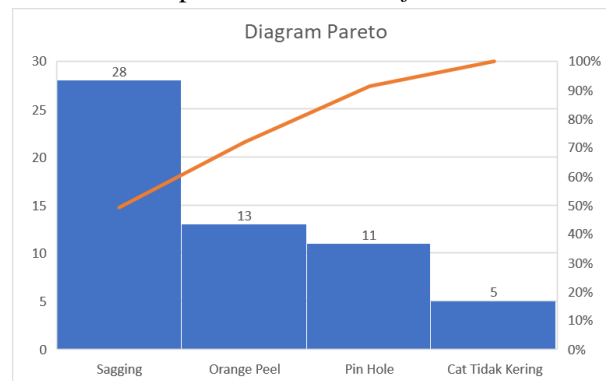
$$\% \text{ Defect} = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Total Defect}} \times 100\% = \frac{5}{57} \times 100\% = 8.77\%$$

Tahap analisis

Tahap analisis adalah tahapan berikutnya setelah tahap *define*. Pada tahap ini dilakukan analisis dan identifikasi mengenai sebab timbulnya masalah sehingga dilakukan perbaikan yang diperlukan, beberapa metode yang dilakukan dalam analisis ini adalah dengan:

a. Analisis diagram pareto

Pada penelitian ini diagram pareto digunakan untuk menentukan presentase *defect* yang sering muncul pada proses *full body painting* pesawat terbang sehingga dapat memberikan rekomendasi perbaikan untuk *defect* tersebut. Adapun hasil pengolahannya



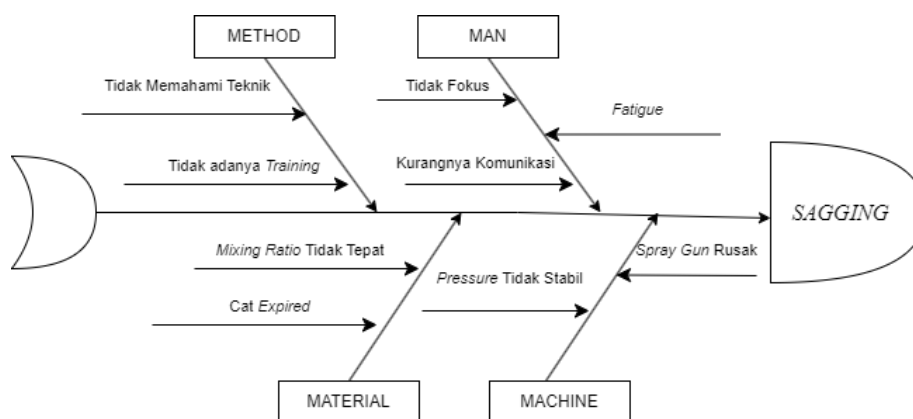
adalah sebagai berikut:

Gambar 3. Diagram Pareto

dijelaskan bahwa pada proses ini ditemukan 4 *defect* yang terjadi yaitu *sagging*, *orange peel*, *pin hole*, dan cat tidak kering. Jenis *defect* yang dominan berdasarkan gambar 3 adalah *sagging* dengan persentase sebesar 49.12%. Dampak dari *defect* ini jelas mengakibatkan kerugian bagi perusahaan karena memerlukan waktu tambahan untuk proses perbaikan dan juga mundurnya waktu RTS (*Return to Service*) pesawat terbang. Selain itu, perusahaan juga memerlukan biaya yang lebih untuk pembelian *consumable material* selama proses perbaikan. Hal ini didukung dengan pernyataan PIC dari divisi *Aircraft Painting* dan juga para *Painter* yang menyatakan bahwa *defect sagging* pada proses *full body painting* pesawat terbang merupakan fokus permasalahan pada pengendalian kualitas mutu.

b. Analisis fishbone diagram

Setelah melakukan analisis *defect* yang dominan menggunakan diagram pareto, selanjutnya adalah menganalisis penyebab masalah menggunakan *fishbone diagram*. Dengan menggunakan *fishbone diagram* peneliti dapat mengkategorikan faktor penyebab *defect sagging* pada proses *full body painting* pesawat terbang dengan spesifik. Faktor penyebab *defect* ini dapat dikelompokkan berdasarkan 4 faktor, yaitu *Man*, *Material*, *Machine*, dan *Method*.



Gambar 4. Fishbone Diagram

diketahui bahwa *defect sagging* pada proses *full body painting* pesawat terbang disebabkan oleh 4 faktor yaitu *Man*, *Material*, *Method*, dan *Machine*. Berikut adalah hasil analisis penyebab terjadinya *defect sagging* pada proses *full body painting* pesawat terbang.

Penyebab *defect* ini diidentifikasi melalui observasi secara langsung dilapangan pada proses *full body painting* pesawat terbang. Adapun penjelasan untuk tiap-tiap faktor sebagai berikut:

1. *Man*

Faktor manusia (*Man*) sebagai akar permasalahan mengenai *defect sagging* pada proses *full body painting* pesawat terbang dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Tidak Fokus

Ketidak fokusan merupakan faktor yang disebabkan oleh *painter*. Situasi ini dapat dipengaruhi oleh faktor lain seperti kondisi fisik yang tidak baik ataupun faktor eksternal lainnya. Selain berpotensi untuk menimbulkan *defect sagging* ataupun masalah lainnya, tidak fokus juga dapat berbahaya bagi keselamatan pekerja tersebut. Oleh karena itu perlu adanya perhatian khusus kepada para *painter* untuk tetap mengutamakan keselamatan dan kesehatan kerja sehingga dapat terhindar dari kecelakaan kerja sehingga kualitas dalam melakukan pekerjaan dapat terjaga.

b. *Fatigue*

Fatigue merupakan bagian dari *Dirty Dozen* atau dalam dunia penerbangan sering disebut 12 macam kondisi *human factor* yang menyebabkan kecelakaan. Pada penelitian ini, *fatigue* menjadi penyebab terjadinya *defect* pada proses *full body painting*. *Fatigue* atau kelelahan bisa terjadi pada pekerja yang diakibatkan oleh *working load* yang terlalu berlebihan atau bekerja terlalu lama. Selain dapat menyebabkan *defect*, *fatigue* bisa menjadi ancaman bagi diri pekerja, seperti kehilangan kesadaran jika *fatigue* sudah menjadi kronis. Oleh karena itu dibutuhkan pengawasan terhadap para pekerja agar tidak memaksakan diri untuk melakukan pekerjaan jika sudah mendapatkan *working load* yang berlebih.

c. Kurangnya Komunikasi

Komunikasi merupakan salah satu faktor penting dalam bekerja sebagai sebuah *team*. Pada proses *full body painting*, *painter* melaksanakan pekerjaannya ditemani oleh satu orang *helper* untuk membantu proses pengecatan. Salah satu tugas *helper* adalah untuk memastikan area yang dicat sudah dilakukan pengecatan sesuai dengan prosedur. Jika komunikasi antara *painter* dan *helper*

tidak baik, maka akan terjadi *miss communication* sehingga dapat menyebabkan *defect*. Oleh karena itu dibutuhkan pengertian antara *painter* dan *helper* dalam bekerja disebuah *team*.

2. *Material*

Dari segi *material* terdapat dua penyebab terjadinya *defect* pada proses *full body painting* sebagai berikut:

a. *Mixing Ratio* Tidak Tepat

Mixing Ratio merupakan perbandingan antara *Base*, *Hardener*, dan *Thinner* pada sebuah proses pengecatan. Berbeda *brand* maka *mixing ratio* juga berbeda. Pada proses *full body painting*, proses *mixing* menjadi salah satu penyebab terjadinya *defect sagging*. Jika jumlah *hardener* terlalu banyak maka cat akan menjadi terlalu kental sehingga akan sulit untuk pengaplikasian pada *surface*, sedangkan jika *thinner* terlalu banyak maka cat akan menjadi lebih cair. Jika cat menjadi lebih cair maka *viscosity* dari cat tersebut akan tidak sesuai dengan MDS dari *brand* cat tersebut, dan kemungkinan menyebabkan *defect sagging* sangat besar.

b. *Cat Expired*

Cat *expired* juga menjadi faktor penyebab terjadinya *defect sagging*. Hal ini dikarenakan karakteristik cat tersebut sudah tidak sesuai dengan MDS dari cat tersebut. Hal ini bisa terjadi karena kurangnya pengawasan dari *stakeholder* divisi *Aircraft Painting* terhadap cat yang akan digunakan.

3. *Machine*

Selanjutnya dari segi *Machine* terdapat dua penyebab terjadinya *defect* pada proses *full body painting* sebagai berikut:

a. *Pressure* Tidak Stabil

Hal ini juga menjadi penyebab terjadinya *defect sagging*. Pada proses di lapangan, *pressure* dari *main compresor* sering terjadi penurunan *pressure*. Normalnya *pressure* yang digunakan adalah 8 bar atau 10-15 psi. Jika *pressure* tidak stabil pada saat proses pengecatan maka akan berdampak pada *spray gun* yang digunakan. Oleh karena itu, dibutuhkan perawatan secara berkala terhadap *main compresor*.

b. *Spray Gun* Rusak

Penyebab dari *spray gun* rusak adalah proses *cleaning* yang tidak bersih dan juga *spray gun* yang digunakan sudah termakan oleh usia dikarenakan *working load* yang besar pada proses *full body painting*. Pada proses pengecatan di lapangan, *painter* sering memaksakan untuk menggunakan *spray gun* yang tidak dalam kondisi baik dikarenakan tuntutan target produksi. Oleh karena itu dibutuhkan peremajaan *tool* dan juga pengawasan pada saat proses *cleaning* untuk menjaga kondisi *tool* agar selalu dalam keadaan *serviceable*.

4. *Method*

Selanjutnya dari segi *Method* terdapat dua penyebab terjadinya *defect* pada proses *full body painting* sebagai berikut:

a. Tidak Memahami Teknik

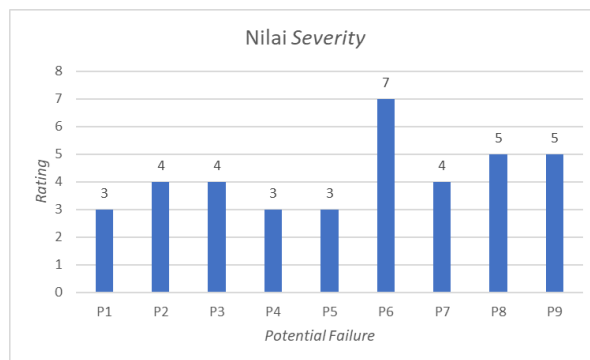
Hal ini menjadi faktor penyebab terjadinya *defect sagging* dari segi *method*. Dalam proses pengecatan, terdapat teknik-teknik yang harus dikuasi oleh *painter*, sehingga dapat menghasilkan pengecatan yang baik. Salah satunya adalah jarak antara *spray gun* dan *surface* 15-20 cm. Jika jarak terlalu dekat maka hasil *spray* akan terlalu tebal dan menyebabkan *defect sagging*, sedangkan jika terlalu jauh akan menyebabkan *defect orange peel*.

b. Tidak adanya *Training*

Faktor ini berkaitan dengan tidak memahami teknik. *Painter* tidak memahami teknik dikarenakan tidak adanya *training* secara khusus terhadap teknik-teknik proses pengecatan. Yang tersedia saat ini hanyalah *training* internal yang dilakukan oleh *painter* yang lebih senior. Oleh karena itu diperlukannya *training* secara khusus mengenai teknik-teknik pengecatan yang langsung dilakukan oleh *painting instructor*.

c. Analisis FMEA diagram

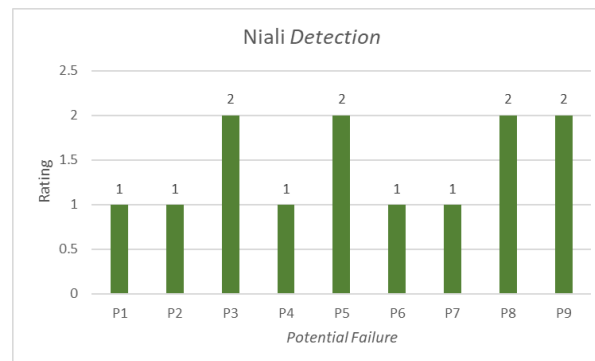
Data yang digunakan dalam metode FMEA berasal dari analisis *fishbone diagram*, dan metode ini memberikan prioritas pada penyebab cacat yang perlu diperbaiki. Selanjutnya, perhitungan dilakukan untuk memperoleh nilai RPN dari semua fungsi proses yang ada. Dalam penerapan metode FMEA, terdapat tiga variabel utama yang harus diperhatikan. Variabel pertama adalah tingkat keparahan (*severity*), yang digunakan untuk menilai dampak potensi kegagalan. Variabel kedua adalah tingkat kejadian (*occurrence*), yang berfokus pada identifikasi penyebab potensi kegagalan. Sementara itu, variabel ketiga adalah tingkat deteksi (*detection*), yang menilai sejauh mana kemampuan mendeteksi penyebab potensi kegagalan.



1. *severity*

Gambar 5. Grafik Nilai Severity tiap *potential failure*

dapat diketahui bahwa P6 (*Spray Gun Rusak*) memiliki nilai *severity* tertinggi dengan nilai *severity* sebesar 7. Pada umumnya penyebab kegagalan tersebut memiliki nilai yang tinggi dikarenakan mempunyai dampak yang signifikan jika *potential failure* tersebut terjadi. Kemudian yang memiliki nilai *severity* tertinggi kedua adalah P8 (*Tidak Memahami Teknik*) dan P9 (*Tidak Adanya Training*) sebesar 5 yang artinya kegagalan menimbulkan sedikit kesulitan. P8 dan P9 merupakan salah satu faktor utama dalam proses *full body painting*, namun jika ini tidak memahami teknik dan tidak memiliki *training* khusus akan menyebabkan kesulitan proses. Selanjutnya, untuk nilai *severity* sebesar 4 yang artinya memerlukan sedikit perubahan yaitu P2 (*Fatigue*), P3 (*Kurangnya Komunikasi*), P7 (*Pressure tidak stabil*). Untuk tingkat *severity* terendah yaitu P1 (*Tidak Fokus*), P4 (*Mixing ratio tidak tepat*), P5 (*Cat Expired*) memiliki dampak yang kecil dengan nilai *severity* sebesar 3.

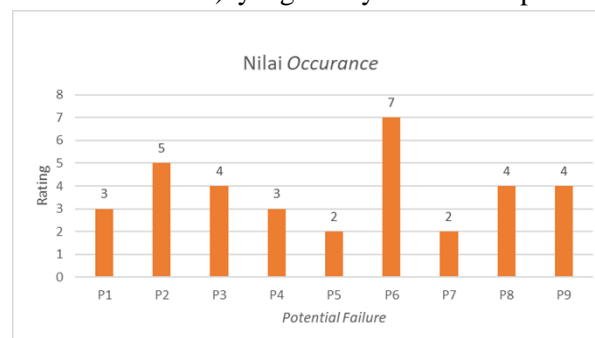


2. Occurance

Gambar 6. Grafik Nilai *Occurance* tiap *potential failure*

dapat diketahui bahwa P6 (*Spray Gun Rusak*) memiliki nilai *occurance* tertinggi dengan nilai *occurance* sebesar 7 yang artinya probabilitas kegagalan tinggi. Pada umumnya penyebab kegagalan tersebut adalah faktor manusia yang tidak melakukan *cleaning* dengan baik sehingga memungkinkan terjadinya *defect sagging* pada proses *full body painting* pesawat terbang. Kemudian yang memiliki nilai *occurance* tertinggi kedua adalah P2 (*Fatigue*) sebesar 5 yang artinya probabilitas kegagalan sedang. Penyebab dari P2 dikarenakan *painter* mendapatkan *working load* yang berlebih. Selanjtnya, untuk nilai *occurance* sebesar 4 yang artinya probabilitas kegagalan relatif rendah yaitu P3 (Kurangnya Komunikasi), P8 (Tidak Memahami Teknik), P9 (Tidak Adanya *Training*).

Kemudian *potential failure* yang memiliki nilai *occurance* 3 adalah P1 (Tidak Fokus) dan P4 (*Mixing Ratio* Tidak Tepat) yang artinya memiliki probabilitas kegagalan rendah. Untuk *potential failure* yang memiliki nilai *occurance* 2 adalah P5 (*Cat Expired*) dan P7 (*Pressure* Tidak Stabil) yang artinya memiliki probabilitas kegagalan sangat



rendah.

3. Detection

Gambar 7. Grafik Nilai *Detection* tiap *potential failure*

dapat diketahui bahwa P3 (Kurangnya Komunikasi), P5 (*Cat Expired*), P8 (Tidak Memahami Teknik), P9 (Tidak Adanya *Trianing*) dengan nilai *detection* 2 yang artinya sangat tinggi

dalam mendeteksi kegagalan. Kemudian ada 5 *potential failure* yang memiliki nilai *detection* 1 yaitu P1 (Tidak Fokus), P2 (*Fatigue*), P4 (*Mixing Ratio* Tidak Tepat), P6 (*Spray Gun* Rusak), dan yang terakhir adalah P7 (*Pressure* Tidak Stabil) yang artinya hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan.

Setelah mengetahui nilai untuk setiap *potential failure*, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN). RPN diperoleh dengan cara mengalikan *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Berikut ini adalah nilai dari RPN untuk potensi kegagalan pada *defect sagging*.

Tabel 4. Hasil RPN *Defect Sagging* Proses *Full Body Paintin*

NO	Potential Failure	S	O	D	RPN	Rank
1	Tidak Fokus	4	3	1	12	7
2	<i>Fatigue</i>	4	5	1	21	6
3	Kurangnya Komunikasi	3	4	2	24	5
4	<i>Mixing ratio</i> tidak tepat	3	3	1	10	8
5	<i>Cat Expired</i>	7	2	2	28	4
6	<i>Spray Gun</i> Rusak	5	7	1	35	3
7	Pressure tidak stabil	4	2	1	8	9
8	Tidak Memahami Teknik	5	4	2	40	1
9	Tidak adanya <i>Training</i>	4	4	2	36	2

Tahap Perbaikan

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

Potential Failure	5W+1H	Description	Action
Tidak Memahami Teknik	What	Apa tujuan dilakukannya perbaikan?	Membuat program pelatihan intensif untuk meningkatkan pemahaman teknik yang kurang dipahami.
	Why	Kenapa perlu melakukan perbaikan terhadap faktor tidak memahami teknik?	Untuk mengurangi risiko kegagalan dan meningkatkan pemahaman terhadap teknik <i>painting</i> pesawat terbang, sehingga dapat mencegah potensi kegagalan di masa depan.
	Where	Dimana rencana perbaikan tersebut akan dilakukan?	Perbaikan akan dilakukan di divisi <i>Aircraft Painting</i> yang berlokasi pada Hangar <i>Painting</i> .
	When	Kapan perbaikan tersebut akan dilakukan?	Dilakukan secara bertahap dan berkelanjutan kepada seluruh <i>painter</i> .
	Who	Siapa yang akan melakukan perbaikan tersebut?	Dilakukan oleh <i>team instructor</i> dengan didukung oleh tim <i>Quality</i> dan

<i>Potential Failure</i>	<i>5W+1H</i>	<i>Description</i>	<i>Action</i>
			<i>stakeholder</i> divisi <i>Aircraft Painter</i> .
	<i>How</i>	Bagaimana pelaksanaan penanggulangan dan perbaikan tersebut?	Melakukan evaluasi kebutuhan pelatihan, menyusun materi pelatihan yang efektif, dan melibatkan peserta dalam sesi interaktif untuk memastikan pemahaman yang lebih baik terhadap teknik yang sebelumnya kurang dipahami.

4. KESIMPULAN

Setelah melalui proses pengolahan data maka dapat ditarik kesimpulan penelitian sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *pareto diagram*, jenis *defect* yang paling dominan muncul pada proses *full body painting* pesawat terbang adalah *sagging*. Kemudian peneliti melakukan analisis dengan menggunakan *fishbone diagram* terhadap jenis *defect sagging*, terdapat 4 faktor utama yang menjadi akar penyebab *sagging* yaitu *Man*, *Material*, *Method*, dan *Machine*. Kemudian melakukan perhitungan FMEA dan didapati bahwa *potential failure* tertinggi pada *defect sagging* yaitu “Tidak memahami teknik” dengan nilai RPN 40 dan menempati *rank* pertama.
2. Setelah melakukan pengolahan data, peneliti memberikan usulan perbaikan dengan menggunakan analisis 5W+1H untuk mengurangi *defect* pada proses *full body painting*. Perbaikan bertujuan meningkatkan pemahaman teknik painting pesawat untuk mengurangi risiko kegagalan. Rencana dilaksanakan di divisi Aircraft Painting di Hangar, dengan jadwal bertahap kepada seluruh painter. Tim *instructor*, dukungan *Quality*, dan *stakeholder Aircraft Painting* akan melibatkan peserta dalam sesi pelatihan interaktif untuk memastikan pemahaman yang lebih baik.
3. Berdasarkan hasil pengawasan dari *Quality Control* dan *Stakeholder* selama 7 hari kerja, didapati bahwa jumlah dari masing-masing *defect* berkurang. *Defect sagging* mengalami penurunan sebanyak 82.14% dari jumlah 28 EA menjadi 5 EA. Selanjutnya *defect orange peel* mengalami penurunan sebanyak 76.92% dari jumlah 13 EA menjadi 3 EA. *Defect pin hole* dan cat tidak kering berhasil dihilangkan setelah dilakukannya *Basic Training* kepada pada *Painter*.

5. SARAN

Setelah penelitian yang dilakukan, berikut merupakan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi masukan dalam upaya mengurangi *defect* pada proses *full body painting* pesawat terbang pada divisi *Aircraft Painting*, diantaranya sebagai berikut:

1. Perlu memberikan pemahaman lebih lanjut kepada para *painter* tentang bagaimana teknik-teknik maupun tata cara proses *painting* yang sesuai untuk mengurangi potensi terjadinya *defect* yang muncul pada proses *full body painting*.
2. Memberikan pengawasan pada proses *full body painting* untuk memastikan para *painter* melakukan teknik *painting* sesuai dengan prosedur yang telah diberikan sehingga dapat mengurangi risiko terjadinya *defect sagging*.
3. Melakukan *training* lanjutan setelah dilakukannya *Basic Training* kepada para *Painter*, untuk memperkuat keterampilan dan memastikan pemahaman secara berkelanjutan tentang teknik-teknik yang dibutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Heryansyah, G., & Hasibuan, R. P. (2022). Analisis Postur Kerja Dan Kelelahan Operator Store Material Mixing Pt Triplus Hitech Batam. *Computer and Science Industrial Engineering (COMASIE)*, 6(3), 60-68.
- [2] Kusuma, B. S., Hasibuan, R. P., & Badruzaman, A. (2023). Penilaian Postur Kerja Dan Kelelahan Operator Store Pt Xyz Menggunakan Metode Reba. *Jurnal Teknik Ibnu Sina (JT-IBSI)*, 8(02), 154-159.
- [3] Tejaningrum, A., Rustyani, I., & Rustyani, I. (2019). *Analisis Kualitas Produk Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (Fmea) Untuk Mengidentifikasi Faktor Penyebab Dominan* (Doctoral dissertation, Bakrie University).
- [4] Pasaribu, M. V. D. (2018). *Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Pada Pt. Dian Megah Indo Perkasa* (Doctoral dissertation, Universitas Komputer Indonesia).
- [5] Maulidha, N. A. N. (2018). *Analisis Risiko Penyebab Kegagalan Proses Pada Produksi Pe Protection Tape Dengan Menggunakan Metode Grey Failure Mode And Effect Analysis (Studi Kasus Di Pt. Harapan Mulia Mandiri Tangerang)* (Doctoral Dissertation, Uin Sunan Kalijaga Yogyakarta).
- [6] Irfan, Irfan & Hamdy, Muhammad. (2019). *Simulasi Perbaikan System Maintenance dengan Pendekatan Konsep Lean Maintenance*. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*. 12. 13. 10.24843/JEM.2019.v12.i01.p03.

- [7] Sanusi, S., Despriadi, A., & Yusdinata, Z. (2017). Analisa Potensi Bahaya dan Risiko Kegiatan Bongkar Muat di Pelabuhan PT Sarana Citranusa Kabil Dengan Metode HIRARC. *Jurnal Teknik Ibnu Sina (JT-IBSI)*, 2(1).