

TROUBLESHOOTING SISTEM STARTER APU PADA PESAWAT BOEING 777-300ER

Adimas Bara Alfansa¹, Indra Permana^{2*}, Riza Arif Pratama³

1. Universitas Tunas Pembangunan Surakarta (UTP), Jl. Balekambang Lor No.1 Banjarsari, Surakarta 57139

2. Universitas Tunas Pembangunan Surakarta (UTP), Jl. Balekambang Lor No.1 Banjarsari, Surakarta 57139
(indrapermana@lecture.utp.ac.id)

3. Universitas Tunas Pembangunan Surakarta (UTP), Jl. Balekambang Lor No.1 Banjarsari, Surakarta 57139
(rizaarifp@lecture.utp.ac.id)

*corresponding author: indrapermana@lecture.utp.ac.id

ABSTRAK

Auxiliary Power Unit (APU) merupakan salah satu sistem pesawat terbang yang berfungsi menyediakan daya listrik dan udara bertekanan saat mesin utama tidak beroperasi. Perawatan APU menjadi aspek vital dalam menjaga kesiapan operasional pesawat terbang. Salah satu komponen utama APU adalah sistem *starter*, yang berperan dalam menginisiasi proses *starting* APU. Penelitian ini membahas proses troubleshooting pada sistem starter APU Pesawat Boeing 777-300ER yang mengalami gangguan, berdasarkan studi kasus nyata yang diawali dari laporan kegagalan oleh pilot selama fase pra-penerbangan. Analisis dilakukan melalui sistem *Engine Indicating and Crew Alerting System* (EICAS) yang memberikan indikasi kegagalan, dilanjutkan dengan pemeriksaan data maintenance melalui *Maintenance Access Terminal* (MAT) untuk mendapatkan kode *maintenance message* yang relevan. Proses isolasi kesalahan dilakukan sesuai panduan *Fault Isolation Manual* (FIM), hingga ditemukan bahwa kerusakan teridentifikasi pada komponen *brush* dari *Electric Starter Motor* APU yang mengalami keausan. Setelah proses penggantian komponen dan pengujian system, APU berhasil kembali beroperasi secara normal. Hasil ini menunjukkan pentingnya sistem monitoring modern dan prosedur *troubleshooting* yang tepat dalam menjaga keandalan serta keselamatan operasional pesawat terbang.

kata kunci: Troubleshooting, APU, sistem starter, Pesawat Terbang

ABSTRACT

The Auxiliary Power Unit (APU) is an aircraft system that provides electrical power and pressurized air when the main engine is not operating. APU maintenance is a vital aspect in maintaining the operational readiness of an aircraft. One of the main components of the APU is the starter system, which plays a role in initiating the APU starting process. This study discusses the troubleshooting process of the APU starter system of a Boeing 777-300ER aircraft that experienced a problem, based on a real case study that began with a failure report by the pilot during the pre-flight phase. Analysis was carried out through the Engine Indicating and Crew Alerting System (EICAS) that provided a failure indication, followed by checking maintenance data through the Maintenance Access Terminal (MAT) to obtain the relevant maintenance message code. The fault isolation process was carried out according to the Fault Isolation Manual (FIM) guidelines, until it was discovered that the damage was identified in the brush component of the APU Electric Starter Motor that was experiencing wear. After component replacement and system testing, the APU successfully returned to normal operation. These results demonstrate the importance of modern monitoring systems and proper troubleshooting procedures in maintaining the reliability and safety of aircraft operations.

keywords: Troubleshooting, APU, starter system, Aircraft

PENDAHULUAN

Perawatan pesawat wajib dilakukan oleh setiap maskapai, yang mencakup struktur dan sistem pesawat, termasuk sistem avionik, *cabin*, hingga *powerplant*. Kegiatan perawatan perlu dilakukan secara rutin dan berkala untuk menjamin pesawat laik terbang yang dimulai dari proses monitoring hingga tindakan perbaikan [1]. Salah satu sistem yang memerankan peran penting di pesawat terbang adalah sistem *powerplant* yang menjadi pemasok tenaga utama untuk pesawat, baik itu untuk menghasilkan gaya dorong, energi listrik, dan pneumatik. Sistem *powerplant* pada pesawat tidak hanya terdiri atas mesin utama, tetapi juga mencakup komponen pendukung seperti *Auxiliary Power Unit* (APU) yang berperan penting dalam menunjang operasional pesawat, khususnya saat berada di darat.

Auxiliary Power Unit (APU) merupakan mesin turbin kecil yang menggerakkan generator, pompa hidrolik, dan pompa penumatik. Sistem ini dipasang di pesawat untuk menghasilkan energi listrik, udara terkompresi, dan energi hidrolik ketika mesin utama pesawat tidak bekerja [2]. APU tidak hanya dibutuhkan ketika pesawat sedang berada di darat, tapi juga dalam kondisi *emergency* ketika mesin utama pesawat tidak berfungsi ketika pesawat masih beroperasi di udara. Pentingnya peran APU ini menjadikan APU perlu dipastikan berada dalam kondisi normal di setiap penerbangan. Metode yang dapat digunakan untuk mencegah kegagalan mendadak dari APU adalah dengan *condition monitoring*, dimana perawatan dilakukan dengan memprediksi potensi kerusakan melalui data yang diperoleh dari sistem yang terintegrasi [3]. Metode perawatan ini dilakukan untuk memastikan bahwa APU memberikan kinerja yang diinginkan dan tidak mengalami kerusakan. Bahkan jika terjadi kegagalan, mekanisme diagnostik tersedia untuk pemulihan komponen yang rusak secara tepat waktu [4].

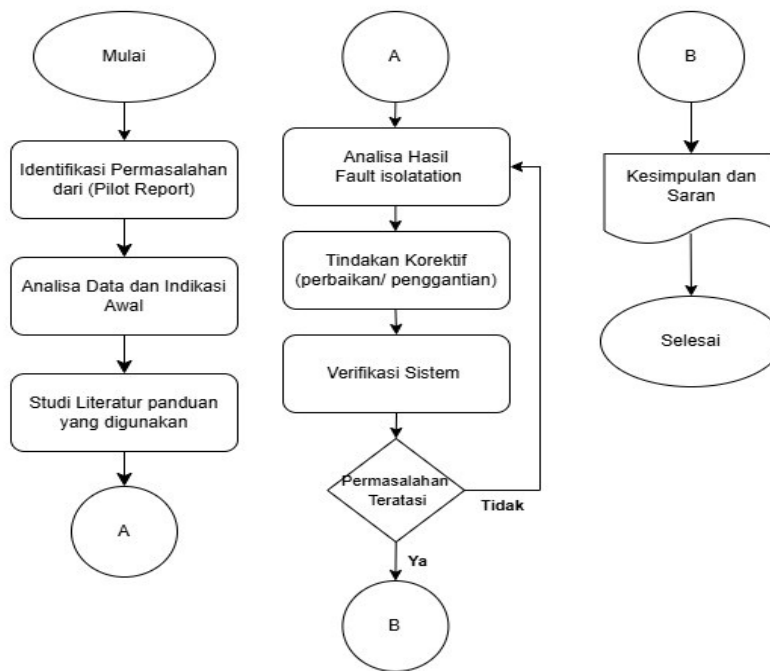
Dalam APU, *Starter System* memiliki fungsi krusial dalam mengaktifkan APU. Gangguan pada komponen penting, seperti *starter motor* dapat menyebabkan kegagalan fungsi APU, yang berisiko menimbulkan keterlambatan penerbangan, peningkatan biaya perawatan, hingga gangguan keselamatan. Oleh karena itu, diperlukan metode troubleshooting yang diterapkan secara sistematis dan berbasis prosedur teknis untuk memastikan setiap gangguan dapat diidentifikasi dan diperbaiki secara efektif [5].

Sistem pemeliharaan berbasis kondisi yang didukung oleh pemantauan kesehatan APU memiliki kontribusi besar dalam mendukung efisiensi operasional dan keselamatan penerbangan [3]. Pemeliharaan berbasis kondisi merupakan strategi pemeliharaan modern menggunakan data real-time yang dikumpulkan dari pemantauan kondisi tiap sistem untuk menentukan kebutuhan perawatan. Sistem pemeliharaan ini relevan ketika dikaitkan dengan temuan dari laporan pilot (PIREPs) atau laporan teknisi (*engineer findings*) yang sering mencatat gejala awal gangguan pada sistem pesawat seperti starter APU. Pilot dapat melaporkan kegagalan APU saat start-up atau performa yang tidak stabil, sementara teknisi dapat mengidentifikasi adanya anomali berdasarkan data sensor [6]. Informasi ini kemudian menjadi dasar dalam pengambilan keputusan perawatan. Pendekatan ini bukan hanya mengoptimalkan penggunaan sumber daya teknisi, tetapi juga memperpanjang usia pakai komponen dengan perawatan yang lebih tepat sasaran. Dengan demikian, upaya perawatan ini dapat berdampak langsung pada pengurangan biaya operasional serta peningkatan standar keselamatan penerbangan [7].

METODOLOGI

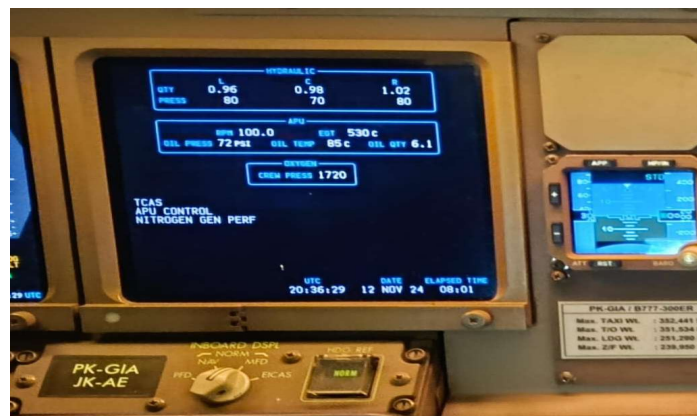
Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif, dengan tujuan untuk menggambarkan secara sistematis tahapan *troubleshooting* yang dilakukan dalam pemeliharaan sistem starter APU pada pesawat Boeing 777-300ER. Pendekatan ini digunakan untuk menganalisis proses identifikasi masalah, melacak penyebab, dan melaksanakan tindakan korektif sesuai prosedur pemeliharaan pesawat yang berlaku di lingkungan industri MRO (*Maintenance, Repair, and Overhaul*). Data diperoleh melalui pengamatan langsung, wawancara dengan teknisi, dan pemahaman tentang dokumen pemeliharaan. Peneliti kemudian merekonstruksi tahapan *troubleshooting* yang dilakukan dalam menangani gangguan pada sistem *starter* APU. Pendekatan ini tidak hanya fokus pada hasil akhir dari perbaikan, tetapi juga menekankan pada proses berpikir logis, pemahaman data, serta penerapan prosedur standar yang dilakukan oleh teknisi saat melakukan pemeliharaan.

Proses *troubleshooting* yang dianalisis mencakup langkah-langkah sistematis dalam mendeteksi sumber masalah, menentukan kemungkinan penyebab, serta melakukan tindakan korektif yang tepat. Seluruh prosedur penanganan gangguan mengacu pada panduan resmi yang terdapat dalam *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) dan *Fault Isolation Manual* (FIM). Dengan demikian, objek penelitian ini tidak hanya mencakup komponen teknis dari sistem *starter* APU, tetapi juga aspek prosedural dan penerapan praktik *troubleshooting* yang sesuai dengan standar industri penerbangan.



Gambar 1. Alur Penelitian

Proses *troubleshooting* pada sistem starter APU dapat dilihat pada Gambar 1. Penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan, yang diperoleh dari *Pilot Report* (PIREPs) atau *Engineer Finding*. Data indikasi awal dianalisis melalui *Engine Indicating and Crew Alerting System* (EICAS), kemudian diakses menggunakan *Maintenance Access Terminal* (MAT) untuk evaluasi awal. Selanjutnya, teknisi mengikuti prosedur berdasarkan referensi teknis seperti *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) dan *Fault Isolation Manual* (FIM) untuk melakukan *fault isolation* hingga ditemukan penyebab gangguan yang spesifik. Setelah titik kerusakan teridentifikasi, teknisi melanjutkan ke tahap pemeriksaan komponen (seperti *starter motor*, *system*, dan *wiring*) untuk menentukan tindakan korektif, baik berupa penggantian (*replacement*) maupun perbaikan (*repair*). Setelah perbaikan dilakukan, sistem diuji melalui verifikasi fungsional guna memastikan seluruh sistem kembali normal tanpa *fault* aktif. Tahapan akhir mencakup test result sebagai hasil pengujian dan *return to service* sebagai pernyataan kelaikudaraan. Seluruh tahapan mencerminkan proses *troubleshooting* yang sistematis dan sesuai prosedur dalam industri *Maintenance, Repair, and Overhaul* (MRO).

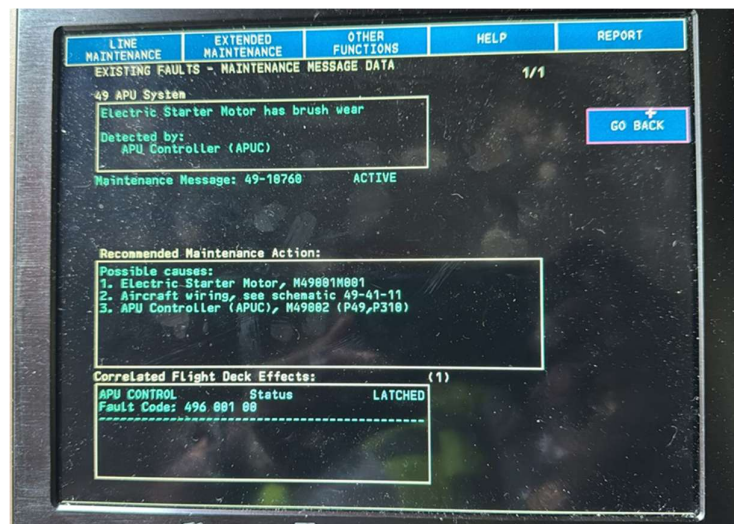


Gambar 2. EICAS Indication

Permasalahan awal diidentifikasi berdasarkan laporan pilot yang terjadi saat pesawat berada di Bandara Internasional Hamad (Doha). Pada kondisi tersebut, upaya pengaktifan APU dilakukan melalui suplai daya eksternal (*external power*) dari *ground service*, sebagai prosedur awal sebelum keberangkatan menuju Bandara Internasional Soekarno-Hatta (Jakarta). Namun, sistem APU tidak menunjukkan respons sesuai prosedur normal. Berdasarkan Gambar 2, tampilan EICAS menampilkan pesan “APU CONTROL”, yang merupakan indikasi adanya kegagalan pada sistem kontrol APU. Notifikasi ini mengarah pada kegagalan fungsi *starter system* dalam memulai siklus kerja APU. Informasi ini dicatat oleh pilot dan menjadi dasar awal diagnosis teknisi karena menunjukkan adanya kegagalan fungsi sistem atau kondisi tidak normal yang memerlukan investigasi lebih lanjut melalui sistem *Maintenance Access Terminal* (MAT). Indikasi dari EICAS inilah yang kemudian ditelusuri untuk *menemukan maintenance message* yang lebih detail dalam proses *troubleshooting*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses *troubleshooting* terhadap permasalahan APU yang diinformasikan oleh pilot dimulai dari pemantauan parameter APU. Hasil pemantauan menunjukkan nilai RPM = 0.0, EGT (Exhaust Gas Temperature) tetap rendah (29°C), serta tidak adanya tekanan oli (0 PSI). Hal ini menunjukkan APU tidak memulai proses start sama sekali. Normalnya, saat APU mulai berputar, akan terjadi kenaikan bertahap pada RPM, diikuti peningkatan EGT dan oil pressure. Kondisi APU ini menunjukkan bahwa *starter motor* tidak mampu memutar APU untuk memulai siklus *start*. Salah satu penyebab umum dari kondisi ini adalah kerusakan atau keausan pada komponen.



Gambar 3. Maintenance Message pada MAT

Berdasarkan hasil investigasi menggunakan *Maintenance Access Terminal* (MAT), ditemukan adanya *maintenance message* dengan kode 49-10760 yang berstatus ACTIVE dapat dilihat pada Gambar 3. Hal ini menunjukkan adanya kerusakan pada *Electric Starter Motor*, tepatnya berupa keausan pada komponen *brush* (*brush wear*). Dalam rekomendasi tindakan perawatan (*maintenance action*) yang disediakan oleh sistem, disebutkan tiga kemungkinan penyebab utama, yaitu: kerusakan pada *Electric Starter Motor* (komponen M49801M001), gangguan pada sistem *wiring* sesuai skematik 49-41-11, serta potensi malfungsi pada modul *APU Controller* (M49082).

Kode *maintenance message* 49-10760 digunakan untuk melakukan proses *fault isolation*. Dua digit nomor di depan digunakan untuk mencari chapter yang terkait permasalahan pada FIM (*Fault Isolation Manual*) dan digit setelahnya digunakan untuk mencari indeks penyebab kegagalan pada FIM yang berisi petunjuk atau langkah-langkah untuk mengetahui penyebab kerusakan pada APU starter. Hasil penelusuran kerusakan sesuai prosedur FIM ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Penelusuran Kerusakan sesuai Prosedur FIM

No	Langkah	Hasil
1.	Pastikan posisi APU MAINT APU POWER Switch (S1) pada Aft Overhead Maintenance Panel (P61) berada dalam posisi NORM.	Switch dalam posisi NORM
2.	Ubah posisi switch APU MAINT APU POWER (S1) ke TEST, kemudian tunggu 120 detik.	MAT message tetap menunjukkan ACTIVE.
3.	Periksa kondisi fisik APU Wire Harness, prosedur mengikuti AMM TASK 49-14-00-960-802 (<i>Wire Harness Terminal Replacement</i>).	Inspeksi visual menunjukkan tidak ada kerusakan.
4.	Periksa konektor <i>brush wear indicator</i> pada <i>Electric Starter Motor</i> , prosedur mengikuti AMM TASK 49-14-00-960-802 (<i>Wire Harness Terminal Replacement</i>).	Tidak ditemukan adanya kontaminasi maupun kerusakan fisik, seperti pin bengkok atau <i>backshell</i> longgar.
5.	Lakukan penggantian <i>Electric Starter Motor</i> .	Penggantian telah dilakukan.
6.	Lakukan APU <i>functional test</i> sesuai prosedur APU Starting and Operation, AMM TASK 49-11-00-860-804.	Sistem APU kembali normal, tidak ada pesan <i>fault</i> di EICAS (Lihat Gambar 4).



Gambar 4. Tampilan EICAS setelah APU Functional Test

Proses *troubleshooting* yang dilakukan seperti tercantum pada Tabel 1 mengarah pada adanya kerusakan pada bagian *brush* atau konektor internal dari *Electric Starter Motor*. Oleh karena itu, penggantian komponen menjadi solusi yang dilakukan untuk mengatasi masalah APU yang terjadi. Penggantian *Electric Starter Motor* merupakan langkah akhir dalam proses *troubleshooting* ini karena setelah penggantian dilakukan, sistem APU kembali berfungsi normal dan tidak muncul lagi pesan *fault* pada EICAS seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Semua parameter mesin dan sistem APU tampil normal, menandakan bahwa *troubleshooting* berhasil dan sistem telah kembali ke kondisi operasional normal. Hal ini menunjukkan bahwa komponen tersebut adalah sumber kerusakan, sehingga langkah lanjutan dalam FIM tidak perlu diteruskan.

KESIMPULAN

Kegiatan *troubleshooting* telah dilakukan pada sistem APU pesawat Boeing 777-300ER yang mengalami gangguan. Gangguan teridentifikasi melalui pesan kesalahan (*fault message*) pada sistem

EICAS dan *Maintenance Access Terminal* (MAT). Dalam upaya penanganan gangguan tersebut, langkah-langkah *troubleshooting* dilakukan secara sistematis dan sesuai dengan prosedur teknis yang tercantum dalam *Fault Isolation Manual* (FIM) untuk mengisolasi kegagalan secara bertahap dan *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) untuk panduan pelaksanaan setiap langkah yang dilakukan. Proses isolasi kegagalan dimulai dari pemeriksaan fisik atau visual komponen *wiring* dan konektor hingga pada akhirnya dilakukan penggantian *Electric Starter Motor* sebagai solusi terhadap kerusakan yang ditemukan. Pemeriksaan fungsional dilakukan setelah penggantian komponen untuk memastikan sistem bekerja kembali secara normal. Proses pemeriksaan dilakukan dengan cara melakukan pengujian penyalan APU dan memverifikasi tidak adanya pesan *fault* atau indikasi kegagalan pada EICAS. Hasil dari pemeriksaan tersebut menunjukkan bahwa sistem starter APU telah kembali beroperasi dengan baik, sehingga seluruh tujuan pemeliharaan telah tercapai. Proses *troubleshooting* yang dilaksanakan sesuai dengan pada pedoman teknis terbukti efektif dalam mengidentifikasi komponen penyebab gangguan dan menentukan tindakan perbaikan yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Kurniawan, "Pengaruh Kerusakan Low Pressure Turbine Terhadap Kinerja Mesin Pada General Electric CF34-8c5a1," Universitas Brawijaya, 2018. [Online]. Available: <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/8896/>
- [2] Federal Aviation Administration, *Aviation Maintenance Technician Handbook - Airframe*, vol. 2. Oklahoma: United States Department of Transportation, FAA, 2018.
- [3] A. Alex, "International Journal of Aerospace and Mechanical Engineering Aircraft Auxiliary Power Unit (APU) Condition Monitoring International Journal of Aerospace and Mechanical Engineering," *Int. J. Aerosp. Mech. Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 6–9, 2019.
- [4] U. Ahmed, F. Ali, and I. Jennions, "Acoustic monitoring of an aircraft auxiliary power unit," *ISA Trans.*, vol. 137, no. March, pp. 670–691, 2023, doi: 10.1016/j.isatra.2023.01.014.
- [5] F. Setiawan, M. Taaqbier, and M. Anhar, "Perencanaan Preventive Maintenance Menggunakan Metode Reliability Pada Electrical Sistem Auxiliary Power Unit Boeing 737-500," *Inject. Indones. J. Vocat. Mech. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2022, doi: 10.58466/injection.v2i1.279.
- [6] Garuda Indonesia, "Maintenance Programs," Jakarta, Indonesia, 2024.
- [7] J. Z. Sikorska, M. Hodkiewicz, and L. Ma, "Prognostic modelling options for remaining useful life estimation by industry," *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 25, no. 5, pp. 1803–1836, 2011, doi: 10.1016/j.ymssp.2010.11.018.