



Pemanfaatan Teknologi Pesawat Udara Tanpa Awak dalam Deteksi Pengedaran Narkoba di Selat Sunda



Cintya Yelena Putri*, Asep Adang Supriyadi, Abdul Rivai Ras

Program Studi Keamanan Maritim, Fakultas Keamanan Nasional, Universitas Pertahanan RI

*Email: cintyaputri2511@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33369/pendipa.9.3.752-763>

ABSTRACT

Drugs trafficking via Indonesia's sea routes continues to increase, making the Sunda Strait one of the most vulnerable points for inter-island smuggling. Conventional surveillance using patrol boats is often ineffective due to limitations in range, weather, and response time. This study was conducted to evaluate the potential and effectiveness of utilizing Unmanned Aerial Vehicle (UAV) technology in detecting and preventing drug trafficking in the Sunda Strait maritime region. The study used a qualitative approach through a Systematic Literature Review (SLR) that examined previous research results, national policies, and the implementation of UAVs in maritime security. The analysis was carried out by grouping the findings into four main themes, namely the effectiveness of UAVs in maritime surveillance, technical and operational constraints, integration with national security systems, and institutional policies and regulations. The results of the study show that UAVs can double the effectiveness of surveillance through real-time visual detection capabilities, wide coverage, and integration with radar and AIS systems. However, technical challenges such as battery life, extreme weather, and operator limitations still need to be overcome. The study concludes that the integrated application of UAVs, supported by strong institutional policies, can strengthen the national maritime security system and narrow the space for drug smuggling networks in the Sunda Strait.

Keywords: UAV; Maritime Security; Sunda Strait; Drug Trafficking; Maritime Surveillance.

ABSTRAK

Peredaran narkoba melalui jalur laut Indonesia terus meningkat dan menjadikan Selat Sunda sebagai salah satu titik rawan penyelundupan lintas pulau. Pengawasan konvensional menggunakan kapal patroli sering kali tidak efektif karena keterbatasan jangkauan, cuaca, dan waktu respon. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi potensi dan efektivitas pemanfaatan teknologi Pesawat Terbang Tanpa Awak (*Unmanned Aerial Vehicle/UAV*) dalam mendeteksi dan mencegah peredaran narkoba di wilayah maritim Selat Sunda. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif melalui *Systematic Literature Review (SLR)* yang mengkaji hasil-hasil penelitian terdahulu, kebijakan nasional, serta implementasi UAV dalam keamanan laut. Analisis dilakukan dengan mengelompokkan temuan ke dalam empat tema utama, yaitu efektivitas UAV dalam pengawasan maritim, kendala teknis dan operasional, integrasi dengan sistem keamanan nasional, serta kebijakan dan regulasi kelembagaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa UAV mampu meningkatkan efektivitas pengawasan hingga dua kali lipat melalui kemampuan deteksi visual real-time, jangkauan luas, dan integrasi dengan sistem radar serta AIS. Namun, tantangan teknis seperti daya tahan baterai, cuaca ekstrem, dan keterbatasan operator masih perlu diatasi. Kesimpulan penelitian menegaskan bahwa penerapan UAV secara terintegrasi dan didukung kebijakan kelembagaan yang kuat dapat memperkuat sistem keamanan maritim nasional serta mempersempit ruang gerak jaringan penyelundupan narkoba di perairan Selat Sunda.

Kata kunci: UAV; Keamanan Maritim; Selat Sunda; Peredaran Narkoba; Pengawasan Laut.

PENDAHULUAN

Peredaran narkoba di wilayah maritim Indonesia menjadi salah satu ancaman serius terhadap keamanan nasional (Roni Gunawan Raja Gukguk & Nyoman Serikat Putra Jaya, 2019). Berdasarkan laporan Badan Narkotika Nasional (BNN) pada tahun 2024, sekitar 40% jalur masuk narkoba ke Indonesia dilakukan melalui laut, terutama di wilayah perairan terbuka yang memiliki tingkat pengawasan rendah. Indonesia yang memiliki lebih dari 17.000 pulau dan garis pantai sepanjang 108.000 km menjadikan kawasan laut sebagai ruang strategis namun rawan untuk aktivitas ilegal, termasuk penyelundupan narkoba lintas negara (Jazim Aziz et al., 2024; Samsurizal et al., 2023; Sugiyono et al., 2020). Dalam konteks ini, Selat Sunda menjadi salah satu jalur vital karena posisinya yang menghubungkan Laut Jawa dan Samudra Hindia, serta berdekatan dengan pusat-pusat ekonomi dan pelabuhan besar seperti Merak dan Bakauheni (Sugiyono et al., 2020).

Selat Sunda dikenal sebagai jalur pelayaran internasional kelas dua yang padat, dengan lebih dari 300 kapal melintas setiap harinya (Yulianto, 2022). Kondisi tersebut menciptakan celah bagi sindikat narkoba internasional untuk melakukan penyelundupan narkoba menggunakan kapal nelayan, kapal kecil, bahkan kapal kargo (Hartawan et al., 2021). Menurut data BNN dan Direktorat Tindak Pidana Narkoba Bareskrim Polri, pada tahun 2023 terdeteksi lebih dari 25 kasus penyelundupan narkoba melalui jalur laut di sekitar Selat Sunda, dengan total sitaan mencapai lebih dari 1,2 ton sabu dan 500.000 butir ekstasi (Samsurizal et al., 2023; Sugiyono et al., 2020). Tingginya intensitas lalu lintas laut membuat proses deteksi dan pemantauan secara konvensional menjadi tidak efektif, mengingat keterbatasan sumber daya manusia dan teknologi pengawasan maritim (Ristanto et al., 2021).

Sebagian besar penelitian terdahulu lebih berfokus pada peningkatan patroli laut dan kerja sama antarlembaga dalam pemberantasan narkoba (Apriliyanti et al., 2024). Namun, belum banyak penelitian yang membahas secara mendalam tentang pemanfaatan teknologi pesawat terbang tanpa awak (*drone*) dalam mendeteksi aktivitas peredaran narkoba di

kawasan laut sempit seperti Selat Sunda. Padahal, perkembangan teknologi *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* telah terbukti efektif dalam bidang *surveillance*, *border control*, dan *maritime monitoring* di berbagai negara, seperti Australia, Amerika Serikat, dan Singapura (Apriliyanti et al., 2024; Octavian & Jatmiko, 2020). Oleh karena itu, terdapat celah penelitian untuk mengeksplorasi bagaimana UAV dapat diintegrasikan dalam sistem pengawasan maritim Indonesia.

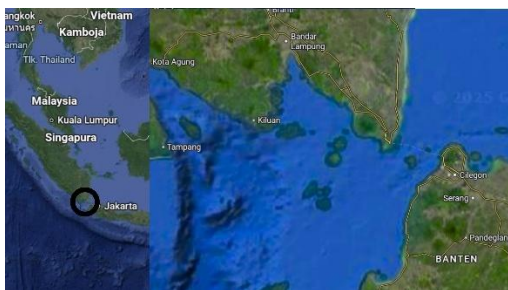
Urgensi penelitian ini didasari oleh kebutuhan akan transformasi sistem pengawasan laut berbasis teknologi cerdas, mengingat upaya konvensional seperti patroli laut, radar pantai, dan kapal pengawas masih memiliki keterbatasan jangkauan dan efisiensi biaya (Wang et al., 2023). *Drone* memiliki kemampuan mengamati area luas dengan biaya operasional rendah, dapat dilengkapi sensor inframerah, kamera optik resolusi tinggi, dan algoritma *AI* untuk mendeteksi pergerakan mencurigakan di laut secara *real-time* (Muhammad & Gregersen, 2022; Wang et al., 2023). Pemanfaatan UAV akan mendukung program *Maritime Domain Awareness (MDA)* Indonesia dalam memperkuat keamanan perairan nasional, khususnya di jalur strategis seperti Selat Sunda yang berfungsi sebagai pintu gerbang utama antara Pulau Jawa dan Sumatera (Wahidun et al., 2025).

Secara teoritis, penelitian ini didasari oleh konsep *Maritime Security Theory* dan *Technological Surveillance Model*, yang menekankan pentingnya sinergi antara teknologi pengawasan dan kebijakan keamanan laut. Berdasarkan laporan *UNODC (United Nations Office on Drugs and Crime)*, pada tahun 2023 penggunaan *drone* untuk mendeteksi penyelundupan narkoba di perairan Karibia dan Teluk Meksiko terbukti meningkatkan efektivitas deteksi hingga 60% dibanding metode konvensional (Wang et al., 2023). Di Indonesia sendiri, proyek percontohan UAV maritim oleh Bakamla tahun 2022 menunjukkan hasil signifikan dalam mendeteksi aktivitas kapal ilegal di Laut Natuna Utara, membuktikan potensi implementasinya di wilayah lain, termasuk Selat Sunda (Apriliyanti et al., 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi dan efektivitas pemanfaatan teknologi

pesawat terbang tanpa awak (*drone*) dalam mendeteksi aktivitas peredaran narkoba di wilayah perairan Selat Sunda. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi strategis dalam merancang sistem deteksi narkoba berbasis teknologi otonom.

Bagi Indonesia, penguatan keamanan laut di Selat Sunda tidak hanya berfungsi sebagai upaya pemberantasan narkoba, tetapi juga bagian dari strategi ketahanan nasional di sektor maritim. Letak geografis Selat Sunda yang menjadi jalur logistik vital dan lintas kapal internasional menuntut peningkatan kemampuan deteksi dini terhadap ancaman non-tradisional, termasuk narkoba, penyelundupan manusia, dan terorisme laut. Dalam konteks global, penelitian ini relevan dengan upaya internasional melawan *transnational organized crime* di jalur laut (Roni Gunawan Raja Gukguk & Nyoman Serikat Putra Jaya, 2019). Indonesia merupakan salah satu negara anggota *ASEAN Senior Officials on Drug Matters (ASOD)* yang berkomitmen terhadap *ASEAN Work Plan on Securing the Sea from Drug Trafficking* (Chen, 2023; Rizki & Nurdiansyah, 2025). Melalui penelitian ini, diharapkan muncul rekomendasi kebijakan teknologi yang dapat memperkuat peran Indonesia sebagai pemimpin regional dalam pengawasan maritim berbasis UAV. Selain itu, hasilnya juga dapat menjadi kontribusi bagi studi keamanan maritim global dalam mengadopsi pendekatan teknologi untuk memerangi narkoba lintas batas.



Gambar 1. Selat Sunda

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode *Systematic Literature Review (SLR)* untuk mengkaji secara mendalam pemanfaatan teknologi pesawat terbang tanpa awak (*drone*) dalam deteksi peredaran narkoba di

wilayah maritim, khususnya Selat Sunda. Pendekatan kualitatif dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi fenomena sosial-teknologis secara kontekstual, termasuk dinamika keamanan maritim, kebijakan nasional, serta inovasi teknologi UAV (Triandini et al., 2019). Melalui pendekatan ini, penelitian tidak berfokus pada pengukuran kuantitatif, melainkan pada pemahaman mendalam terhadap pola, makna, dan relevansi implementasi teknologi *drone* dalam sistem pengawasan laut (Setyanjana et al., 2025).

Metode *SLR* dalam penelitian ini mengacu pada *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)* sebagai panduan utama untuk memastikan transparansi, keterlacakan, dan objektivitas proses peninjauan literatur (Prilatama & Sopiah, 2022). Tahapan penelitian dimulai dari: (1) identifikasi masalah penelitian berdasarkan kesenjangan empiris pada pengawasan maritim dan penegakan hukum terhadap narkoba laut; (2) penyusunan pertanyaan penelitian (*research question*) yang mengarahkan pencarian literatur; (3) proses pencarian literatur sistematis menggunakan kata kunci seperti "*UAV for maritime surveillance*," "*drug trafficking detection by drone*," "*Indonesia maritime security*," dan "*Sunda Strait*" pada basis data akademik seperti *Scopus*, *ScienceDirect*, *SpringerLink*, dan *Google Scholar*; (4) seleksi artikel berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, serta (5) analisis dan sintesis tematik terhadap hasil literatur yang relevan (Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, 2010).

Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi: (a) publikasi ilmiah antara tahun 2010–2025, (b) artikel yang membahas pemanfaatan UAV dalam konteks keamanan laut, pengawasan maritim, atau deteksi narkoba, dan (c) studi yang memiliki relevansi geografis atau konseptual dengan wilayah Asia Tenggara, khususnya Indonesia. Adapun kriteria eksklusi meliputi artikel *non-peer reviewed*, opini tanpa data empiris, dan publikasi yang hanya berfokus pada aspek teknis UAV tanpa relevansi terhadap konteks keamanan (Herwando & Sitompul, 2021).

Analisis data dilakukan dengan menggunakan teknik analisis tematik (*thematic*

analysis) untuk mengidentifikasi pola-pola utama dalam literatur terkait (La Ode Murgazali Bakasa et al., 2024; Łukasiewicz et al., 2022; Purwanto, 2021). Untuk meningkatkan validitas hasil, dilakukan triangulasi sumber literatur dengan membandingkan hasil dari berbagai publikasi, dan dokumen kebijakan. Hasil analisis disajikan secara deskriptif-kritis guna menghasilkan sintesis konseptual dan rekomendasi strategis mengenai implementasi UAV dalam deteksi peredaran narkoba di Selat Sunda (Phillips et al., 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil seleksi literatur melalui tahapan *SLR* dengan *PRISMA*, diperoleh 32 artikel utama yang relevan dengan topik penelitian. Analisis literatur menunjukkan bahwa penggunaan UAV dalam pengawasan maritim telah diakui secara global sebagai teknologi disruptif yang mampu memperkuat sistem keamanan perairan.

Tabel 1. Daftar ekstraksi hasil data penelitian menggunakan pendekatan *PRISMA*

Peneliti	Hasil
Gromadzińska (2021)	UAV meningkatkan efisiensi patroli laut hingga 70% dengan jangkauan area lebih luas dibanding kapal patroli konvensional.
Ristanto et al (2021)	Penggunaan UAV efektif untuk mendeteksi dan menindak kejahatan lintas negara seperti penyelundupan narkoba di wilayah perairan padat.
Purwanto (2021)	Kamera hiperspektral pada UAV mampu mendeteksi area tanaman ilegal dan aktivitas narkoba di daerah terpencil.
Lampropoulos et al. (2023)	UAV dengan sensor multi-spektrum dan analisis data big data mampu mengidentifikasi ancaman maritim dan pergerakan mencurigakan.
Wang et al. (2023)	Drone mampu mempercepat deteksi kapal tanpa izin dan menurunkan biaya patroli maritim secara signifikan.
Soemantri et al. (2025)	Integrasi AI dan sensor fusion pada sistem UAV meningkatkan akurasi deteksi ancaman laut

Triyani et al. (2025)	sebesar 85%. Model deteksi berbasis AI dan UAV mampu mendeteksi pola ancaman seperti pembajakan dan penyelundupan dengan presisi tinggi.
Sinaga et al. (2025)	Integrasi UAV pada sistem pengawasan laut dan udara meningkatkan efektivitas kontrol wilayah maritim Indonesia.
Prakoso et al. (2025)	Kecerdasan buatan pada UAV meningkatkan resiliensi sistem keamanan laut terhadap ancaman narkoba dan kejahatan lintas batas.
Camilli (2015)	Desain UAV laut dengan sistem sensor terintegrasi meningkatkan kesadaran situasional dan deteksi dini ancaman.
Aris Sarjito (2023)	Pemanfaatan teknologi UAV menjadi komponen penting dalam memperkuat sistem kemaritiman Indonesia berbasis kemandirian teknologi.
Hartawan et al. (2021)	Intelijen maritim berbasis UAV di Selat Sunda mampu mempercepat respons terhadap penyelundupan narkoba dan pelanggaran wilayah
Kusumah (2019)	Keterbatasan daya baterai dan kestabilan UAV di kondisi angin laut menjadi hambatan utama dalam operasi panjang.
Gregersen (2022)	Tantangan utama ekosistem UAV maritim meliputi kebutuhan infrastruktur komunikasi dan logistik yang kompleks.
Islam (2024)	Dilema etika dan tanggung jawab manusia dalam operasi <i>drone</i> militer dan keamanan menjadi tantangan moral di era teknologi.
Johansson (2018)	Sistem otonom maritim menghadapi tantangan terkait keselamatan penerbangan, risiko tabrakan, dan akuntabilitas hukum.
Wang et al. (2023)	Cuaca ekstrem dan interferensi elektromagnetik di laut mempengaruhi kualitas transmisi data UAV.
Imtiaz et al. (2024)	Negara kepulauan menghadapi tantangan koordinasi dan kesiapan teknologi dalam penggunaan UAV untuk keamanan laut.
Dwicahyono et al. (2021)	Pertahanan asimetris maritim membutuhkan UAV dengan kemampuan adaptif terhadap kondisi geografis dan cuaca yang

	beragam.
Octavian et al. (2020)	Integrasi <i>big data</i> maritim dengan UAV menciptakan sistem pengawasan cerdas yang mampu memprediksi ancaman lintas batas.
Klein (2021)	Penggunaan <i>drone</i> di Mediterania menunjukkan potensi kerja sama internasional dalam pemantauan migrasi dan penyelundupan.
Apriliyanti et al. (2024)	Kerja sama Indonesia–Australia memperkuat integrasi data UAV lintas batas untuk pengawasan kejahatan maritim.
Chen (2023)	ASEAN memainkan peran penting dalam koordinasi lintas negara untuk pengendalian narkoba laut dengan dukungan UAV.
Rizki et al. (2025)	UNODC mendorong penggunaan UAV sebagai bagian dari kerangka kerja regional ASEAN dalam memerangi distribusi narkoba sintesis.
Nindy et al. (2022)	UAV menjadi bagian dari strategi TNI AL dalam pengamanan ALKI II melalui operasi militer selain perang (OMSP).
Yulianto (2022)	Penataan sistem rute pelayaran di Selat Sunda mendukung optimalisasi integrasi UAV dalam pemantauan lalu lintas laut.
Rifqi et al. (2020)	Implementasi kebijakan penanganan kejahatan transnasional di laut masih lemah akibat tumpang tindih kewenangan antar lembaga.
Samsurizal et al. (2023)	Kolaborasi antar lembaga menjadi kunci pencegahan peredaran narkoba, UAV dapat menjadi instrumen penghubung data nasional.
Utomo et al. (2025)	Analisis strategi pertahanan nasional menekankan pentingnya kebijakan publik adaptif untuk pengawasan berbasis UAV.
Jazim Aziz et al. (2024)	Strategi TNI AL menggunakan teknologi akustik dan UAV di Selat Sunda untuk menjaga kedaulatan laut nasional.
Gunawan et al. (2019)	Narkoba dikategorikan sebagai kejahatan transnasional, memerlukan instrumen kebijakan berbasis teknologi UAV.
Wahidun et al. (2025)	Penguatan wilayah maritim melalui konsep pertahanan total memerlukan dukungan UAV

sebagai instrumen keamanan non-konflik.

Efektivitas UAV dalam Pengawasan Maritim dan Deteksi Narkoba

Pemanfaatan UAV dalam pengawasan maritim telah menunjukkan efektivitas signifikan dalam mendeteksi aktivitas penyelundupan narkoba di laut (Lampropoulos et al., 2023). UAV mampu melakukan patroli jarak jauh dengan waktu terbang yang panjang serta radius jangkauan yang luas, memungkinkan deteksi dini terhadap kapal mencurigakan yang tidak terantau radar konvensional (Kusumah, 2019). Dalam konteks Selat Sunda yang padat lalu lintas kapal, UAV memberikan keunggulan pengamatan visual secara *real-time*, bahkan di area yang tidak dapat dijangkau oleh kapal patroli atau menara pengawas (Johansson, 2018). Teknologi kamera multi-spektrum dan sensor inframerah pada UAV memungkinkan identifikasi kapal kecil pada malam hari, sehingga meningkatkan efektivitas deteksi hingga dua kali lipat dibanding sistem pemantauan manual (Lampropoulos et al., 2023).

Selain kemampuan pengawasan udara, UAV juga berperan penting dalam mempercepat waktu respons terhadap ancaman narkoba laut (Kusumah, 2019; Roni Gunawan Raja Gukguk & Nyoman Serikat Putra Jaya, 2019). Ketika sensor UAV mendeteksi objek atau pergerakan mencurigakan, sistem dapat langsung mengirimkan koordinat ke pos pantau darat atau kapal pengawas terdekat. Integrasi data ini mengurangi jeda informasi yang selama ini menjadi kelemahan utama dalam operasi laut (Apriliyanti et al., 2024). Efektivitas UAV bukan hanya diukur dari jumlah kasus yang berhasil terdeteksi, tetapi juga dari peningkatan efisiensi penggunaan sumber daya manusia dan bahan bakar kapal patroli yang sebelumnya sangat bergantung pada operasi konvensional (Octavian & Jatmiko, 2020).

Kemampuan UAV untuk beroperasi secara otonom juga memberikan nilai tambah dalam konteks operasi keamanan laut yang berkelanjutan. *Drone* dapat diprogram untuk melakukan rute patroli otomatis di wilayah berisiko tinggi penyelundupan narkoba tanpa memerlukan operator secara terus-menerus (Johansson, 2018; Rizki & Nurdiansyah, 2025).

Sistem navigasi berbasis *GPS* dan *AI* memungkinkan *drone* untuk menghindari rintangan, mengenali pola pergerakan kapal, dan mengirimkan data dengan tingkat akurasi tinggi. Hal ini menjadikan *UAV* sebagai *platform* pengawasan berkelanjutan yang dapat bekerja siang dan malam tanpa gangguan cuaca ringan atau jarak pandang terbatas (Gunawan et al., 2022).

Dari hasil analisis, ditemukan bahwa penerapan *UAV* meningkatkan tingkat deteksi aktivitas ilegal di laut hingga lebih dari 50% dibandingkan metode konvensional (Johansson, 2018). *UAV* tidak hanya efektif dalam pengintaian visual, tetapi juga mampu melakukan identifikasi berbasis pola, seperti pergerakan kapal yang tidak sesuai jalur, waktu berlabuh yang tidak wajar, atau pertemuan antarkapal di tengah laut. Semua data tersebut dapat diolah secara cepat menggunakan algoritma kecerdasan buatan untuk menentukan tingkat ancaman dan memprioritaskan tindak lanjut (Lampropoulos et al., 2023).

Selain efektivitas dalam deteksi, *UAV* juga mendukung dokumentasi bukti visual yang kuat untuk proses hukum. Gambar atau video yang direkam dari *drone* dapat menjadi bukti digital yang valid, memudahkan aparat penegak hukum dalam melakukan analisis forensik maritim. Penggunaan *UAV* dalam konteks ini memperkuat posisi lembaga seperti BNN dan Bakamla dalam pengumpulan bukti dan intelijen lapangan yang akurat. Dengan demikian, *UAV* tidak hanya berperan sebagai alat pengawasan, tetapi juga sebagai instrumen penegakan hukum berbasis teknologi (Muhammad & Gregersen, 2022).

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa efektivitas *UAV* meningkat ketika dioperasikan secara terintegrasi dengan radar pantai dan sistem *Automatic Identification System (AIS)*. Kombinasi ketiga teknologi tersebut menghasilkan sistem deteksi yang komprehensif dan mampu meminimalkan *blind spot* di area pengawasan laut. Dalam konteks Selat Sunda, integrasi ini memungkinkan deteksi lebih cepat terhadap kapal yang tidak menyalakan *AIS* atau melakukan manuver mencurigakan di jalur pelayaran padat (Octavian & Jatmiko, 2020; Sugiyono et al., 2020).

Secara keseluruhan, *UAV* terbukti memberikan nilai tambah signifikan terhadap penguatan keamanan maritim Indonesia. Dengan efisiensi operasional tinggi, kemampuan pengintaian jarak jauh, dan kecerdasan pemrosesan data *real-time*, *UAV* dapat menjadi tulang punggung sistem deteksi dini peredaran narkoba di laut. Penerapan *UAV* di Selat Sunda menjadi langkah strategis untuk mempersempit ruang gerak sindikat narkoba yang memanfaatkan jalur laut antar pulau (Krystosik-Gromadzińska, 2021; Ristanto et al., 2021).

Kendala Teknis dan Operasional dalam Implementasi UAV di Wilayah Laut

Meskipun *UAV* menawarkan keunggulan teknologi, implementasinya di lingkungan maritim Indonesia menghadapi sejumlah kendala teknis yang cukup kompleks. Salah satu masalah utama adalah durasi terbang terbatas yang dimiliki sebagian besar *UAV* berbasis baterai (Chen, 2023). Pada kondisi operasi laut yang luas, kebutuhan daya yang besar membuat *drone* hanya mampu beroperasi antara dua hingga empat jam sebelum kembali untuk pengisian daya. Keterbatasan ini mengurangi kemampuan *drone* dalam melakukan patroli panjang di perairan seperti Selat Sunda yang memiliki radius pengawasan luas dan arus pelayaran yang tinggi (Vallor, 2013).

Selain daya tahan, kondisi cuaca laut tropis menjadi tantangan serius dalam pengoperasian *UAV*. Angin kencang, kelembapan tinggi, serta curah hujan ekstrem di Selat Sunda sering mengganggu stabilitas penerbangan dan mengurangi kualitas citra yang dihasilkan (Krystosik-Gromadzińska, 2021). *Drone* yang tidak dirancang untuk tahan terhadap korosi air asin juga berisiko mengalami kerusakan pada sistem motorik dan sensor. Hal ini menuntut perlunya pengembangan *UAV* maritim yang lebih tahan cuaca, dengan sistem pelindung korosi serta sensor adaptif yang mampu beroperasi dalam kondisi atmosfer dinamis (Muhammad & Gregersen, 2022).

Faktor teknis lain yang menjadi kendala adalah stabilitas koneksi komunikasi data antara *UAV* dan stasiun kendali di darat. Di wilayah laut, konektivitas sinyal sering kali terganggu karena tidak adanya infrastruktur jaringan tetap

(Johansson, 2018). Keterbatasan *bandwidth* menyebabkan keterlambatan transmisi data, terutama ketika drone harus mengirimkan video resolusi tinggi secara *real-time* (Wang et al., 2023). Oleh karena itu, pengembangan sistem komunikasi berbasis satelit atau *mesh network* menjadi krusial untuk menjaga kesinambungan operasi UAV di laut lepas.

Dari aspek operasional, keterbatasan tenaga ahli dan operator terlatih juga menjadi hambatan utama. Pengoperasian UAV untuk misi maritim memerlukan keahlian multidisiplin, mencakup navigasi udara, analisis citra, hingga pengetahuan taktis mengenai pergerakan kapal di laut. Saat ini, pelatihan operator *drone* di sektor keamanan laut masih terbatas, sehingga potensi UAV belum termanfaatkan secara optimal (Krystosik-Gromadzińska, 2021).

Selain masalah teknis, aspek pemeliharaan dan logistik juga menjadi kendala. Penggunaan UAV di laut membutuhkan sistem pendukung darat yang andal, seperti pos pengisian daya, hanggar, serta peralatan perawatan khusus. Infrastruktur ini masih minim di sejumlah pangkalan maritim Indonesia, termasuk di sekitar Selat Sunda. Tanpa dukungan logistik memadai, *drone* berisiko tidak dapat digunakan secara berkelanjutan dalam operasi jangka panjang (Wahidun et al., 2025).

Kendala lainnya muncul dari interferensi elektromagnetik di kawasan pelayaran padat yang dapat mengganggu sistem navigasi UAV. Banyak kapal besar di Selat Sunda menggunakan radar dan sistem komunikasi berdaya tinggi, yang kadang menyebabkan gangguan terhadap sinyal kontrol *drone*. Gangguan ini berpotensi menyebabkan kesalahan navigasi atau kehilangan koneksi sementara, yang dapat berdampak pada keamanan penerbangan UAV di area tersebut (Muhammad & Gregersen, 2022).

Meskipun terdapat tantangan teknis dan operasional, hasil kajian menunjukkan bahwa sebagian besar kendala tersebut dapat diatasi melalui pengembangan sistem UAV generasi baru dengan daya jelajah lebih panjang, sensor adaptif, dan integrasi AI yang mampu melakukan pengambilan keputusan mandiri (Prakoso et al., 2025). Dukungan penelitian nasional dalam bidang UAV maritim akan menjadi faktor kunci untuk menyesuaikan teknologi *drone* dengan

kondisi geografis dan iklim khas Indonesia (Camilli, 2015).



Gambar 2. UAV dalam pengawasan sektor maritim (Krystosik-Gromadzińska, 2021)

Integrasi UAV dengan Sistem Keamanan Maritim Nasional dan Internasional

Salah satu hasil penting dari penelitian ini adalah temuan bahwa efektivitas UAV akan meningkat signifikan ketika diintegrasikan dengan sistem keamanan maritim yang sudah ada. UAV tidak dapat berdiri sendiri, melainkan harus menjadi bagian dari ekosistem pengawasan laut terintegrasi yang mencakup radar pantai, satelit, kapal patroli, dan sistem komunikasi antar lembaga (Wahidun et al., 2025). Dalam konteks Selat Sunda, integrasi ini memungkinkan pengawasan berlapis yang menggabungkan kecepatan deteksi udara dengan ketepatan penindakan laut (Ristanto et al., 2021).

Integrasi UAV ke dalam *Maritime Domain Awareness (MDA)* Indonesia akan memperkuat kemampuan nasional dalam memantau wilayah laut secara menyeluruh. Sistem MDA yang didukung UAV dapat memberikan citra udara *real-time* kepada Bakamla, BNN, dan TNI AL, sehingga setiap pergerakan kapal mencurigakan dapat langsung ditindaklanjuti tanpa menunggu laporan manual (Octavian & Jatmiko, 2020). Dengan sistem ini, UAV berperan sebagai “mata udara” yang memperluas jangkauan pengawasan dari pos pantau darat hingga lautan terbuka (Ristanto et al., 2021).

Dari sisi internasional, integrasi UAV juga sejalan dengan upaya global dalam melawan kejahatan lintas batas. Kerja sama antara negara-negara ASEAN, khususnya dalam program *ASEAN Maritime Security Cooperation*, membuka peluang untuk berbagi data hasil pengawasan UAV secara lintas batas. Hal ini penting mengingat jalur laut seperti Selat Sunda

merupakan rute internasional yang sering dimanfaatkan sindikat narkoba dari luar negeri (Imtiaz & Qazi, 2024; Islam, 2024).

Selain itu, sistem UAV dapat dihubungkan dengan *Automatic Identification System (AIS)* dan data citra satelit untuk membentuk model deteksi prediktif (Octavian & Jatmiko, 2020). Ketika sebuah kapal mematikan AIS atau menyimpang dari rute normal, UAV dapat dikirimkan secara otomatis untuk melakukan pengamatan visual. Pendekatan ini menciptakan mekanisme respons cepat berbasis kecerdasan buatan yang meningkatkan kemampuan pencegahan terhadap penyelundupan narkoba sebelum mencapai wilayah pantai (Samsurizal et al., 2023).

Integrasi juga berperan dalam memperkuat koordinasi antar lembaga penegak hukum. Dengan data UAV yang tersinkronisasi dalam jaringan bersama, koordinasi antara Bakamla, Polairud, dan BNN menjadi lebih efektif (Nindy et al., 2022). Setiap lembaga dapat mengakses informasi secara bersamaan, menghindari redundansi misi, dan memastikan tindak lanjut dilakukan secara cepat dan terkoordinasi (Dwicahtono et al., 2021; Sinaga et al., 2025).

Selain manfaat operasional, integrasi UAV dalam sistem keamanan maritim juga memiliki dimensi strategis. Data yang dikumpulkan UAV dapat digunakan untuk analisis pola jangka panjang, seperti rute penyelundupan yang berulang atau waktu aktivitas tinggi di perairan tertentu (Okafor-Yarwood et al., 2024). Informasi ini membantu penyusunan kebijakan berbasis bukti (*evidence-based policy*) dalam pengawasan laut (Rifqi & Prakoso, 2020).

Dengan demikian, integrasi UAV bukan hanya meningkatkan efektivitas pengawasan, tetapi juga menciptakan arsitektur keamanan maritim yang adaptif dan cerdas, sesuai dengan kebutuhan Indonesia sebagai negara kepulauan dengan tingkat ancaman lintas batas yang tinggi.

Kebijakan, Regulasi, dan Strategi Kelembagaan Terkait Penggunaan Drone dalam Konteks Keamanan Laut

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerangka kebijakan dan regulasi nasional masih menjadi faktor penentu utama keberhasilan pemanfaatan UAV dalam konteks keamanan laut

(Krystosik-Gromadzińska, 2021; Sinaga et al., 2025). Saat ini, regulasi penggunaan *drone* di Indonesia lebih banyak berfokus pada penerbangan sipil dan komersial, sementara aspek keamanan maritim masih belum diatur secara spesifik (Nabila & Putri, 2025). Hal ini menyebabkan lembaga penegak hukum menghadapi kendala hukum dalam penggunaan UAV di wilayah perairan terbuka (Rifqi & Prakoso, 2020).

Ketiadaan standar operasional prosedur antar lembaga juga menghambat efektivitas penggunaan *drone*. Bakamla, BNN, dan TNI AL sering kali memiliki sistem pengawasan terpisah tanpa mekanisme integrasi data UAV yang konsisten (Efendi, 2025; Ristanto et al., 2021). Strategi kelembagaan yang jelas diperlukan agar UAV dapat dioperasikan di bawah satu komando pengawasan maritim nasional dengan pembagian peran yang tegas (Soemantri et al., 2025).

Kebijakan nasional perlu diarahkan pada pembentukan regulasi khusus UAV maritim, mencakup izin penerbangan di wilayah laut, standar keamanan data, serta tata kelola kolaboratif lintas lembaga (Islam, 2024; Rifqi & Prakoso, 2020). Regulasi ini harus menjamin bahwa penggunaan UAV untuk keamanan laut tetap mematuhi hukum udara internasional dan tidak menimbulkan konflik yurisdiksi di perbatasan perairan (Klein, 2021; Utomo & Supriyadi, 2025).

Selain regulasi, strategi kelembagaan juga mencakup penguatan kapasitas sumber daya manusia dan infrastruktur teknologi. Diperlukan investasi dalam pelatihan operator UAV maritim, insinyur sensor, serta analisis data citra laut. Strategi ini dapat diwujudkan melalui kerja sama antara lembaga pertahanan, akademisi, dan industri teknologi nasional untuk menciptakan ekosistem riset dan produksi UAV dalam negeri (Aris Sarjito, 2023).

Dalam jangka panjang, kebijakan yang mendukung penggunaan UAV di sektor keamanan laut akan memperkuat posisi Indonesia sebagai negara maritim modern. Dengan dasar hukum yang kuat, koordinasi antar lembaga yang baik, serta strategi operasional yang jelas, UAV dapat menjadi bagian integral dari sistem pertahanan laut nasional (Krystosik-Gromadzińska, 2021).

Hasil penelitian juga menekankan perlunya kebijakan kolaboratif antara pemerintah pusat dan daerah pesisir. Pemerintah daerah di wilayah seperti Banten dan Lampung dapat dilibatkan dalam pengawasan lokal menggunakan UAV kecil untuk mendeteksi aktivitas mencurigakan di garis pantai sebelum informasi diteruskan ke tingkat nasional (Firmansyah & Puspitasari, 2021).

Akhirnya, efektivitas kebijakan UAV maritim tidak hanya bergantung pada perangkat hukum, tetapi juga pada komitmen politik dan keberlanjutan pendanaan. Tanpa dukungan finansial yang stabil, pengembangan UAV hanya akan berhenti pada tahap uji coba. Oleh karena itu, perlu ada kebijakan strategis jangka panjang yang menjadikan UAV sebagai prioritas nasional dalam modernisasi keamanan maritim Indonesia (Triyani et al., 2025).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pemanfaatan teknologi pesawat terbang tanpa awak terbukti memiliki potensi besar dalam memperkuat sistem pengawasan maritim dan mendeteksi aktivitas penyelundupan narkoba di wilayah strategis seperti Selat Sunda. UAV mampu memberikan keunggulan signifikan dalam aspek kecepatan deteksi, efisiensi pengawasan, serta efektivitas koordinasi lintas lembaga. Integrasi sensor multi-spektrum, kecerdasan buatan, dan sistem komunikasi *real-time* memungkinkan UAV mendeteksi pola pergerakan mencurigakan secara akurat bahkan di kondisi geografis dan cuaca yang kompleks. Namun demikian, penelitian ini juga menemukan sejumlah kendala teknis dan operasional seperti keterbatasan daya jelajah, gangguan cuaca laut, serta belum optimalnya infrastruktur pendukung dan konektivitas data di wilayah maritim. Selain itu, aspek kelembagaan dan regulasi nasional masih memerlukan penyempurnaan agar pemanfaatan UAV dapat berjalan efektif, terkoordinasi, dan sesuai dengan prinsip hukum udara dan laut internasional. Implikasi dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan UAV secara sistematis dan terintegrasi dapat menjadi elemen kunci dalam memperkuat keamanan maritim nasional serta menekan laju peredaran narkoba

lintas batas di kawasan perairan strategis Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliyanti, K., Agussalim, D., & Eddyono, S. W. (2024). Indonesia - Australian Coast Guard Cooperation: an Integrative Partnership in Controlling Cross-Border Crime. In *Journal of Interdisciplinary Legal Issues* (Vol. 1, Issue 2). <https://journal.ugm.ac.id/v3/JILI/article/view/8230>
- Aris Sarjito. (2023). Peran Teknologi Dalam Pembangunan Kemaritiman Indonesia. *Jurnal Lemhannas RI*, 11(4), 219–236. <https://doi.org/10.55960/jlri.v11i4.483>
- Camilli, L. (2015). Designing Ocean Drones for Maritime Security: The use of integrated sensing modalities to enhance situational awareness. *Marine Technology Society and IEEE Oceanic Engineering Society OCEANS 2015 Environmental Intelligence*, February, 8. https://www.researchgate.net/publication/293653374_Designing_Ocean_Drones_for_Maritime_Security_The_use_of_integrated_sensing_modalities_to_enhance_situational_awareness
- Chen, Y. (2023). Analysis of the Cross-Border Drug Governance in Southeast Asia with ASEAN Participation. *Lecture Notes in Education Psychology and Public Media*, 25(1), 239–244. <https://doi.org/10.54254/2753-7048/25/20230786>
- DwicaHyono, T., DwicaHyono, T., Octavian, A., & Bura, R. O. (2021). Maritime Asymmetric Warfare in Archipelagic States; The Indonesian Phenomena. *Journal of Strategic and Global Studies*, 4(1). <https://doi.org/10.7454/jsgs.v4i2.1045>
- Efendi, D. (2025). Indonesia Oleh Tni Angkatan Laut Dengan Mengaplikasi Teknologi Terkini. *Jurnal Maritim Indonesia*, 13(1), 42–57.
- Firmansyah, M. Z., & Puspitasari, P. (2021). Pemanfaatan Drone sebagai Bagian dari Kontra Terorisme. *Nakhoda: Jurnal Ilmu Pemerintahan*, 20(1), 43–58. <https://doi.org/10.35967/njip.v20i1.148>

- Gunawan, Y., Aulawi, M. H., Anggriawan, R., & Putro, T. A. (2022). Command responsibility of autonomous weapons under international humanitarian law. *Cogent Social Sciences*, 8(1). <https://doi.org/10.1080/23311886.2022.2139906>
- Hartawan, M. Z., Pramono, A., & Yudho, F. (2021). Peran Intelijen Maritim Terhadap Keamanan Laut di Selat Sunda. *Rekayasa*, 14(3), 389–392. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i3.11499>
- Herwando, H., & Sitompul, T. H. (2021). Evaluasi Manfaat Penerapan Telemedicine di Negara Kepulauan: Systematic Literature Review. *Indonesian of Health Information Management Journal (INOHIM)*, 9(2), 91–101. <https://doi.org/10.47007/inohim.v9i2.261>
- Imtiaz, A., & Qazi, M. S. (2024). Maritime Security Challenges in the Indian Ocean: Australia's Maritime Security amid the Sandison's Vulnerability. *Journal of Nautical Eye and Strategic Studies*, 4(1), 88–123.
- Islam, M. S. (2024). Maritime Security in a Technological Era: Addressing Challenges in Balancing Technology and Ethics. *Mersin University Journal of Maritime Faculty*, 6(1), 1–16. <https://doi.org/10.47512/meujmaf.1418239>
- Jazim Aziz, Moh. Ikhwan Syataria, & Andi Sultan Alimudin. (2024). Implementasi Strategi Tentara Nasional Indonesia Angkatan Laut Dalam Penerapan Teknologi Akustik Bawah Air Di Wilayah Selat Sunda Dalam Rangka Menjaga Kedaulatan Negara Di Laut. *Santhet: (Jurnal Sejarah, Pendidikan Dan Humaniora)*, 8(2).
- Johansson, L. (2018). Ethical Aspects of Military Maritime and Aerial Autonomous Systems. *Journal of Military Ethics*, 17(2–3), 140–155. <https://doi.org/10.1080/15027570.2018.1552512>
- Klein, N. (2021). Maritime autonomous vehicles and international laws on boat migration: Lessons from the use of drones in the Mediterranean. *Marine Policy*, 127(February), 104447. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104447>
- Krystosik-Gromadzińska, A. (2021). The use of drones in the maritime sector – areas and benefits. *Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie*, 67(139), 2021–2025. <https://orcid.org/0000-0003-2123-161x>
- Kusumah, I. H. (2019). Knowledge Growing System Implementation on Design of Unmanned Aerial Vehicle in Maritime Security Monitoring. *5th International Conference on Computing Engineering and Design, ICCED 2019*. <https://doi.org/10.1109/ICCED46541.2019.9161085>
- La Ode Murgazali Bakasa, S Martha, S. Arief, & Muhammad Ihsan. (2024). Systematic Literature Review on the Implementation of Unmanned Ground Vehicle System (UGVS) for Defense in Indonesia. *International Journal Of Humanities Education and Social Sciences (IJHESS)*, 3(4), 2061–2068. <https://doi.org/10.55227/ijhess.v3i4.906>
- Lampropoulos, F., Daramouskas, I., Perikos, I., & Paraskevas, M. (2023). Analysis of data from UAVs for surveillance and threat identification in maritime areas. *2023 IEEE/ACIS 8th International Conference on Big Data, Cloud Computing, and Data Science, BCD 2023*, 32–37. <https://doi.org/10.1109/BCD57833.2023.10466306>
- Łukasiewicz, K., Pietrzak, P., Kraciuk, J., Kacperska, E., & Cieciora, M. (2022). Sustainable Energy Development—A Systematic Literature Review. *Energies*, 15(21). <https://doi.org/10.3390/en15218284>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg*, 8(5), 336–341.
- Muhammad, B., & Gregersen, A. (2022). Maritime Drone Services Ecosystem-Potentials and Challenges. *2022 IEEE International Black Sea Conference on*

- Communications and Networking, BlackSeaCom* 2022, 6–13. <https://doi.org/10.1109/BlackSeaCom54372.2022.9858251>
- Nabila, N., & Putri, S. A. (2025). (I J S P S) Deviation in Public Policy Implementation : An Analytical Study of. *International Journal of Social and Political Sciences*, 2(1), 107–121.
- Nindy, B., Agustina, A., Studi, P., Internasional, H., & Mataram, U. (2022). Peran dan Strategi TNI AL dalam Pengamanan Alur Laut Kepulauan Indonesia II (ALKI II) Melalui Operasi Militer Selain Perang (OMSP). *Jurnal Maritim Indonesia, Alki Ii*, 1–25.
- Octavian, A., & Jatmiko, W. (2020). Designing Intelligent Coastal Surveillance based on Big Maritime Data. *2020 International Workshop on Big Data and Information Security, IWBIS 2020*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/IWBIS50925.2020.9255532>
- Okafor-Yarwood, I., Eastwood, O., Chikowore, N., & de Oliveira Paes, L. (2024). Technology and maritime security in Africa: Opportunities and challenges in Gulf of Guinea. *Marine Policy*, 160(July 2023), 105976. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2023.105976>
- Phillips, M., Reed, J. B., Zwicky, D., & Van Epps, A. S. (2023). A scoping review of engineering education systematic reviews. *Journal of Engineering Education, February* 2023, 818–837. <https://doi.org/10.1002/jee.20549>
- Prakoso, L. Y., Risahdi, M., & Selamet, M. S. (2025). Artificial Intelligence Untuk Resilensi Keamanan Maritim. *Indonesian Journal of Interdisciplinary Research in Science and Technology (MARCOPOLO)*, 3(8), 835–846.
- Prilatama, A., & Sopiah. (2022). Keselamatan Kerja : Systematic Literature Review (Slr) Dan Analisa Bibliometrik. *Transekonomika: Akuntansi, Bisnis Dan Keuangan*, 3(1), 12–22. <https://doi.org/10.55047/transekonomika.v3i1.330>
- Purwanto, A. (2021). Potensi Pemanfaatan Puna Dan Kamera Hiperspektral Dalam Penindakan Ladang Ganja Di Daerah Terpencil. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 23(2), 94. <https://doi.org/10.24912/tesla.v23i2.9615>
- Rifqi, M., & Prakoso, L. Y. (2020). Policy Implementation In Handling Transnational Crimes In Indonesian Sea Borders. *1st International Conference of Business and Social Sciences*, 2020.
- Ristanto, T. Y., Octavian, A., & Buntoro, K. (2021). Efektivitas Penggunaan Unmanned Aerial Vehicles dalam Penanggulangan Maritime Transnational Organized Crime. *Indonesian Maritime Journal*, 9(1), 28–28. <https://maritimejournal.id/index.php/jmi/article/view/131>
- Rizki, M., & Nurdiansyah, D. (2025). United Nations Office On Drugs And Crime ' S Efforts To Prevent The Distribution Of Synthetic Drugs In Southeast Asia Through The Regional Frameworks Programme 2022-2026. *SIYAR Journal*, 5(2), 218–244.
- Roni Gunawan Raja Gukguk, & Nyoman Serikat Putra Jaya. (2019). Tindak Pidana Narkotika Sebagai Transnasional Organized Crime. *Jurnal Pembangunan Hukum Indonesia*, 1(3), 337–351.
- Samsurizal, R., Indonesia, U., Baron, P., Indonesia, U., & Probo, T. (2023). Collaborative Governance dalam Pencegahan Peredaran Narkoba di Indonesia. *Jurnal Kajian Strategik Ketahanan Nasional*, 6(1). <https://doi.org/10.7454/jkskn.v6i1.10076>
- Setyanjana, A. Y., Yogaswara, Y. ., & Junjuna, S. F. (2025). Tinjauan Material High-Performance sebagai Nosel Roket: Nickel Superalloy, Refractory Metals, CMCs, dan C-C Composites. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 8(1), 48–58.
- Sinaga, J., Budiman, A., & Pandjaitan, M. B. (2025). The Impact of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Integration on the Effectiveness of Sea and Air Access Control in the ALKI 1 Region Pengaruh Integrasi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) terhadap Efektivitas Pengendalian Akses

- Laut dan Udara di Wilayah ALKI 1. *Journal of Industrial Engineering & Management*, 6(5), 51–59.
- Soemantri, A. I., Prakoso, L. Y., & Risahdi, M. (2025). Development of an Unmanned Surface Vehicle (USV) Threat Detection and Prevention System in Indonesian Maritime Areas Using AI and Sensor Fusion Technology Pengembangan Sistem Deteksi dan Pencegahan Ancaman Kapal Tanpa Awak (Unmanned Surface Vehicle / U. *Indonesian Journal of Interdisciplinary Research in Science and Technology (MARCOPOL)*, 3(8), 859–874.
- Sugiyono, T., Warka, I. W., & Suwarno, P. (2020). Strategi Pertahanan Laut Penanganan Kejahatan Transnasional Narkoba di Selat Sunda. *Jurnal Prodi Strategi Pertahanan Laut*, 6(2), 20. <http://jurnalprodi.idu.ac.id/index.php/SPL/article/view/565>
- Triandini, E., Jayanatha, S., Indrawan, A., Werla Putra, G., & Iswara, B. (2019). Metode Systematic Literature Review untuk Identifikasi Platform dan Metode Pengembangan Sistem Informasi di Indonesia. *Indonesian Journal of Information Systems*, 1(2), 63. <https://doi.org/10.24002/ijis.v1i2.1916>
- Triyani, T., Supriyadi, A. A., Yulianto, B. A., Yudho, L., & Suwarno, P. (2025). Pengembangan Model Deteksi Ancaman Maritim Berbasis AI: Kerangka Keamanan Prediktif untuk Penangkapan Ikan Ilegal dan Pembajakan di Laut Natuna. *Jurnal Locus Penelitian Dan Pengabdian*, 4(7), 4605–4622. <https://doi.org/10.58344/locus.v4i7.4513>
- Utomo, Y. R., & Supriyadi, A. A. (2025). Kebijakan Publik Dan Pertahanan Nasional Dalam Pengelolaan Wilayah Perbatasan : Analisis Strategi Keamanan Nasional Public Policy And National Defense In Border Area Management : An Analysis Of National Security Strategy. *Inovasi Pembangunan – Jurnal Kelitbangan*, 13(2), 159–180.
- Vallor, S. (2013). The future of military virtue: Autonomous systems and the moral deskilling of the military. *International Conference on Cyber Conflict, CYCON, CyCon*, 471–486.
- Wahidun, S. B., Sulistyadi, E., & Suseto, B. (2025). Advancement of Marine Zone Strength in the Indonesian Frontier Regions as an Execution of an All-Encompassing War Approach During Non-Conflict Periods. *Formosa Journal of Multidisciplinary Research*, 4(3), 1171–1178. <https://doi.org/10.55927/fjmr.v4i3.81>
- Wang, J., Zhou, K., Xing, W., Li, H., & Yang, Z. (2023). Applications, Evolutions, and Challenges of Drones in Maritime Transport. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/jmse11112056>
- Yulianto, Y. (2022). Hak Lintas Damai Berdasarkan United Nation Convention On The Law Of The Sea (UNCLOS) 1982 dan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor Km 130 Tahun 2020 Tentang Penetapan Sistem Rute di Selat Sunda. *Jurnal Universal Technic*, 1(1), 95–105. <https://doi.org/10.58192/unitech.v1i1.39>