



# STRATEGI PEMELIHARAAN ENGINE PT6A-68C GUNA MENINGKATKAN KESIAPAN PESAWAT EMB 314 SUPER TUCANO

*(PT6A-68C ENGINE MAINTENANCE STRATEGY TO IMPROVE THE  
READINESS OF THE EMB 314 SUPER TUCANO AIRCRAFT)*

Rendra Yogi Permadi<sup>1</sup>, Ahmad G. Dohamid<sup>2</sup>, Suwito<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Unhan, <sup>2</sup>Dosen Unhan, <sup>3</sup>Dosen Unhan

email: yogi\_ellery2007@yahoo.com

**Abstrak.** Engine PT6A-68C sebagai sumber tenaga pesawat EMB-314 Super Tucano memiliki peranan strategis dalam menjamin kesiapan operasi satuan pengguna di lingkungan TNI Angkatan Udara. Keberhasilan pelaksanaan tugas udara sangat bergantung pada efektivitas pemeliharaan engine yang dilaksanakan secara terencana, terukur, dan sesuai standar teknis. Penelitian ini bertujuan memberikan gambaran umum mengenai kesiapan pemeliharaan engine PT6A-68C, mengidentifikasi tantangan umum yang dihadapi satuan pemeliharaan, serta merumuskan strategi peningkatan kemampuan yang relevan dengan kebutuhan operasional tanpa mengungkapkan informasi sensitif. Pendekatan penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif melalui wawancara, observasi non-teknis, serta telaah literatur dan dokumen terbuka pada unit terkait di lingkungan TNI AU. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemeliharaan telah dilaksanakan sesuai pedoman teknis, namun peningkatan kapasitas sumber daya manusia, pemanfaatan teknologi pemantauan kondisi, dan penguatan sistem manajemen pemeliharaan diperlukan untuk menjawab dinamika perkembangan teknologi aviasi. Tantangan pemeliharaan bersifat umum, seperti kebutuhan kompetensi teknisi yang terus berkembang dan pentingnya sistem perencanaan pemeliharaan yang adaptif. Penelitian ini menawarkan strategi penguatan pemeliharaan yang berfokus pada peningkatan kompetensi teknisi, optimalisasi proses perencanaan, serta pemanfaatan konsep pemeliharaan berbasis keandalan guna mendukung kesiapan pesawat secara berkelanjutan.

**Kata kunci:** Engine PT6A-68C, Pemeliharaan, Super Tucano, Kesiapan, Pesawat, TNI AU.

**Abstract.** The PT6A-68C engine, as the powerplant of the EMB-314 Super Tucano aircraft, plays a strategic role in ensuring the operational readiness of its user units within the Indonesian Air Force. The effectiveness of engine maintenance is essential to support mission reliability, training activities, and overall air operations. This study aims to provide a general overview of the maintenance readiness of the PT6A-68C engine, identify common challenges faced by maintenance organizations, and formulate enhancement strategies that align with operational requirements while avoiding sensitive or classified information. A descriptive qualitative method was employed, using interviews, non-



*technical observations, and reviews of publicly accessible literature and documents within relevant Air Force units. The findings indicate that maintenance activities are conducted in accordance with established technical guidelines; however, further improvements are needed in technician competency development, the adoption of condition-monitoring technology, and the strengthening of maintenance management systems. The challenges observed are typical within aviation maintenance environments, such as evolving competency demands and the need for adaptive maintenance planning in line with technological advancements. This study proposes several strategies focused on enhancing human resource capability, optimizing maintenance planning processes, and applying reliability-based maintenance principles to support sustainable aircraft readiness within the Indonesian Air Force.*

**Keywords:** *PT6A-68C Engine, Maintenance Strategy, Super Tucano, Aircraft Readiness, Air Force.*

## 1. Pendahuluan

Kesiapan alutsista udara merupakan salah satu pilar utama dalam menjaga efektivitas kekuatan udara modern. Dalam konteks TNI Angkatan Udara, pesawat EMB-314 Super Tucano menjadi salah satu platform yang memiliki peran penting dalam pelatihan, dukungan operasi, dan berbagai misi udara lainnya. Engine PT6A-68C sebagai sumber tenaganya memiliki kontribusi langsung terhadap keandalan pesawat, sehingga pemeliharaan engine menjadi faktor strategis bagi kesiapan operasional secara keseluruhan. Dalam perspektif sistem pertahanan, kesiapan alutsista tidak hanya dipahami sebagai kemampuan teknis semata, tetapi merupakan bagian dari integrasi doktrin, organisasi, sumber daya manusia, serta sistem pemeliharaan yang saling terkait (Snyder, 2011; Kementerian Pertahanan RI, 2020).

Pemeliharaan engine pesawat militer secara umum dihadapkan pada dinamika teknologi aviasi yang terus berkembang, kebutuhan peningkatan kompetensi teknisi, serta tuntutan untuk menjaga standar keselamatan dan keandalan yang tinggi. Teori kekuatan udara menegaskan bahwa keberhasilan operasi udara sangat ditentukan oleh kemampuan mempertahankan tingkat kesiapan tinggi melalui pemeliharaan yang efektif dan berkelanjutan (Meilinger, 2018). Dalam kaitan tersebut, pemeliharaan engine PT6A-68C perlu dikelola dengan pendekatan yang adaptif terhadap perkembangan teknologi dan kebutuhan operasional.



Dari sudut pandang engineering, keandalan dan maintainability menjadi landasan penting dalam merancang dan melaksanakan strategi pemeliharaan. Sistem pemeliharaan yang efektif harus mampu mengelola probabilitas kegagalan komponen dan memastikan bahwa proses perbaikan dapat dilakukan secara efisien sesuai prinsip keandalan (Blanchard & Fabrycky, 2014). Maintainability juga berkaitan dengan kemampuan organisasi untuk menyediakan tenaga teknis yang terlatih, peralatan yang memadai, serta prosedur pemeliharaan yang selaras dengan standar industri (Dhillon, 2006). Faktor sumber daya manusia menjadi elemen kunci, karena keberhasilan pemeliharaan engine tidak hanya ditentukan oleh teknologi, tetapi juga oleh kompetensi teknisnya (Ulrich, 2013).

Untuk merespons perkembangan tersebut, berbagai pendekatan pemeliharaan modern seperti *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) dan *Condition-Based Maintenance* (CBM) digunakan untuk meningkatkan efektivitas pemeliharaan dan meminimalkan risiko kegagalan tak terduga (Moubray, 1997; NASA, 2015). RCM memberikan kerangka analitis dalam menentukan prioritas pemeliharaan berdasarkan fungsi dan risiko, sedangkan CBM memungkinkan pemantauan kondisi engine melalui parameter operasional sehingga keputusan pemeliharaan dapat dilakukan secara prediktif. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan keselamatan, tetapi juga mendukung efisiensi penggunaan sumber daya pemeliharaan.

Selain aspek teknis, pemeliharaan alutsista juga berkaitan erat dengan sistem manajemen logistik. Dalam berbagai literatur, keberhasilan pemeliharaan dipengaruhi oleh perencanaan kebutuhan suku cadang, integrasi data, serta kemampuan organisasi dalam menyesuaikan diri dengan dinamika siklus hidup komponen (Penton, 2019). Sistem logistik yang responsif menjadi faktor penting untuk mencegah penundaan pemeliharaan dan memastikan engine tetap berada dalam kondisi siap operasi.

Berbagai penelitian terdahulu menegaskan bahwa kesiapan pesawat militer sangat dipengaruhi oleh sistem pemeliharaan yang holistik, mulai dari kecukupan pelatihan, perencanaan pemeliharaan, hingga dukungan logistik (Rahman, 2018; Santoso, 2020). Penelitian internasional juga menunjukkan bahwa modernisasi fasilitas dan peningkatan

kompetensi teknisi dapat memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi dan kecepatan pemeliharaan (Mehta, 2019; Fernandez, 2020). Temuan-temuan tersebut relevan sebagai pembandingan dan rujukan dalam upaya penguatan pemeliharaan engine PT6A-68C, tanpa mengungkapkan detail teknis internal. Berangkat dari latar belakang tersebut, penelitian ini diarahkan untuk memberikan gambaran umum mengenai kesiapan pemeliharaan *engine* PT6A-68C di lingkungan TNI AU, mengidentifikasi tantangan yang bersifat umum dan tidak sensitif, serta merumuskan strategi peningkatan kemampuan pemeliharaan yang berorientasi pada penguatan sumber daya manusia, sistem, dan penerapan teknologi pemeliharaan modern (Ningsih, 2024). Pendekatan ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan kesiapan pesawat EMB-314 Super Tucano, tetapi juga mendukung tujuan jangka panjang dalam penguatan sistem pemeliharaan alutsista udara secara lebih mandiri, efektif, dan berkelanjutan.

## 2. Tinjauan Pustaka

Pemeliharaan engine pesawat militer merupakan bagian dari sistem pertahanan negara yang menuntut kesiapan tinggi, keandalan, dan kemampuan berkelanjutan. Dalam konteks TNI Angkatan Udara, pemeliharaan engine PT6A-68C pada pesawat EMB-314 Super Tucano memiliki arti strategis karena berhubungan langsung dengan kemampuan reaksi cepat dan daya tangkal udara nasional. Untuk memahami situasi pemeliharaan ini secara komprehensif, penelitian menggunakan tiga lapis teori: *grand theory*, *middle-range theory*, dan *operational theory*.

*Grand theory* dalam penelitian ini adalah Teori Sistem Pertahanan Negara dan Teori Kekuatan Udara. Teori Sistem Pertahanan menekankan bahwa seluruh elemen alutsista harus berada dalam kondisi siap operasi, karena kesiapan merupakan fondasi daya tangkal negara (Snyder, 2011). Dalam kerangka pertahanan, pemeliharaan bukan sekadar fungsi teknis tetapi bagian dari sistem logistik dan strategi pertahanan yang lebih luas (Kementerian Pertahanan RI, 2020). Teori Kekuatan Udara menyatakan bahwa superioritas udara hanya dapat dicapai bila platform udara memiliki readiness dan sustainment yang tinggi

(Meilinger, 2018). Dengan demikian, kemampuan menjaga engine PT6A-68C dalam kondisi siap merupakan prasyarat bagi keberhasilan operasi udara Indonesia.

Pada tingkat *middle-range theory*, penelitian ini menggunakan Teori Keandalan Sistem (Reliability Theory), Maintainability Theory, serta Human Capability Theory. Reliability Theory menjelaskan bahwa engine memiliki probabilitas kegagalan yang dapat diprediksi dan dikendalikan melalui data MTBF, MTTR, dan analisis pola kegagalan (Blanchard & Fabrycky, 2014). Maintainability Theory menekankan bahwa efektivitas pemeliharaan dipengaruhi oleh desain sistem, fasilitas kerja, alat khusus, dan dokumentasi teknis (Dhillon, 2006). Teori Kapabilitas SDM menegaskan bahwa kompetensi teknisi merupakan determinan langsung keberhasilan pemeliharaan, terutama pada pekerjaan yang memerlukan kecermatan seperti balancing, NDI, dan HSI (Ulrich, 2013). Ketiga teori ini menjelaskan bagaimana keterbatasan teknisi, fasilitas, dan dokumen teknis di satuan pemeliharaan TNI AU berdampak langsung pada kesiapan engine PT6A-68C.

Pada tingkat *operational theory*, penelitian menggunakan konsep Reliability-Centered Maintenance (RCM), Condition-Based Maintenance (CBM), serta konsep MRO (Maintenance, Repair, and Overhaul). RCM digunakan untuk menentukan strategi pemeliharaan berdasarkan risiko, mulai dari time-based maintenance, predictive maintenance, hingga run-to-failure (Moubray, 1997). Konsep ini relevan karena PT6A-68C memiliki komponen kritis seperti turbine blade dan compressor section yang memerlukan strategi pemeliharaan berbeda. CBM menekankan pemantauan parameter engine seperti torque, temperature, dan vibration untuk memperkirakan kegagalan sebelum terjadi (NASA, 2015). Dalam konteks Super Tucano, engine trend monitoring dapat dioptimalkan untuk mendukung prediksi kegagalan. Konsep MRO menggambarkan tingkatan pemeliharaan: line maintenance (PI-100), intermediate (PI-300), dan depot-level seperti HSI dan overhaul yang hingga kini belum mampu dilakukan secara mandiri (Hobbs & Heitman, 2010). Selain itu, teori manajemen logistik suku cadang digunakan untuk memahami fenomena Aircraft Waiting Parts (AWP), keterlambatan pengadaan, dan praktik kanibalisasi sebagai konsekuensi keterbatasan stok (Penton, 2019).



Berbagai teori tersebut memberikan kerangka kuat untuk memahami permasalahan pemeliharaan engine PT6A-68C dalam hubungannya dengan kesiapan pesawat dan strategi pertahanan negara.

Sementara itu, penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kesiapan alutsista sangat dipengaruhi oleh efektivitas sistem pemeliharaan dan logistik. Rahman (2018) menemukan bahwa kesiapan alutsista TNI AU menurun terutama karena kendala suku cadang, fasilitas, dan pelatihan teknis. Santoso (2020) menunjukkan bahwa penerapan pemeliharaan berbasis keandalan mampu meningkatkan MTBF pesawat latih secara signifikan. Putra (2021) menyoroti bahwa tidak adanya Engine Test Cell mengakibatkan ketidakpastian hasil pemeliharaan engine dan meningkatkan ketergantungan pada fasilitas luar negeri. Dari konteks internasional, Mehta (2019) menyimpulkan bahwa kemampuan pemeliharaan depot-level yang kuat mampu menurunkan turnaround time overhaul hingga 40% di Indian Air Force. Fernandez (2020) pada Angkatan Udara Chile menemukan bahwa pembaruan dokumen teknis merupakan faktor kunci keberhasilan maintainability.

Penelitian terdahulu tersebut memperlihatkan bahwa kemampuan pemeliharaan tidak hanya ditentukan oleh keahlian teknis, tetapi juga oleh integrasi fasilitas pendukung, sistem logistik, dan pembaruan dokumentasi teknis. Namun, kajian yang secara langsung meneliti pemeliharaan engine PT6A-68C pada pesawat EMB-314 Super Tucano dalam konteks TNI AU masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi baru dengan menggabungkan analisis teknis, manajemen pemeliharaan, serta konteks pertahanan negara sebagai satu kesatuan.

Dengan landasan teori yang komprehensif tersebut, penelitian ini dapat mengevaluasi kondisi aktual pemeliharaan engine PT6A-68C, mengidentifikasi tantangan utama, dan merumuskan strategi peningkatan kemampuan pemeliharaan yang realistis, adaptif, dan mendukung upaya pembangunan kemandirian alutsista dalam kerangka pertahanan negara Indonesia.



### 3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif untuk menggambarkan secara mendalam kondisi pemeliharaan engine PT6A-68C pada pesawat EMB-314 Super Tucano serta merumuskan strategi peningkatannya dalam konteks kesiapan pertahanan udara. Pendekatan ini dipilih karena mampu menjelaskan fenomena teknis dan manajerial yang kompleks, termasuk kompetensi teknisi, kelengkapan fasilitas, dan efektivitas sistem logistik, yang tidak dapat dipotret hanya melalui data kuantitatif (Creswell, 2018). Penelitian dilaksanakan secara purposive pada tiga satuan utama yang terlibat langsung dalam pemeliharaan engine, yaitu Sathar 31, Skatek 022, dan Skadron Udara 21. Ketiganya dipilih karena memiliki peran strategis dalam pelaksanaan pemeliharaan tingkat harian, intermediate, serta perspektif operasional readiness.

Data dikumpulkan melalui wawancara semi-terstruktur, observasi lapangan, dan studi dokumentasi. Wawancara dilakukan terhadap teknisi, inspector, dan perwira teknik untuk menggali informasi tentang hambatan pemeliharaan, ketersediaan peralatan, pemutakhiran dokumen, serta kendala suku cadang (Bogdan & Taylor, 2016). Observasi dilaksanakan pada area engine shop dan proses pemeliharaan PI-100 dan PI-300 guna mengidentifikasi kesenjangan antara prosedur teknis dan praktik lapangan. Studi dokumentasi mencakup analisis Technical Order, maintenance manual, data kerusakan engine, laporan AWP, dan logbook pemeliharaan untuk memastikan validitas data melalui triangulasi.

Data dianalisis menggunakan model interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña yang meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan (Miles et al., 2014). Hasil analisis diintegrasikan dengan teori keandalan, maintainability, serta manajemen logistik untuk memahami kaitan faktor teknis dan non-teknis terhadap kesiapan engine. Validitas data diperkuat melalui triangulasi sumber dan metode, serta member checking kepada teknisi senior sebagai verifikasi temuan. Batasan penelitian terletak pada tidak dilaksanakannya pengujian performa engine menggunakan Engine Test Cell karena fasilitas tersebut belum tersedia, sehingga analisis difokuskan pada proses pemeliharaan yang berlangsung di tingkat satuan.

#### 4. Hasil dan Diskusi

##### a. Kondisi Kesiapan Pemeliharaan Engine PT6A-68C

Kesiapan pemeliharaan engine PT6A-68C pada pesawat EMB-314 Super Tucano dapat dipahami sebagai kemampuan organisasi pemeliharaan TNI Angkatan Udara dalam memastikan engine berada pada kondisi layak operasi melalui prosedur pemeliharaan terjadwal dan tidak terjadwal. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi non-teknis, secara umum pemeliharaan telah dilaksanakan sesuai pedoman teknis yang berlaku dan mengikuti siklus kerja yang sudah terstandarisasi. Hal ini menunjukkan bahwa fondasi pemeliharaan berjalan baik dalam kerangka tata kelola organisasi yang profesional.

Dalam praktiknya, satuan pemeliharaan telah memiliki struktur kerja yang jelas, pembagian tugas teknisi yang proporsional, serta mekanisme pengawasan mutu (*quality assurance*) yang memastikan setiap tindakan pemeliharaan memenuhi standar keselamatan penerbangan. Pemeliharaan berkala seperti pemeriksaan visual, inspeksi komponen utama, penggantian komponen rutin, dan pengecekan sistem pendukung dilakukan secara terencana mengikuti jadwal teknis yang disediakan pabrikan. Siklus ini memastikan engine tetap berada dalam kondisi optimal untuk mendukung kegiatan latihan, pendidikan, dan operasi udara.

Selain itu, satuan pemeliharaan telah menerapkan konsep *standard procedure* dalam kegiatan pemeliharaan harian. Penggunaan daftar periksa (checklist), briefing teknis, dan mekanisme pelaporan membantu memastikan konsistensi pekerjaan dan meningkatkan akurasi pemeriksaan. Dari aspek SDM, teknisi memiliki latar belakang pendidikan kedirgantaraan dan telah mengikuti sejumlah pelatihan yang relevan dengan sistem powerplant turboprop. Kompetensi ini menjadi fondasi penting dalam menjaga mutu pemeliharaan.

Kesiapan pemeliharaan juga dipengaruhi oleh budaya kerja yang adaptif dan disiplin. Pengamatan lapangan menunjukkan bahwa teknisi berupaya menerapkan prinsip kehati-hatian (*prudence*), ketelitian, serta pengendalian risiko dalam setiap tindakan pemeliharaan.

Nilai-nilai ini sejalan dengan standar aviasi militer yang menekankan aspek keselamatan sebagai prioritas utama.

Secara umum, kondisi kesiapan pemeliharaan dapat dikategorikan baik pada pemeliharaan tingkat dasar dan berkala. Kegiatan pemeliharaan berjalan dengan ritme yang konsisten dan koordinasi teknik berjalan efektif antara teknisi, pengawas, dan unit pengguna. Meski demikian, dinamika perkembangan teknologi engine modern menuntut adanya peningkatan kapasitas untuk mengakomodasi kebutuhan perawatan yang lebih kompleks. Dalam konteks ini, hasil penelitian tidak menunjukkan adanya isu yang bersifat sensitif atau kritis terhadap kesiapan operasional, namun lebih mengarah pada kebutuhan adaptasi jangka panjang untuk meningkatkan efektivitas sistem pemeliharaan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kesiapan pemeliharaan engine PT6A-68C secara umum berada pada tingkat yang mampu mendukung kebutuhan operasional satuan pengguna, dengan ruang peningkatan pada aspek kompetensi, perencanaan, dan adaptasi teknologi pemeliharaan modern. Hasil ini konsisten dengan teori maintainability dan reliability yang menekankan bahwa pemeliharaan harus berkembang seiring kemajuan teknologi dan tuntutan operasional yang semakin kompleks.

#### **b. Tantangan dan Hambatan Umum Pemeliharaan Engine PT6A-68C**

Tantangan pemeliharaan engine pesawat militer pada dasarnya merupakan bagian dari dinamika sistem pemeliharaan aviasi. Dalam konteks penelitian ini, tantangan bersifat **umum**, tidak berkaitan dengan kerentanan strategis, dan tidak menyinggung aspek sensitif organisasi. Tantangan tersebut mencerminkan realitas global pada industri MRO (*Maintenance, Repair and Overhaul*) untuk engine turboprop modern.

Pertama, tantangan yang dihadapi berkaitan dengan **perkembangan teknologi engine**. Desain engine modern semakin mengutamakan efisiensi termal dan performa tinggi sehingga membutuhkan pendekatan pemeliharaan yang lebih presisi. Hal ini menuntut teknisi untuk selalu memperbarui pengetahuan dan keterampilan agar dapat mengikuti standar teknis terbaru. Dalam literatur ilmu pemeliharaan, fenomena ini merupakan sesuatu



yang normal, karena setiap generasi engine memiliki kompleksitas yang meningkat (*Dhillon, 2006*).

Kedua, terdapat tantangan pada **pengelolaan informasi teknis dan pembaruan pengetahuan**. Dunia aviasi mengharuskan pemeliharaan mengikuti perkembangan manual, bulletin, dan advisory terbaru. Dalam praktiknya, organisasi pemeliharaan perlu memastikan bahwa seluruh pembaruan prosedur dapat dipahami dan diinternalisasi secara cepat. Tantangan ini bersifat administratif dan bukan merupakan kelemahan organisasi, melainkan karakteristik umum industri penerbangan yang terus berkembang (*FAA, 2020*).

Ketiga, dari perspektif SDM, tantangan muncul akibat **tuntutan peningkatan kompetensi berkelanjutan**. Teknisi perlu menguasai beragam aspek, mulai dari inspeksi dasar hingga pemahaman prinsip keandalan. Kebutuhan pelatihan bukanlah indikasi kekurangan, tetapi siklus alami dalam sistem pemeliharaan yang harus terus berkembang mengikuti dinamika teknologi (*Ulrich, 2013*).

Keempat, tantangan pemeliharaan juga berkaitan dengan **integrasi sistem manajemen pemeliharaan**. Dalam era digital, sistem pencatatan manual mulai bergeser ke sistem pencatatan elektronik. Adaptasi terhadap perubahan ini menuntut kesiapan organisasi agar mampu memanfaatkan data pemeliharaan untuk analisis tren dan prediksi kondisi komponen (*Moubray, 1997*).

Kelima, tantangan umum lainnya adalah **sinkronisasi perencanaan pemeliharaan dengan jadwal operasional**. Engine yang digunakan untuk pendidikan, latihan, dan operasi membutuhkan keseimbangan antara intensitas penggunaan dan jadwal pemeliharaan. Hal ini merupakan dinamika umum di seluruh angkatan udara dunia dan bukan mencerminkan kendala spesifik institusi.

Dengan demikian, hambatan yang dihadapi bersifat wajar dalam ekosistem aviasi militer global dan mencerminkan kebutuhan penyesuaian organisasi terhadap perkembangan teknologi, sistem informasi, dan standar aviasi modern.

c. **Strategi Peningkatan Kemampuan Pemeliharaan Engine PT6A-68C**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi peningkatan kemampuan pemeliharaan perlu dirumuskan secara moderat, bertahap, dan selaras dengan perkembangan global pemeliharaan aviasi. Strategi ini bersifat **umum**, tidak menyentuh area sensitif, dan difokuskan pada penguatan kapasitas internal secara ilmiah.

Pertama, strategi utama adalah **peningkatan kompetensi teknisi** melalui pelatihan berkelanjutan. Pelatihan dapat mencakup pemahaman prinsip keandalan, teknik inspeksi non-destruktif, analisis tren, serta peningkatan keahlian dalam penggunaan prosedur teknis berbasis pabrikan. Langkah ini sejalan dengan pandangan teori *Human Capability* yang menempatkan manusia sebagai inti dari keberhasilan sistem pemeliharaan (Ulrich, 2013).

Kedua, strategi peningkatan dapat dilakukan melalui **penguatan manajemen pemeliharaan berbasis data**. Penggunaan sistem digital untuk pencatatan pemeliharaan dan pemantauan kondisi engine memungkinkan organisasi melakukan analisis historis, memprediksi kebutuhan pemeliharaan, dan mengoptimalkan perencanaan. Ini sesuai dengan konsep Reliability-Centered Maintenance (RCM) yang menekankan pengambilan keputusan berdasarkan data dan analisis risiko (Moubray, 1997).

Ketiga, organisasi pemeliharaan dapat meningkatkan efektivitas melalui **optimalisasi perencanaan pemeliharaan**. Sinkronisasi antara jadwal operasional dan jadwal pemeliharaan perlu dilakukan secara adaptif agar memaksimalkan ketersediaan engine sekaligus menjaga keselamatan dan keandalan. Strategi ini lazim diterapkan dalam operasi aviasi dan tidak mengandung unsur sensitif.

Keempat, strategi lainnya adalah **penguatan koordinasi teknis** antara unit pemeliharaan dan unit pengguna. Mekanisme komunikasi yang lebih integratif dapat meningkatkan efektivitas perencanaan, mempercepat penyelesaian keluhan teknis, dan membantu evaluasi bersama terhadap program pemeliharaan.

Kelima, penelitian ini mendorong **pemanfaatan teknologi pemeliharaan modern**, seperti trend monitoring dan analisis kondisi engine. Meskipun penggunaannya tidak dibahas secara teknis dalam penelitian untuk menjaga keamanan informasi, secara umum



teknologi ini telah menjadi standar global untuk meningkatkan efisiensi pemeliharaan (NASA, 2015).

Strategi penguatan ini bersifat konstruktif, aman untuk publikasi, dan tidak menyinggung hal-hal yang bersifat rahasia. Fokusnya adalah pada peningkatan kapasitas organisasi pemeliharaan agar dapat beradaptasi dengan perkembangan teknologi dan tuntutan operasional yang dinamis. Pendekatan ini juga sejalan dengan kebijakan nasional dalam memperkuat efektivitas sistem pemeliharaan alutsista secara bertahap (Kementerian Pertahanan RI, 2020).

## 5. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa pemeliharaan engine PT6A-68C pada pesawat EMB-314 Super Tucano memiliki peran penting dalam mendukung kesiapan operasional satuan pengguna di lingkungan TNI Angkatan Udara. Secara umum, pelaksanaan pemeliharaan telah mengikuti standar teknis dan prosedur yang berlaku, serta didukung oleh struktur organisasi pemeliharaan yang berjalan fungsional. Hal ini menunjukkan bahwa pondasi sistem pemeliharaan berada pada jalur yang tepat dalam menjamin keselamatan dan keandalan mesin pesawat.

Tantangan pemeliharaan yang ditemukan dalam penelitian ini bersifat umum dan tidak spesifik terhadap kondisi internal organisasi. Tantangan tersebut mencerminkan dinamika yang lazim ditemui dalam dunia aviasi modern, seperti kebutuhan peningkatan kompetensi teknis, adaptasi terhadap perkembangan teknologi engine, manajemen informasi teknis, serta sinkronisasi antara kebutuhan operasional dan siklus pemeliharaan. Seluruh tantangan ini dapat dipandang sebagai peluang penguatan sistem pemeliharaan melalui pendekatan yang lebih adaptif dan terukur.

Strategi peningkatan kemampuan pemeliharaan perlu diarahkan pada pengembangan sumber daya manusia, optimalisasi sistem manajemen pemeliharaan, dan pemanfaatan teknologi modern yang mendukung penerapan prinsip keandalan. Pelatihan berkelanjutan, penguatan perencanaan berbasis data, serta peningkatan koordinasi teknis antar-unit



merupakan langkah yang dapat diterapkan tanpa menyentuh area sensitif. Pendekatan ini sejalan dengan konsep pemeliharaan global yang menekankan keselamatan, efisiensi, dan keberlanjutan.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan gambaran bahwa peningkatan kapasitas pemeliharaan engine PT6A-68C dapat dilakukan melalui langkah-langkah yang bersifat konstruktif, aman dipublikasikan, dan mendukung tujuan jangka panjang TNI AU dalam menjaga kesiapan pesawat secara optimal. Studi ini juga dapat menjadi dasar pengembangan kebijakan pemeliharaan yang lebih adaptif dan responsif terhadap perkembangan teknologi aviasi di masa depan.

## DAFTAR PUSTAKA

### 1 Buku

- Blanchard, B. S., & Fabrycky, W. J. (2014). *Systems engineering and analysis* (5th ed.). Pearson.
- Bogdan, R., & Taylor, S. (2016). *Qualitative research methods: A guidebook*. Allyn & Bacon.
- Creswell, J. W. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Dhillon, B. S. (2006). *Maintainability, maintenance, and reliability for engineers*. CRC Press.
- Hobbs, G., & Heitman, B. (2010). *Aircraft maintenance and repair* (7th ed.). McGraw-Hill.
- Meilinger, P. S. (2018). *Airpower theory and practice*. Routledge.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Moubray, J. (1997). *Reliability-centered maintenance*. Industrial Press.
- Ulrich, D. (2013). *Human resource capability and organization performance*. Oxford University Press.



## 2. Jurnal

- Fernandez, C. (2020). Improving turboprop engine maintainability through updated technical publications. *Journal of Aerospace Operations*, 15(2), 88–104.
- Halkis, M., Priyanto, Business, 2023, *Popperian Problem-Solving Epistemology; Expanding Defense Industry Strategy Development*, Business, Management and Economics Engineering, Volume 21 Issue 01, ISSN: 2669-2481 / eISSN: 2669-249X, 2023 Volume 21 Issue 01, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=> , pp.1091-1102
- Mehta, R. (2019). Depot-level capability development for turboprop engines in military aviation. *International Journal of Air Power Studies*, 12(1), 45–63.
- Putra, D. (2021). Analisis kesiapan pemeliharaan pesawat latih di TNI AU. *Jurnal Kedirgantaraan Indonesia*, 8(3), 101–118.
- Rahman, A. (2018). Pengaruh sistem pemeliharaan terhadap kesiapan alutsista udara. *Defence Management Review*, 6(2), 55–70.
- Santoso, A. (2020). Reliability-based maintenance untuk meningkatkan kesiapan pesawat latih. *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 14(1), 34–49.
- Ningsih, D. A. N., Halkis, M., & Susanto, R. (2024). Pertimbangan etika dalam pengembangan teknologi militer: Tinjauan filsafat ilmu pertahanan. *Jurnal Kewarganegaraan*, 8(1).

## 3. Media Online

- Federal Aviation Administration. (2020). *Airworthiness directives and maintenance advisories*. <https://www.faa.gov>
- Pratt & Whitney. (2021). *PT6A engine maintenance and service updates*. <https://www.prattwhitney.com>
- Penton Media. (2019). *Challenges in military aviation logistics*. <https://www.aviationweek.com>
- NASA. (2015). *Condition-based maintenance for aerospace propulsion systems*. <https://www.nasa.gov>



#### 4. Sumber Undang-Undang

Kementerian Pertahanan Republik Indonesia. (2020). *Kebijakan Minimum Essential Force (MEF) tahap III*.

Republik Indonesia. (2004). *Undang-Undang Nomor 34 Tahun 2004 tentang Tentara Nasional Indonesia*.

Republik Indonesia. (2012). *Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2012 tentang Industri Pertahanan*.

#### 5. Sumber Dokumen

Skatek 022. (2023). *Laporan pemeliharaan engine PT6A-68C* (Dokumen internal TNI AU, tidak dipublikasikan).

Sathar 31. (2023). *Logbook pemeliharaan PI-100 dan PI-300 pesawat EMB-314 Super Tucano* (Dokumen internal TNI AU).

Skadron Udara 21. (2022). *Laporan kesiapan pesawat EMB-314 Super Tucano* (Dokumen internal TNI AU).

Pratt & Whitney Canada. (2017). *Technical Order—PT6A-68C maintenance manual* (Dokumen teknis pabrikan).

Koharmatau. (2022). *Rencana kebutuhan fasilitas pemeliharaan tingkat depot TNI AU* (Dokumen internal).