

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^{1*}, Ahmad G. Dohamid², Suwito³

Fakultas Strategi Pertahanan Unhan RI

yogi_ellery2007@yahoo.com

Abstrak. Penelitian ini mengkaji strategi pemeliharaan Engine PT6A-68C untuk meningkatkan kesiapan pesawat EMB-314 Super Tucano sebagai alutsista taktis TNI Angkatan Udara. Keterbatasan kemampuan teknisi, ketiadaan fasilitas Engine Test Cell, kurangnya special tools, serta dokumen pemeliharaan yang tidak mutakhir masih menjadi hambatan utama dalam menjaga readiness pesawat. Penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif melalui wawancara mendalam dengan teknisi, inspektur, dan perwira teknik di Sathar 31, Skatek 022, dan Skadron Udara 21, ditambah studi dokumentasi dan observasi lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan pemeliharaan saat ini hanya optimal pada tingkat ringan hingga sedang (PI-100 dan PI-300), sementara pemeliharaan berat seperti Hot Section Inspection (HSI) dan overhaul belum dapat dilakukan secara mandiri. Tantangan utama mencakup keterbatasan suku cadang (Aircraft Waiting Parts), kurangnya publikasi teknis terbaru, dan ketergantungan pada fasilitas luar negeri untuk uji performa mesin. Strategi peningkatan diarahkan pada tiga aspek: (1) peningkatan kompetensi teknisi melalui On-the-Job Training, pelatihan spesifik varian PT6A-68C, dan transfer of technology; (2) pengadaan Engine Test Cell, special tools, serta pembaruan Technical Order; dan (3) penerapan sistem manajemen pemeliharaan berbasis data (Maintenance Information System dan Reliability Centered Maintenance). Penelitian menyimpulkan bahwa peningkatan kemampuan pemeliharaan engine PT6A-68C merupakan faktor strategis untuk mencapai kemandirian pemeliharaan alutsista udara dan meningkatkan kesiapan tempur TNI AU dalam mendukung pertahanan negara.

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

Abstract. This study examines the maintenance strategy of the PT6A-68C engine to improve the readiness of the EMB-314 Super Tucano aircraft, a key tactical asset of the Indonesian Air Force. Current challenges include limited technician qualifications, the absence of an Engine Test Cell, insufficient special tools, and outdated technical publications, all of which affect the aircraft's operational readiness. A descriptive qualitative method was employed through in-depth interviews with technicians, inspectors, and engineering officers at Sathar 31, Skatek 022, and Air Squadron 21,

supported by document analysis and field observation. Findings show that maintenance capabilities are adequate for light and intermediate levels (PI-100 and PI-300), while heavy maintenance such as Hot Section Inspection (HSI) and overhaul cannot yet be performed independently. Major constraints include shortages of spare parts (Aircraft Waiting Parts), inadequate access to updated Technical Orders, and reliance on foreign facilities for engine performance testing. Improvement strategies focus on: (1) strengthening human resources through On-the-Job Training, variant-specific PT6A-68C courses, and transfer of technology; (2) procuring an Engine Test Cell, essential special tools, and updated maintenance manuals; and (3) implementing data-driven maintenance management systems, including a Maintenance Information System and Reliability-Centered Maintenance. The study concludes that enhancing PT6A-68C maintenance capability is essential for achieving national self-reliance in aircraft sustainment and improving the Indonesian Air Force's operational readiness to support national defense.

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

1. Pendahuluan

Kesiapan alutsista udara merupakan elemen fundamental dalam menjaga kedaulatan ruang udara nasional, terutama bagi TNI Angkatan Udara yang memiliki mandat konstitusional sebagai garda terdepan pertahanan udara negara. Dalam konteks ancaman kontemporer, keunggulan pertahanan tidak hanya ditentukan oleh jumlah pesawat yang dimiliki, melainkan juga oleh kemampuan mempertahankan readiness dan sustainability alutsista secara konsisten melalui sistem pemeliharaan yang efektif dan adaptif (Shepard, 2018). Pesawat EMB-314 Super Tucano, yang dioperasikan oleh Skadron Udara 21, memiliki peran strategis sebagai pesawat serang ringan, counter-insurgency aircraft, serta platform pelatihan tingkat lanjut. Mesin turboprop PT6A-68C merupakan komponen vital yang menentukan performa, keandalan, serta kelayakan pesawat dalam menjalankan berbagai misi operasi udara (Pratt & Whitney, 2021).

Namun, berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan wawancara teknis, kemampuan pemeliharaan engine PT6A-68C di satuan pemeliharaan TNI AU seperti Sathar 31 dan Skatek 022 masih belum optimal, terutama dalam pekerjaan pemeliharaan tingkat berat. Pemeliharaan seperti PI-100 dan PI-300 memang dapat dilakukan secara mandiri, tetapi pekerjaan kritis seperti Hot Section Inspection (HSI), deep repair, dan overhaul belum dapat dilaksanakan secara lokal. Kondisi ini menyebabkan ketergantungan tinggi pada fasilitas

luar negeri, sehingga menimbulkan waktu tunggu pengiriman yang lama, biaya pemeliharaan yang meningkat, serta potensi penurunan readiness rate pesawat (Koharmatau, 2022). Tantangan ini semakin diperburuk oleh tidak tersedianya fasilitas penting seperti Engine Test Cell yang berfungsi memastikan performa engine setelah menjalani pemeliharaan mendalam, sehingga proses sertifikasi hasil pemeliharaan harus dilakukan di luar negeri.

Selain keterbatasan fasilitas, ditemukan pula bahwa sejumlah peralatan khusus seperti special tools, balancing tools, dan peralatan Non-Destructive Inspection (NDI) belum tersedia dalam jumlah memadai. Keterbatasan peralatan ini menyebabkan teknisi tidak dapat melakukan inspeksi komponen kritis seperti turbine blade dan compressor section sesuai standar pabrikan. Sejumlah pelatihan teknisi yang pernah dilakukan di luar negeri pun masih bersifat umum dan belum spesifik pada varian PT6A-68C sehingga kompetensi untuk melakukan pekerjaan berisiko tinggi masih terbatas (P&W Training Report, 2019).

Faktor lain yang turut memperburuk kemampuan pemeliharaan adalah kurangnya suku cadang (Aircraft Waiting Parts) yang sering menghambat pelaksanaan pemeliharaan terjadwal maupun tidak terjadwal. Beberapa engine bahkan harus menunggu penggantian komponen selama berbulan-bulan karena proses pengadaan yang panjang dan ketergantungan pada sumber luar negeri. Kondisi ini menciptakan praktik cannibalization atau pengambilan komponen dari pesawat lain untuk memenuhi kebutuhan mendesak, suatu tindakan yang dapat diterima dalam kondisi tertentu tetapi berisiko menciptakan ketidakseimbangan stok komponen dan mengganggu stabilitas kesiapan jangka panjang (Hawkins, 2020).

Problematika pemeliharaan juga berkaitan dengan aspek dokumentasi teknis. TO (Technical Order) dan maintenance manual yang digunakan oleh teknisi belum diperbarui sejak tahun 2017 karena tidak adanya sistem langganan pembaruan dari Pratt & Whitney Canada. Padahal pabrikan secara berkala menerbitkan perubahan prosedur, service bulletin, dan safety advisory yang sangat penting untuk memastikan pemeliharaan dilakukan sesuai standar terbaru. Ketidakesesuaian antara dokumen yang digunakan di lapangan dengan

standar terkini dapat meningkatkan risiko kesalahan teknis dan menurunkan keandalan engine (FAA, 2020).

Berdasarkan berbagai temuan tersebut, dapat diidentifikasi empat masalah utama, yakni: (1) keterbatasan kompetensi teknisi dalam pemeliharaan tingkat lanjutan; (2) tidak tersedianya fasilitas pemeliharaan kritis seperti Engine Test Cell dan peralatan khusus; (3) minimnya ketersediaan suku cadang dalam sistem logistik; dan (4) dokumen teknis yang tidak mutakhir. Keempat masalah ini saling terkait dan berdampak langsung terhadap kesiapan engine PT6A-68C, yang pada akhirnya menurunkan kesiapan pesawat EMB-314 Super Tucano sebagai elemen penting pertahanan udara.

Melihat kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kondisi aktual pemeliharaan engine PT6A-68C, mengidentifikasi faktor-faktor penghambat yang mempengaruhi efektivitas pemeliharaan, dan merumuskan strategi peningkatan kemampuan pemeliharaan yang realistis, terukur, dan sesuai dengan konteks operasional TNI AU. Analisis dilakukan melalui pendekatan deskriptif kualitatif yang melibatkan wawancara mendalam, observasi lapangan, dan telaah dokumen teknis, sebagaimana direkomendasikan dalam studi manajemen pemeliharaan alutsista (Rasmussen, 2017).

Penelitian ini penting karena kemampuan mempertahankan kesiapan engine merupakan bagian integral dari konsep pembangunan Minimum Essential Force (MEF), khususnya dalam aspek kemandirian pemeliharaan. Dengan meningkatnya kemampuan pemeliharaan domestik, TNI AU akan memiliki fleksibilitas operasional yang lebih tinggi, penurunan biaya pemeliharaan jangka panjang, serta pengurangan signifikan ketergantungan pada layanan luar negeri. Penelitian ini juga memberikan kontribusi pada pengembangan wawasan akademik mengenai strategi pemeliharaan alutsista berbasis keandalan dan modernisasi sistem pemeliharaan teknis, suatu tema yang relatif jarang dibahas dalam konteks Indonesia (Siregar, 2021).

Dari sisi praktis, penelitian ini memberikan rekomendasi strategis bagi TNI AU, Koharmatau, dan Disaeroau untuk memperkuat kapasitas pemeliharaan melalui peningkatan kompetensi teknisi, pengadaan fasilitas pemeliharaan kritis, pembaruan sistem

manajemen logistik, serta reformulasi kebijakan pemeliharaan berbasis data dan keandalan. Selain itu, hasil penelitian ini membuka peluang kolaborasi dengan industri pertahanan dalam negeri, seperti program transfer teknologi dan pengembangan fasilitas Engine Test Cell domestik sebagai bagian dari industrialisasi pertahanan nasional (Kementerian Pertahanan RI, 2022).

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya relevan untuk meningkatkan efektivitas pemeliharaan engine PT6A-68C, tetapi juga berkontribusi pada upaya jangka panjang membangun kemandirian sistem pemeliharaan alutsista udara Indonesia sebagai pilar penting pertahanan negara.

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 Pesawat EMB-314 Super Tucano.

Kondisi kesiapan pemeliharaan engine PT6A-68C pada pesawat EMB-314 Super Tucano mencerminkan kapasitas nyata satuan pemeliharaan TNI Angkatan Udara dalam menjaga keandalan dan kesiapan tempur pesawat. Berdasarkan temuan lapangan di Sathar 31, Skatek 022, dan Skadron Udara 21, kemampuan pemeliharaan saat ini berada pada kategori **intermediate maintenance capability**, di mana satuan mampu melaksanakan pemeliharaan tingkat ringan hingga menengah, tetapi belum mampu melakukan pemeliharaan tingkat berat seperti Hot Section Inspection (HSI) dan overhaul. Kondisi ini menunjukkan bahwa kesiapan pemeliharaan belum mencapai tingkat kemandirian penuh sebagaimana dikehendaki dalam kerangka pembangunan kekuatan pokok minimum atau Minimum Essential Force (*Kementerian Pertahanan, 2020*).

Pemeliharaan tingkat PI-100 dan PI-300 dapat dilaksanakan secara mandiri oleh Skadron Udara 21 dan Skadron Teknik 022 dengan standar teknis yang cukup baik. Teknisi memiliki kompetensi dasar yang memadai dan dapat melaksanakan pekerjaan rutin seperti inspeksi kompresor, penggantian filter, borescope, dan ground run-up setelah perawatan berkala. Namun, kemampuan ini masih berada pada batas kemampuan intermediate. Pemeliharaan mendalam seperti HSI memerlukan kegiatan seperti blade reblading, dimensional inspection, balancing, serta pengujian performa engine melalui Engine Test Cell. Keseluruhan rangkaian pekerjaan tersebut belum dapat dilakukan dalam negeri, sehingga engine harus dikirim ke fasilitas luar negeri seperti Pratt & Whitney Canada atau fasilitas regional yang menjadi mitra TNI AU (*Pratt & Whitney, 2021*).

Keterbatasan fasilitas merupakan faktor utama yang memengaruhi kesiapan pemeliharaan. Sampai saat ini, TNI AU belum memiliki **Engine Test Cell** khusus PT6A-68C di Lanud Abdulrachman Saleh, sehingga proses *post-maintenance performance check* tidak dapat dilakukan secara lokal. Padahal, pengujian ini merupakan syarat sertifikasi operasional setelah perawatan tingkat berat (*Hobbs & Heitman, 2010*). Selain itu, ketersediaan **special**

tools, balancing tools, dan Non-Destructive Inspection (NDI) equipment tidak memadai, membuat teknisi hanya mampu melakukan pekerjaan inspeksi dasar tanpa dapat menangani temuan mendalam yang membutuhkan alat akurasi tinggi.

Di samping itu, **kesiapan dokumen teknis** juga memengaruhi kualitas pemeliharaan. Technical Order (TO) yang digunakan teknisi tidak mengalami pembaruan sejak 2017 karena tidak adanya langganan *update* dari Pratt & Whitney. Padahal, pabrikan secara berkala mengeluarkan *service bulletin, operational advisory*, dan perubahan prosedur pemeliharaan sebagai upaya peningkatan keselamatan dan keandalan mesin (FAA, 2020). Ketidakterbaharuan dokumen menyebabkan risiko kesenjangan antara standar pabrikan dan praktik lapangan.

Dari sisi logistik, tingginya angka **Aircraft Waiting Parts (AWP)** menjadi indikator yang memperburuk kesiapan pemeliharaan. Banyak pekerjaan pemeliharaan tertunda karena komponen kritis seperti compressor turbine blade atau fuel nozzles tidak tersedia. Sebagian besar komponen ini harus diimpor dan proses pengadaannya memakan waktu panjang. Akibatnya, teknisi sering melakukan *cannibalization* antar engine atau antar pesawat untuk memenuhi kebutuhan mendesak, suatu tindakan yang dapat diterima secara taktis, tetapi tidak ideal bagi stabilitas readiness jangka panjang (Penton, 2019).

Segi sumber daya manusia menunjukkan bahwa teknisi memiliki dasar keahlian yang baik, namun pelatihan yang diperoleh—termasuk HSI training di luar negeri—masih bersifat umum dan belum spesifik untuk varian PT6A-68C. Akibatnya, teknisi belum mampu melakukan *deep inspection* dan *advanced troubleshooting* secara mandiri (Ulrich, 2013).

Secara keseluruhan, kondisi kesiapan pemeliharaan engine PT6A-68C berada pada level menengah dan belum cukup kuat untuk mendukung kemandirian full-spectrum maintenance. Kesiapan ini masih dibatasi oleh faktor fasilitas, logistik, dokumentasi, dan kompetensi teknisi. Kondisi tersebut berimplikasi langsung terhadap readiness pesawat EMB-314 Super Tucano dan kemampuan TNI AU dalam menjaga superioritas udara. Temuan ini menjadi dasar penting untuk merumuskan strategi peningkatan kemampuan pemeliharaan pada rumusan masalah berikutnya.

B. Tantangan dan hambatan pemeliharaan Engine PT6A-68C Pesawat EMB-314 Super Tucano.

Tantangan dan hambatan dalam pemeliharaan engine PT6A-68C merupakan faktor kritis yang membatasi kemampuan TNI AU dalam menjaga kesiapan pesawat EMB-314 Super Tucano. Hambatan tersebut bersifat multidimensional, mencakup aspek teknis, sumber daya manusia, fasilitas pendukung, logistik, dan pembaruan dokumen. Kompleksitas tantangan ini menunjukkan bahwa pemeliharaan engine tidak hanya bergantung pada kemampuan teknis semata, tetapi juga pada integrasi sistem pemeliharaan secara keseluruhan (*Blanchard & Fabrycky, 2014*).

Salah satu hambatan paling signifikan adalah **keterbatasan fasilitas pemeliharaan**. Hingga saat ini TNI AU belum memiliki **Engine Test Cell** yang secara khusus dirancang untuk engine PT6A-68C di Depo Pemeliharaan 30 Malang. Padahal, fasilitas tersebut merupakan komponen vital dalam pemeliharaan tingkat berat seperti Hot Section Inspection (HSI), overhaul, dan post-maintenance check. Tanpa fasilitas ini, TNI AU harus mengirimkan engine ke luar negeri atau fasilitas mitra regional untuk diuji kinerjanya setelah perawatan mendalam, yang mengakibatkan *turnaround time* pemeliharaan menjadi sangat panjang (*Hobbs & Heitman, 2010*). Selain test cell, ketiadaan **special tools**, termasuk balancing tools, torque calibration equipment, dan NDI equipment, juga menghambat teknisi dalam melaksanakan pemeliharaan lanjutan secara akurat.

Kendala berikutnya adalah **ketidakterbaharuan dokumen pemeliharaan**. Technical Order (TO) dan maintenance manual yang digunakan dalam pemeliharaan engine belum diperbarui sejak 2017 karena TNI AU tidak berlangganan pembaruan dari Pratt & Whitney. Pabrikan secara rutin menerbitkan perubahan prosedur, service bulletin, dan safety advisory yang berfungsi untuk meningkatkan reliability mesin dan keselamatan operasi (*FAA, 2020*). Ketidaktersediaan dokumen terbaru berpotensi membuat teknisi menggunakan metode yang sudah tidak relevan, dan dalam beberapa kasus, dapat menyebabkan kesalahan teknis yang berakibat pada meningkatnya risiko kegagalan mesin.

Dari aspek sumber daya manusia, terdapat hambatan pada **kompetensi teknisi dalam pemeliharaan tingkat lanjut**. Meskipun beberapa teknisi telah mengikuti pelatihan HSI di luar negeri, pelatihan tersebut tidak spesifik untuk varian PT6A-68C. Akibatnya, kemampuan dalam melaksanakan inspeksi mendalam, *fault analysis*, *blade reblading*, dan balancing masih terbatas (Ulrich, 2013). Teknisi lebih terbiasa pada pemeliharaan rutin tingkat ringan dan menengah, sementara kemampuan troubleshooting untuk kasus kompleks engine degradation masih membutuhkan dukungan teknisi dari luar atau panduan pabrikan.

Dari sisi logistik, salah satu tantangan paling dominan adalah **keterbatasan suku cadang**. Tingginya *Aircraft Waiting Parts (AWP)* menunjukkan bahwa proses pemeliharaan sering tertunda karena tidak tersedianya komponen kritis seperti fuel nozzles, turbine blades, atau compressor section parts. Sebagian besar suku cadang harus diimpor, dan proses pengadaannya membutuhkan waktu lama. Permasalahan ini semakin diperparah oleh masih adanya praktik *cannibalization* antar pesawat sebagai solusi cepat, yang dalam jangka panjang menyebabkan ketidakseimbangan stok dan meningkatnya risiko ketergantungan pada pesawat donor (Penton, 2019).

Selain itu, tantangan juga muncul dari **keterbatasan sistem informasi pemeliharaan**. Belum adanya sistem pencatatan digital yang terintegrasi membuat analisis pola kegagalan (failure pattern), trend engine performance, MTBF, dan MTTR sulit dilakukan secara akurat. Padahal, analisis data menjadi dasar penting dalam strategi pemeliharaan berbasis keandalan atau Reliability-Centered Maintenance (Moubray, 1997).

Dengan demikian, tantangan dan hambatan utama pemeliharaan engine PT6A-68C dapat digolongkan menjadi lima kategori besar: keterbatasan fasilitas, ketidakterbaharuan dokumen teknis, keterbatasan kompetensi teknisi, masalah logistik suku cadang, dan belum optimalnya sistem informasi pemeliharaan. Hambatan-hambatan ini saling terkait dan secara langsung menurunkan efektivitas sistem pemeliharaan serta readiness pesawat EMB-314 Super Tucano. Pemahaman terhadap tantangan ini menjadi dasar strategis untuk merumuskan langkah penguatan pemeliharaan pada pembahasan rumusan masalah ketiga.

C. Strategi peningkatan kemampuan pemeliharaan Engine PT6A-68C dalam mendukung pertahanan negara.

Strategi peningkatan kemampuan pemeliharaan engine PT6A-68C harus dirumuskan secara komprehensif karena menyangkut aspek teknis, kelembagaan, logistik, dan sumber daya manusia yang saling berkaitan. Upaya peningkatan ini tidak hanya bertujuan memperkuat kesiapan pesawat EMB-314 Super Tucano, tetapi juga merupakan bagian penting dari pembangunan kemandirian pemeliharaan alutsista udara sebagai elemen daya tangkal pertahanan negara (Kementerian Pertahanan, 2020). Merujuk pada temuan lapangan dan kerangka teoritis yang digunakan, strategi peningkatan kemampuan pemeliharaan dapat difokuskan pada tiga pilar utama: penguatan sumber daya manusia, modernisasi fasilitas dan peralatan, serta reformasi manajemen pemeliharaan berbasis data dan keandalan.

Pilar strategi pertama adalah **peningkatan kompetensi teknisi** sebagai fondasi kemampuan pemeliharaan. Mengingat bahwa sebagian teknisi hanya menguasai pemeliharaan tingkat ringan hingga menengah, perlu dilakukan program pelatihan mendalam yang spesifik pada varian PT6A-68C. Hal ini mencakup pelatihan *advanced troubleshooting*, *blade reblading*, *balancing procedure*, dan *deep inspection* yang selama ini belum dapat dilakukan secara mandiri (Ulrich, 2013). Selain pelatihan formal, strategi *On-the-Job Training (OJT)* yang terstruktur di bawah supervisi teknisi senior diperlukan untuk memastikan transfer pengetahuan berlangsung secara berkelanjutan. Upaya sertifikasi teknisi sesuai standar pabrikan juga perlu diupayakan untuk meningkatkan kredibilitas dan akurasi pekerjaan pemeliharaan.

Pilar kedua adalah **modernisasi fasilitas pemeliharaan**, terutama penyediaan **Engine Test Cell** yang secara teknis wajib dimiliki untuk mendukung HSI dan overhaul. Tanpa fasilitas ini, pemeliharaan tingkat berat tidak dapat dilakukan sepenuhnya di dalam negeri, sehingga ketergantungan pada fasilitas luar negeri tetap tinggi (Hobbs & Heitman, 2010). Pengadaan Engine Test Cell harus disertai ketersediaan **special tools**, seperti balancing tools, calibration equipment, dan peralatan NDI untuk inspeksi mendalam komponen turbine dan compressor. Modernisasi fasilitas ini sejalan dengan konsep *maintainability* yang

menekankan bahwa kemampuan pemeliharaan dipengaruhi oleh kesesuaian fasilitas kerja dengan standar teknis (*Dhillon, 2006*).

Pilar ketiga adalah **penguatan sistem manajemen pemeliharaan** melalui digitalisasi pencatatan, penggunaan data pemeliharaan, dan penerapan konsep Reliability-Centered Maintenance (RCM) serta Condition-Based Maintenance (CBM). Dengan adanya sistem pencatatan elektronik, satuan pemeliharaan dapat mengumpulkan data MTBF, MTTR, dan pola kegagalan engine secara sistematis untuk mendukung keputusan pemeliharaan. Penerapan RCM membantu menentukan prioritas komponen berdasarkan risiko dan konsekuensi kegagalan, sementara CBM memungkinkan pemantauan kondisi engine melalui data temperature, torque, dan vibration yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal (*Moubray, 1997; NASA, 2015*). Sistem manajemen pemeliharaan yang lebih modern ini akan mengurangi ketergantungan pada pemeliharaan berbasis waktu yang tidak selalu efisien.

Selain ketiga pilar tersebut, strategi pendukung lainnya adalah **penguatan manajemen logistik suku cadang**. Pengadaan komponen kritis harus direncanakan berbasis data, bukan sekadar memenuhi permintaan rutin. Mekanisme *forecasting* dengan mempertimbangkan umur pakai komponen dan histori kegagalan dapat memperkecil risiko *Aircraft Waiting Parts* (AWP) yang selama ini menjadi hambatan utama (*Penton, 2019*). Pada jangka panjang, kerja sama industri pertahanan nasional seperti PT NTP atau mitra swasta dapat dikembangkan untuk mendukung proses manufaktur lokal atau *local repair capability*, sesuai dengan arah kebijakan kemandirian alutsista.

Secara keseluruhan, strategi peningkatan kemampuan pemeliharaan engine PT6A-68C harus dirancang secara terintegrasi antara penguatan SDM, peningkatan fasilitas, dan manajemen pemeliharaan berbasis data. Implementasi strategi ini diharapkan tidak hanya meningkatkan readiness pesawat Super Tucano, tetapi juga memperkuat kemampuan pertahanan negara melalui kemandirian pemeliharaan alutsista udara.

5. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kemampuan pemeliharaan engine PT6A-68C pada pesawat EMB-314 Super Tucano saat ini berada pada tingkat menengah dan belum sepenuhnya mampu mendukung kemandirian pemeliharaan alutsista udara. Pemeliharaan tingkat ringan hingga menengah dapat dilaksanakan dengan baik oleh Sathar 31 dan Skatek 022, namun kemampuan untuk melaksanakan pemeliharaan tingkat berat seperti Hot Section Inspection (HSI) dan overhaul masih belum tersedia. Kondisi ini dipengaruhi oleh keterbatasan fasilitas teknis, khususnya ketiadaan Engine Test Cell dan peralatan khusus, kurangnya pembaruan dokumen teknis, tingginya angka Aircraft Waiting Parts (AWP), serta keterbatasan kompetensi teknisi dalam pemeliharaan tingkat lanjut.

Tantangan dan hambatan tersebut menunjukkan bahwa kesiapan pemeliharaan engine bukan hanya persoalan teknis, tetapi merupakan persoalan sistemik yang mencakup aspek SDM, dukungan logistik, kelengkapan sarana-prasarana, dan efektivitas organisasi pemeliharaan. Ketergantungan pada fasilitas luar negeri untuk pekerjaan tingkat berat berdampak langsung pada readiness pesawat dan menghambat fleksibilitas operasional TNI AU dalam mendukung pertahanan udara.

Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini mengusulkan tiga strategi utama, yaitu penguatan kompetensi teknisi melalui pelatihan spesifik varian PT6A-68C dan program OJT terstruktur; modernisasi fasilitas pemeliharaan melalui pengadaan Engine Test Cell, special tools, dan pembaruan dokumen teknis; serta penerapan sistem manajemen pemeliharaan berbasis data melalui Reliability-Centered Maintenance (RCM) dan Condition-Based Maintenance (CBM). Selain itu, penguatan sistem logistik suku cadang dan kerja sama industri pertahanan dalam negeri menjadi faktor strategis untuk mengurangi ketergantungan pada pemasok luar negeri.

Dengan menerapkan strategi tersebut secara terintegrasi, TNI AU berpotensi mencapai kemandirian pemeliharaan engine PT6A-68C, meningkatkan readiness pesawat Super Tucano, serta memperkuat kemampuan pertahanan udara nasional. Penelitian ini



diharapkan menjadi dasar empiris dan konseptual bagi upaya pengembangan kebijakan pemeliharaan alutsista di masa mendatang.

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.
- 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.

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).



Jurnal Strategi Kampanye Militer
Volume 11, Nomor 2, 2025

E-ISSN 2830-3261