



Analisis Kegagalan *Fan Extract* P/N CE1909AA1 pada Pesawat Airbus 330 Series di PT. GMF AeroAsia Tbk

Fariz Muzayyin

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Djoko Herwanto

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Nawang Kalbuana

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Alamat: Kabupaten Tangerang, Banten 15820

Korespondensi penulis: farizmuzayyin483@gmail.com

Abstract. *This study aims to analyze failures in the Fan Extract component P/N CE1909AA1 installed on Airbus A330 aircraft at PT. GMF AeroAsia Tbk. The Fan Extract is a vital part of the avionics ventilation system, preventing overheating of electronic equipment. Engineering data 2019-2024 from PT. GMF AeroAsia Tbk recorded 66 unscheduled removals, indicating recurring issues requiring further investigation. Pareto analysis shows the main cause of failure is Bearing Rough (47%). Using the Fishbone Diagram with the 5M, root causes of Bearing Rough were identified as non-compliance with procedures, incorrect greasing, lack of cleaning procedures in job cards, uncalibrated tools, low bearing material quality due to OEM supply limitations, and improper aircraft storage conditions causing lubricant contamination. Corrective actions recommended include revising maintenance procedures, calibrating tools, retraining personnel, and improving storage policies. Preventive actions involve condition-based maintenance scheduling, procuring OEM-standard lubricants and tools.*

Keywords: *Fan Extract, Airbus A330, Diagram Pareto, Fishbone Diagram, Corrective Action.*

Abstrak. Penelitian ini menganalisis kegagalan pada komponen *Fan Extract* P/N CE1909AA1 pada pesawat Airbus 330 di PT. GMF AeroAsia Tbk. *Fan Extract* berfungsi vital dalam sistem ventilasi avionik untuk mencegah *overheating* pada peralatan elektronik. Data *engineering* 2019–2024 dari PT. GMF AeroAsia Tbk mencatat 66 kasus *unscheduled removal*, dengan penyebab utama adalah *Bearing Rough* (47). Melalui Diagram Fishbone dengan pendekatan 5M, akar penyebab *Bearing Rough* ditemukan berasal dari ketidakpatuhan prosedur, kesalahan *greasing*, perawatan yang tidak lengkap, penggunaan alat tidak terkalibrasi, kualitas material bearing rendah akibat keterbatasan OEM, serta lingkungan penyimpanan tidak sesuai prosedur. Rekomendasi yang diberikan mencakup tindakan korektif seperti revisi prosedur, kalibrasi alat, pelatihan teknisi, dan perbaikan penyimpanan; serta tindakan pencegahan berupa perawatan berbasis kondisi dan pengadaan material sesuai standar OEM.

Kata kunci: *Fan Extract*, Airbus A330, Diagram Pareto, Diagram Fishbone, *Corrective Action*.

LATAR BELAKANG

Penerbangan merupakan bagian dari sistem transportasi nasional yang mempunyai karakteristik mampu bergerak dalam waktu cepat, menggunakan teknologi tinggi, padat modal, manajemen yang andal, serta memerlukan jaminan keselamatan dan keamanan yang optimal, perlu dikembangkan potensi dan peranannya yang efektif dan efisien, serta membantu terciptanya pola distribusi nasional yang mantap dan dinamis. perkembangan lingkungan strategis nasional dan internasional menuntut penyelenggaraan penerbangan yang sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, peran serta swasta dan persaingan usaha, perlindungan konsumen, ketentuan internasional yang disesuaikan dengan kepentingan nasional, akuntabilitas penyelenggaraan negara, dan otonomi daerah (UU NO.1 TH 2009).

Pada zaman yang modern ini telah terjadi perkembangan dibidang Transportasi yang sangat pesat dan saling berlomba lomba bersaing untuk memberikan pelayanan jasa yang terbaik, aman dan juga nyaman. Salah satunya adalah angkutan udara yang lebih dikenal dengan sebutan sebagai pesawat terbang. Bagi kalangan profesional serta para pelaku usaha yang memiliki mobilitas tinggi transportasi pesawat terbang menjadi suatu kebutuhan seabag sarana untuk berpergian menuju ke luar kota maupun ke luar negeri. Menggunakan pesawat terbang akan jauh lebih efektif dan efisien digunakan oleh masyarakat dengan tingkat mobilitas yang tinggi. Sebab, dengan jarak yang cukup jauh dapat terpenuhi dengan waktu yang cukup singkat bila dibandingkan dengan transportasi darat dan transportasi laut (Nora Very Sugiarti, 2020).

Pesawat terbang merupakan transportasi udara yang sangat populer di kalangan masyarakat, terutama bagi mereka yang melakukan perjalanan jarak jauh atau mengirim barang dengan waktu yang lebih singkat. Karena besarnya minat masyarakat terhadap moda transportasi ini, penting untuk memastikan bahwa pesawat terbang dapat beroperasi dengan baik dan dalam keadaan yang aman (Abizar, 2024).

Seiring perkembangan zaman yang semakin modern khususnya pada pesawat terbang hampir seluruhnya memakai sistem *Fly By Wire (FBW)*. *Fly By Wire (FBW)*

merupakan sistem kendali penerbangan berbasis sinyal elektronik yang dikendalikan oleh komputer dan sensor pesawat. Karena sistem ini sepenuhnya bergantung pada kinerja komputer avionik, kestabilan suhu pada kompartemen avionik menjadi faktor yang sangat krusial untuk menjamin keselamatan dan keandalan operasional pesawat. *Fly By Wire* mempunyai program komputer untuk mengolah data yang dipasok melalui sensor pada bagianbagian badan pesawat. Ketika pesawat *Fly By Wire* terbang *long flight* yang akan memakan waktu yang sangat banyak tentu akan berpengaruh pada komputer pesawat terutama *overheating*. Untuk itu pesawat mempunyai sistem agar komputer pada pesawat tidak mengalami *overheating* yaitu *Fan Extract* (Airbus, 2024).

Fan Extract adalah Komponen yang dirancang untuk mengelola suhu sekitar di electronic equipment terutama pada *avionics bay* dan *flight deck* dengan menyediakan udara pendingin untuk komponen komputer di *Avionics compartment* dan *flight deck instrument*. *Fan Extract* memiliki fungsi kritis dalam mencegah terjadinya *overheating* pada sistem avionik yang berisi komputer utama penerbangan. Kegagalan sistem pendinginan ini dapat mengganggu kinerja *Flight Control Computer*, EFIS, dan EGPWS yang berperan langsung dalam keselamatan penerbangan. Oleh karena itu, keandalan *Fan Extract* menjadi aspek vital dalam menjaga kontinuitas operasional pesawat. Dengan cara Udara disirkulasi ulang dari kabin, melewati *Ground Cooling unit* jika udara sangat panas, dan disalurkan ke *avionics equipment* sebelum diekstraksi oleh *extract fan*. *Fan extract* pada pesawat Airbus 330 di desain untuk menjaga sirkulasi udara pada *avionic compartment* yang terdapat komponen komputer inti dan penting untuk menjaga keselamatan dan keamanan selama penerbangan pada pesawat, contohnya seperti Komputer *Flight Control* (*Flight control primary computer* dan *Flight control secondary computer*), Komputer *EFIS* (*Electronic Flight Instrument System*) dan Komputer *EGPWS* (*Enhanced Ground Proximity Warning System*). (Airbus, 2024.)

Dalam pernyataan teknisi rating Airbus 330 Series di PT GMF Aeroasia, Merujuk pada *MEL* (*minimum equipment list*), Komponen *Fan Extract* termasuk dalam katgory “C”. jika *Fan Extract* tidak *serviceable*, maka pesawat hanya diijinkan beroperasi maksimal 10 Hari. Status kategori C pada Minimum Equipment List (MEL) menunjukkan bahwa meskipun pesawat masih diperbolehkan beroperasi, perbaikan wajib dilakukan dalam batas waktu maksimal 10 hari kalender. Ketentuan ini menimbulkan konsekuensi

operasional berupa pembatasan waktu operasional, potensi penjadwalan ulang penerbangan, serta risiko meningkatnya biaya perawatan apabila kegagalan tidak segera ditangani. Itu sebabnya perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait masalah tersebut, agar kegagalan *Fan Extract* dapat di atasi sebelum terindikasi gagal.

METODE PENELITIAN

Pengertian Metode Penelitian berdasarkan buku metodologi penelitian yang ditulis oleh (Tati Mardewi, 2020) merupakan suatu proses sistematis yang dilakukan untuk meningkatkan pemahaman, penjelasan, verifikasi, atau pengembangan pengetahuan sebelumnya. Proses ini termasuk pengumpulan data, analisis, interpretasi, dan mencapai kesimpulan berdasarkan metode yang telah ditetapkan. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode kualitatif. Berdasarkan pendapat (Mardewi, 2020) *“data kualitatif dapat diperoleh dengan berbagai cara, seperti wawancara, diskusi, atau observasi. Tujuannya adalah untuk mengetahui kualitas objek yang diteliti”*.

Dalam Penelitian ini Penulis akan menggunakan 2 metode, yaitu : Diagram Pareto Menurut (Nasution, 2005), *“Metode ini digunakan untuk membandingkan berbagai kategori kejadian yang disusun menurut ukurannya, dari yang paling besar di sebelah kiri ke yang paling kecil di sebelah kanan ”* yang dapat dilihat pada Gambar 1 Susunan tersebut akan membantu untuk menentukan pentingnya atau prioritas kategori kejadian-kejadian atau sebab-sebab kejadian yang dikaji atau untuk mengetahui masalah utama dalam prosesnya” (Aria & Mutiya, 2016).

Dengan demikian, metode ini membantu dalam memprioritaskan langkah-langkah penyelesaian masalah secara lebih efektif (Novinda, 2016). Berikut langkah langkah membuat diagram Pareto sebagai berikut (Alkiayat, 2021).

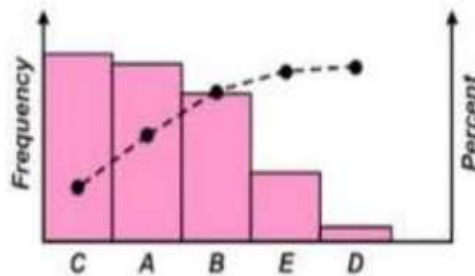
1. Kolom pertama isi daftar faktor yang telah diidentifikasi terhadap masalah.
2. Pada kolom kedua, tulis frekuensi untuk setiap faktor di sebelahnya.
3. Susun faktor yang berkontribusi urutan menurun berdasar frekuensinya.
4. Pada kolom ketiga, hitung persentase dari frekuensi sebagai jumlah insiden untuk setiap faktor. Pada diagram pareto untuk mencari hasil persentase menggunakan rumus pareto yang ditampilkan sebagai berikut : (Anastasia et. al, 2023).

$$Persentase = \left(\frac{\text{Frekuensi individu}}{\text{Total Frekuensi}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

5. Di kolom keempat, hitung persentase kumulatif. Dengan rumus :
(Damayant et. al, 2022)

$$kumulatif = persentase \text{ saat ini } + persentase \text{ sebelumnya} \quad (2)$$

6. Sorot semua kolom dan klik untuk menyisipkan *bar chart*.
Di bar chart, klik chart yang mencerminkan persentase kumulatif dan ubah jenis grafik seri menjadi grafik garis.

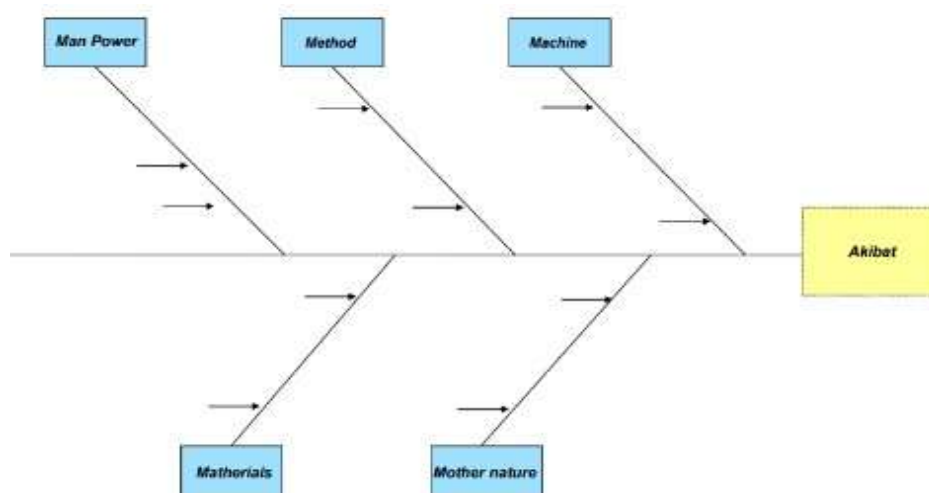


Sumber: Rivaldi & Ade (2023).

Gambar 1. Diagram Pareto

Setelah diketahui faktor kegagalan tertinggi, dilanjutkan menggunakan metode *Diagram Fishbone*. Diagram fishbone merupakan sebuah diagram yang memuat sebab akibat atau biasa disebut sebagai diagram Ishikawa. Diagram fishbone digunakan untuk menganalisis suatu kejadian atau proses dengan tujuan untuk mendapatkan atau menemukan hal-hal kemungkinan yang menjadi penyebab pada suatu. Kelebihan yang ada pada diagram fishbone yakni dapat menemukan kemungkinan penyebab permasalahan yang terjadi dan memfokuskan pada sesuatu yang sesuai dengan keadaan, juga dapat diaktualisasikan pada setiap *problem* yang terjadi (Shohib et. al, 2022).

Kategori penyebab yang umum dijadikan titik awal mencakup bahan baku (*materials*), mesin dan peralatan (*machines and equipment*), sumber daya manusia (*manpower*), metode (*methods*), dan lingkungan (*Mother Nature/environment*)". Kelima kategori penyebab ini sering disingkat sebagai 5M yang dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Sumber: Shohib et al. (2022).

Gambar 2. Fishbone Diagram

Untuk mengetahui akar penyebab dari faktor kegagalan tertinggi dengan melakukan wawancara melalui teknisi yang memiliki rating *Airbus 330* dan *COMA Rating Fan Extract* di PT. GMF AeroAsia. Wawancara dilakukan terhadap 3 narasumber yang terdiri dari 2 orang teknisi dengan rating *Airbus A330 series* serta 1 orang *engineer* yang memiliki *COMA rating Fan Extract*. Pemilihan narasumber didasarkan pada pengalaman kerja dan keterlibatan langsung dalam kegiatan perawatan serta penanganan *unscheduled removal* komponen *Fan Extract*.

Hasil wawancara kemudian dianalisis menggunakan teknik reduksi data dan pengelompokan berdasarkan kategori 5M (*Manpower, Machine, Method, Material, dan Environment*). Setiap temuan yang berkaitan dengan faktor penyebab kegagalan diklasifikasikan ke dalam kategori tersebut untuk selanjutnya divisualisasikan ke dalam Diagram Fishbone sebagai dasar penentuan akar masalah. Setelah itu Penulis memberikan upaya perbaikan (*Corrective Action*) dan Upaya Pencegahan (*Preventive Action*) untuk mengurangi faktor penyebab kerusakan dan *unscheduled removal* sehingga dapat meningkatkan performa perawatan terutama pada komponen *Fan Extract P/N CE1909AA1* pada pesawat *Airbus 330* dengan harapan agar berdampak baik bagi perusahaan PT.GMF AeroAsia Tbk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data *engineering* komponen *Fan Extract P/N CE1909AA1* wawancara dengan teknisi yang memiliki *rating Airbus 330* dan *COMA Rating* pada komponen *Fan*

Extract di PT.GMF Aerroasia. dapat disimpulkan bahwa variasi penyebab kegagalan *Fan Extract P/N CE1909AA1* yaitu : *Bearing Rough*, *Rotor Damage*, *Impeller Damage*, *No Fault Found* dan *PCB Pop Out*. Berdasarkan data yang dikumpulkan, terdapat 66 laporan *Componen Removal*, yang diklarifikasikan berdasarkan alasan teknis yang ditampilkan pada Tabel 1. Kategori “Tanpa keterangan” sebanyak 11 kejadian merupakan data removal yang tidak mencantumkan detail penyebab teknis secara spesifik dalam laporan engineering. Dalam penelitian ini, kategori tersebut tidak dimasukkan ke dalam analisis Pareto karena tidak dapat diklasifikasikan ke dalam jenis kegagalan teknis tertentu. Oleh karena itu, analisis Pareto difokuskan pada 55 data dengan penyebab yang teridentifikasi secara jelas agar hasil prioritas permasalahan lebih akurat dan representatif.

Meskipun jumlah kategori “Tanpa keterangan” mencapai 11 kejadian (16,7% dari total 66 kasus) dan tergolong signifikan, data tersebut tidak dapat dianalisis lebih lanjut karena tidak tersedia informasi teknis detail mengenai jenis kerusakan yang terjadi. Memasukkan data tersebut ke dalam analisis Pareto berpotensi menimbulkan bias dalam penentuan prioritas kegagalan. Oleh karena itu, analisis Pareto pada Tabel 2 dan Gambar 3 hanya menggunakan 55 data dengan penyebab kegagalan yang teridentifikasi secara jelas dan terverifikasi oleh *engineering*.

Tabel 1. Data Kegagalan *Fan Extract P/N CE1909AA1*

No	Jenis Kegagalan	Frekuensi
1	<i>Bearing Rough</i>	31
2	<i>Rotor Damage</i>	11
3	<i>Impeller Damage</i>	5
4	<i>No Fault Found</i>	5
5	<i>PCB Pop Out</i>	3
6	<i>Tanpa keterangan</i>	11
Total Frekuensi tiap kegagalan		66

Sumber: *Data Engineering Fan Extract P/N CE1909AA1* (2025).

Berdasarkan jenis jenis kegagalan diatas, berikut penjelasan dari setiap jenis keagalannya :

1. *Bearing Rough*

Masalah *bearing rough* pada *Fan Extract* terutama dipicu oleh pelumasan yang tidak sesuai spesifikasi, kontaminasi debu atau kelembapan, kelelahan material, dan

kesalahan pemasangan. Faktor faktor tersebut menyebabkan gesekan meningkat, timbul panas, serta kerusakan pada permukaan bearing. Akibatnya, unit mengalami getaran berlebih dan suara abnormal yang membuat putaran *rotor* tidak stabil. Kondisi ini menurunkan efisiensi *airflow*, mempercepat kerusakan pada komponen lain.

2. *Rotor Damage*

Kerusakan pada rotor biasanya dipicu oleh *imbalance* akibat *bearing rough*, benturan *Foreign Object Debris (FOD)*, serta retakan akibat vibrasi berlebih atau kelelahan material. Ketika *rotor* mengalami kerusakan, distribusi massa pada komponen berputar menjadi tidak seimbang sehingga menghasilkan vibrasi yang semakin besar. Kondisi ini menyebabkan *overheating* akibat gesekan tidak merata. Dampaknya, performa aliran udara (*airflow*) terganggu, efisiensi *fan extract* menurun, dan potensi kerusakan dapat menjalar ke *shaft* maupun *housing*. Jika dibiarkan, *rotor damage* dapat memperparah kerusakan sistem mekanis secara keseluruhan hingga unit tidak bisa dioperasikan.

3. *Impeller Damage*

Kerusakan pada *impeller* terjadi akibat erosi atau korosi dari udara yang mengandung debu, garam, dan kelembapan, maupun akibat *FOD* kecil seperti pasir atau serpihan logam yang terbawa ke dalam aliran udara. Getaran lanjutan dari kerusakan *rotor* atau *bearing* juga mempercepat terjadinya kerusakan *impeller*. Akibatnya, *airflow* turun signifikan karena bentuk *impeller* tidak lagi optimal untuk mendorong udara. Selain itu, timbul *noise* aerodinamis yang tinggi akibat distribusi aliran yang tidak seimbang. Pada kasus yang parah, retakan dapat berkembang menjadi *crack propagation* hingga *impeller* pecah (fragmentasi), yang tidak hanya menurunkan performa tetapi juga menimbulkan risiko keselamatan. Secara kausalitas teknis, terdapat kemungkinan bahwa Rotor Damage dan Impeller Damage bukan merupakan kegagalan primer, melainkan akibat sekunder (*secondary damage*) yang dipicu oleh kondisi Bearing Rough. Bearing yang mengalami kekasaran akan menghasilkan vibrasi berlebih dan ketidakseimbangan putaran, sehingga dalam jangka waktu tertentu dapat menyebabkan rotor mengalami *imbalance* dan *impeller* mengalami deformasi atau retak akibat beban dinamis yang tidak stabil. Dengan demikian, Bearing Rough berpotensi menjadi akar penyebab utama (*root cause*) yang memicu rangkaian kerusakan lanjutan pada sistem Fan Extract.

4. PCB Pop Out

Kerusakan *PCB (Printed Circuit Board) pop out* biasanya disebabkan oleh getaran tinggi yang membuat solderan retak atau komponen elektronik keluar dari dudukannya, *thermal cycling* (pemanasan dan pendinginan berulang) yang melemahkan material PCB, serta *shock* mekanis saat operasi atau *handling*. Kerusakan ini berdampak langsung pada sistem kontrol elektrik fan extract. Gejalanya berupa gangguan fungsi elektrik, unit tidak dapat bekerja optimal, atau bahkan mati total. Sering kali, kerusakan muncul dalam bentuk *fault intermittent* yang sulit dideteksi pada awal pemeriksaan. Akhirnya, unit harus mengalami *unscheduled removal* karena tidak mampu memenuhi fungsi sesuai standar kelayakan udara (*airworthiness*).

Dalam penelitian ini, penulis menerapkan Diagram Pareto untuk mengidentifikasi faktor dominan yang menyebabkan kegagalan pada *Fan Extract P/N CE1909AA1* dan mengelompokkan kemungkinan penyebab kegagalan dan menghitung persentase masing-masing penyebab berdasarkan frekuensi kejadian. Perlu ditegaskan bahwa dari total 66 data removal, hanya 55 data yang memiliki klasifikasi penyebab teknis yang jelas dan digunakan dalam analisis Pareto. Sebanyak 11 data dengan kategori “Tanpa keterangan” dikeluarkan dari perhitungan persentase karena tidak dapat dikategorikan secara teknis. Oleh sebab itu, persentase pada Tabel 2 dihitung berdasarkan total 55 data teridentifikasi, bukan 66 data keseluruhan.

$$\text{Persentase} = \left(\frac{\text{Frekuensi individu}}{\text{Total Frekuensi}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Persentase Bearing Rough} = \left(\frac{31}{55} \right) \times 100\% = 56\%$$

$$\text{Persentase Rotor Damage} = \left(\frac{31}{55} \right) \times 100\% = 20\%$$

$$\text{Persentase Impeller Damage} = \left(\frac{5}{55} \right) \times 100\% = 9\%$$

$$\text{Persentase No Fault Found} = \left(\frac{5}{55} \right) \times 100\% = 9\%$$

$$\text{Persentase PCB Pop Out} = \left(\frac{3}{55} \right) \times 100\% = 6\%$$

Lalu penulis mencari persentase kumulatifnya secara keseluruhan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$kumulatif = Persentase\ saat\ ini + Persentase\ sebelumnya$$

$$kumulatif\ Bearing\ Rough = 47\%$$

$$kumulatif\ Rotor\ Damage = 17\% + 47\% = 64\%$$

$$kumulatif\ Impeller\ Damage = 8\% + 64\% = 72\%$$

$$kumulatif\ No\ Fault\ Found = 8\% + 72\% = 80\%$$

$$kumulatif\ PCB\ Pop\ Out = 4\% + 80\% = 84\%$$

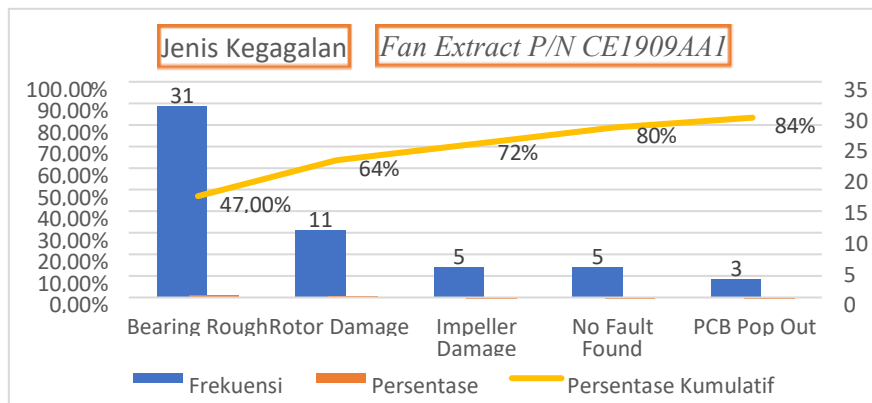
Berikut penulis tunjukkan hasil pengolahan data menggunakan *Diagram Pareto* dari data *Unschedule Removal* yang penulis lampirkan pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Jenis Kegagalan *Fan Extract* P/N CE1909AA1

POSSIBLE CAUSE	FREKUENSI	PERSENTASE	PERSENTASE KUMULATIF
BEARING ROUGH	31	47%	47%
ROTOR DAMAGE	11	17%	64%
IMPELLER DAMAGE	5	8%	72%
NO FAULT FOUND	5	8%	80%
PCB POP OUT	3	4%	84%
TOTAL	66	100%	100%

Sumber: Olah Data Penulis (2025).

Berdasarkan prinsip Pareto (aturan 80/20), umumnya sekitar 80% permasalahan disebabkan oleh 20% faktor dominan. Dalam penelitian ini, dua jenis kegagalan utama yaitu Bearing Rough (47%) dan Rotor Damage (17%) telah menyumbang sebesar 64% dari total kegagalan teridentifikasi. Meskipun belum mencapai angka 80%, kedua faktor tersebut sudah menunjukkan dominasi signifikan dan layak diprioritaskan dalam analisis lanjutan. Jika ditambahkan dengan Impeller Damage (8%), maka tiga penyebab utama telah mencakup 72% dari total kegagalan, yang semakin memperkuat fokus analisis pada faktor mekanis sebagai penyebab utama. Lalu penulis mengelompokkan hasil pada Tabel 4.3 menggunakan Microsoft excel Pareto Chart pada aplikasi excel seperti pada Gambar 3 dibawah ini.



Sumber: Olah Data Penulis (2025).

Gambar 3. Diagram Pareto Jenis Kegagalan *Fan Extract* P/N CE1909AA1

Agar usulan corrective dan preventive action lebih efektif, setiap tindakan perlu dirumuskan secara spesifik, terukur, dan dapat dievaluasi (measurable). Misalnya, untuk faktor Man, recurrent training perlu difokuskan pada modul Standard Practice Manual (SPM), prosedur cleaning detail pada Fan Extract, penggunaan ESDS, serta torque tightening procedure sesuai Aircraft Maintenance Manual (AMM). Pelatihan dapat dijadwalkan setiap 24 bulan dengan evaluasi berupa post-test dan observasi langsung di workshop. Untuk faktor Methods, revisi jobcard harus mencantumkan langkah cleaning secara rinci serta checklist mandatory inspection sebelum assembly.

Pada faktor Machine/Tools, monitoring kalibrasi torque wrench harus menggunakan sistem tracking digital dengan notifikasi sebelum due date kalibrasi. Dengan pendekatan yang lebih terukur, efektivitas tindakan perbaikan dapat dipantau secara objektif dan berkelanjutan. Kemudian, menganalisa jenis kegagalan dengan persentase tertinggi menggunakan metode Diagram Fishbone (*Ishikawa*) untuk menggali lebih dalam mengenai akar penyebab dari *Bearing Rough* dengan mengelompokkan penyebab kegagalan ke dalam 5M kategori yaitu, *Man*, *Method*, *Machine*, *Material* dan *Mother Nature / Environment*.

Setelah ditemukannya faktor penyebab dengan persentase tinggi dari jenis kegagalan *Fan Extract* P/N CE1909AA1 yaitu *Bearing Rough*. Maka Langkah selanjutnya penulis mencari akar permasalahan dari *Bearing Rough* menggunakan metode Diagram Fishbone. Guna mendapatkan akar permasalahan dari Metode ini penulis meneliti dari 5M kategori yaitu sumber daya manusia (*manpower*), metode (*methods*), bahan baku (*materials*), mesin/peralatan (*machines and equipment*) dan

lingkungan (*Mother Nature/environment*). Setelah melakukan wawancara dengan engineer pesawat Airbus 330 dan yang memiliki *COMA Rating* komponen *Fan Extraction*. didapatkan data yang dilampirkan pada gambar dibawah (**Gambar 4**). Pada gambar tersebut bisa penulis bisa menyimpulkan bahwa faktor faktor eksternal dari Bearing Rough seperti *Man, Methods, Tools, Material* dan *Environment*. Berikut penjelasan dari beberapa faktor eksternal tersebut:

1. *Man*

Faktor man yang berkontribusi terhadap terjadinya kondisi *bearing rough* pada komponen *Fan Extract* umumnya berakar pada sikap terlalu percaya diri atau *complacency* yang ditunjukkan oleh teknisi dengan tingkat pengalaman tinggi. Sikap ini sering kali membuat teknisi cenderung mengabaikan *jobcard* yang berisi langkah-langkah kerja terstandarisasi. Akibatnya, terdapat potensi besar terjadinya kelalaian terhadap detail-detail penting dalam proses perakitan, termasuk langkah krusial yang seharusnya dilakukan. Hal ini diperkuat oleh hasil wawancara, di mana salah satu narasumber menyatakan bahwa “teknisi yang sudah lama menangani Fan Extract terkadang merasa sudah hafal prosedur sehingga tidak selalu membaca ulang *jobcard* secara detail.” Pernyataan ini menunjukkan adanya indikasi *complacency* yang berkontribusi terhadap potensi kelalaian dalam proses perawatan.

2. *Methods / Maintenance Procedure*

Salah satu faktor utama yang mempengaruhi terjadinya *bearing rough* adalah Teknisi workshop tidak melakukan proses pembersihan (*cleaning*) secara menyeluruh dan mendetail pada komponen *Fan Extraction* Karena tidak adanya prosedur *cleaning* pada *jobcard* yang digunakan. disebabkan oleh ketidakjelasan atau tidak spesifiknya perintah pada *jobcard* yang digunakan dalam pelaksanaan perawatan.

3. *Machine / Tools*

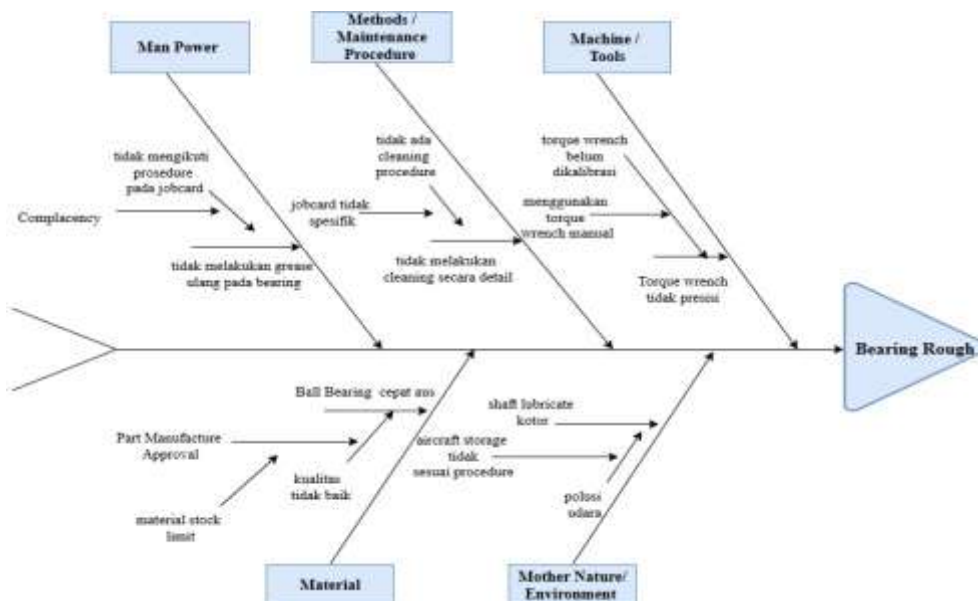
Selain itu, ditemukan pula bahwa teknisi menggunakan *torque wrench* manual sebagai alat utama untuk mengencangkan komponen *bearing*. Penggunaan *torque wrench* manual ini bukan tanpa alasan, melainkan disebabkan oleh kondisi *torque wrench set* yang seharusnya digunakan belum menjalani proses kalibrasi ulang sesuai interval yang direkomendasikan oleh pabrikan alat maupun standar prosedur perawatan yang berlaku.

4. *Material*

Dari aspek material, ditemukan bahwa kegagalan pada *Fan Extract* secara signifikan berkaitan dengan kualitas *ball bearing* yang baru dipasang. *Ball bearing* ini, meskipun tergolong baru, ternyata tidak berasal langsung dari *Original Equipment Manufacturer* (OEM) atau distributor resminya yang telah terverifikasi. Sebaliknya, komponen tersebut diperoleh melalui *Parts Manufacturer Approval* (PMA) yang diproduksi dan disuplai oleh *Turkish Airlines*.

5. Mother Nature / Environment

Dari segi lingkungan, penulis menemukan bahwa kondisi operasional pesawat saat berada dalam status *aircraft storage* dan diparkir di area luar hangar, Salah satu temuan penting adalah ketiadaan *protection long* pada *overboard valve*, yang seharusnya berfungsi sebagai pelindung untuk mencegah masuknya partikel debu, kotoran, atau kelembapan dari lingkungan sekitar ke dalam sistem. Tanpa adanya perlindungan ini, komponen menjadi lebih rentan kontaminasi lingkungan, terutama ketika pesawat terpapar langsung oleh debu, dan hujan.



Sumber: Olah Data Penulis (2025).

Gambar 4. Fishbone Diagram Bearing Rough

Setelah ditemukannya beberapa akar penyebab dari kegagalan *Fan Extract*, Selanjutnya penulis akan memberikan Upaya Perbaikan (*Corrective action*) dan pencegahan (*Preventive Action*) yang dapat dilihat pada **Tabel 3** dibawah ini.

Tabel 3. Upaya Perbaikan dan Pencegahan *Fan Extract* P/N CE1909AA1

Indikator	Faktor permasalahan	Corrective dan Preventive Action
<i>Man</i>	tidak menggunakan ESDS Ketika melakukan <i>perawatan</i> di <i>component workshop</i>	Corrective Action : Manager Menyelenggarakan refresher training khusus tentang prosedur ESDS, greasing bearing sesuai Component Maintenance Manual (CMM), dan torque tightening procedure setiap 6 bulan bagi teknisi COMA rating Fan Extract, disertai evaluasi kompetensi melalui post-test dan observasi langsung.
		Preventive Action Manager melakukan Briefing mengenai safety procedure sebelum melakukan perawatan Fan Extraction
<i>Methods / Maintenance Procedure</i>	Tidak melakukan <i>cleaning</i> pada saat melakukan perawatan	Corrective Action : Pekerjaan dilakukan oleh COMA Rating yang sesuai dengan scope serta berpengalaman sehingga sudah terbiasa mengerjakan job card yang sama
		Preventive Action : Membentuk tim <i>review</i> yang terdiri dari <i>engineer</i> dan teknisi senior untuk melakukan pembaruan <i>jobcard</i> dengan menambahkan langkah <i>cleaning detail, inspection visual bearing</i> sebelum perakitan, serta <i>checklist mandatory inspection</i> sebelum <i>release</i> komponen.
<i>Machine / Tools</i>	<i>Torque value</i> tidak presisi pada pemasangan <i>bearing</i>	Corrective Action : Manager melakukan pengadaan terkait <i>tools</i> yang sudah rusak dan <i>Toolstore</i> melakukan kalibrasi <i>tools</i>
		Preventive Action : tiap personel yang memakai torque di check Sebelum assembly atau re assembly <i>Fan Extract</i> terkait kondisi tools dan tanggal tenggat waktu kalibrasi pada tools yang dipakai
<i>Material</i>	Bearing cepat rusak	Corrective Action : <i>Replace</i> dengan komponen OEM (<i>Original Equipment Manufacturer</i>)
		Preventive Action : Unit <i>Engineering</i> Menyusun rencana cadangan untuk memastikan ketersediaan komponen dalam stok yang cukup.
<i>Environtment</i>	<i>shaft lubricate</i> kotor	Corrective Action : <i>Engineer</i> harus menutup overboard valve yang terbuka menggunakan plastic dan masking tape agar tidak ada FOD yang masuk
		Preventive Action : <i>Aircraft Protection long (Prolong)</i> 7days/ 15days/ 30 days

Sumber: Olah Data Penulis (2025).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang penulis teliti dan analisa data yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut, yaitu:

1. Faktor penyebab kerusakan paling tinggi pada komponen *Fan Extract P/N CE1909AA1* pesawat Airbus 330 di PT. GMF Aeroasia Tbk adalah *Bearing Rough* sebanyak 31 dari 66 kasus dengan persentase frekuensi tertinggi mencapai 47% dari total keseluruhan kasus yang tercatat. Dengan kurun waktu 6 tahun (2019-2024).
2. Akar permasalahan kerusakan komponen Fan Extract P/N CE1909AA1 pada pesawat Airbus 330 di PT. GMF Aeroasia Tbk disebabkan oleh kombinasi faktor berdasarkan pendekatan 5M, yaitu: (1) faktor *Man* berupa ketidakpatuhan terhadap prosedur kerja serta tidak dilakukannya *grease* ulang pada *bearing*; (2) faktor *Method* berupa metode perawatan yang belum lengkap, khususnya tidak adanya prosedur *cleaning* yang tercantum pada *jobcard*; (3) faktor *Machine* berupa penggunaan alat yang tidak dikalibrasi secara berkala seperti *torque wrench* manual; (4) faktor *Material* berupa kualitas *bearing* non-OEM akibat keterbatasan stok komponen asli; dan (5) faktor *Environment* berupa kondisi penyimpanan pesawat yang tidak sesuai prosedur sehingga menimbulkan potensi kontaminasi pada *shaft lubricate*.
3. Sebagai solusi dalam meminimalisir tingkat kerusakan komponen *Fan Extract P/N CE1909AA1* pada pesawat Airbus 330 di PT. GMF Aeroasia Tbk., penulis merumuskan tindakan *Corrective Maintenance Dan Preventive Action* yang mencakup manager mengusulkan untuk memberi pelatihan ulang (*recurrent training*) setiap 2 tahun sekali, pengadaan *tools* baru, kalibrasi alat secara berkala, penyusunan ulang *jobcard* perawatan *Fan Extract* sesuai dengan *component maintenance manual*, Menyusun rencana cadangan untuk memastikan ketersediaan komponen asli dalam stok yang cukup untuk menghindari ketergantungan pada komponen non-asli dan *Engineer* melakukan *protection long 7/15/30 days* pada *Aircraft Storage*. Berdasarkan tingkat risiko dan dominasi penyebab kegagalan, dua rekomendasi prioritas yang paling mendesak untuk segera diimplementasikan adalah memastikan seluruh *torque wrench* yang digunakan telah dikalibrasi sesuai interval yang ditetapkan serta menjamin penggunaan material *bearing* OEM guna menghindari potensi kegagalan berulang akibat kualitas komponen yang tidak sesuai standar. Kedua tindakan ini diprioritaskan karena berkaitan langsung dengan faktor dominan penyebab *Bearing Rough* yang berpotensi menimbulkan kerusakan lanjutan (*secondary damage*).

Disarankan untuk melakukan studi lanjutan guna memantau efektivitas implementasi rekomendasi tindakan korektif dan preventif yang telah dirumuskan, serta menganalisis penurunan frekuensi unscheduled removal komponen Fan Extract P/N CE1909AA1 setelah kebijakan perbaikan diterapkan. Penelitian lanjutan ini dapat menggunakan pendekatan kuantitatif dengan membandingkan data sebelum dan sesudah implementasi perbaikan dalam periode waktu tertentu.

DAFTAR REFERENSI

- Abizar. (2024). Analisis Beban Kerja Teknisi Pesawat Pada Maintenance Phase 1 King Air B200 di Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan. *Aviation Science and Technology Journal*, 1(01), 09–19. <https://doi.org/10.54147/astj.v1i01.1020>
- Airbus. (2024). *General Chapter Level 1 Airbus A330*.
- Alkiayat. (2021). A Practical Guide to Creating a Pareto Chart as a Quality Improvement Tool. *Global Journal on Quality and Safety in Healthcare*, 4(2), 83–84. <https://doi.org/10.36401/jqsh-21-x1>
- Aria & Mutiya. (2016). Evaluasi On-Time Performance Pada Maskapai Tiger Airways Rute Surabaya-Singapura dengan Menggunakan Diagram Kontrol, Diagram Pareto, dan Diagram Sebab-Akibat. *Jurnal Manajemen Dan Bisnis Indonesia*, 3(3), 334–346. <https://doi.org/10.31843/jmbi.v3i3.89>
- Mardewi, T. (2020). *Modul Metode Penelitian*. Bogor: Universitas Bina Sarana Informatika.
- Nora, V. S., Saptono, S., & Harja, N. A. (2020). Kajian pembuatan flight plan di PT Sriwijaya Air untuk rute Jakarta–Pangkal Pinang. *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru*, 13(1), 1–8.
- Novinda, A. A. H. K. P. N. (2016). Analisis Dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Metode Pareto Dan Fishbone Diagram. *Journal of Indonesian Applied Economics*, 5(1), 1-9
- Rivaldi, A. (2023). Penyebab yang mempengaruhi Keterlambatan Pengadaan Barang di Perusahaan Industri Petrochemicals Cilegon Periode 2020-2022 *Jurnal Riset Bisnis dan Manajemen Tirtayasa (JRBMT)*, 7(1), 1-10 <https://doi.org/10.48181/jrbmt.v7i1.23411>
- Sudarso, M. S. I. (2022). Indung Sudarso Analisis Strategi Pemasaran Produk Perumahan Menggunakan Fishbone. *Jurnal Manova*, 5(1), 48–64.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan. (2009). Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 1. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/54656/uu-no-1-tahun-2009>
- Vionalita, G. (2020). *Modul metodologi penelitian kuantitatif (KSM361): Modul 12 instrumen penelitian*. Universitas Esa Unggul.