



Original Article

Implementasi Pendayagunaan PTTA TNI-AU Bersama Bakamla dan TNI-AL dalam Menanggulangi Ancaman Keamanan di Wilayah Perairan Indonesia

Arie Sulanjana^{1✉}, Herly Dwiyanto², M. Kemalsyah³

^{1,2,3}Universitas Pertahanan RI, Indonesia

Korespondensi Author: arifpi@yahoo.co.id

Abstrak:

Indonesia, as the world's largest archipelagic state, faces complex maritime security threats such as border violations, illegal fishing, smuggling, piracy, and unilateral claims within its Exclusive Economic Zone. These challenges demand a more effective maritime surveillance system. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) yet their implementation continues to face technical and institutional barriers. Key obstacles include limited interagency interoperability, the absence of standardized operational procedures, and insufficient readiness of UAV operators. Consequently, a gap persists between available technological capabilities and actual institutional utilization. This study analyzes the synergistic use of Indonesian Air Force UAVs with Bakamla and the Indonesian Navy through a descriptive qualitative approach, employing case studies, interviews, field observations, and document analysis from Koopsudnas, Koarmada RI, Bakamla, and Air Squadrons 51 and 52. Findings indicate that UAVs can enhance maritime surveillance through C4ISR systems, but implementation remains hampered by regulatory issues, inadequate assets, and human resource limitations. Existing interagency cooperation remains ad-hoc, lacking sustained operational coordination. The study recommends strengthening interoperability, establishing joint operational standards, improving operator capacity, and integrating interagency information systems. The Ministry of Defense, Armed Forces Headquarters, and Bakamla are encouraged to adopt policies integrating UAVs into national C4ISR-based maritime operations to ensure modern, sustainable maritime security.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Maritime Threats, Operations, Interoperability.

Pendahuluan

Indonesia menempati posisi strategis sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, terdiri atas lebih dari 17.000 pulau dengan wilayah laut seluas 3.544.743,9 km² dan garis pantai sepanjang 80.791 km (Mendagri, 2010). Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE)

Indonesia memiliki luas 2.981.211,0 km² (Nations, 1982), sehingga seluruh perairan yang berada di bawah kedaulatan dan hak berdaulat Republik Indonesia dikenal sebagai wilayah maritim yurisdiksi Indonesia, mencakup laut teritorial, zona tambahan, ZEE, dan landas kontinen. Kekayaan sumber daya laut di wilayah ini sangat besar, termasuk sektor perikanan, energi, dan jalur perdagangan internasional, dengan Kepulauan Natuna sebagai salah satu contoh, memiliki potensi perikanan tangkap sebesar 504.212,85 ton/tahun dan perikanan budidaya 34.600 ton/tahun (Bupati Natuna, 2020). Potensi tersebut memberikan nilai strategis bagi kesejahteraan rakyat dan pertahanan nasional, sesuai amanat Pasal 33 ayat (3) UUD 1945, bahwa bumi, air, dan kekayaan alam dikuasai oleh negara untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat.

Wilayah maritim yurisdiksi Indonesia menghadapi ancaman yang semakin kompleks, mencakup konflik geopolitik, sengketa batas ZEE, klaim sepihak Republik Rakyat Tiongkok melalui nine-dash line, illegal fishing, penyelundupan narkoba, perdagangan manusia, perompakan, terorisme maritim, dan penyelundupan senjata (Marsetio, 2014). Ancaman tersebut menimbulkan pelanggaran wilayah, intimidasi terhadap nelayan, dan potensi eskalasi konflik terbuka, sehingga menuntut pengawasan yang efektif, deteksi dini, dan respons cepat. Kompleksitas ancaman ini menekankan perlunya pendekatan pengamanan yang terpadu dan berbasis teknologi, khususnya di wilayah yurisdiksi yang luas dan sulit dijangkau (Sutaji et al., 2022).

TNI-AU memiliki peran strategis melalui pengoperasian Pesawat Terbang Tanpa Awak (PTTA), yang berfungsi sebagai sensor, alat pengintaian udara, pengumpul informasi strategis, dan potensial sebagai striker dalam operasi gabungan. Aktivitas operasional TNI-AU pada tahun 2026 menunjukkan komitmen tinggi dalam pengamanan wilayah yurisdiksi Indonesia, meliputi PAM OBVIT Nasional, OPS MAT INT Udara di Wilayah Perbatasan, OPS Patroli Udara di Wilayah Perbatasan, OPS Eyes in The Sky, OPS Indomalphi, Operasi Mobilitas Udara, OPS PAM OBVIT TNI, OPS Terkoordinasi Malindo di Wilayah Perbatasan, OPS PAM VVIP, OPS PAM LNU (RO Kogab), OPS PAM ALKI I, II, dan III (RO Kogab), OPS PAM Ambalat (RO Kogab), serta OPS Patkor Indopura di Wilayah Perbatasan. Kegiatan ini menunjukkan keterlibatan TNI-AU secara aktif dalam pengawasan udara, mobilitas strategis, pengumpulan informasi intelijen, serta dukungan terhadap operasi gabungan antar-matra dan antar-lembaga. Data ini juga menegaskan kontribusi TNI-AU dalam mengisi *peran eyes in the sky*, sebagai tulang punggung pemantauan wilayah yang luas dan rawan ancaman.

Implementasi PTTA masih menghadapi berbagai kendala. Kapasitas pengawasan laut yang dimiliki TNI-AL maupun Bakamla relatif terbatas, baik dari segi jumlah alutsista, jangkauan operasional, maupun integrasi sistem informasi yang belum merata. Interoperabilitas antar-matra dan antar-lembaga juga belum berjalan optimal karena pola koordinasi masih cenderung bersifat ad-hoc. Meskipun dalam Latihan Gabungan TNI "Dharma Yudha 2019" di Asembagus, Situbondo, telah melibatkan penggunaan drone tempur CH4, tetapi pemanfaatan PTTA dalam operasi terintegrasi belum terealisasi secara berkelanjutan. Belum adanya regulasi yang jelas menjadi hambatan utama dalam pemanfaatan PTTA, sehingga keberadaannya belum diakui secara resmi dan belum memiliki legitimasi institusional yang memadai. Bakamla berfungsi sebagai pusat integrasi laporan, koordinasi operasi gabungan, dan integrator informasi maritim, sedangkan TNI-AL bertugas menindak langsung pelanggaran di laut. Kekurangan ini menimbulkan potensi keterlambatan pengambilan keputusan, minimnya situational awareness, serta belum maksimalnya efek gentar terhadap pihak yang mengancam kedaulatan laut Indonesia (Turi et al., 2023).

Optimalisasi pendayagunaan PTTA memerlukan pendekatan berbasis C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance), yang mencakup integrasi alutsista PTTA TNI-AU dengan sistem komando Bakamla dan kemampuan penindakan TNI-AL. Pendekatan ini menuntut harmonisasi sarana-prasarana, peningkatan interoperabilitas antarlembaga, penguatan kompetensi personel pengawak PTTA, dan standarisasi pola operasi gabungan. Implementasi C4ISR yang efektif akan meningkatkan kemampuan deteksi dan pemantauan, mempercepat pengambilan keputusan, memperkuat efek gentar terhadap ancaman, dan memperkuat posisi tawar Indonesia dalam dinamika geopolitik regional (Ristanto et al., 2021).

Pendayagunaan PTTA yang terintegrasi dengan Bakamla dan TNI-AL diharapkan menghasilkan konsep operasi gabungan yang terpadu, memaksimalkan interoperabilitas, menyelaraskan sarana-prasarana, dan mengoptimalkan sumber daya manusia, sehingga pengamanan wilayah maritim yurisdiksi Indonesia dapat dilakukan secara efektif, berkelanjutan, dan adaptif terhadap berbagai ancaman. Penelitian ini difokuskan pada Implementasi Pendayagunaan Pesawat Terbang Tanpa Awak TNI-AU dengan Bakamla dan TNI-AL Guna Menanggulangi Ancaman Keamanan di Wilayah Maritim Yurisdiksi Indonesia, yang bertujuan menghasilkan strategi operasi terpadu berbasis C4ISR, interoperabilitas antarlembaga, serta optimalisasi sarana-prasarana dan sumber daya manusia pendukung.

Berdasarkan penjelasan di atas, terdapat kesenjangan penelitian yang perlu diperjelas secara tersurat. Hingga saat ini, *Das Sein*, atau kondisi nyata di lapangan, menunjukkan bahwa integrasi PTTA TNI-AU dengan Bakamla dan TNI-AL belum terbangun secara sistematis dan permanen. Interoperabilitas masih berjalan secara terbatas, pertukaran data intelijen maritim belum berlangsung secara real-time, dan belum terdapat regulasi nasional yang secara khusus mengatur pemanfaatan PTTA dalam operasi keamanan maritim. Selain itu, belum ada konsep operasi gabungan yang mengintegrasikan peran TNI-AU sebagai penyedia sensor udara, Bakamla sebagai integrator dan pemantau patroli, serta TNI-AL sebagai unsur penindak di laut. Sementara itu, *Das Sollen*, atau kondisi ideal yang seharusnya diwujudkan, adalah terbentuknya kerangka operasional yang mengintegrasikan PTTA dalam sistem C4ISR nasional, didukung dengan regulasi yang jelas, interoperabilitas permanen antarlembaga, mekanisme komando dan kendali yang terpadu, serta pola operasi gabungan yang memungkinkan pengawasan dan respons cepat di seluruh wilayah yurisdiksi maritim Indonesia. Kesenjangan antara kondisi empiris (*Das Sein*) dan kondisi ideal (*Das Sollen*) inilah yang menjadi urgensi dan relevansi penelitian ini, sehingga diperlukan kajian mendalam mengenai implementasi pendayagunaan PTTA TNI-AU bersama Bakamla dan TNI-AL dalam menanggulangi ancaman keamanan di wilayah perairan Indonesia.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan desain deskriptif. Pemilihan metode ini didasarkan pada tujuan penelitian yang berfokus menggali pemahaman mendalam mengenai implementasi pendayagunaan Pesawat Terbang Tanpa Awak (PTTA) TNI-AU dalam sinerginya dengan Bakamla dan TNI-AL guna menghadapi ancaman keamanan maritim Indonesia. Strategi penelitian yang digunakan adalah studi kasus (*case study*). Ruang lingkup penelitian dibatasi oleh dimensi waktu dan aktivitas yang fokus pada operasional PTTA TNI-AU dalam mendukung pengamanan maritim

secara sinergis bersama Bakamla dan TNI-AL.

Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan. Pertama, peneliti melaksanakan studi pendahuluan untuk menemukan, mengidentifikasi, dan merumuskan masalah. Kedua, disusun landasan teori, penelitian terdahulu, dan kerangka berpikir yang relevan. Ketiga, ditentukan narasumber penelitian dengan teknik purposive sampling, yaitu memilih informan yang kompeten dan berpengalaman dalam operasional PTTA, baik dari TNI AU, TNI AL, Bakamla, maupun akademisi pertahanan maritim. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data melalui wawancara mendalam, observasi lapangan, serta analisis dokumen kebijakan dan laporan operasional. Analisis data dilakukan dengan model interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña (2014:31), yang mencakup kondensasi data, penyajian data, serta penarikan dan verifikasi kesimpulan.

Hasil dan Pembahasan

Interoperabilitas dan sinergi pendayagunaan PTTA TNI-AU bersama Bakamla dan TNI-AL dalam pelaksanaan tugas pengamanan maritim.

Wilayah maritim Indonesia menghadapi ancaman yang semakin kompleks, terutama di kawasan strategis seperti Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI), Selat Malaka, dan Laut Natuna Utara. Ancaman tersebut mencakup pelanggaran wilayah oleh kapal asing, illegal fishing, penyelundupan, perompakan, dan potensi konflik kedaulatan di perbatasan ZEE. Sebagai contoh, pada Oktober 2024, Bakamla RI berhasil mengusir kapal coast guard Tiongkok yang memasuki ZEE Indonesia di Laut Natuna Utara, yang mengganggu survei seismik nasional. Insiden ini kemudian ditanggapi secara terpadu oleh Bakamla, TNI-AL, dan patroli udara TNI. Kejadian ini menunjukkan pentingnya pengawasan maritim yang intensif serta reaksi cepat di wilayah-wilayah prioritas tersebut (Asia-Pacific Solidarity, 2024).

TNI Angkatan Udara (TNI-AU) mengimplementasikan penggunaan Pesawat Terbang Tanpa Awak (PTTA/UAV) untuk memperkuat pengawasan maritim Indonesia. UAV digunakan bersama dengan Bakamla dan TNI-AL dalam berbagi situational awareness dan koordinasi operasi. Kebijakan Pertahanan Negara 2020–2024 menekankan pembangunan sistem pengawasan laut nasional terpadu yang mengintegrasikan kemampuan semua kementerian/lembaga, termasuk pemanfaatan sarjana penginderaan jarak jauh berbasis radar dan PTTA untuk mengawasi dan mengamankan ALKI serta perairan strategis lainnya. Kebijakan ini menegaskan bahwa penggunaan PTTA oleh TNI-AU sejalan dengan kebijakan keamanan nasional Indonesia dalam menjaga wilayah maritim Nusantara (Kementerian Pertahanan RI, 2020–2024).

1. Sistem Pengawasan Maritim Terpadu. Kebijakan Pertahanan Negara Indonesia menekankan pentingnya sistem pengawasan maritim yang terintegrasi dan berbasis teknologi untuk mengawasi perairan Indonesia yang sangat luas. Dalam dokumen Kebijakan Umum Pertahanan Negara 2020-2024, pemerintah menggarisbawahi pentingnya penggunaan UAV (drone) untuk meningkatkan pengawasan di ALKI dan kawasan-kawasan rawan lainnya. UAV sebagai alat pengawasan dapat mendeteksi kapal asing dan aktivitas ilegal yang mengancam kedaulatan Indonesia di laut, sehingga mendukung penguatan Maritime Domain Awareness (MDA) dan mempercepat respons terhadap ancaman (Kementerian Koordinator Kemaritiman dan Investasi, 2021).
2. Operasionalisasi PTTA oleh TNI-AU. TNI-AU telah membentuk dua skadron UAV untuk intelijen, surveilans, dan pengintaian maritim. Skadron Udara 51 di Lanud Supadio Pontianak mengoperasikan Aerostar UAV (2015-2023), sementara Skadron

Udara 52 di Lanud Raden Sadjad Natuna mengoperasikan CH-4 drone buatan Tiongkok. Kedua skadron ini difokuskan untuk patroli udara tanpa awak di kawasan rawan, seperti sepanjang ALKI I, Selat Karimata, Selat Sunda, dan perbatasan Laut Natuna Utara. UAV ini memiliki kemampuan untuk melakukan pengawasan secara real-time, yang sangat penting dalam menghadapi IUU Fishing dan pelanggaran batas wilayah (Indonesia Defense, 2023). TNI-AU berencana mendatangkan 12 unit UAV Anka buatan Turki pada 2025. UAV Anka, yang memiliki kemampuan Medium Altitude Long Endurance (MALE), diharapkan menggantikan Aerostar di Skadron Udara 51 Pontianak. UAV Anka ini menawarkan jangkauan pengawasan yang lebih luas dan daya tahan lebih lama, sangat dibutuhkan untuk memperkuat pengawasan di Laut Natuna Utara yang rawan ancaman (Indonesia Defense, 2023).

3. Keunggulan dan Tantangan Implementasi PTTA. PTTA TNI-AU memberikan banyak keunggulan dalam pengawasan maritim, seperti kemampuan pemantauan real-time. UAV juga dilengkapi dengan teknologi electro-optical/infrared (EO/IR) dan Synthetic Aperture Radar (SAR) yang memungkinkan deteksi objek atau kapal dalam kondisi cuaca buruk dan pada malam hari. Dengan kemampuan ini, PTTA dapat mendeteksi kapal asing dan kegiatan ilegal di wilayah perbatasan, yang mempercepat respons terhadap ancaman di laut (Mabes TNI AU, 2024). Beberapa kendala juga dihadapi dalam implementasi UAV. Keterbatasan Line of Sight (LOS) menjadi hambatan utama dalam pengoperasian UAV untuk pengawasan jarak jauh di laut lepas. Sistem Beyond LOS (BLOS) melalui satelit yang memungkinkan pengoperasian UAV pada jarak lebih jauh masih belum sepenuhnya tersedia dan terintegrasi. Cuaca ekstrem di laut, seperti angin kencang dan hujan badai, dapat mengganggu penerbangan UAV dan memengaruhi kinerja sensor yang digunakan. Dari sisi personel, meskipun sebagian besar penerbang dan kru UAV TNI-AU sudah terlatih, jumlahnya masih terbatas, sehingga beban operasional tetap menumpuk pada personel yang ada. Penambahan kapasitas SDM, termasuk pelatihan dalam imagery intelligence dan pemeliharaan UAV canggih, diperlukan untuk mengoptimalkan penggunaan PTTA di masa depan.
4. Interoperabilitas Antara TNI-AU, Bakamla, dan TNI-AL. Penggunaan informasi UAV dalam patroli maritim dan operasi TNI-AL sudah memberikan dampak positif, namun masih terdapat kendala terkait integrasi data antara UAV dan sistem operasional lapangan. Misalnya pada data foto dan video yang dikirim dari UAV TNI-AU sangat berguna, data tersebut belum sepenuhnya terintegrasi dengan sistem operasional Bakamla di lapangan. Sistem komando berjenjang yang ada menyebabkan informasi deteksi UAV harus melalui Koopsudnas atau Kogabwilhan terlebih dahulu sebelum sampai ke Bakamla atau TNI-AL, yang dapat memperlambat respons terhadap ancaman yang terdeteksi.
5. Kerja Sama Internasional dan Penguatan Teknologi Pengawasan Maritim. Indonesia juga berperan aktif dalam kerja sama internasional dan regional untuk mendukung pengawasan maritim. ASEAN, melalui Outlook Kerjasama Maritim, mendorong confidence building dan berbagi informasi antar lembaga penjaga laut di kawasan dalam menghadapi ancaman lintas negara. Penggunaan teknologi seperti satellite surveillance dan drone dianggap sangat krusial dalam meningkatkan Maritime Domain Awareness (MDA) di kawasan ini. Indonesia juga bekerja sama dengan organisasi internasional, seperti UNODC Global Maritime Crime Programme, untuk memanfaatkan platform intelijen berbasis AI guna mendeteksi aktivitas ilegal (UNODC, 2023). Pendayagunaan Pesawat Terbang Tanpa Awak (PTTA) oleh TNI-

AU, bersama dengan Bakamla dan TNI-AL, berperan penting dalam meningkatkan pengawasan maritim Indonesia. Keberhasilan penggunaan PTTA untuk mendeteksi ancaman seperti IUU Fishing dan pelanggaran wilayah memperlihatkan bahwa teknologi ini dapat meningkatkan efektivitas respons terhadap ancaman di laut. Meskipun demikian, tantangan terkait interoperabilitas antar lembaga, keterbatasan kemampuan UAV, dan kesiapan personel harus segera diatasi. Peningkatan koordinasi antar lembaga, penguatan kapasitas UAV, serta pengembangan sistem komando terpadu akan memperkuat pengawasan maritim Indonesia dalam menghadapi ancaman yang semakin kompleks di masa depan.

6. Peta Enam Lokasi Skadron Udara PTTA TNI-AU. Distribusi kekuatan PTTA TNI-AU tidak hanya tercermin dalam pembentukan dua skadron utama, tetapi juga melalui penempatan satuan-satuan PTTA di berbagai wilayah strategis Indonesia. Untuk memahami secara komprehensif sebaran ini, visualisasi geografis menjadi penting karena memberikan gambaran konkret mengenai bagaimana jaringan pengawasan udara tanpa awak dibangun untuk menutup area-area rawan pelanggaran. Oleh karena itu, peta berikut menampilkan enam titik lokasi Skadron Udara PTTA TNI-AU yang berfungsi sebagai simpul operasi intelijen, surveilans, dan pengintaian (ISR) di seluruh wilayah Indonesia.

Berdasarkan gambar 1. menunjukkan bahwa enam titik lokasi: Medan, Ranai, Pontianak, Tarakan, Kupang, dan Biak, yang membentuk jaringan pengawasan udara yang melingkupi hampir seluruh perairan yurisdiksi Indonesia. Persebaran ini mencerminkan strategi TNI-AU dalam merespons karakter ancaman di tiap wilayah, dari intensitas pelanggaran batas di Laut Natuna Utara hingga aktivitas perlintasan kapal di ALKI dan kawasan timur Indonesia.



Sumber: Renstra TNI-AU (2025)

Gambar 1. Peta Enam Lokasi Skadron Udara PTTA TNI-AU

Secara operasional, PTTA yang dioperasikan Skadron Udara 51 dan 52—seperti Anka dan CH-4—telah dimanfaatkan untuk menjalankan fungsi intelijen, surveilans, dan pengintaian maritim di kawasan rawan termasuk ALKI I, Selat Karimata, Selat Sunda, dan Laut Natuna Utara. Penggunaan UAV memungkinkan penyediaan data real-time yang sangat krusial untuk mendeteksi aktivitas IUU Fishing, pelanggaran batas wilayah, dan perubahan pola pergerakan kapal asing. Keberadaan skadron lain di Tarakan, Medan, Kupang, dan Biak memperluas cakupan ISR ke wilayah perbatasan Kalimantan–Sabah, Selat Malaka, Laut Sawu, hingga perairan Pasifik, sehingga menghasilkan coverage yang hampir menyeluruh terhadap perimeter maritim nasional. Integrasi visual pada peta menegaskan bahwa sistem operasi PTTA TNI-AU kini

membentuk jejaring pemantauan multidimensi yang tersebar di enam titik strategis.

Pemanfaatan UAV dalam operasi maritim Indonesia menghadapi sejumlah tantangan. Sinergi operasional antar lembaga belum optimal. Berdasarkan wawancara, TNI-AU menggunakan PTTA yang bersifat sektoral pada masing-masing matra, sementara TNI-AL dan Bakamla terlibat secara terbatas. Data pengamatan UAV sering hanya dilaporkan secara internal di TNI-AU dan diteruskan ke Koopsudnas, yang membatasi keterlibatan pihak lain. Koordinasi yang kurang intens berdampak pada kurang efektifnya pengawasan maritim. Jangkauan operasional UAV masih terbatas. Sistem kendali drone TNI-AU saat ini bergantung pada Line of Sight (LOS), yang membatasi jarak operasi UAV. Pengembangan Beyond Line of Sight (BLOS) menggunakan satelit sangat dibutuhkan agar UAV dapat beroperasi lebih luas. Selain itu, kapasitas payload sensor UAV masih terbatas. Beberapa UAV yang dimiliki TNI-AU belum dilengkapi dengan sensor maritim yang diperlukan, seperti AIS receiver, radar maritim, dan COMINT, yang esensial untuk deteksi di laut.

Kesiapan SDM menjadi tantangan lain. Teknologi UAV masih tergolong baru, dan ketersediaan instruktur berpengalaman terbatas. Program pelatihan gabungan lintas matra perlu diperkuat agar TNI-AU, TNI-AL, dan Bakamla dapat bekerja secara lebih efektif. Saat ini, latihan gabungan lintas matra yang melibatkan UAV masih jarang dilakukan, yang menghambat interoperabilitas praktis antara lembaga.

Pelaksanaan Pola Pelibatan PTTA TNI-AU dalam Operasi Pengintaian dan Pemantauan Taktis Maritim

1. Peran Unsur Maritim dalam Operasi Gabungan Terpadu

TNI-AL, TNI-AU, dan Bakamla memiliki peran yang saling melengkapi dalam menghadapi ancaman maritim. TNI-AL bertanggung jawab atas patroli kedaulatan, penegakan hukum terbatas di laut, dan proyeksi kekuatan maritim. Bakamla berperan sebagai garis depan penegakan hukum sipil, sedangkan TNI-AU menyediakan intelijen, surveilans, dan pengintaian (ISR) udara. Contoh nyata sinergi ini adalah operasi gabungan menghadapi kapal Coast Guard Tiongkok di Laut Natuna, di mana TNI-AL bertindak sebagai unsur penindak sementara Bakamla memimpin koordinasi di garis depan (Agustin, Wulandari, & Jalaludin, 2022).

Kendala yang dihadapi Bakamla, seperti keterbatasan jumlah kapal patroli—hanya sekitar 10 unit dibanding kebutuhan ideal 80 kapal—menunjukkan pentingnya peran TNI-AL sebagai back-up dalam operasi gabungan (Afandi et al., 2022). Pola ini menegaskan bahwa operasi gabungan maritim Indonesia menggabungkan kemampuan militer TNI-AL dengan penegakan hukum sipil Bakamla.

2. Peranan PTTA TNI-AU dalam Pengawasan Maritim

TNI-AU memanfaatkan PTTA untuk memperkuat pengawasan maritim di ALKI, Laut Natuna, dan perairan rawan infiltrasi. PTTA menyediakan real-time situational awareness, mendeteksi kapal asing, dan mempercepat respons terhadap ancaman. Operasi gabungan terpadu yang melibatkan drone berhasil mencegah 30 kasus penyelundupan narkoba dan barang ilegal, serta mempersingkat waktu respons hingga 40% dibanding metode konvensional (Bakamla, 2024).

Insiden Natuna 2020 menunjukkan bahwa penggunaan drone dan pesawat intai TNI-AU membantu identifikasi kapal asing sebelum pengiriman unsur penindak di laut, memperkuat keunggulan intelijen, dan efektivitas operasi gabungan (Sujatmiko, 2023).

3. Landasan Hukum dan Doktrinal Penggunaan PTTA

Pelibatan PTTA TNI-AU berlandaskan norma hukum nasional, doktrin TNI, dan ketentuan Operasi Militer Selain Perang (OMSP). Secara yuridis, penggunaan PTTA merujuk pada Pasal 7 ayat (2) huruf b angka 14 UU No. 3 Tahun 2025 tentang Perubahan UU No. 34 Tahun 2004 tentang TNI, yang memberikan legitimasi bagi TNI untuk membantu pengamanan pelayaran dan penerbangan dari ancaman kriminal maritim.

Dari sisi doktrin, Peraturan Panglima TNI No. 27/V/2008 menempatkan unsur udara sebagai instrumen strategis dalam air surveillance dan reconnaissance, sedangkan Keputusan Panglima TNI No. Kep/1010/XII/2017 tentang Doktrin Operasi Gabungan Terpadu menegaskan integrasi matra darat, laut, dan udara dalam satu komando. PTTA berfungsi sebagai sensor udara yang menyediakan intelijen real-time, memperluas cakupan deteksi, dan mendukung unsur laut dalam pengamanan wilayah maritim.

4. Implementasi Operasional PTTA TNI-AU

PTTA kategori MALE, termasuk platform nasional “Elang Hitam”, memiliki keunggulan endurance jangka panjang, cakupan luas, serta sensor elektro-optik dan infrared untuk deteksi kontinu. Kemampuan ini mendukung maritime domain awareness (MDA), identifikasi dini kapal asing, dan pemantauan aktivitas mencurigakan.

Pelibatan PTTA TNI-AU dalam OMSP dilakukan melalui mekanisme operasi gabungan terpadu yang menekankan:

- a. Integrasi data antarunsur TNI-AU, TNI-AL, dan Bakamla.
- b. Kesatuan komando dan kendali (*unity of command*).
- c. Interoperabilitas sistem komunikasi dan sensor, termasuk pertukaran informasi real-time dari UAV, radar, dan citra satelit.

5. Penguatan Regulasi, Interoperabilitas, dan Kapasitas Operasi Bersama

Penguatan regulasi kelembagaan: Regulasi yang jelas diperlukan untuk prosedur pelibatan PTTA, pengaturan ruang udara, dan integrasi sistem C4ISR. RUU Keamanan Laut diusulkan memuat ketentuan mengenai peran unsur udara TNI dalam operasi keamanan laut nasional, guna mengatasi tumpang tindih kewenangan dan memperkuat koordinasi operasional.

Peningkatan interoperabilitas: Operasi Gabungan Terpadu mengharuskan penyamaan persepsi, pengembangan POS terpadu, dan latihan lintas-instansi. Sistem pertukaran data real-time antara pusat komando Bakamla, pusat kendali operasi TNI-AL, dan stasiun pengendali PTTA TNI-AU memastikan informasi strategis dapat diteruskan cepat kepada unsur penindak.

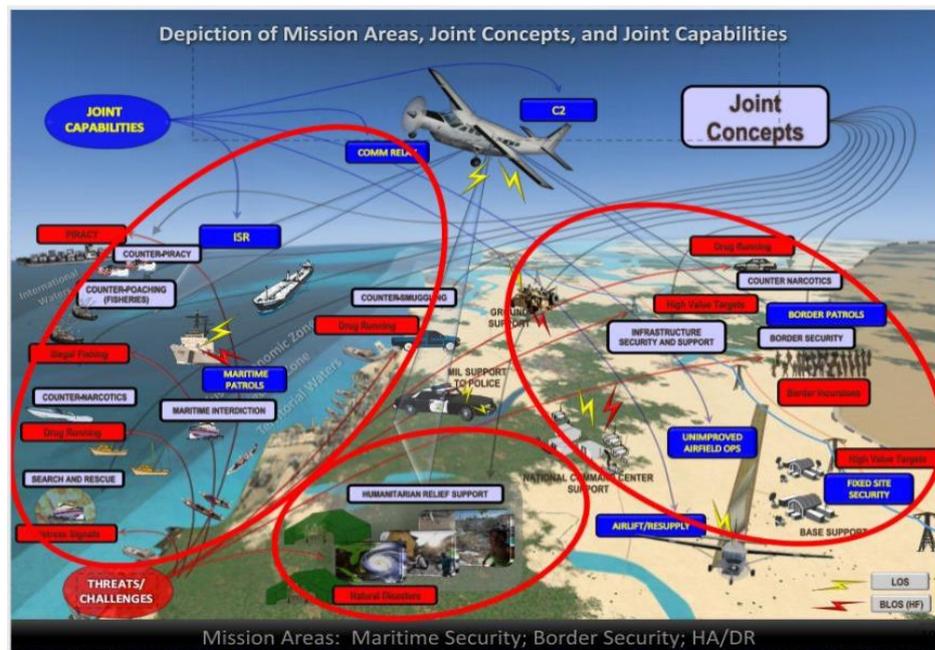
Penguatan kapasitas SDM dan teknologi: Pelatihan dan pengembangan personel UAV, radar, serta sistem pengawasan berbasis AI perlu diperkuat untuk menjaga kesiapan operasional di seluruh wilayah yurisdiksi maritim Indonesia.

6. Diplomasi Keamanan Maritim Regional dan Global

Indonesia juga mengembangkan diplomasi maritim untuk memperkuat keamanan domestik. Di tingkat regional, program patroli multilateral seperti Joint Patrol INDOMALPHI berhasil menekan perompakan dan pembajakan, serta mendorong pertukaran informasi intelijen real-time antarnegara (Bakamla, 2024). Di Selat Malaka, penguatan Eyes-in-the-Sky dan Information Fusion Centre di Singapura meningkatkan keamanan perairan internasional (Sajidin et al., 2024). Di tingkat global, Indonesia berperan dalam UNCLOS 1982 dan ASEAN-Tiongkok Code of Conduct (CoC) untuk

mencegah insiden seperti di Natuna. Partisipasi TNI-AL, Bakamla, dan TNI-AU dalam latihan multilateral dengan negara besar (US Navy, JMSDF Jepang, Royal Australian Navy) mendukung aliansi strategis dan kepatuhan hukum internasional, sekaligus membuka peluang pertukaran informasi pengawasan udara berbasis UAV (Patrio, 2022; Sujatmiko, 2023).

Konsep *Depiction of Mission Areas, Joint Concepts, and Joint Capabilities* merupakan kerangka analitis yang digunakan untuk memetakan ruang lingkup misi, konsep operasi gabungan, serta kemampuan lintas-matra yang dibutuhkan dalam menghadapi ancaman keamanan maritim. Dalam konteks penelitian ini, kerangka tersebut penting karena operasi pengamanan maritim Indonesia tidak lagi bergantung pada kemampuan tunggal satu matra atau satu instansi. Pendayagunaan PTTA TNI-AU, integrasi informasi Bakamla, dan kapasitas penindakan TNI-AL menuntut pemahaman menyeluruh mengenai peran masing-masing unsur dalam mission areas tertentu, perumusan joint concepts, serta optimalisasi joint capabilities untuk mencapai efek operasi yang maksimal. Perspektif studi pertahanan menunjukkan bahwa visualisasi ini menggambarkan hubungan sistemik antara mission areas (misalnya *maritime security*, *border security*, dan *humanitarian assistance*), *joint concepts* (seperti *command and control*, *ISR*, dan komunikasi), serta *joint capabilities* yang diwujudkan melalui platform udara, laut, dan darat. Dengan demikian, kerangka ini berfungsi sebagai alat analisis untuk memahami pembangunan sistem operasi terpadu melalui kolaborasi antarmatra dan antarinstansi.



Gambar 2. Depiction of Mission Areas, Joint Concepts, and Joint Capabilities

Gambar 2 menggambarkan secara komprehensif keterkaitan antara mission areas, joint concepts, dan joint capabilities dalam pelaksanaan operasi keamanan multidomain. Pada domain maritim, area misi meliputi patroli maritim, maritime interdiction, pencarian dan penyelamatan, pencegahan penyelundupan, counterpiracy, serta pengamanan sumber daya perikanan. Visualisasi ini menegaskan bahwa ancaman maritim bersifat simultan dan dinamis, sehingga memerlukan dukungan sensor udara

seperti UAV MALE untuk penyediaan Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (ISR) secara berkelanjutan. Pada domain darat dan perbatasan, area misi mencakup patroli perbatasan, pencegahan pelanggaran wilayah (border incursions), perlindungan objek vital nasional, serta respons terhadap ancaman bernilai tinggi (high value targets). Keterhubungan antara platform udara, aset darat, dan pusat komando yang ditunjukkan melalui jalur komunikasi menekankan pentingnya integrasi line of sight (LOS) dan beyond line of sight (BLOS) sebagai fondasi interoperabilitas sistem operasi gabungan.

Sementara itu, pada area misi Humanitarian Assistance/Disaster Relief (HA/DR), visualisasi menunjukkan kapabilitas dukungan kemanusiaan berupa airlift, resupply, dan dukungan logistik. Secara keseluruhan, Gambar 2 menegaskan bahwa keberhasilan operasi gabungan terpadu sangat bergantung pada kemampuan lintas matra dan lintas instansi dalam menyinergikan kapabilitasnya ke dalam satu jejaring operasi yang adaptif, responsif, dan berbasis C4ISR.

Pada *level mission areas*, wilayah operasi yang menjadi fokus mencakup pengawasan laut teritorial, zona tambahan, dan Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE), termasuk kawasan rawan pelanggaran seperti ALKI I, ALKI II, ALKI III, Selat Malaka, Laut Natuna Utara, serta wilayah perbatasan Indonesia–Malaysia dan Indonesia–Filipina. Setiap kawasan memiliki karakteristik ancaman yang berbeda, sehingga menuntut diferensiasi kemampuan pengintaian, deteksi, dan respons operasional. Dalam kerangka ini, PTTA TNI-AU berfungsi sebagai sensor strategis pada misi *Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance* (ISR), Bakamla berperan dalam koordinasi patroli dan sistem peringatan dini, sementara TNI-AL melaksanakan misi *maritime interdiction*, penindakan, serta tindakan tegas terhadap intrusi dan aktivitas ilegal. Dengan demikian, mission areas tidak hanya menggambarkan ruang fisik operasi, tetapi juga membagi spektrum fungsi dan peran operasional yang dijalankan secara komplementer oleh masing-masing unsur.

Pada aspek *joint concepts*, pelaksanaan operasi keamanan maritim Indonesia idealnya mengacu pada Doktrin Operasi Gabungan Terpadu sebagaimana diatur dalam Keputusan Panglima TNI Nomor Kep/1010/XII/2017. Doktrin ini menegaskan bahwa keterlibatan TNI-AU, TNI-AL, dan lembaga pemerintah non-TNI seperti Bakamla harus dilaksanakan dalam kerangka Operasi Gabungan Terpadu, bukan operasi bersama yang secara doktrinal digunakan untuk kerja sama dengan militer negara lain. *Joint concepts* menuntut integrasi sistem komando dan kendali, kompatibilitas pola komunikasi, pertukaran data secara real-time, serta mekanisme respons yang terstandar. Penerapan konsep ini juga menekankan prinsip *unity of effort*, yakni kesatuan upaya yang memastikan sensor udara (PTTA), sensor permukaan (kapal patroli), dan pusat komando (Bakamla) bekerja dalam satu siklus operasi terpadu. Prinsip ini menjadi krusial dalam menghadapi penyusupan kapal asing, kejahatan lintas negara, dan pelanggaran hukum maritim yang memerlukan deteksi dini, verifikasi lapangan, serta penindakan yang cepat dan terkoordinasi.

Pada domain *joint capabilities*, kemampuan yang dibutuhkan bersifat saling bergantung dan tidak dapat dipenuhi oleh satu institusi secara mandiri. Kapabilitas PTTA sebagai aset ISR perlu diperkuat melalui long endurance, transmisi data real-time, sensor elektro-optik/inframerah (EO/IR), radar maritim, serta integrasi penuh dengan jaringan C4ISR. Kapasitas Bakamla diarahkan pada penguatan maritime domain awareness (MDA), pusat komando maritim (Maritime Command Center), dan kemampuan analisis dalam mengolah data multisumber. Sementara itu, TNI-AL memerlukan penguatan pada maritime interdiction capability, yang mencakup

kecepatan dan daya tahan platform, kesiapan alutsista, serta profesionalisme personel dalam pelaksanaan penindakan di laut. Ketiga elemen ini membentuk joint capabilities yang, apabila diintegrasikan melalui sistem interoperabel, akan menghasilkan efek operasi yang jauh lebih besar dibandingkan dengan pemanfaatan kemampuan secara sektoral.

Dengan demikian, kerangka Depiction of Mission Areas, Joint Concepts, and Joint Capabilities menunjukkan bahwa keberhasilan operasi keamanan maritim Indonesia sangat ditentukan oleh keselarasan antara area misi, konsep operasi gabungan, dan kemampuan lintas matra. Kerangka ini tidak hanya menjelaskan pola pendayagunaan PTTA TNI-AU, tetapi juga mengarahkan penyesuaian peran Bakamla dan TNI-AL agar integrasi PTTA–Bakamla–TNI-AL dapat berjalan secara efektif, terukur, dan berkelanjutan. Analisis ini menjadi landasan dalam perumusan strategi operasional terpadu yang sejalan dengan doktrin TNI, kepentingan nasional, serta dinamika ancaman maritim yang terus berkembang.

Kesiapan Operasional PTTA TNI-AU dalam Mendukung Efektivitas Pengamanan Maritim

1. Pelatihan dan Sertifikasi Operator PTTA TNI-AU

Kesiapan operasional Pesawat Terbang Tanpa Awak (PTTA) TNI Angkatan Udara tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan platform, tetapi juga oleh kapasitas dan kompetensi sumber daya manusia pengawaknya. Dalam lima tahun terakhir, TNI-AU secara bertahap meningkatkan kapasitas personel PTTA, seiring dengan berkembangnya peran teknologi UAV dalam operasi pengamanan maritim. Sejak pengoperasian unit PTTA pertama sekitar tahun 2015, teknologi ini tergolong relatif baru bagi TNI-AU, sehingga jumlah personel berpengalaman masih terbatas dan proses transfer pengetahuan belum sepenuhnya optimal akibat minimnya instruktur yang memiliki jam terbang dan pengalaman operasional memadai.

Peningkatan kapasitas sumber daya manusia mulai menunjukkan hasil signifikan setelah kedatangan enam unit PTTA MALE kombatan CH-4 pada tahun 2019. Pada tahap awal, fokus utama TNI-AU diarahkan pada pembentukan doktrin, pelatihan operator, serta pencapaian kesiapan operasional dasar. Upaya tersebut membuahkan hasil dengan diperolehnya sertifikasi kelaikudaraan militer bagi PTTA CH-4 dari Kementerian Pertahanan pada Agustus 2021, yang menandai tercapainya kemampuan operasional awal (initial operational capability) sekaligus kesiapan personel untuk mengoperasikan platform tersebut dalam mendukung operasi.

Seiring pembentukan satuan baru, jumlah personel pengawak PTTA TNI-AU terus meningkat. Hingga tahun 2024, TNI-AU telah mengoperasikan dua skadron PTTA, yaitu Skadron Udara 51 di Pontianak dan Skadron Udara 52 di Natuna, yang diperkuat oleh sedikitnya enam unit drone MALE CH-4 serta beberapa PTTAintai taktis Aerostar. Setiap sistem PTTA memerlukan komposisi personel yang cukup besar, meliputi remote pilot, operator payload/sensor, serta analis citra, untuk memastikan data yang dikumpulkan dapat diolah secara cepat dan akurat. Kebutuhan ini telah diantisipasi dalam Rencana Strategis TNI-AU 2020–2024 melalui rencana penambahan skadron dan platform PTTA baru, khususnya untuk mendukung pengawasan wilayah perbatasan dan perairan strategis.

Selain pelatihan internal, TNI-AU juga menggandeng organisasi sipil dalam program sertifikasi operator drone. Dinas Potensi Dirgantara TNI-AU bekerja sama dengan Federasi Aero Sport Indonesia (FASI) dan Asosiasi Pilot Drone Indonesia (APDI)

dalam penyelenggaraan Basic Remote Pilot Course. Program ini mencakup pelatihan teori, uji terbang dasar dan lanjutan, serta pemahaman regulasi keselamatan penerbangan. Inisiatif tersebut tidak hanya meningkatkan standar kompetensi personel, tetapi juga memperkuat budaya keselamatan dan profesionalisme dalam pengoperasian PTTA.

Lebih lanjut, program akuisisi alutsista PTTA terbaru juga disertai dengan peningkatan kapasitas SDM. Kontrak pengadaan PTTA Anka dari Turkish Aerospace pada tahun 2023, misalnya, mencakup paket pelatihan, penyediaan simulator, alih teknologi, serta dukungan logistik. Dengan rencana pembentukan dua skadron PTTA tambahan, yaitu Skadron 53 di Tarakan dan Skadron 54 di Biak, kapasitas personel pengawak PTTA TNI-AU diproyeksikan akan meningkat secara signifikan dalam beberapa tahun ke depan. Meskipun demikian, pengembangan SDM PTTA masih memerlukan waktu untuk mencapai tingkat kematangan yang setara dengan pengoperasian pesawat berawak konvensional.

2. Kesiapan Teknis Armada PTTA TNI-AU

Dari sisi teknis, kesiapan armada PTTA TNI-AU menunjukkan perkembangan yang cukup signifikan, meskipun masih dihadapkan pada sejumlah keterbatasan. Saat ini, TNI-AU mengoperasikan kombinasi PTTAintai taktis dan PTTA MALE kombatan. Skadron Udara 51 Pontianak mengoperasikan PTTA Aerostar dengan jangkauan terbatas untuk misi intelijen, sementara Skadron Udara 52 Natuna mengoperasikan PTTA CH-4 yang memiliki kapabilitas lebih tinggi, baik dari segi ketinggian terbang, daya jelajah, maupun kemampuan persenjataan.

PTTA CH-4 mampu beroperasi pada ketinggian menengah dengan endurance sekitar 12 jam dan dilengkapi kemampuan komunikasi satelit (Beyond Line of Sight/BLOS), yang memungkinkan pengendalian dan transmisi data jarak jauh. Kemampuan ini telah diuji dalam berbagai latihan, termasuk pengendalian jarak jauh lintas wilayah dan pelaksanaan uji senjata presisi. Keunggulan BLOS menjadikan CH-4 sebagai aset strategis dalam mendukung pengawasan maritim di wilayah ZEE dan laut lepas yang sulit dijangkau oleh sistem Line of Sight (LOS) konvensional.

Namun demikian, tidak seluruh armada PTTA TNI-AU telah memiliki kemampuan BLOS. Sebagian platform, khususnya PTTA kelas taktis, masih mengandalkan Ground Data Terminal berbasis LOS, yang membatasi cakupan pengawasan. Keterbatasan ini menjadi tantangan serius bagi negara kepulauan seperti Indonesia, sehingga diperlukan solusi berupa integrasi sistem satelit dan penempatan GDT di pangkalan-pangkalan maju untuk memperluas jangkauan operasi.

Aspek lain yang mempengaruhi kesiapan teknis adalah kelengkapan sensor dan payload. Saat ini, belum seluruh PTTA TNI-AU dilengkapi sensor maritim yang ideal, seperti radar maritim, AIS receiver, dan perangkat COMINT. Ketergantungan pada sensor elektro-optik dan inframerah membuat efektivitas pengawasan berkurang dalam kondisi cuaca buruk atau visibilitas rendah. Selain itu, dukungan suku cadang, pemeliharaan, dan pemutakhiran sistem juga masih menghadapi keterbatasan, terutama akibat kendala anggaran.

Untuk mengatasi hal tersebut, TNI-AU telah menyusun roadmap pengembangan PTTA hingga tahun 2029 yang mencakup peningkatan payload, integrasi sistem C4ISR, serta alih teknologi melalui kerja sama dengan industri pertahanan dalam dan luar negeri. Sinergi lintas matra juga terus diperkuat, sebagaimana ditunjukkan dalam Latihan Gabungan Dharma Yudha 2019 yang menguji konsep network-centric warfare.

Dalam latihan tersebut, data sensor PTTA diintegrasikan ke dalam sistem komando gabungan, memberikan real-time intelligence bagi unsur TNI-AL dan TNI-AD.

Secara keseluruhan, kesiapan teknis PTTA TNI-AU menunjukkan arah perkembangan yang positif menuju sistem yang lebih andal, terintegrasi, dan interoperabel. Meskipun masih terdapat keterbatasan pada aspek sensor, jangkauan, dan dukungan logistik, langkah-langkah penguatan yang sedang ditempuh menunjukkan bahwa PTTA TNI-AU semakin siap mendukung efektivitas operasi pengamanan maritim dalam kerangka operasi gabungan terpadu.

Kesimpulan

Penggunaan PTTA oleh TNI-AU telah terbukti meningkatkan efektivitas pengawasan maritim Indonesia, terutama dalam mendeteksi ancaman di wilayah laut yang sangat luas dan sulit dijangkau. Namun, kesiapan operasional PTTA masih menghadapi beberapa tantangan, terutama terkait dengan kapasitas teknologi, infrastruktur yang terbatas, serta keterbatasan jumlah dan kualitas personel pengawak. Pengembangan lebih lanjut pada teknologi seperti pengoperasian Beyond Line of Sight (BLOS), serta peningkatan infrastruktur pengendalian dan komunikasi, menjadi kebutuhan mendesak untuk memperluas cakupan pengawasan. Selain itu, peningkatan pelatihan dan sertifikasi personel pengawak PTTA harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas personel yang mengoperasikan sistem ini secara efektif.

Kolaborasi antara TNI-AU, TNI-AL, dan Bakamla dalam penggunaan PTTA untuk pengamanan maritim Indonesia menunjukkan hasil yang positif dalam beberapa insiden. Namun, tantangan utama masih terletak pada koordinasi antar lembaga yang belum optimal, yang sering kali terhambat oleh ego sektoral dan prosedur operasional yang terpisah. Untuk meningkatkan efektivitas respons terhadap ancaman maritim, dibutuhkan prosedur operasional standar (POS) yang terpadu dan sistem komunikasi yang lebih efisien antarinstansi. Dengan memperkuat sinergi antar lembaga melalui latihan gabungan dan peningkatan sistem informasi berbagi data secara real-time, penggunaan PTTA dapat dioptimalkan dalam mendukung penegakan hukum di laut.

Salah satu tantangan besar yang dihadapi dalam implementasi PTTA TNI-AU adalah kurangnya regulasi yang jelas mengenai kewenangan dan prosedur berbagi informasi antar lembaga. Rancangan Undang-Undang Keamanan Laut (RUU Kamla) yang sedang dibahas di DPR dapat menjadi solusi untuk memperjelas kewenangan Bakamla sebagai lembaga penegakan hukum maritim, serta meningkatkan koordinasi antar TNI-AL, TNI-AU, dan Bakamla. Regulasi yang lebih terintegrasi dan pengembangan kebijakan yang mendukung interoperabilitas antar instansi akan memperkuat efektivitas penggunaan PTTA dalam pengawasan maritim, serta memastikan penegakan hukum yang lebih cepat dan efisien di lapangan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan, optimalisasi pendayagunaan Pesawat Terbang Tanpa Awak (PTTA) oleh TNI Angkatan Udara bersama Badan Keamanan Laut Republik Indonesia (Bakamla RI) dan TNI Angkatan Laut memerlukan penguatan kebijakan dan regulasi nasional yang lebih terintegrasi. Pemerintah perlu menyusun doktrin dan Prosedur Operasi Standar (SOP) gabungan nasional yang secara spesifik mengatur pelibatan PTTA dalam Operasi Gabungan Terpadu pengamanan maritim. Doktrin dan SOP tersebut harus memberikan kejelasan mengenai mekanisme komando dan kendali, alur pertukaran data intelijen, serta pembagian peran dan

kewenangan antarinstansi agar tidak terjadi tumpang tindih tugas di lapangan. Selain itu, kebijakan pertahanan nasional perlu disesuaikan dengan perkembangan teknologi PTTA dan dinamika ancaman maritim, termasuk pengaturan ruang udara operasi maritim dan integrasi sistem C4ISR lintas matra.

Di samping aspek regulasi, penguatan infrastruktur dan alutsista pendukung PTTA menjadi prasyarat penting dalam meningkatkan efektivitas pengawasan maritim. Pemerintah dan TNI perlu meningkatkan kapasitas infrastruktur pendukung, seperti pembangunan dan modernisasi ground control station, penguatan jaringan komunikasi berbasis satelit, serta pengembangan pusat pengolahan data intelijen maritim yang terintegrasi. Modernisasi dan penambahan alutsista PTTA, khususnya platform MALE dengan kemampuan beyond line of sight (BLOS), long endurance, dan sensor maritim yang memadai, juga perlu diprioritaskan guna menjamin keberlanjutan pengawasan di wilayah ZEE dan laut lepas Indonesia yang sangat luas.

Pengembangan kapasitas sumber daya manusia (SDM) merupakan faktor kunci lainnya dalam optimalisasi pendayagunaan PTTA. TNI-AU perlu terus meningkatkan pelatihan khusus dan sertifikasi bagi operator PTTA, mencakup remote pilot, operator sensor, serta analisis citra intelijen, dengan kurikulum yang disesuaikan dengan kebutuhan operasi maritim dan operasi gabungan terpadu. Selain itu, kerja sama pendidikan dan pelatihan dengan mitra internasional yang memiliki pengalaman maju dalam pengoperasian UAV maritim perlu diperluas, baik melalui program pelatihan bersama, pertukaran personel, maupun alih teknologi, guna mempercepat peningkatan profesionalisme dan kompetensi personel.

Optimalisasi koordinasi dan komunikasi antar lembaga juga perlu mendapat perhatian serius. Pembentukan Joint Maritime Command Center (JMCC) yang mengintegrasikan pusat komando TNI-AU, TNI-AL, dan Bakamla dapat menjadi solusi strategis untuk mempercepat pengambilan keputusan dan respons terhadap ancaman maritim. Di samping itu, pengembangan sistem komunikasi dan data sharing berbasis real-time harus diakselerasi agar informasi hasil pengintaian PTTA dapat langsung dimanfaatkan oleh unsur patroli dan penindak di laut tanpa terhambat oleh birokrasi dan perbedaan platform teknologi.

Pemanfaatan PTTA juga dapat diperluas sebagai instrumen pendukung diplomasi maritim Indonesia. Data dan informasi ISR yang dihasilkan PTTA dapat digunakan untuk memperkuat posisi Indonesia dalam forum regional dan internasional terkait pelanggaran wilayah, kejahatan lintas negara, serta isu keamanan maritim lainnya. Oleh karena itu, Indonesia perlu mendorong pemanfaatan data PTTA secara selektif dan terukur dalam diplomasi maritim, sekaligus meningkatkan partisipasi aktif dalam forum internasional dan kerja sama regional yang membahas maritime domain awareness dan pengamanan laut.

Selain itu, penguatan penelitian dan pengembangan (research and development) teknologi PTTA perlu menjadi agenda strategis jangka panjang. Pemerintah bersama TNI dan industri pertahanan nasional perlu mendorong pendirian pusat penelitian teknologi PTTA nasional yang terintegrasi dengan kebutuhan operasi maritim. Pengembangan model kerja sama triple helix yang melibatkan akademisi, industri, dan pemerintah diharapkan dapat menghasilkan inovasi PTTA yang sesuai dengan karakteristik geografis Indonesia serta mendukung kemandirian industri pertahanan nasional.

Sebagai penutup, evaluasi berkelanjutan terhadap implementasi PTTA dalam operasi pengamanan maritim perlu dilakukan secara periodik dan sistematis. Evaluasi

tahunan dapat digunakan untuk menilai efektivitas operasional, tingkat interoperabilitas antarinstansi, serta dampak strategis penggunaan PTTA terhadap keamanan maritim nasional. Di samping itu, kajian lanjutan disarankan untuk mendalami aspek hukum, efisiensi biaya, dan implikasi geopolitik dari pemanfaatan PTTA, sehingga kebijakan dan strategi yang dirumuskan ke depan semakin komprehensif, adaptif, dan berbasis bukti ilmiah.

Daftar Pustaka

- Afandi, F. G., Yoegiantoro, D., & Prakoso, L. Y. (2022). Analisis kesiapan Indonesia dalam menghadapi dinamika lingkungan strategis di kawasan perairan Natuna Utara. *Jurnal Kewarganegaraan*, 6(1), 1836.
- Agustin, A. H., Wulandari, M., & Jalaludin, A. A. (2022). Ancaman Terhadap Perairan Laut Natuna oleh Pelaku Illegal Fishing. *Jurnal Archipelago*, 1(1), 32-41.
- Alam, S., Sutanto, R., & Purwanto, S. (2025). Analisis Efektifitas Kerjasama TNI-Polri untuk Menangani Destructive Fishing Guna Mendukung Ekonomi Biru dalam Rangka Pembangunan Nasional. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 6(11).
- Asrul, M., Andika, P. A., Heber, & Mokodompit, E. A. (2023). Strategi pertahanan maritim Indonesia dalam usaha pengamanan wilayah Indonesia. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 2(7), 2859–2864.
- Atriandi Supriyanto, R. (2017). Submarine Acquisition in Indonesia. In *Naval Modernisation in Southeast Asia, Part Two: Submarine Issues for Small and Medium Navies* (pp. 59-81). Cham: Springer International Publishing.
- Austin, P. C. (2010). Statistical criteria for selecting the optimal number of untreated subjects matched to each treated subject when using many-to-one matching on the propensity score. *American Journal of Epidemiology*, 172(9), 1092–1107. doi:10.1093/aje/kwq224.
- Bakamla. (2024). Laporan tahunan Bakamla 2023. Badan Keamanan Laut Republik Indonesia.
- Bermana, S., Prakoso, L. Y., Patmi, S., Al-Mujaddid, T. F., Habibie, S. Y., Susmoro, H., ... & Gunawan, R. (2025). UNDERWATER SURVEILLANCE PERTAHANAN LAUT INDONESIA.
- Creswell, J. W. (2016). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Damayanty, H. D. (2023). Peningkatan keamanan maritim melalui teknologi deteksi dan pencegahan kapal berbahaya. *Transborders: Jurnal Hubungan Internasional*, 6(2), 37–49.
- Gunawan, D. & Selviana, S., Kustiawan, K., (2022). *Keamanan Laut Di Wilayah Alur Laut Kepulauan Indonesia (Alki) Studi Kasus: Pencegahan Tindakan Illegal Fishing Kapal Ikan Asing di Kepulauan Tambelan Tahun 2014-2015* (Doctoral dissertation, Universitas Maritim Raja Ali Haji).
- Hipdizah, S. A., Sigit Purwanto, S. I. P., Yermia Hendarwoto, S. H., Duarte, R. F., Ferdinan Siagian, S. T., & Han, M. (2025). *Buku Ajar Doktrin Militer*. Yayasan Putra Adi Dharma.
- Iskandar, D. (2022). Pemanfaatan pesawat terbang tanpa awak untuk menanggulangi gangguan keamanan nasional. *Jurnal Strategi dan Kampanye Militer*, 8(2), 15–30.
- Klimkowska, Anna. (2016). Possibilities of UAS for Maritime Monitoring. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLI-B1.
- Law, M. T., & McLaughlin, P. A. (2022). Industry size and regulation: Evidence from US states. *Public Choice*, 192(1), 1-27.
- Lynn-Jones, S. M. (1995). Offense-defense theory and its critics. *Security studies*, 4(4), 660-691.
- Nugraha, A. B. (2020). Analisis pemilihan teknologi pesawat terbang tanpa awak (PTTA)

- dalam pengumpulan data maritim. *Jurnal Maritim Indonesia*, 9(1), 53–76.
- Marsetio. (2014). *Sea Power Indonesia*. Jakarta: Universitas Pertahanan.
- Mawardi, M. C., Sutanto, R., & Purwanto, S. (2025). Strategy to Improve the Calibration Capability of Depohar 20 to Ensure the Quality of Maintenance Results in Supporting the Readiness of the Air Force's Defense System. *Formosa Journal of Applied Sciences*, 4(7), 2165-2178.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Pananggunan, B. D., & Purwanto, S. (2025). Pemanfaatan Pilot Drone Sipil Sebagai Bagian Komponen Cadangan Pertahanan Negara. *Centurion MSPD Journal*, 1(1), 346-354.
- Purwanto, S., & Ilhamsyah, I. (2025). Army Human Resources Development Strategy through Human Capital Approach. *Indonesian Journal of Social Science and Education (IJOSSE)*, 1(1), 1-22.
- Purwanto, S., Purnomo, M. R., & Budiman, H. (2025). POWER DYNAMICS IN DECISION MAKING: A QUALITATIVE ANALYSIS. *POWER*, 2(1), 80-86.
- Purwanto, S., & Siagian, F. (2025). Strategic human resources management in the global era: Navigating opportunities and challenges. *Centurion MSPD Journal*, 1(1).
- Purwanto, S., Supangat, S., Esterina, M., Souhoka, S., Chandra, F., Hariputra, A., ... & Arianto, T. (2024). Manajemen sumber daya manusia. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah.
- Purwanto, S., Basalamah, S., Mallongi, S., & Sukmawati, S. (2020). Effects of Recruitment, Leadership, and Local Culture on Discipline and Performance of Garuda Contingent Soldiers in Lebanon. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 7(5), 606-618.
- Prakoso, L. Y., Soemantri, A. I., & Prasetyo, H. (2024). Kebijakan Pertahanan Negara Indonesia Emas 2045.
- Priyono, E. (2022). PITTA sebagai salah satu komponen kekuatan udara. *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 17(2), 85–92.
- Supriyatno, M. (2014). *Tentang ilmu pertahanan*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Sajidin, M., Antuli, R. R., Khaldun, R. I., Anwar, M. C., Wardhana, D. H. A., & Mausili, D. R. (2024). Analisis Perspektif Security Dilemma di Kawasan Asia Timur: Transformasi Pertahanan dan Keamanan Jepang. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(3), 5798-5810.
- Scharre, Paul. (2018). *Army of None: Autonomous Weapons and the Future of War*. New York: W.W. Norton & Company.
- Sujatmiko, F. (2023). Strategi keamanan maritim Indonesia dalam menghadapi ancaman kejahatan lintas negara di Selat Malaka. *Jurnal Keamanan Laut*.
- Sigit Purwanto, S. I. P. (2024). Definisi Dan Konsep. *Manajemen Sumber Daya Manusia*, 1.
- Waruwu, E., Purwanto, S., & Widodo, M. D. A. (2025). Strategi Pembinaan Mental Tradisi Kejuangan Prajurit Terhadap Situasi Global Guna Mendukung Tugas TNI AU. *Journal of Law & Policy Review*, 3(1), 109-118.