

Pemanfaatan Kecerdasan Buatan (AI) Untuk Pemeliharaan Alutsista Pesawat Tempur Dalam Meningkatkan Kesiapan Operasional TNI AU

Luly Hermawan^{1*}, Sovian Aritonang², Novky Asmoro³

^{1,2,3}Strategi Pertahanan Udara Universitas Pertahanan RI
lullyhermawans20@gmail.com*



e-ISSN: 2987-811X

MARAS: Jurnal Penelitian Multidisiplin

<https://ejournal.lumbangpare.org/index.php/maras>

Vol. 2 No. 3 September 2024

Page: 1522-1532

Article History:

Received: 16-08-2024

Accepted: 24-08-2024

Abstrak : Perawatan menjadi aspek yang sangat vital dalam menjaga kesiapan pesawat tempur. Dengan melakukan pemeliharaan yang efisien, pesawat tempur akan selalu siap untuk digunakan, mengurangi risiko kerusakan tiba-tiba dan meningkatkan masa kegunaan peralatan militer. TNI AU ingin mengembangkan kemampuan dalam menggunakan teknologi AI atau Kecerdasan Artifisial untuk menjalankan tugas mereka. Penelitian ini akan menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan fokus pada pengumpulan dan analisis data yang berupa kata-kata, gambar, dan simbol daripada angka-angka. Metode ini digunakan untuk mengkaji fenomena atau peristiwa yang rumit dan meneliti perspektif, pengalaman, serta persepsi individu dalam konteks yang lebih besar. Dalam perkembangan teknologi, diketahui dari hasil penelitian bahwa State-of-the-Art Adopsi Teknologi Kecerdasan Artifisial telah diterapkan dalam pemeliharaan alutsista seperti pesawat tempur.

Kata Kunci : Pemeliharaan; Pesawat Tempur; Kecerdasan Buatan

PENDAHULUAN

TNI AU, sebagai bagian penting dari TNI, memiliki tanggung jawab untuk melaksanakan tugas matra udara dalam rangka pertahanan negara, penegakan hukum, dan menjaga keamanan wilayah udara nasional sesuai dengan peraturan yang berlaku (Mabes TNI, 2019:1 Keberhasilan TNI AU dalam menjalankan tugas-tugasnya sangatlah ditentukan oleh tingkat kesiapan pesawat tempur salah satu alutsista TNI yang tinggi. Perawatan menjadi aspek yang sangat penting dalam menjaga pesawat tempur tetap siap. Dengan melakukan pemeliharaan yang optimal, pesawat tempur

akan selalu siap untuk digunakan secara efektif, mengurangi risiko kerusakan tak terduga dan meningkatkan masa pakai peralatan militer. TNI AU perlu menguasai teknologi Kecerdasan Buatan (AI) agar dapat melaksanakan tugas-tugasnya. Telah ada penelitian dan pengembangan teknologi yang dirancang untuk menirukan kemampuan manusia selama beberapa waktu, tujuannya adalah agar dapat digunakan di sektor militer. Dan yang sekarang, terjadi peningkatan jumlah peneliti dan pengguna teknologi tersebut.

Digunakan untuk mendukung tidak hanya operasi militer tetapi juga kegiatan lainnya guna mendukung lingkungan militer. Peningkatan penggunaan teknologi Kecerdasan Buatan dalam bidang militer belakangan ini dikarenakan adanya kebutuhan akan sistem-sistem pintar untuk mengurangi beban manusia dan memproses data secara efisien. Selain itu, teknologi-teknologi canggih seperti Internet-of-Things (IoT), Sistem Fisik-Cyber (CPS), dan Adopsi Aplikasi Big Data akan menjadi kunci utama dalam perang modern dimana Artificial Intelligence akan berperan besar. Dalam paradigma Network-Centric Warfare (NCW), peran teknologi-teknologi tersebut sangat krusial dalam kerangka Command, Control, Communications, Computers, Intelligence dan Reconnaissance (C4IR).

Maintenance dilakukan untuk memastikan agar materiil atau fasilitas tetap dalam kondisi yang optimal. Pengasuhan juga dapat membantu memperbaiki kondisi materiil atau fasilitas agar bisa digunakan kembali dengan performa yang optimal. Evaluasi pemeliharaan dapat dilakukan berdasarkan tujuan, waktu, dan tingkatnya. Pemeliharaan meliputi tindakan pencegahan, perbaikan, serta pengawasan berdasarkan tujuannya. Dalam hal waktu, pemeliharaan dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yakni terjadwal dan tidak direncanakan. Di samping itu, terdapat pula tipe perawatan khusus yang dilakukan sesuai dengan kebutuhan istimewa.

Sementara berdasarkan tingkatannya, pemeliharaan dikelompokkan menjadi tiga bagian yaitu: Untuk menjaga pesawat tetap siap operasional, dilakukan pemeliharaan tingkat ringan sebagai langkah pertama. Pemeliharaan tingkat rendah dilakukan sebagai upaya pencegahan dan umumnya diterapkan pada skadron udara. Dua metode yang digunakan untuk memulihkan pesawat terbang menjadi siap operasional kembali adalah perawatan tingkat sedang. Pada metode ini, item yang mengalami kerusakan atau kelainan akan diperbaiki atau dipelihara di bengkel. Ini mencakup perbaikan baik pada sub sistem maupun pesawat terbang itu sendiri. Unit teknik skuadron (skatek) melaksanakan perawatan tingkat sedang. Untuk melakukan pemeliharaan tingkat berat, diperlukan serangkaian kegiatan menyeluruh dalam merawat materiel. Ini mencakup pembongkaran total material, perbaikan dan pemasangan kembali, pengujian untuk memastikan fungsi yang lancar, serta tindakan preventif untuk mencegah Depo pemeliharaan adalah tempat di mana TNI AU melakukan pemeliharaan untuk pesawat terbang tingkat berat. Dalam rangka mencapai fungsi optimal dan memenuhi standar kualitas serta toleransi, peralatan telah diperbaharui dengan menggunakan komponen terbaru.

Indonesia menempati posisi yang sangat penting antara Samudera Hindia dan Pasifik, sehingga negara ini memiliki kepentingan besar serta peranan strategis yang sangat signifikan. Di samping itu, dengan LCS sebagai salah satu titik konflik utama di ASEAN (Yanto Manurung, Syamsul Maarif, Tahan Samuel Lumban Toruan & Swastanto, 2023), Indonesia menjadi mudah terkena dampak potensi konflik dan

insiden di wilayah tersebut. TNI AU memiliki beberapa jenis pesawat tempur seperti Su-30, SU 27, T50 Golden Eagle, dan Hawk 209 F-16 Fighting Falcon. TNI AU terus melakukan langkah strategis untuk mendukung usaha modernisasi alutsista, terutama dalam pembaruan pesawat tempur yang diusulkan oleh Kemhan RI. Penting untuk memiliki keahlian dan keterampilan yang tinggi agar dapat melakukan pemeliharaan rutin dengan baik. Dalam hal ini, penting sekali untuk memiliki sistem pemeliharaan yang bergantung pada AI.

Pemeliharaan sistem yang optimal berbasis *Artificial Intelligence* (AI) dapat menghasilkan kesiapan alutsista yang paling baik. Menurut Survei Gartner, tren teknologi tahun 2020 mencakup *hyperautomation*, *human augmented*, *autonomous things*, dan *AI security* yang berperan dalam mendukung sistem pemeliharaan inovatif berbasis AI. Penerapan dan pelaksanaan teknologi-teknologi tersebut semakin penting dengan adanya kehadiran Kecerdasan Artifisial (Gartner, 2020). Temuan dalam penelitian ini menyatakan bahwa penerapan Kecerdasan Buatan di berbagai sektor, termasuk lingkungan militer, akan mengalami peningkatan besar.

Karena pemeliharaan alutsista seperti pesawat tempur F-16 kurang optimal, termasuk dalam hal keterlambatan dan ketidakmampuan memprediksi kerusakan serta kesulitan mengoptimalkan masa pakai alutsista tersebut, maka diperlukan sistem pemeliharaan yang berbasis kecerdasan. Untuk itu, penting untuk mengembangkan konsep pemeliharaan dengan menggunakan kecerdasan buatan sehingga jadwal pemeliharaan dapat diatur dan dilaksanakan tepat waktu guna meningkatkan masa pakai peralatan militer. Latar belakang ini menjadi dasar penelitian yang bertujuan untuk menganalisis strategi dalam pemeliharaan pesawat tempur F-16, serta bagaimana teknologi kecerdasan buatan (AI) dapat digunakan dalam menghadapi perkembangan yang ada.

Perang modern dan tantangan yang akan datang melibatkan perang yang tidak simetris dan tak terbatas. Hal ini bergantung pada teknologi informasi dan komunikasi, serta melibatkan komponen militer dan elemen nirmiliter. Perang modern ditandai dengan adanya ancaman yang terorganisir secara sistematis dan serentak. Di samping itu, teknologi dan persenjataan yang unggul seperti Perang Pusat Jaringan merupakan fondasi utama dalam peperangan modern. Di samping itu, ada juga serangan siber yang berpotensi menjadi ancaman signifikan. Hal ini termasuk pemanfaatan kecerdasan buatan dalam konteks perang modern, melibatkan penggunaan teknologi robot dan wahana tanpa awak.

Pemeliharaan (*maintenance*)

Dalam teori *maintenance*, menurut (Dhillon 2006), pemeliharaan melibatkan segala upaya untuk menjaga keadaan dan mengembalikan peralatan atau materiel menjadi kondisi operasional. Ada kesamaan dengan apa yang dijelaskan oleh (Ansori dan Mustajib 2013), yaitu bahwa *maintenance* mencakup berbagai tindakan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas fasilitas atau mesin agar tetap optimal seperti pada awalnya. Secara menurut Mobley (2008), melaksanakan pemeliharaan sebagai pendukung strategi perusahaan memiliki keuntungan-keuntungan tertentu, salah satunya adalah pengurangan anggaran yang dibutuhkan untuk pemeliharaan. Beberapa manfaat yang termasuk dalam hal ini adalah pengurangan biaya suku cadang dan lembur, meningkatkan umur pakai materiel dan peralatan, efisiensi yang

lebih baik dalam menggunakan suku cadang, stabilitas proses yang ditingkatkan, peningkatan keselamatan personel/operator.

Menurut pendapat Scheffer dan Girdhar pada tahun 2004, dalam proses pemeliharaan, kemungkinannya adalah bahwa terdapat perbedaan strategi di antara setiap peralatan. Agar pemeliharaan dapat dilakukan dengan efektif, lebih baik jika kita mengategorikan mesin dan peralatan menjadi beberapa kelompok untuk memudahkan organisasi. Semua tahap siklus hidup sistem teknis (juga dikenal sebagai fasilitas, mesin, dan peralatan) termasuk dalam klasifikasi mesin atau peralatan yang menjadi fokus pemeliharaan. Ini mencakup spesifikasi, perencanaan, pembangunan, akuisisi serta evaluasi kinerja dalam konteks yang lebih luas, kegiatan pemeliharaan juga dapat disebut sebagai manajemen aset fisik secara umum. Menurut Swanson (2001), terdapat dua jenis pemeliharaan yang bisa digunakan sebagai strategi dalam mendukung kinerja operasional, yaitu perawatan preventif dan kuratif.

1. Pemeliharaan Proaktif (*proaktif maintenance*). Pemeliharaan proaktif adalah metode pemeliharaan di mana kerusakan dapat dihindari dengan mengawasi kondisi mesin dan melakukan perbaikan kecil secara teratur untuk memastikan bahwa mesin berada dalam kondisi terbaik untuk operasi. Agresif, prediktif, dan preventif adalah tiga komponen pemeliharaan proaktif.
2. Pemeliharaan reaktif (*reactive maintenance*). Pada dasarnya, dalam pemeliharaan reaktif, penggantian dan perbaikan baru dilakukan saat mesin atau peralatan mengalami kerusakan. Meskipun pemeliharaan reaktif lebih murah karena tidak memerlukan pemeliharaan rutin, kekurangan pemeliharaan reaktif adalah kerusakan yang tidak dapat diprediksi dan dapat terjadi kapan saja, menghambat produksi dan bahkan menyebabkan kecelakaan.

Menurut pendapat yang hampir serupa, Bengtsson (2004) membagi sistem pemeliharaan ke dalam dua kategori: Menurut pendapat yang hampir serupa, Bengtsson (2004) membagi sistem pemeliharaan ke dalam dua kategori:

1. Kegiatan pemeliharaan preventif berkaitan dengan menjadwalkan, mengatur interval waktu, atau mematuhi standar tertentu guna mengurangi risiko kerusakan atau penurunan kinerja mesin dan peralatan.
2. Pemeliharaan korektif dilaksanakan hanya ketika mesin atau peralatan mengalami kerusakan. Pemeliharaan korektif adalah kegiatan yang dilakukan setelah kerusakan teridentifikasi untuk membawa mesin atau peralatan kembali ke kondisi normal sehingga dapat berfungsi dengan efektif. Pemeliharaan ini terdiri dari dua jenis yaitu pemeliharaan koreksi tertunda dan langsung. Pemeliharaan ditunda sampai kerusakan mesin atau peralatan tidak menyebabkan gangguan pada kinerja produksi secara keseluruhan.

Teori Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence/AI*)

(Turban 1995, p. 422), Kecerdasan Buatan atau AI Teori kecerdasan buatan pada dasarnya bertujuan agar komputer melakukan perintah yang dapat dilakukan manusia, sama seperti manusia melakukannya. Hal ini juga dapat diartikan sebagai "kecerdasan buatan." Sistem pakar adalah bagian dari kecerdasan buatan. Diantaranya teori kecerdasan buatan, sistem pakar, aplikasi berbasis web, dan MySQL untuk pemrosesan *database*. Ini adalah salah satu dari banyak definisi AI, yaitu:

1. Ilmu kecerdasan buatan mempelajari bagaimana membuat komputer melakukan sesuatu lebih baik daripada manusia.
2. Kecerdasan buatan menggunakan aplikasi yang menyerupai proses berpikir manusia untuk memecahkan masalah berbasis komputer.
3. Kecerdasan buatan, disebut juga kecerdasan buatan, adalah bidang ilmu komputer yang mempelajari bagaimana komputer dapat melakukan sesuatu lebih baik daripada manusia.
4. Kecerdasan buatan adalah bidang ilmu komputer yang melibatkan pengembangan perangkat lunak dan perangkat keras komputer yang bertujuan untuk mencapai hasil yang serupa dengan manusia. Kecerdasan buatan memiliki banyak penerapan, antara lain:
 - a. Expert System (Sistem Pakar).
 - b. Pemrosesan Bahasa Alami (Pemrosesan Bahasa Alami).
 - c. Penglihatan Komputer dan Pengenalan Pemandangan.
 - d. Instruksi Berbantuan Komputer Kecerdasan.
 - e. Pemahaman Bahasa.
 - f. Sistem Robotika dan Sensorik.

METODE PENELITIAN

Kuantitatif deskriptif mengacu pada pengumpulan dan analisis data yang terdiri dari kata-kata, gambar, dan simbol, bukan angka dan statistik. Metode ini digunakan untuk memahami fenomena dan peristiwa yang kompleks serta mengkaji pandangan, pengalaman, dan persepsi individu dalam konteks yang lebih luas (Moleong, 2011). Tanggung jawab peneliti adalah mengumpulkan data yang berkaitan dengan pertanyaan penelitian. Gunakan metode pengumpulan yang meliputi observasi, analisis, dan pengumpulan dokumen (Creswell, 2016). Penelitian ini mengkaji strategi pemeliharaan alutsista jet tempur berdasarkan kemajuan teknologi kecerdasan buatan (AI).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahun 2020, teknologi kecerdasan buatan belum menjadi prioritas TNI dan pertahanan. Berdasarkan Kebijakan Umum Pertahanan Negara 2019-2024 (Jakumhanneg), fokusnya adalah pada peningkatan kualitas sistem informasi pertahanan negara (Sisfohanneg), termasuk pertahanan siber, dibandingkan pada teknologi kecerdasan buatan. Dari sisi teknologi, Indonesia memiliki potensi sumber daya yang sangat besar untuk mengembangkan dan membangun teknologi kecerdasan buatan untuk keperluan pertahanan dan militer, khususnya TNI AU yang merupakan kekuatan militer terdepan di dunia dalam perolehan teknologi canggih. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui teknologi kecerdasan buatan yang ada saat ini di beberapa negara di dunia. Melalui pengetahuan teknologi kecerdasan buatan, TNI dapat mengubah doktrinnya, begitu pula TNI AU juga dapat mengubah doktrinnya dengan menggunakan kecerdasan buatan untuk mendukung operasi militer TNI AU guna menjaga kedaulatan negara Bwana Paksa dapat diubah. Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) bergerak di bidang dirgantara, termasuk perawatan pesawat tempur.

Pemeliharaan Alutsista Berupa Pesawat Tempur Pada Perkembangan Teknologi

Kemampuan pesawat tempur meningkat setiap generasinya, menjadikannya platform propulsi utama Angkatan Udara, karena beberapa karakteristik, teknologi elektronik merupakan aspek yang berkembang pesat. Pertama, pesawat tempur generasi kelima memiliki kemampuan yang dikenal sebagai “stealth”, yang memungkinkan mereka menghindari pengawasan elektronik musuh. Kedua, peningkatan kesadaran situasional melalui peningkatan kemampuan sensor. Ketiga adalah kemampuan mengolah data dari sumber eksternal seperti platform pendukung elektronik atau elektronik. Kemampuan ini secara langsung meningkatkan keunggulan dalam ruang. “Menguasai sumber daya manusia pertahanan Indonesia untuk menghadapi perang di masa depan” oleh Anwar (2018), Teknologi pertahanan dapat memberikan keuntungan yang penting secara strategis, sehingga sumber daya pertahanan Indonesia dapat dikuasai untuk menghadapi perang di masa depan.

Penting untuk memiliki kemampuan mempelajari teknik pertahanan. Penguasaan teknologi pertahanan pada sumber daya pertahanan perlu ditingkatkan melalui berbagai upaya seperti pengembangan sektor pertahanan dan kerja sama dengan negara lain. Lebih jauh lagi, menjaga keamanan dan kedaulatan negara di masa depan memerlukan langkah-langkah kebijakan yang tepat dan dukungan yang kuat dari pemerintah dan masyarakat untuk menumbuhkan lebih lanjut penguasaan teknologi pertahanan oleh sumber daya pertahanan Indonesia (Anwar, 2018). Pengembangan pemeliharaan alutsista berupa pesawat tempur sangat penting untuk meningkatkan kesiapan pertahanan negara.

Pengembangan pemeliharaan alutsista berupa pesawat tempur secara menyeluruh dan terpadu diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan kesiapan alutsista apabila diperlukan. Pemeliharaan tersebut meliputi pengembangan industri pemeliharaan alutsista, pengembangan teknologi pemeliharaan yang andal, dan pembangunan fasilitas pemeliharaan yang tepat guna. Pemeliharaan alutsista merupakan perjuangan melawan kemajuan teknologi seperti: Terwujudnya teknologi pemeliharaan yang, pembangunan fasilitas pemeliharaan yang tepat guna, pengembangan industri pemeliharaan alutsista, pengembangan dan pengembangan sumber daya manusia yang mumpuni, dan lain-lain.

Harapannya adalah untuk mencapai pemeliharaan jet tempur yang efisien, efektif, dan tepat sasaran yang dapat mengimbangi kemajuan AI.

State-of-the-Art Adopsi Teknologi Kecerdasan Artifisial Dalam Pemeliharaan Alutsista Berupa Pesawat Tempur Pada Perkembangan Teknologi

Perangkat lunak cerdas di balik sistem fisik digital atau otonom yang melakukan tugas-tugas yang biasanya memerlukan kecerdasan manusia, seperti mengenali pola, belajar dari pengalaman, menghasilkan kesimpulan, membuat prediksi, dan mengambil tindakan disebut kecerdasan buatan. Pada tahun 2019, Departemen Pertahanan AS memberikan komitmen sebesar \$927 juta (\$13 triliun) untuk mendukung penelitian tentang penggunaan kecerdasan buatan dan pembelajaran mesin untuk analisis informasi, pengambilan keputusan, logistik, kemandirian kendaraan, senjata, dan pemeliharaan prediktif. Teknologi senjata canggih seperti drone yang terbang berkelompok (swarm). Hal ini karena kecerdasan buatan dapat memainkan peran penting dalam operasi militer (Knight, W. (2019)). Selama 100 tahun, para ahli saraf telah mempelajari cara kerja otak manusia, khususnya untuk

memahami mekanisme sel saraf dan neuron, yang dianggap sebagai sumber pertama kecerdasan manusia. Mereka meletakkan dasar bagi teknologi kecerdasan buatan. Metode ilmu saraf ini mengarah pada pemodelan sel otak menggunakan rumus matematika pada tahun 1949. Rumus ini dapat digunakan untuk memodelkan mekanisme yang terjadi pada sel saraf otak agar dapat menjalankan program komputer pada sistem komputer.

Dimulai dengan model neuron otak yang sangat sederhana, model ini terus ditingkatkan melalui penelitian dan pengembangan. Namun, hal ini karena model sangat sederhana, mengingat betapa rumitnya mekanisme yang sebenarnya bekerja di dalamnya. Saat ini istilah “kecerdasan buatan” masih belum diketahui. Orang-orang lebih akrab dengan model saraf otak dibandingkan dengan jaringan syaraf tiruan (JST) atau jaringan syaraf tiruan. ANN adalah jaringan yang terdiri dari komponen komputasi paling dasar di otak manusia, yaitu neuron, yang bekerja sama untuk menghasilkan pengetahuan yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah, karena ketertarikan para peneliti terhadap penelitian ini, sebuah konferensi diadakan di Dartmouth, AS, pada tahun 1956 untuk membahas ciri kecerdasan ini. Para ahli sepakat bahwa dengan menggunakan metode tertentu, mesin dapat meniru seluruh karakteristik pembelajaran dan komponen kecerdasan manusia. Konsensus sebelumnya mengenai subjek “kecerdasan buatan” atau kecerdasan buatan diungkapkan dalam istilah baru yang diciptakan pada konferensi ini. Oleh karena itu, tahun 1956 merupakan periode penting bagi perkembangan lebih lanjut teknologi kecerdasan buatan. Salah satu perkembangannya adalah teknologi agen dan multi agen. Pada awal tahun 2000-an, pendekatan modern terhadap teknologi AI dikenal sebagai teknologi agen, yang memungkinkan penggunaan AI dalam mengemudi otonom. Didefinisikan secara sederhana, "agen" adalah entitas yang mewakili individu dalam tugas tertentu.

Dalam dunia AI, agen adalah perangkat lunak, perangkat keras, atau keduanya yang diprogram menggunakan teknik AI untuk mewakili manusia yang melakukan tugas tertentu. Agen-agen yang sedang dikembangkan diharapkan secara bertahap meningkatkan kecerdasan manusia ke tingkat tertentu, memungkinkan mereka mewakili manusia dan bekerja sama dengan manusia untuk menyelesaikan tugas-tugas tertentu. Dalam operasi militer, kendaraan otonom yang mampu beroperasi di udara, darat, laut, bahkan bawah laut merupakan entitas cerdas yang mampu mengoperasikan dan menjalankan misi tanpa bantuan manusia, dan pelaksanaannya dilakukan oleh manusia. Bisa saja melibatkan manusia yang terpapar risiko tinggi, seperti pemeliharaan alutsista berupa pesawat tempur.

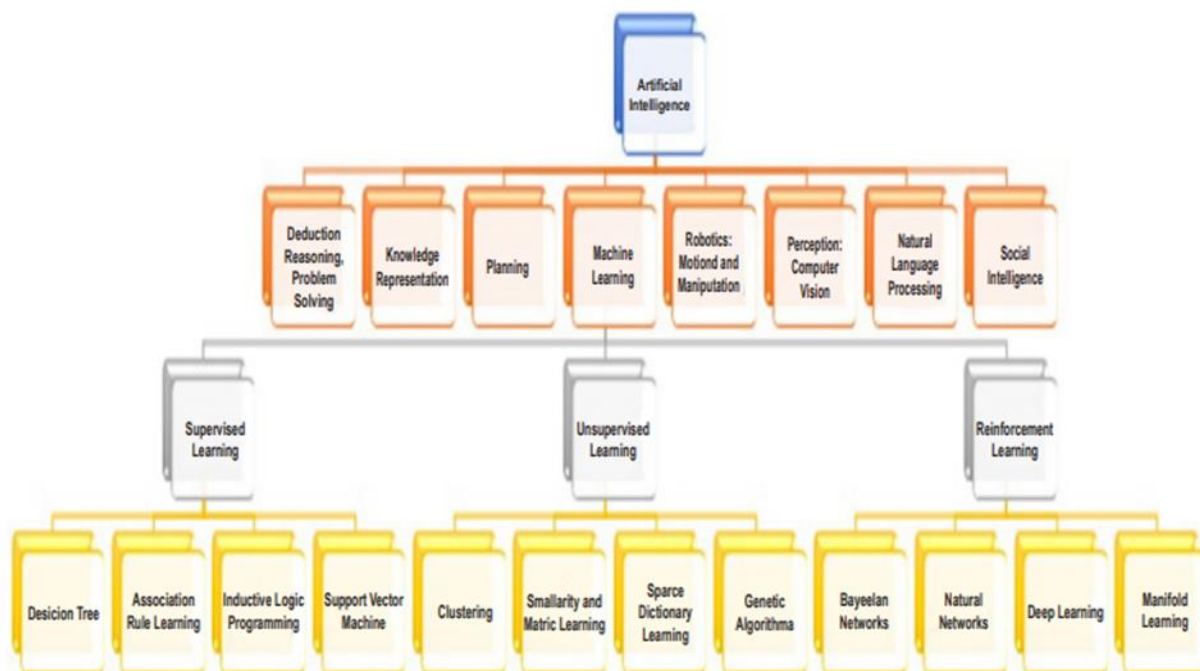
Dalam perkembangannya, teknologi kecerdasan buatan dibagi menjadi tiga kategori:

1. Metode dan teknik *Artificial Limited Intelligence* (ANI) yang ditujukan pada aktivitas yang memerlukan keterampilan terbatas. Contohnya termasuk metode dan teknik yang saat ini digunakan seperti jaringan syaraf tiruan, *support vector machine* (SVM), pohon keputusan, dan *K-nearest neighbours* (K-NN).
2. Kecerdasan umum buatan (*Artificial General Intelligence* / AGI) adalah metode dan teknik kecerdasan buatan yang dapat meniru kecerdasan manusia untuk melakukan berbagai tugas. AGI mempunyai kemampuan berpikir dan bertindak seperti pikiran manusia, serta dapat berpikir dan bertindak secara manusiawi atau

rasional. Dalam kategori ini, teknologi kecerdasan buatan berasal dari pendekatan ilmu kognitif. Sistem pertumbuhan pengetahuan "KGS" merupakan salah satu metode kecerdasan buatan kognitif yang saat ini sedang dikembangkan.

3. Kecerdasan Super Buatan (ASI). Metode dan teknik kecerdasan buatan yang digunakan dalam sistem komputer memiliki kecerdasan yang jauh melebihi kecerdasan manusia di banyak bidang. Karena kecerdasan buatan memiliki emosi dan kesadaran, penelitian tentang kecerdasan buatan bergerak ke arah ini, terutama di bawah pengaruh film layar lebar dengan kecerdasan super buatan, seperti "Stealth", sebuah jet tempur yang mampu terbang secara otonom. Stealth memiliki kecerdasan tinggi, yang memungkinkannya melakukan misi tempur lebih baik daripada manusia.

Metode dan teknik AI untuk memelihara alutsista berupa jet tempur sangat beragam, mencakup semua aspek kecerdasan manusia yang dapat ditiru oleh mesin. Hal ini meliputi berpikir, mengambil keputusan, membaca pola, merencanakan, memilah, mengenali benda, berkomunikasi dengan bahasa alami, dan menggerakkan bagian tubuh untuk tujuan tertentu. Pembelajaran mesin atau *machine learning* ML merupakan teknologi yang paling umum digunakan untuk merawat alutsista berupa pesawat tempur. Pembelajaran mesin memiliki tiga mode pembelajaran: pembelajaran yang diawasi, pembelajaran tanpa pengawasan, dan pembelajaran penghargaan. Setiap mode mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Gambar 1 menunjukkan salah satu kategori AI dalam pemeliharaan alutsista berupa pesawat tempur.



Gambar 1. Metode dan Teknik Kecerdasan Artifisial

Sumber : Spiegeleir, S.D., Maas, M. dan Sweijs, T. (2017) dan Diolah oleh Penulis 2024

Keberhasilan operasi militer memerlukan pemeliharaan alutsista berupa pesawat tempur. Oleh karena itu, seluruh tahapan perencanaan harus dilaksanakan dengan benar, berdasarkan data dan informasi yang benar, serta dengan siklus pengambilan keputusan yang cepat dan akurat, karena paradigma NCW berfokus pada

pengurangan waktu sensor-to-hunter, maka komponen C4SIR harus didukung oleh AI sebagai penggerakannya (Yanto Manurung, Herlina Saragih, 2022) AI akan memainkan peran penting dalam bidang strategis, operasional, dan taktis. AI memungkinkan:

1. Sensor cerdas. Ini adalah komponen kunci dalam pengumpulan data intelijen melalui kegiatan pengawasan dan deteksi. Sensor pintar ini dapat berupa kendaraan mandiri yang dipasang di udara, di darat, di bawah laut, atau di bawah permukaan. Mereka mempunyai kemampuan untuk bertindak secara mandiri maupun berkelompok. (Wales, P. 2020), dan juga dapat beroperasi dalam formasi tempur menggunakan teknologi agen dan multi-agen.
2. Big data memungkinkan analisis intelijen dilakukan secara lengkap dan mudah. Kecerdasan buatan dapat menggunakan pembelajaran mesin (Tucker, S. 2020) dan pembelajaran mendalam untuk menemukan pola yang tidak dapat dilakukan manusia. Hal ini menjamin peningkatan kualitas hasil analisis intelijen. Dalam percobaan yang dilakukan Badan Intelijen Pertahanan Amerika (DIA), kecerdasan buatan mampu mengalahkan manusia (Putra S.D., Sumari A.D.W., Ahmad A.S., Sutikno S., Kurniawan Y.2020).
3. Sistem Pertumbuhan Pengetahuan "KGS" membantu menjamin komunikasi yang aman antara pusat K2 dan pasukan di lapangan (A.D.W. Sumari dan A.S. Ahmad, 2017).
4. Proses pengambilan keputusan kognitif mempercepat proses pengambilan keputusan, terutama dalam situasi dimana dinamika lapangan sangat cepat (Christopherson, A, 2019).
5. Pemeliharaan alutsista dan alutsista secara prediktif untuk menekan biaya pemeliharaan dan selalu siap dengan menggunakan rasionalisasi stokastik.
6. Decision tree, Bayesian, dan SVM efektif untuk pengadaan alutsista dan alutsista (Kazunari Mizokami, 2020).
7. Teknologi multi-agen memungkinkan manusia dan mesin bekerja secara mandiri atau bersama-sama dalam pengoperasian dan pemeliharaan alutsista yang bisa dihubungkan bersama.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemeliharaan alutsista berupa pesawat tempur, khususnya melalui sarana (sarana) pencapaian kemandirian nasional di bidang pertahanan, dengan menyelenggarakan pemeliharaan alutsista berupa pesawat tempur untuk mengatasi tantangan teknologi Perolehan teknologi buatan (AI) untuk Pesawat tempur dan penerapan proses perawatan yang efektif.

Kecerdasan buatan mutakhir mengacu pada berbagai perkembangan terkini mengenai kecerdasan buatan untuk mendukung pemeliharaan alutsista seperti jet tempur yang saat ini menjadi topik yang paling banyak dibicarakan di banyak media. Kecerdasan buatan tidaklah sulit untuk dikuasai, namun dibutuhkan banyak tenaga, waktu, pikiran, dan sumber daya untuk menguasainya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bengtsson, M. (2004). Condition Based Maintenance System Technology. Where Is Development Heading? 17th European Maintenance Congress (Pp. 147-156). Barcelona: Euromaintenance.

- [2] Christopherson, A. (2019). Faster, smarter: Speed is key in acquisition reform. <https://www.wpafb.af.mil/News/articledisplay/Article/1771763/faster-smarter-speed-is-key-in-acquisition-reform/>, 28 April 2024
- [3] Creswell, J. W. (2016). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. In Sage publications. Sage publications.
- [4] Dhillon, B. S. (2006). Maintainability, Maintenance, And Reliability For Engineers. New York: Taylor And Francis Group. Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2020 (I), <https://www.cbotech.com/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020/>.
- [5] Kementerian Pertahanan Republik Indonesia. (2015). Buku Putih Pertahanan Indonesia 2015 Kementerian Pertahanan Republik Indonesia. In Kementerian Pertahanan Republik Indonesia.
- [6] Mabes TNI. (2019:1). Doktrin TNI AU Swa Bhuwana Paksa Mabes TNI 2019, Keputusan Panglima Tentara Nasional Indonesia Nomor Kep/545/V/2019 tanggal 22 Mei 2019 tentang Doktrin TNI AU Swa Bhuwana Paksa, Hal 1. Jakarta: Setum TNI.
- [7] Mizokami, K. (2020), The Air Force's AI-Powered 'Skyborg' Drones Could Fly as Early as 2023. <https://www.popularmechanics.com/military/aviation/a32631612/skyborg-drones-2023/>.
- [8] Mizokami, K. (2020). The Air Force's AI-Powered 'Skyborg' Drones Could Fly as Early as 2023. <https://www.popularmechanics.com/military/aviation/a32631612/skyborg-drones-2023/>.
- [9] Moleong, L. J. (2011). *Metodologi Penelitian Kualitatif (Dede Pusta)*. PT. Remaja Rosdakarya.
- [10] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2018). Multi-Domain Command and Control: Proceedings of a Workshop in Brief. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25316>.
- [11] Putra S.D., Sumari A.D.W., Ahmad A.S., Sutikno S., Kurniawan Y. (2020) "Cognitive Artificial Intelligence Countermeasure for Enhancing the Security of Big Data Hardware from Power Analysis Attack". In: Fadlullah Z., Khan Pathan AS. (eds) Combating Security Challenges in the Age of Big Data. Advanced Sciences and Technologies for Security Applications. Springer, Cham, hal. 61-86
- [12] Scheffer, C., & Girdhar, P. (2004). Practical Machinery Vibration Analysis And Predictive Maintenance. Burlington: Elsevier. Smart automation, AI to accelerate materials discovery, innovation", <https://www.wpafb.af.mil/News/Photos/igphoto/2001912631/>.
- [13] Spiegeleir, S.D., Maas, M. Dan Sweijs, T. (2017). Artificial Intelligence And The Future of Defense Strategic Implications for Small-And Medium-Sized Force Providers. The Hague Centre for Strategic Studies (HCSS).
- [14] Sumari, A.D.W. & A. S. Ahmad. (2017). The Application of Cognitive Artificial Intelligence within Cognitive C4ISR Framework for National Resilience, Proceedings of 2017 Fourth Asian Conference on Defence Technology-Japan (ACDT2017). 29 November-1 December, pp. 1-8.
- [15] Swanson, L. (2001). Linking Maintenance Strategies To Performance. International Journal Of Production Economics, 237- 244.

-
- [16] Tucker, P. (2020). Artificial Intelligence Outperforms Human Intel Analysts In a Key Area. <https://www.defenseonr12.com/technology/2020/04/artificial-intelligence-outperformshuman-intel-analysts-one-key-area/165022/>, 29 Junin 2024
- [17] Welsh, P. (2020). Using AI to improve intelligence gathering. <https://www.wpafb.af.mil/News/Article/Display/Article/2190029/usingai-to-improve-intelligence-gathering/>, 18 Mei. 2024
- [18] Yanto Manurung, Herlina Saragih, A. S. (2022). Kogabwilhan's Determination Strategy in Keeping the Security of the Border Areas In South China Sea Defense Management Perspective. *JMKSP (Jurnal Manajemen, Kepemimpinan, Dan Supervisi Pendidikan)*, 7(2), 528–543.
- [19] Yanto Manurung, Syamsul Maarif, Tahan Samuel Lumban Toruan, Y., & Swastanto. (2023). Indonesian National Defense Strategy in the ASEAN Region of the 21st Century Based on Defense System and Security Population Demography. *JMKSP (Jurnal Manajemen, Kepemimpinan, Dan Supervisi Pendidikan)*, 8(2), 615–624.