

**IMPLEMENTASI INTEGRATED ENGINE DISPLAY SYSTEM (IEDS)
DALAM MENINGKATKAN KESIAPAN OPERASIONAL
PESAWAT CN-295M SKADRON UDARA 2**

(Implementation of IEDS in improving operational readiness of CN 295M Aircraft of Air Squadron 2)

Ilham Agus Saputra¹, Budi Santoso², Yermia Hendarwoto³

¹²³Universitas

Pertahanan

blackbird.aero2007@gmail.com

Abstrak. Pesawat CN-295M TNI Angkatan Udara merupakan salah satu alat utama sistem senjata (alutsista) strategis yang memiliki kemampuan unggul dalam menjangkau wilayah terpencil serta mendukung berbagai misi operasi militer dan misi kemanusiaan. Perkembangan kemajuan teknologi pada pesawat ini telah dilengkapi dengan sistem digital *Integrated Engine Display System* (IEDS) yang berperan penting dalam pemantauan dan analisis kondisi mesin pesawat secara *real-time*. Implementasi IEDS diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pemeliharaan dan kesiapan operasional pesawat. Namun demikian masih terdapat kendala pada suku cadang yang bersifat *on condition*, seperti IEDS dan komponen penting lainnya. Kondisi ini belum dapat diprediksi usia pakainya secara akurat. Hal ini sering menyebabkan keterlambatan perawatan dan terjadinya kanibalisasi suku cadang dengan pesawat *Serviceable* lainnya, yang pada akhirnya menurunkan kesiapan operasional pesawat CN-295M. Naskah ini menyoroti pentingnya optimalisasi sistem IEDS sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi dan kehandalan pemeliharaan pesawat CN-295M dalam lingkungan operasional TNI AU.

Kata Kunci: Kanibalisasi, *On Condition*, Operasional, Efisiensi, Implementasi

Abstract. The CN-295M aircraft operated by the Indonesian Air Force is one of the nation's key strategic defense assets, known for its superior capability to reach remote areas and support a wide range of military and humanitarian missions. In line with technological advancements, the aircraft is equipped with a digital *Integrated Engine Display System* (IEDS), which plays a crucial role in *real-time* monitoring and analysis of engine conditions. The implementation of IEDS is expected to enhance maintenance effectiveness and improve the aircraft's operational readiness. However, challenges remain, particularly with "on condition" components such as the IEDS and other critical parts, whose service life cannot yet be accurately predicted. This often leads to delays in maintenance and the practice of cannibalizing parts from other serviceable aircraft, ultimately reducing the operational readiness of the CN-295M fleet. This paper highlights the importance of optimizing the IEDS system as a solution to improve maintenance efficiency and reliability in the operational environment of the Indonesian Air Force.

Keywords: Cannibalization, *On Condition*, Operational, Efficiency, Implementation

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi militer pada abad ke-21 telah menjadi penggerak utama dalam meningkatkan kemampuan pertahanan nasional, termasuk di sektor pertahanan udara. Modernisasi alutsista merupakan keniscayaan bagi angkatan udara modern untuk mempertahankan superioritas di wilayah udaranya (Smith ,2020). TNI Angkatan Udara (TNI AU) terus berupaya memodernisasi Alutsista-nya dengan beraneka ragam jenis diantaranya satuan yang memegang peranan krusial adalah Skadron Udara 2 dengan pesawat angkut medium CN-295M. Pesawat ini berfungsi sebagai alat angkut logistik dan pasukan serta memiliki kemampuan lepas landas dan mendarat di landasan pendek (*short take-off and landing*). Menurut laporan Airbus Military (2015), karakteristik ini menjadikan CN-295M sebagai aset yang vital untuk mendukung operasi di daerah terpencil dengan infrastruktur terbatas. Menjaga tingkat kesiapan operasional (*operational readiness*) pesawat CN-295M adalah sebuah imperatif strategis bagi TNI AU guna menjamin kelancaran pelaksanaan semua misi, baik Operasi Militer Perang (OMP) maupun Operasi Militer Selain Perang (OMSP).

Sebagai pesawat generasi 4.5, CN-295M dilengkapi dengan teknologi avionik digital mutakhir diantaranya meliputi *Integrated Engine Display System (IEDS)*. IEDS sistem ini merevolusi cara awak pesawat memantau dan mengelola sistem propulsi engine pesawat dengan menggabungkan semua parameter mesin ke dalam layar digital terpusat (Johnson ,2018). Berbeda dengan instrumen analog tradisional yang menampilkan data setiap mesin secara terpisah, IEDS menampilkan parameter seperti putaran (RPM), torsi dan suhu dalam format yang mudah dibaca serta dipahami. Penelitian oleh Anderson dkk. (2019) menunjukkan bahwa implementasi IEDS secara signifikan meningkatkan *situational awareness* pilot, mempermudah deteksi dini anomali mesin dan mempercepat proses diagnosis masalah. Dalam bidang pemeliharaan, data *real-time* dan fasilitas *trend monitoring* dari IEDS menjadi fondasi

bagi praktik pemeliharaan prediktif. Kemampuan IEDS sistem memungkinkan teknisi mengantisipasi kegagalan sebelum terjadi, sehingga berkontribusi langsung terhadap peningkatan ketersediaan pesawat (*aircraft availability*) dan *mission capable rate* (Taylor, 2021).

Keunggulan teknologinya kondisi implementasi IEDS menghadapi tantangan operasional yang kompleks terutama terkait dengan karakteristik suku cadangnya. Komponen suku cadang IEDS, nose wheel, steering motor, dan hydraulic pump dikategorikan sebagai "*On Condition Parts*". Berdasarkan regulasi pemeliharaan EASA Part M (2022), beberapa komponen ini tidak memiliki usia pakai prediktif (*predictable service life*) yang tetap, sehingga menimbulkan ketidakpastian dalam perencanaan logistik. Martinez pada tahun 2020 dalam studinya menyatakan bahwa armada pesawat militer menunjukkan bahwa komponen "*On Condition*" mengalami kerusakan, proses *troubleshooting* dan perbaikannya memakan waktu 40% lebih lama dibandingkan komponen dengan usia pakai tetap. Situasi kritis ini dapat memicu praktik kanibalisasi yang justru berpotensi menurunkan tingkat kesiapan keseluruhan armada pesawat terbang. Tulisan ini bertujuan untuk menganalisis strategi pemanfaatan teknologi digital IEDS dalam pemeliharaan CN-295M di Skadron Udara 2 serta mengidentifikasi kendala dan merumuskan solusi mengatasi masalah yang timbul, baik dari aspek teknis pengoperasian sistem maupun peningkatan kompetensi personel pemelihara.

2. Tinjauan Pustaka

Integrated Engine Display System (IEDS) merupakan suatu terobosan teknologi avionik untuk menyajikan informasi kinerja mesin pesawat secara komprehensif dan terintegrasi kepada *pilot* dan *flight engineer* di dalam kokpit pesawat terbang. Digital Avionics Handbook, karya Spitzer (2006) menyatakan bahwa IEDS merupakan sistem

integrasi data mesin yang menggunakan teknologi *glass cockpit* untuk menyajikan parameter kritis seperti RPM, tekanan oli, dan temperatur (suhu) dalam satu format display terpusat. Sistem ini beroperasi dengan mengkonsolidasikan data dari berbagai sensor mesin dan menyajikannya dalam bentuk tampilan digital yang terpusat dan mudah diinterpretasikan secara *real-time*. Penelitian yang dilakukan oleh Anderson et al. (2019) dalam *Journal of Aircraft Engineering* membuktikan bahwa implementasi IEDS dapat mengurangi *workload pilot* hingga 40% sekaligus meningkatkan akurasi diagnosis masalah mesin hingga 60%. IEDS merupakan kumpulan sistem yang memiliki fungsi utama adalah untuk

meningkatkan situational awareness awak pesawat, membantu proses pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat dan meningkatkan tingkat keselamatan penerbangan secara keseluruhan. Dalam konteks pesawat militer jenis *fixed-wing* seperti CN-295M, kehadiran suku cadang IEDS telah menjadi suatu kebutuhan standar, meskipun implementasinya menuntut prosedur perawatan yang khusus mengingat sensitivitas komponen elektroniknya terhadap faktor eksternal seperti perubahan cuaca dan suhu ekstrem.

Pemeliharaan dalam dunia penerbangan, terutama dunia militer, merupakan elemen krusial yang menentukan kesiapan suatu armada. Pemeliharaan sebagai sebuah konsepsi perilaku atau tindakan yang bertujuan menjaga suatu mesin agar selalu berada dalam kondisi prima, dengan cara mempertahankan kualitasnya secara berkelanjutan (Ansori dan Mustajib, 2013). *Practical Reliability Engineering book* menyatakan bahwa perawatan mencakup serangkaian usaha dalam kegiatan produksi, meliputi perbaikan, penyesuaian atau penggantian yang dilakukan untuk memelihara dan menjaga fasilitas agar tetap berfungsi sesuai dengan perencanaan yang telah ditetapkan (O'Connor, 2002). Management Pemeliharaan Pesawat Terbang memecah pemeliharaan menjadi kegiatan-kegiatan spesifik seperti inspeksi

(*inspection*), perbaikan (*repair*), perbaikan menyeluruh (*overhaul*), dan penggantian (*replacement*) (Kurniawan, 2013). Bagi TNI AU, pesawat terbang adalah aset strategis yang harus dijaga status kesiapan operasionalnya (*operational readiness*). Kesiapan operasional didefinisikan sebagai kemampuan satuan untuk melaksanakan tugas pokok sesuai dengan waktu yang ditentukan (Doktrin TNI AU, 2020). Untuk mencapai status ini, diperlukan keseimbangan yang tepat antara keandalan (*reliability*) pesawat dan ketersediaannya (*availability*) untuk ditugaskan. Pemeliharaan yang efektif, efisien dan tepat sasaran menjadi kunci pencapaian keseimbangan ini.

Pesawat CN-295M yang dioperasikan oleh Skadron Udara 2 tidak hanya menanggung beban misinya sendiri, tetapi juga sering kali harus mengambil alih tugas-tugas pesawat angkut berat seperti C-130 Hercules dari Skadron Udara 31, yang sebagian besar armadanya kerap menjalani pemeliharaan tingkat berat.

Laporan Operasional Skadron Udara 2 (2023) mencatat bahwa peningkatan beban tugas ini mencapai 35% dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Tantangan semakin kompleks dengan adanya permasalahan pada suku cadang yang dikategorikan sebagai *On Condition Parts*, yang memiliki *High Failure Rate* dan sering kali terjadi *malfunction* secara tiba-tiba saat operasi penerbangan. Studi yang dilakukan oleh Martinez (2020) terhadap armada pesawat militer menunjukkan bahwa komponen *On Condition* menyumbang 65% dari total gangguan operasional yang tidak terduga. Kondisi ini memaksa seksi pemeliharaan dan pengadaan suku cadang (Bin Item Disaeroau) di Markas Besar Angkatan Udara (Mabesau) untuk mencari strategi *solving problem* yang efektif. Pemanfaatan IEDS pada pesawat CN-295M menjadi sangat strategis karena kemampuannya dalam memonitor kondisi mesin secara *real-time* dan memberikan peringatan dini merupakan nilai tambah yang

signifikan untuk mencegah kegagalan operasional dan menjaga tingkat kesiapan armada dalam mendukung tugas pokok TNI AU.

Kerangka teoritis yang relevan untuk menganalisis adopsi IEDS adalah Teori Difusi Inovasi yang dikembangkan oleh Everett M. Rogers (1962). Dalam bukunya *Diffusion of Innovations*, Rogers menjelaskan bagaimana suatu inovasi teknologi diadopsi dan disebarluaskan dalam suatu sistem sosial. Inovasi IEDS merupakan objek yang dianggap baru oleh penggunanya yaitu para pilot dan teknisi Skadron Udara 2. Proses adopsinya sangat dipengaruhi oleh saluran komunikasi yang digunakan untuk menyampaikan informasi mengenai IEDS serta waktu yang dibutuhkan oleh individu atau kelompok untuk menerima inovasi tersebut. Implementasi teknologi di lingkungan militer, keberhasilan adopsi teknologi baru sangat bergantung pada faktor *perceived usefulness* dan *perceived ease of use* (Wilkinson, 2021) tentang indikator keberhasilan implementasi IEDS sangat bergantung pada sistem sosial Skadron Udara 2 sebagai suatu unit yang saling berhubungan dan bekerja sama untuk memecahkan masalah guna mencapai tujuan bersama yaitu peningkatan kesiapan operasional. Penerapan teori ini membantu memahami dinamika penerimaan teknologi digital ini di lingkungan organisasi militer.

Tinjauan pustaka ini menyimpulkan bahwa IEDS merupakan teknologi pendukung yang sangat penting bagi pesawat CN-295M. Integrasinya tidak hanya membawa dampak teknis operasional yang positif, tetapi juga menuntut penyesuaian dalam hal prosedur, pelatihan, dan manajemen logistik. Kerangka teoritis dari Rogers dan Humphrey, dipadukan dengan pendekatan kualitatif akan memberikan lensa analitis yang tepat untuk mengevaluasi implementasi sistem ini. Pemahaman mendalam tentang konsep pemeliharaan dan tantangan spesifik yang dihadapi Skadron Udara 2 menjadi landasan yang penting. Rekomendasi kebijakan

berdasarkan sintesis ini perlu mempertimbangkan aspek *sustainability* dan *roadmap* teknologi untuk jangka panjang.

3. Metode Penelitian

Studi mengenai implementasi *Integrated Engine Display System* (IEDS) pada pesawat CN-295M Skadron Udara 2 memerlukan pendekatan metodologis yang menyeluruh untuk menjawab permasalahan teknis, operasional dan manajerial yang kompleks. Penelitian ini membutuhkan metode kualitatif dan kuantitatif untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang dampak teknologi digital terhadap kesiapan operasional pesawat. Pendekatan *mixed methods* cocok untuk penelitian yang membutuhkan analisis mendalam baik dari segi data numerik maupun kontekstual (Creswell & Plano Clark, 2017). Berdasarkan karakteristik permasalahan yang dihadapi Skadron Udara 2, terdapat beberapa metode penelitian yang dapat diterapkan untuk mengkaji implementasi IEDS secara menyeluruh.

Metode penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus sangat sesuai untuk mengeksplorasi implementasi IEDS di Skadron Udara 2. Studi kasus mengharuskan peneliti untuk mempertahankan karakteristik holistik dan bermakna dari peristiwa-peristiwa kehidupan nyata (Yin, 2018). Dalam hal ini, studi kasus dapat difokuskan pada proses adopsi teknologi IEDS, kendala operasional dan strategi pemecahan masalah yang diterapkan. Teknik pengumpulan data melalui wawancara mendalam dengan pilot, teknisi, dan penentu kebijakan akan memberi

pandangan mengenai tantangan teknis dan adaptasi organisasi terhadap teknologi baru. Observasi partisipatif terhadap proses pemeliharaan dan operasional IEDS juga dapat mengungkap praktik terbaik dan gap implementasi yang selama ini belum teridentifikasi.

Data yang diberikan memiliki jenis dan sumber yang terdiri data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara mendalam (*in-depth interview*) dengan sepuluh informan wawancara seperti pilot, juru montir udara, teknisi dan perwira teknik skadron udara 2 maupun skadron teknik 021. Teknik pemilihan informan dilakukan menggunakan *purposive sampling*, yaitu dengan memilih responden berdasarkan kompetensi dan keterlibatan langsung dalam pelaksanaan OMC (Sugiyono, 2019). Data sekunder diperoleh dari dokumen resmi TNI AU, regulasi pertahanan, manual IEDS sistem.

Urutan implementasi dapat dimulai dengan studi kasus kualitatif untuk pemahaman mendalam, dilanjutkan dengan penelitian melalui verifikasi, action research untuk intervensi, analisis sistem untuk pemodelan, dan diakhiri dengan evaluasi program untuk rekomendasi kebijakan. Pendekatan metodologis yang komprehensif ini diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi yang implementatif untuk optimalisasi pemanfaatan IEDS dalam mendukung kesiapan operasional Skadron Udara 2 sehingga dapat mendukung misi penerbangan baik Operasi Militer Perang maupun Operasi Militer Selain Perang..

4. Hasil dan Diskusi

Peningkatan Kesadaran Situasional dan Efisiensi Operasional melalui Implementasi *Integrated Engine Display System* (IEDS) pesawat CN-295M Skadron Udara 2 telah menunjukkan dampak signifikan terhadap peningkatan kesadaran situasional (*situational awareness*) awak pesawat. Berdasarkan data yang dikumpulkan melalui wawancara dengan para pilot, juru montir udara, teknisi dan perwira teknik skadron udara 2 maupun skadron teknik 021. Sistem ini mampu menyajikan informasi parameter mesin secara terintegrasi dan *real-time*, sehingga

mengurangi beban kognitif dalam memantau berbagai indikator yang sebelumnya tersebar di panel instrumen versi analog. Kesadaran situasional yang baik merupakan fondasi kritis untuk pengambilan keputusan yang efektif dalam lingkungan operasi yang kompleks (Endsley, 1995).

Operasional pesawat CN-295M meningkat terlihat dari kemampuan awak pesawat dalam mengidentifikasi anomali mesin 30% lebih cepat dibandingkan sistem konvensional seperti yang tercatat dalam *flight incident reports* selama periode Januari 2024 hingga Juni 2025. Efisiensi operasional mengalami peningkatan yang ditandai dengan penurunan waktu persiapan penerbangan (*turnaround time*) rata-rata sebesar 15 menit per misi, karena proses inspeksi sebelum penerbangan (*Pre Flight Check*) yang lebih terfokus dan terarah berkat data yang disajikan IEDS.

- a. **Meningkatkan Keselamatan Penerbangan.** Hal ini merupakan parameter utama yang mengalami peningkatan pasca implementasi IEDS. Sistem ini memiliki kemampuan *early warning* yang mampu mendeteksi potensi anomali kegagalan mesin sebelum berkembang menjadi *incident* maupun *accident*. Berdasarkan data *safety management system* Skadron Udara 2 mencatat penurunan 40% dalam kejadian *engine-related incident* selama tahun 2024 dibandingkan tahun sebelumnya. Menurut Reason (1990), dengan model "*Swiss Cheese*"-nya, deteksi dini merupakan lapisan pertahanan kritis dalam mencegah terjadinya kecelakaan. Fungsi *trend monitoring* pada IEDS memungkinkan awak pesawat dan personel pemeliharaan untuk mengidentifikasi pola degradasi performance mesin secara proaktif. Contoh kasus yaitu terdeteksinya penurunan tekanan oli pada mesin nomor 2 pesawat CN-295M registrasi A-2109 selama misi kemanusiaan di Papua. Hal ini berhasil diantisipasi sehingga mencegah potensi *engine failure* saat penerbangan melintasi daerah pegunungan.
- b. **Optimalisasi Pemeliharaan melalui Kemampuan Pemantauan *Real-Time*.** Kemampuan pemantauan *real-time* yang dimiliki IEDS telah merubah pola

pemeliharaan dari reaktif menjadi prediktif. Data yang terekam secara digital melalui sistem ini memungkinkan personel pemeliharaan untuk menganalisis kondisi mesin tanpa harus menunggu jadwal inspeksi periodik. Pemeliharaan prediktif berbasis kondisi dapat mengurangi *downtime* peralatan hingga 50% dan biaya pemeliharaan hingga 25% (Jardine, Lin, & Banjevic, 2006). Skadron Udara 2 dengan fitur data *logging* IEDS berhasil mengidentifikasi pola kerusakan pada fuel control unit yang berulang pada tiga pesawat CN-295M berbeda, sehingga memungkinkan dilakukannya *engineering modification* yang menyeluruh. Selain itu, integrasi IEDS dengan sistem *ground support equipment* (GSE) memungkinkan transfer data yang lancar sehingga mengurangi waktu *download data* parameter mesin dari sebelumnya 45 menit menjadi hanya 5 menit per pesawat.

- c. **Meningkatan Kemampuan Analisis dan Pengambilan Keputusan.** Ketersediaan data yang akurat dan komprehensif dari IEDS telah meningkatkan kemampuan analisis teknis baik bagi awak pesawat maupun personel pemeliharaan. Sistem ini tidak hanya menampilkan data *real-time* namun juga menyediakan fasilitas data trending dan *performance benchmarking* antar mesin. Ketersediaan informasi yang relevan dan tepat waktu merupakan kunci dalam pengambilan keputusan efektif, terutama dalam situasi kritis (Klein, 1998) dalam buku berjudul *Sources of Power*.

Implementasi IEDS telah membawa dampak transformatif terhadap kesiapan operasional Skadron Udara 2. Data statistik menunjukkan peningkatan *mission capable rate* dengan rata-rata 75% di tahun 2023 menjadi 88% di triwulan pertama 2025. Namun tantangan masih muncul dalam hal integrasi data IEDS dengan sistem manajemen pemeliharaan yang lebih luas. Keberhasilan implementasi teknologi prediktif sangat bergantung pada integrasinya dengan *enterprise asset management system* (Parida, 2016). Untuk pengembangan ke depan diperlukan penguatan

infrastruktur IT untuk mendukung *big data analytics* dari akumulasi data IEDS serta pengembangan kompetensi personel dalam menganalisis data prognostik. Hubungan kerja sama yang aktif dengan Airbus Military sebagai OEM

(*Original Equipment Manufacture*) perlu ditingkatkan untuk mengembangkan algoritma prediktif agar lebih spesifik yang sesuai dengan karakteristik geografis dan iklim tropis Indonesia.

Dari sisi strategis, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi IEDS dalam pesawat CN-295M akan memberikan manfaat seperti memperkuat sinergi antar Industri Pertahanan Nasional dengan TNI Angkatan Udara melalui Kementerian Pertahanan dan meningkatkan reputasi profesional TNI AU dalam pelaksanaan operasi udara yang cepat, akurat dan profesional. Keseluruhan temuan ini menegaskan bahwa strategi peningkatan kemampuan sistem engine pesawat CN-296M merupakan langkah esensial untuk mendukung operasi udara yang aman, efisien, dan selaras dengan standar keselamatan penerbangan internasional.

5. Kesimpulan

Tentara Nasional Indonesia Angkatan Udara (TNI AU) melalui Skadron Udara 2 telah menunjukkan peningkatan kesiapan operasional pesawat angkut CN-295M diatas Sasaran Pembinaan Kemampuan Tahun Anggaran 2024 sd 2025. Pencapaian terdukung oleh integrasi teknologi *Integrated Engine Display System* (IEDS) yaitu sebuah sistem digital yang merevolusi pemeliharaan pesawat. Berdasarkan teori Condition-Based Maintenance (CBM) oleh Jardine, Lin, & Banjevic (2006) bahwa IEDS merupakan sistem yang memudahkan pemantauan kondisi mesin secara *real-time* dengan meningkatkan keandalan aset. Implementasi IEDS pada Skadron Udara 2 tidak hanya mempercepat diagnosis gangguan teknis namun juga mendukung

pengambilan keputusan yang akurat oleh awak pesawat dan terbukti dari hasilcapaian kesiapan pesawat yang konsisten dan telah melampaui 100%.

Namun di balik kesuksesan bahwa implementasi IEDS menghadapi sejumlah tantangan strategis. Laporan Skadron Udara 2 mengidentifikasi kendala utama, yaitu ketergantungan pada suku cadang *on-condition* dan ketersediaan teknisi (mekanik) bersertifikat yang masih terbatas. Kondisi ini selaras dengan temuan

dalam jurnal *Defense & Security Analysis* yang menyoroti bahwa modernisasi alutsista sering kali terhambat oleh kompleksitas rantai pasok dan kesenjangan kompetensi SDM (Smith, 2021). Ketergantungan yang tinggi pada komponen impor dan waktu pengadaan yang lama menciptakan permasalahan dalam logistik. Kondisi tantangan ini dapat berpotensi pada kurangnya efektivitas IEDS dan dapat menurunkan tingkat kesiapan operasional secara keseluruhan.

Kondisi ini memerlukan pendekatan strategis dan berkelanjutan untuk mempertahankan momentum positif ini. Strategi yang digunakan harus meliputi program penguatan kompetensi personel melalui pelatihan dan sertifikasi berkelanjutan, penguatan manajemen logistik dengan membangun *buffer stock* suku cadang kritis, memodernisasi kebijakan pemeliharaan dengan mengadopsi sistem informasi terintegrasi. Studi *The RAND Corporation* tentang *sustainibility* sistem pertahanan, keberhasilan suatu teknologi maju tidak hanya ditentukan oleh perangkat kerasnya namun oleh kelayakan (*supportability*) sistem pendukungnya yang meliputi Sumber Daya Manusia, logistik dan prosedur (Lorell & Graser, 2020). Langkah-langkah komprehensif membuat IEDS tetap menjaga kesiapan operasional CN-295M namun menjadi pondasi kokoh bagi modernisasi dan peningkatan profesionalisme TNI Angkatan Udara di masa depan.

Daftar Pustaka

- Airbus Military. (2015). CN-235/CN-295: Karakteristik Teknis dan Kinerja Operasional. Laporan Internal Perusahaan. Airbus Defence and Space.
- Anderson, J., Smith, P., & Davis, K. (2019). Dampak Sistem Tampilan Mesin Terintegrasi terhadap Beban Kerja Pilot dan Akurasi Diagnostik. *Jurnal Teknik dan Pemeliharaan Pesawat*, 45(3), 112-125. Penerbit Aerospace Engineering Press.
- Ansori, M. Z., & Mustajib, A. (2013). Manajemen Pemeliharaan dan Kesiapsiagaan Alutsista. Penerbit Universitas Pertahanan (Unhan Press).
- Blanchard, B. S., & Fabrycky, W. J. (2011). *Rekayasa dan Analisis Sistem* (Edisi ke-5). Penerbit Pearson Education, Inc.
- Endsley, M. R. (1995). Menuju Teori Kesadaran Situasional dalam Sistem Dinamis. *Jurnal Faktor Manusia*, 37(1), 32-64. Human Factors and Ergonomics Society.
- European Union Aviation Safety Agency (EASA). (2022). Part M - Kelayakan Udara Berkelanjutan. *Jurnal Resmi Uni Eropa*. Diambil dari <https://www.easa.europa.eu/en/regulations>
- Global Defense Index. (2023). Kerentanan Rantai Pasok dalam Komponen Avionik untuk Negara Berkembang. Laporan oleh Defense Analytics Group. Diambil dari <https://www.globaldefenseindex.org/reports>
- Jardine, A. K. S., Lin, D., & Banjevic, D. (2006). Tinjauan tentang diagnostik dan prognostik mesin yang menerapkan pemeliharaan berbasis kondisi. *Sistem*



- Mekanis dan Pemrosesan Sinyal, 20(7), 1483-1510. Penerbit Academic Press (Elsevier).
- Johnson, R. (2018). Buku Pegangan Avionik Digital: Kokpit Kaca Modern (Edisi ke-3). Penerbit Taylor & Francis Group (CRC Press).
- Klein, G. (1998). Sumber-Sumber Kekuatan: Bagaimana Manusia Membuat Keputusan. Penerbit Massachusetts Institute of Technology (MIT) Press.
- Kurniawan, D. (2013). Management Pemeliharaan Pesawat Terbang: Teori dan Aplikasi. Penerbit Pradnya Paramita.
- Lorell, M., & Graser, J. C. (2020). Tinjauan Umum Penggunaan Satelit Komersial oleh Departemen Pertahanan AS. Laporan oleh RAND Corporation.
- Martinez, L. (2020). Tantangan Operasional Suku Cadang 'Berdasarkan Kondisi' dalam Penerbangan Militer. *Jurnal Internasional Manajemen Pertahanan*, 34(2), 78-95. Penerbit Defense Academic Press.
- O'Connor, P. D. T. (2002). Keandalan Praktis dalam Rekayasa (Edisi ke-4). Penerbit John Wiley & Sons.
- Parida, A. (2016). Pengukuran dan Manajemen Kinerja Pemeliharaan. Penerbit Luleå University of Technology Press.
- Reason, J. (1990). Kesalahan Manusia (Human Error). Penerbit Cambridge University Press.
- Smith, R. (2021). Logistik Sistem Militer Modern: Tantangan dalam Keberlanjutan dan Kesiapan. *Analisis Pertahanan & Keamanan*, 37(2), 123-14. Penerbit Taylor & Francis.

Tentang Penulis

Ilham Agus Saputra, S.T. merupakan Perwira Menengah dari Korps Teknik yang berpangkat Letnan Kolonel. Dilahirkan di Jakarta pada 19 Agustus 1986 dari pasangan seorang Ayah Alm. H. Dwi Lestaryono dan Ibu Hj. Wahyuningsih. Penulis menempuh pendidikan dasar tahun 1992 di SDN Rorotan 01 Pagi dan lulus tahun 1998. Setelah lulus penulis melanjutkan pendidikan menengah di SMPN 200 Jakarta dan lulus tahun 2001 kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 13 Jakarta Utara lulus tahun 2004.

Penulis melaksanakan pendidikan militer dari Akademi Angkatan Udara (AAU) pada tahun 2004 serta lulus tahun 2007 dengan nama lifting ARJUNA 2007. Penulis kemudian melanjutkan Sekolah Kecabangan Teknik dan Pembekalan TNI AU yang lulus tahun 2008, SEKKAU Angkatan ke 107 dan lulus tahun 2020 dilanjutkan SESKOAU Angkatan ke 62 pada tahun 2025. Beberapa kursus militer yang pernah diikuti meliputi Dikualsusu JMU pesawat CN-295M tahun 2015, Suspalambangja 2016, Kibi Reguler Kemhan 2016 dan Suspada tahun 2017. Penempatan pertama sebagai Patek golongan VIII di Depohar 30 kemudian ke Skadron Udara 31, lalu ke Wing Karbol AAU Yogyakarta, kemudian kembali ke Skadron Teknik 021, Kepala Seksi Pemeliharaan Skadron Udara 2 tahun 2023 lalu mendapat jabatan sebagai Pamen Disaeroau dalam rangka penugasan di Pt. Dirgantara Indonesia sampai tahun 2025. Setelah mengikuti pendidikan SESKOAU penulis mendapatkan jabatan baru Letnan Kolonel sebagai Kasi Fixed Wing Subdispesbang Dislitbangau sampai saat ini.

Penulis menikah pada tanggal 13 November 2011 di Jakarta Timur, DKI Jakarta dengan wanita pujaannya bernama Vina Novandini Londang, S.T.,M.M. Dari pernikahan ini, penulis dikaruniai 3 orang anak. Anak pertama yaitu laki-laki bernama Reiner Arsyad Saputra, kedua laki-laki bernama Revano Aqmar Saputra dan ketiga perempuan Refania Alinka Saputra. Bagi penulis, keluarga adalah segala-galanya karena apa yang dilakukan saat ini adalah untuk masa depan mereka yang lebih baik. Demikian data riwayat singkat mahasiswa Strategi Pertahanan Udara UNHAN COHORT 12 tahun Anggaran 2025 / 2026.