



Analisis Penggunaan Pesawat Tanpa Awak di KRI Kelas MLRF dalam Mencegah Kegiatan *Illegal Fishing* di Wilayah Laut Natuna Utara

Ado Andhika Herlambang¹, Didi Efendi², Ari Artanto³

¹ Pendidikan Reguler, Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut, Jakarta, Indonesia, adotnxv@gmail.com

² Pendidikan Reguler, Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut, Jakarta, Indonesia, 46efendi@gmail.com

³ Pendidikan Reguler, Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut, Jakarta, Indonesia, ariartanto02@gmail.com

Corresponding Author: adotnxv@gmail.com¹

Abstract: The North Natuna Sea waters face serious threats from illegal fishing activities by foreign vessels that undermine Indonesia's national economy and maritime sovereignty. This research analyzes the effectiveness of integrating Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) with Indonesian Navy Multi-role Light Frigate (MLRF) class vessels in preventing illegal fishing in these strategic waters. The research methodology employs a descriptive qualitative approach with secondary data analysis from Indonesian Navy operational reports and Ministry of Marine Affairs and Fisheries data. Data were collected through interviews with Indonesian Navy officials and operational document analysis. Research findings indicate that UAV implementation on MLRF-class vessels provides significant enhancement in illegal fishing detection capabilities. UAV integration with KRI command and control systems creates network-centric capability enabling real-time coordination with other units. Integrated datalink systems accelerate response time from detection to apprehension. UAVs provide tactical advantages through surprise factor and stealth operations, enabling documentation of illegal activities with strong evidence for legal proceedings. From an economic perspective, UAVs prove cost-effective with lower costs than KRI operational expenses while providing broader coverage area. However, limitations include restricted payload, vulnerability to adverse weather conditions, and requirements for specially trained personnel. Recommendations include UAV type standardization, capability development, personnel capacity enhancement, communication infrastructure development, and formulation of regulations for UAV usage in maritime law enforcement operations. The research confirms that UAVs on MLRF-class vessels represent an effective solution for enhancing illegal fishing prevention capabilities in North Natuna waters.

Keyword: Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), KRI Class MRLF, Illegal Fishing, Northern Natuna Sea, Maritime Surveillance

Abstrak: Wilayah laut Natuna Utara menghadapi ancaman serius berupa kegiatan illegal fishing oleh kapal-kapal asing yang merugikan ekonomi nasional dan kedaulatan maritim Indonesia. Penelitian ini menganalisis efektivitas penggunaan pesawat tanpa awak (UAV) yang diintegrasikan dengan Kapal Republik Indonesia (KRI) kelas *Multi-role Light Frigate* (MLRF) dalam mencegah *illegal fishing* di perairan strategis tersebut. Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan analisis data sekunder dari laporan operasional TNI Angkatan Laut dan Kementerian Kelautan dan Perikanan. Data dikumpulkan melalui wawancara dengan pejabat TNI Angkatan Laut dan analisis dokumen operasional. Hasil penelitian menunjukkan implementasi UAV pada KRI kelas MLRF memberikan peningkatan signifikan dalam kemampuan deteksi *illegal fishing*. Integrasi UAV dengan sistem *command and control* KRI menciptakan *network centric capability* yang memungkinkan koordinasi *real-time* dengan unit lain. Sistem *datalink* terintegrasi mempercepat waktu respon dari deteksi hingga penangkapan. UAV memberikan keunggulan taktis melalui *surprise factor* dan *stealth operation*, memungkinkan dokumentasi aktivitas ilegal dengan bukti kuat untuk proses hukum. Dari aspek ekonomi, UAV terbukti *cost-effective* dengan biaya lebih murah dari biaya operasional KRI namun dengan *coverage area* lebih luas. Namun terdapat keterbatasan berupa *payload* terbatas, kerentanan terhadap cuaca buruk, dan kebutuhan personel terlatih khusus. Rekomendasi meliputi standardisasi jenis UAV, pengembangan kemampuan, peningkatan kapasitas personel, pengembangan infrastruktur komunikasi, dan penyusunan regulasi penggunaan UAV dalam operasi penegakan hukum maritim. Penelitian menegaskan bahwa UAV pada KRI kelas MLRF merupakan solusi efektif untuk meningkatkan kemampuan pencegahan illegal fishing di Natuna Utara.

Kata Kunci: Pesawat Tanpa Awak, KRI MLRF, *Illegal Fishing*, Natuna Utara, Pengawasan Maritim

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia dengan 17.508 pulau dan wilayah perairan seluas 5,8 juta kilometer persegi menghadapi tantangan kompleks dalam menjaga kedaulatan maritimnya. Salah satu ancaman paling serius yang dihadapi adalah kegiatan *illegal fishing* atau penangkapan ikan secara ilegal yang tidak hanya merugikan ekonomi nasional tetapi juga mengancam kelestarian sumber daya kelautan Indonesia. Fenomena ini menjadi semakin mengkhawatirkan terutama di wilayah-wilayah perbatasan maritim yang strategis seperti Laut Natuna Utara, dimana intensitas aktivitas penangkapan ikan ilegal oleh kapal-kapal asing mencapai tingkat yang sangat mengkhawatirkan (Marsetio, 2018).

Wilayah Laut Natuna Utara memiliki posisi strategis yang sangat penting bagi Indonesia karena berbatasan langsung dengan perairan internasional dan wilayah kedaulatan beberapa negara tetangga seperti Vietnam, Malaysia, dan Kamboja. Lokasi geografis yang strategis ini menjadikan perairan Natuna Utara sebagai salah satu wilayah dengan potensi sumber daya perikanan yang sangat melimpah, dengan total allowable catch mencapai 768.916 ton berdasarkan studi tahun 2018. Namun, keunggulan geografis dan kekayaan sumber daya ini justru menjadi daya tarik bagi pelaku *illegal fishing* dari berbagai negara untuk melakukan eksploitasi sumber daya perikanan Indonesia secara ilegal dan tidak terkendali (FAO, 2022).

Praktik *illegal fishing* di wilayah Laut Natuna Utara telah mencapai tingkat yang sangat mengkhawatirkan, dengan berbagai operasi penangkapan yang berhasil dilakukan oleh aparat penegak hukum membuktikan masifnya kegiatan ilegal tersebut. Pada bulan Maret 2020, otoritas Indonesia berhasil menangkap lima kapal Vietnam yang melakukan penangkapan ikan ilegal di Laut Natuna Utara. Pada April 2023, Kementerian Kelautan dan Perikanan berhasil

menyita enam kapal asing yang melakukan *illegal fishing*, dimana lima diantaranya berbendera Filipina dan satu kapal berbendera Vietnam. Data-data penangkapan ini hanya mencerminkan sebagian kecil dari aktivitas *illegal fishing* yang sesungguhnya terjadi, mengingat luasnya wilayah perairan yang harus diawasi dan keterbatasan kemampuan patroli konvensional (Mufid, 2021).

Dampak ekonomi dari kegiatan *illegal fishing* terhadap Indonesia sangat signifikan dan mengkhawatirkan. Estimasi kerugian akibat *illegal fishing* mencapai miliaran dollar Amerika Serikat setiap tahunnya, dengan beberapa perkiraan menunjukkan bahwa hingga 40% dari seluruh produk seafood ditangkap secara ilegal setiap tahunnya. Angka ini berkontribusi langsung terhadap ketidakamanan pangan di berbagai komunitas di seluruh Indonesia karena populasi ikan menurun dengan cepat akibat eksplorasi berlebihan dan tidak berkelanjutan. Selain kerugian ekonomi langsung, *illegal fishing* juga mengancam keberlanjutan ekosistem laut dan mengganggu mata pencaharian nelayan lokal yang bergantung pada sumber daya perikanan sebagai sumber penghidupan utama (BIG, 2025).

Kompleksitas permasalahan *illegal fishing* di Laut Natuna Utara tidak hanya terbatas pada aspek ekonomi dan lingkungan, tetapi juga menyentuh dimensi kedaulatan dan keamanan nasional Indonesia. Aktivitas penangkapan ikan ilegal seringkali disertai dengan pelanggaran batas territorial, pencemaran lingkungan laut, dan bahkan potensi konflik dengan aparat penegak hukum Indonesia. Situasi ini semakin diperparah oleh dinamika geopolitik di kawasan Laut China Selatan yang kompleks, dimana wilayah Natuna Utara memiliki posisi strategis dalam konteks persaingan kepentingan regional. Oleh karena itu, penanganan *illegal fishing* di wilayah ini memerlukan pendekatan yang komprehensif dan melibatkan dimensi diplomasi, penegakan hukum, dan penggunaan teknologi canggih (The Diplomat, 2025).

Namun, keunggulan geografis dan kekayaan sumber daya ini justru menjadi daya tarik bagi pelaku *illegal fishing* dari berbagai negara untuk melakukan eksplorasi sumber daya perikanan Indonesia secara ilegal dan tidak terkendali. Kompleksitas permasalahan *illegal fishing* di wilayah Laut Natuna Utara, terdapat beberapa tantangan operasional yang secara spesifik menjadi kendala utama dalam upaya pencegahan dan penegakan hukum. Tantangan-tantangan ini mencakup aspek teknis, operasional, dan strategis yang saling berkaitan dan memerlukan solusi terintegrasi untuk mengoptimalkan efektivitas pengawasan maritim.

Keterbatasan *endurance* KRI kelas MLRF yang tidak mampu untuk mengcover wilayah Laut Natuna Utara yang sangat luas menyebabkan adanya gap area dan waktu pengawasan yang dimanfaatkan oleh pelaku *illegal fishing*. Luasnya wilayah perairan yang harus diawasi, mencapai ratusan ribu kilometer persegi, memerlukan kehadiran patroli yang kontinyu dan menyeluruh. Namun, keterbatasan daya jangkau dan daya tahan operasional kapal-kapal patroli konvensional menciptakan celah-celah pengawasan yang dapat dieksplorasi oleh kapal-kapal pelaku *illegal fishing* untuk beroperasi tanpa terdeteksi.

Kurangnya kemampuan *real-time surveillance* dan *intelligence gathering* mengakibatkan adanya *time lag* signifikan antara deteksi, identifikasi, dan respons operasional terhadap aktivitas *illegal fishing*. Dalam operasi maritim, kecepatan respons menjadi faktor krusial karena kapal-kapal ilegal dapat dengan cepat berpindah lokasi atau melarikan diri ke perairan internasional sebelum aparat penegak hukum dapat melakukan intersepsi. Keterlambatan dalam proses deteksi dan respons ini memberikan keuntungan taktis yang signifikan bagi pelaku *illegal fishing* dan mengurangi efektivitas operasi penegakan hukum.

Efisiensi operasional yang belum optimal dalam hal *ratio cost-effectiveness* antara biaya operasi dan hasil pencegahan *illegal fishing* menunjukkan perlunya pendekatan yang lebih inovatif. Operasi patroli konvensional memerlukan biaya operasional yang tinggi dalam hal bahan bakar, pemeliharaan kapal, dan sumber daya manusia, namun hasil yang dicapai dalam hal pencegahan dan penangkapan pelaku *illegal fishing* masih belum sebanding dengan investasi yang dikeluarkan. Tidak adanya *force multiplier* yang dapat memaksimalkan

penggunaan sumber daya yang terbatas menjadi tantangan strategis yang memerlukan solusi teknologi yang lebih canggih.

Keterbatasan teknologi pengawasan yang ada saat ini, seperti radar dan satelit, yang tidak dapat memberikan akurasi tinggi dalam mendeteksi kapal ilegal dalam cuaca buruk atau kondisi laut yang ekstrem, sehingga memperlambat respons terhadap aktivitas *illegal fishing*. Kondisi cuaca tropis yang seringkali tidak menentu, termasuk kabut tebal, hujan lebat, dan gelombang tinggi, dapat mengganggu efektivitas sistem pengawasan konvensional. Hal ini menciptakan window of opportunity bagi pelaku *illegal fishing* untuk beroperasi dalam kondisi-kondisi yang sulit dipantau oleh teknologi pengawasan tradisional.

Praktik *illegal fishing* di wilayah Laut Natuna Utara telah mencapai tingkat yang sangat mengkhawatirkan, dengan berbagai operasi penangkapan yang berhasil dilakukan oleh aparat penegak hukum membuktikan masifnya kegiatan ilegal tersebut. Pada bulan Maret 2020, otoritas Indonesia berhasil menangkap lima kapal Vietnam yang melakukan penangkapan ikan ilegal di Laut Natuna Utara (GFW, 2024). Pada April 2023, Kementerian Kelautan dan Perikanan berhasil menyita enam kapal asing yang melakukan *illegal fishing*, dimana lima diantaranya berbendera Filipina dan satu kapal berbendera Vietnam (Kompas, 2023). Data-data penangkapan ini hanya mencerminkan sebagian kecil dari aktivitas *illegal fishing* yang sesungguhnya terjadi, mengingat luasnya wilayah perairan yang harus diawasi dan keterbatasan kemampuan patroli konvensional.

Dampak ekonomi dari kegiatan *illegal fishing* terhadap Indonesia sangat signifikan dan mengkhawatirkan. Estimasi kerugian akibat *illegal fishing* mencapai miliaran dollar Amerika Serikat setiap tahunnya, dengan beberapa perkiraan menunjukkan bahwa hingga 40% dari seluruh produk seafood ditangkap secara ilegal setiap tahunnya (ISEA, 2025). Angka ini berkontribusi langsung terhadap ketidakamanan pangan di berbagai komunitas di seluruh Indonesia karena populasi ikan menurun dengan cepat akibat eksplorasi berlebihan dan tidak berkelanjutan. Selain kerugian ekonomi langsung, *illegal fishing* juga mengancam keberlanjutan ekosistem laut dan mengganggu mata pencarian nelayan lokal yang bergantung pada sumber daya perikanan sebagai sumber penghidupan utama.

Kompleksitas permasalahan *illegal fishing* di Laut Natuna Utara tidak hanya terbatas pada aspek ekonomi dan lingkungan, tetapi juga menyentuh dimensi kedaulatan dan keamanan nasional Indonesia. Aktivitas penangkapan ikan ilegal seringkali disertai dengan pelanggaran batas territorial, pencemaran lingkungan laut, dan bahkan potensi konflik dengan aparat penegak hukum Indonesia (Setyono, 2023). Situasi ini semakin diperparah oleh dinamika geopolitik di kawasan Laut China Selatan yang kompleks, dimana wilayah Natuna Utara memiliki posisi strategis dalam konteks persaingan kepentingan regional. Oleh karena itu, penanganan *illegal fishing* di wilayah ini memerlukan pendekatan yang komprehensif dan melibatkan dimensi diplomasi, penegakan hukum, dan penggunaan teknologi canggih.

Upaya pemerintah Indonesia dalam mengatasi permasalahan *illegal fishing* telah menunjukkan komitmen yang kuat melalui berbagai kebijakan tegas, termasuk kebijakan tenggelamkan kapal (*sink the vessels*) yang dicanangkan pada era pemerintahan Presiden Jokowi (Pudjiastuti, 2019). Kebijakan ini telah menunjukkan hasil yang signifikan, dengan analisis *Global Fishing Watch* menunjukkan penurunan kehadiran kapal asing di perairan Indonesia hingga lebih dari 90% sejak pemberlakuan larangan oleh Menteri Kelautan dan Perikanan (GFW, 2024). Meskipun demikian, tantangan operasional dalam implementasi pengawasan dan penegakan hukum di wilayah laut yang sangat luas masih memerlukan solusi teknologi yang lebih canggih dan efektif.

Perkembangan teknologi militer modern, khususnya dalam bidang *unmanned systems*, telah membuka peluang baru dalam operasi pengawasan maritim dan penegakan hukum di laut. Pesawat tanpa awak atau *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) telah terbukti menjadi *game changer* dalam berbagai operasi militer dan keamanan di seluruh dunia, dengan kemampuan

surveillance, reconnaissance, dan strike capability yang sangat canggih (CIMS, 2025). Dalam konteks operasi maritim, UAV menawarkan keunggulan dalam hal jangkauan operasi yang luas, daya tahan yang tinggi, kemampuan operasi dalam berbagai kondisi cuaca, dan efisiensi biaya. Operasional yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan platform konvensional (UST, 2025).

TNI Angkatan Laut Indonesia telah menunjukkan komitmen untuk mengintegrasikan teknologi UAV dalam operasi keamanan maritimnya, dengan berbagai rencana pengembangan squadron UAV domestik untuk memperkuat kemampuan *surveillance*. Integrasi UAV dengan kapal perang modern seperti KRI kelas *Multi-role Light Frigate* (MLRF) diharapkan dapat menciptakan sinergi operasional yang signifikan dalam menghadapi tantangan keamanan maritim kontemporer (Ali, 2024). Kemampuan UAV dalam melakukan *Medium-Altitude, Long-Endurance (MALE)* operations sangat krusial dalam mengatasi tantangan maritim di wilayah teritorial dan zona ekonomi eksklusif Indonesia yang sangat luas.

Pentingnya penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk menganalisis secara mendalam efektivitas integrasi teknologi UAV dengan platform KRI kelas MLRF sebagai solusi inovatif dalam mencegah kegiatan *illegal fishing* di wilayah Laut Natuna Utara. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademis dan praktis dalam pengembangan strategi keamanan maritim Indonesia, serta memberikan rekomendasi kebijakan yang dapat mendukung optimalisasi penggunaan teknologi canggih dalam menjaga kedaulatan dan sumber daya maritim Indonesia. Dengan demikian, penelitian ini memiliki relevansi strategis yang tinggi dalam konteks pengembangan kemampuan pertahanan maritim Indonesia di era modern.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan Pesawat Tanpa Awak (*Unmanned Aerial Vehicle/UAV*) pada Kapal Republik Indonesia (KRI) kelas *Multi-role Light Frigate* (MLRF) dalam mencegah kegiatan *illegal fishing* di Laut Natuna Utara. Pendekatan ini dipilih karena memberikan kemampuan eksploratif terhadap fenomena empiris penggunaan UAV dalam operasi keamanan maritim serta pemahaman mendalam terhadap konteks operasional dan strategis di lapangan. Desain penelitian kualitatif memungkinkan penggalian informasi komprehensif melalui analisis tematik terhadap data primer dan sekunder. Data primer dikumpulkan melalui wawancara mendalam dengan informan kunci, seperti komandan KRI, operator UAV, analis intelijen maritim, serta pejabat dari Bakamla dan TNI Angkatan Laut yang terlibat langsung dalam operasi pengawasan maritim. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur menggunakan *interview guide* untuk memperoleh informasi rinci terkait kapabilitas teknis UAV, efektivitas misi, dan tantangan implementasi di medan operasi. Selain itu, observasi lapangan turut dilakukan guna mengamati secara langsung prosedur operasional UAV dalam patroli laut, mulai dari tahap perencanaan hingga evaluasi hasil pemantauan. Data sekunder diperoleh melalui studi dokumen kebijakan pertahanan nasional, laporan operasi keamanan laut, regulasi penggunaan UAV, serta penelitian terdahulu yang relevan. Seluruh data dianalisis menggunakan perangkat lunak Nvivo untuk mengorganisir, melakukan *coding*, dan mengidentifikasi tema-tema utama yang berkaitan dengan efektivitas UAV dalam mendukung misi pengawasan maritim.

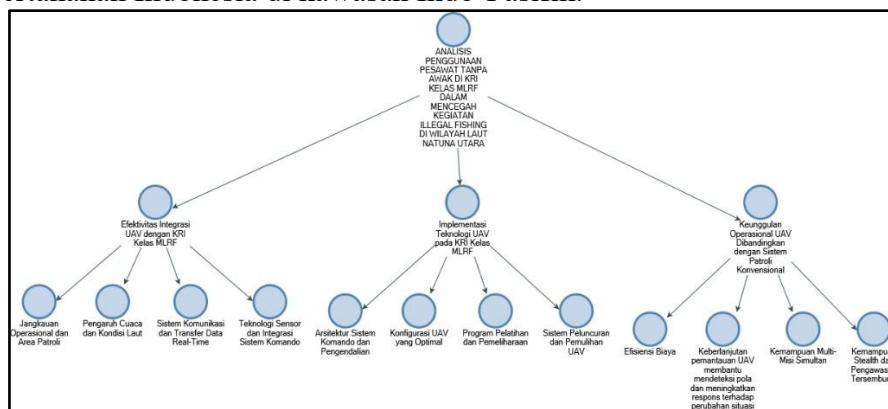
Unit analisis dalam penelitian ini adalah implementasi UAV pada KRI kelas MLRF yang difokuskan pada dimensi teknis, operasional, dan strategis dalam mencegah *illegal fishing* di wilayah Laut Natuna Utara. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi panduan wawancara, lembar observasi, dan analisis dokumen yang disusun untuk menggali data empiris terkait efektivitas, kendala, dan peluang optimalisasi penggunaan UAV. Sumber data berasal dari kombinasi data primer hasil wawancara dan observasi, serta data sekunder berupa laporan resmi, regulasi teknis, dan publikasi ilmiah. Teknik pengumpulan data meliputi wawancara

mendalam, observasi langsung, kuesioner pendukung, dan studi dokumentasi, sedangkan teknik analisis data dilakukan melalui tiga tahap utama yaitu reduksi data, penyajian data, dan verifikasi data dengan metode triangulasi untuk menjamin keabsahan temuan. Analisis dilakukan secara sistematis menggunakan *thematic analysis* yang mengidentifikasi pola hubungan antara integrasi UAV dan efektivitas pengawasan maritim. Tahapan penelitian dimulai dari penyusunan proposal, pengumpulan data lapangan, pengolahan data menggunakan Nvivo, hingga penyusunan laporan akhir yang menghasilkan rekomendasi strategis bagi TNI Angkatan Laut. Pendekatan metodologis ini diharapkan mampu menghasilkan pemahaman ilmiah dan praktis tentang peran UAV sebagai *force multiplier* dalam meningkatkan efektivitas pengawasan dan pencegahan *illegal fishing* di Laut Natuna Utara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

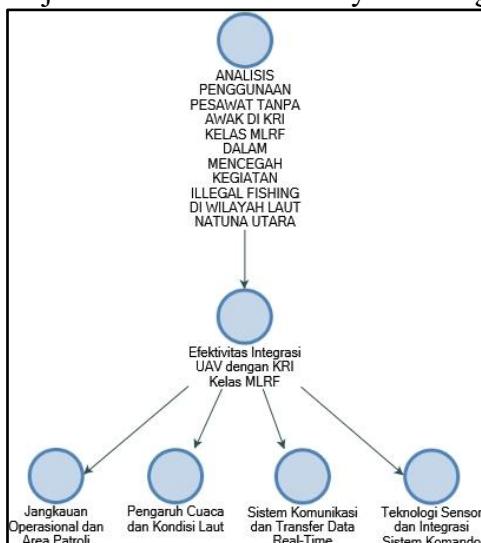
Penelitian ini menganalisis penggunaan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yang diintegrasikan dengan Kapal Republik Indonesia (KRI) kelas *Multi-role Light Frigate* (MLRF) sebagai inovasi strategis untuk mencegah *illegal fishing* di Laut Natuna Utara, wilayah maritim yang strategis namun rawan eksploitasi ilegal. Melalui metode kualitatif deskriptif, penelitian ini mengevaluasi efektivitas UAV dalam memperluas jangkauan pengawasan, meningkatkan operasi real-time, dan menekan biaya dibandingkan patroli konvensional. Data diperoleh melalui wawancara dengan pejabat TNI Angkatan Laut, operator UAV, dan perwakilan Kementerian Kelautan dan Perikanan, serta studi dokumentasi terhadap laporan operasional dan kebijakan terkait. Analisis menggunakan perangkat lunak Nvivo dilakukan melalui reduksi, kategorisasi, dan triangulasi data untuk menghasilkan temuan yang valid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi UAV dengan KRI meningkatkan kemampuan deteksi dan respons terhadap kegiatan *illegal fishing*, meskipun masih menghadapi tantangan seperti keterbatasan *payload*, pengaruh cuaca, dan kebutuhan kompetensi teknis tinggi. Secara keseluruhan, integrasi ini tidak hanya berfungsi sebagai solusi taktis dalam pengawasan Laut Natuna Utara, tetapi juga sebagai langkah strategis dalam memperkuat kedaulatan maritim dan diplomasi pertahanan Indonesia di kawasan Indo-Pasifik.



Gambar 1. Project Map Nvivo

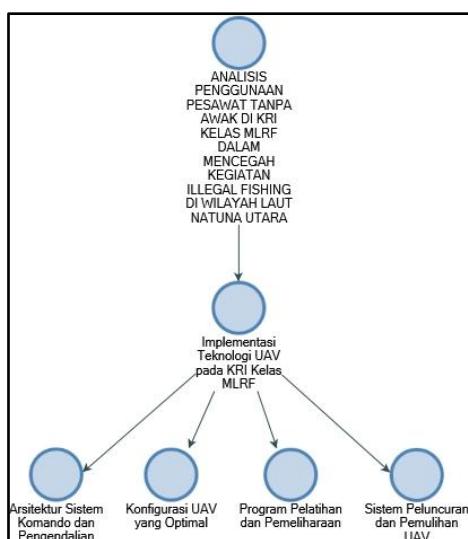
Penelitian ini menganalisis efektivitas integrasi pesawat tanpa awak (*Unmanned Aerial Vehicle/UAV*) dengan KRI Kelas *Multi-role Light Frigate* (MLRF) dalam mencegah kegiatan *illegal fishing* di Laut Natuna Utara sebagai upaya strategis peningkatan keamanan maritim nasional. UAV berfungsi sebagai *force multiplier* yang mampu memperluas jangkauan patroli, melakukan pengawasan pada area yang sulit dijangkau kapal konvensional, serta mengirimkan data sensor dan citra secara real-time ke pusat komando KRI untuk mempercepat proses deteksi dan respons terhadap aktivitas ilegal. Integrasi teknologi ini melibatkan konfigurasi sistem UAV yang optimal, pelatihan operator, serta pemeliharaan berkelanjutan guna menjamin

performa dan reliabilitas operasional. UAV dilengkapi dengan teknologi penginderaan jauh, seperti kamera inframerah dan radar, yang memungkinkan pengawasan 24 jam di berbagai kondisi cuaca, sehingga meningkatkan akurasi dan efektivitas pemantauan. Dari aspek efisiensi, penggunaan UAV terbukti lebih hemat sumber daya dan biaya dibandingkan patroli konvensional, sekaligus memperkuat sinergi antara sistem pemantauan maritim dan lembaga penegak hukum melalui pertukaran data secara cepat dan terintegrasi. Dengan demikian, implementasi UAV pada KRI Kelas MLRF tidak hanya meningkatkan kemampuan deteksi dan respons terhadap *illegal fishing*, tetapi juga berkontribusi signifikan terhadap penguatan sistem pengawasan laut yang berkelanjutan dan efisien di wilayah strategis Laut Natuna Utara.



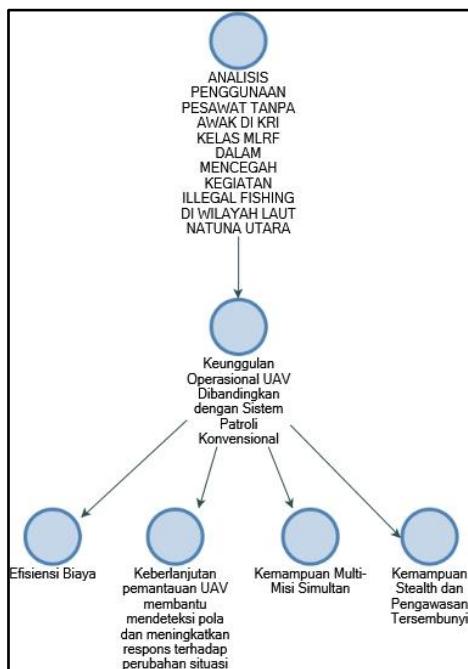
Gambar 2. Triangulasi Nvivo Efektivitas Integrasi UAV dengan KRI MLRF

Berdasarkan Gambar 2, penelitian ini berfokus pada analisis integrasi pesawat tanpa awak (UAV) dengan KRI Kelas MLRF dalam upaya pencegahan kegiatan illegal fishing di wilayah Laut Natuna Utara. Integrasi ini bertujuan memperluas jangkauan operasional patroli laut, khususnya pada area yang sulit dijangkau kapal konvensional, sekaligus memperkuat efektivitas pengawasan maritim melalui peningkatan kemampuan deteksi dan respon. UAV memiliki keunggulan dalam jangkauan terbang yang luas, kemampuan pengawasan di daerah terpencil, serta pemantauan kondisi cuaca dan laut yang memengaruhi efektivitas patroli. Penelitian ini juga menelaah aspek kestabilan operasional UAV dalam berbagai kondisi cuaca, sistem komunikasi dan transfer data real-time dengan pusat komando KRI, serta efektivitas integrasi sensor dan sistem komando dalam mendeteksi aktivitas kapal ilegal. Melalui analisis tersebut, penelitian ini berupaya menunjukkan bahwa pemanfaatan UAV secara sinergis dengan KRI Kelas MLRF dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kecepatan respon dalam operasi patroli laut guna mencegah kegiatan illegal fishing secara lebih optimal.



Gambar 3. Implementasi Teknologi UAV pada KRI Kelas MLRF

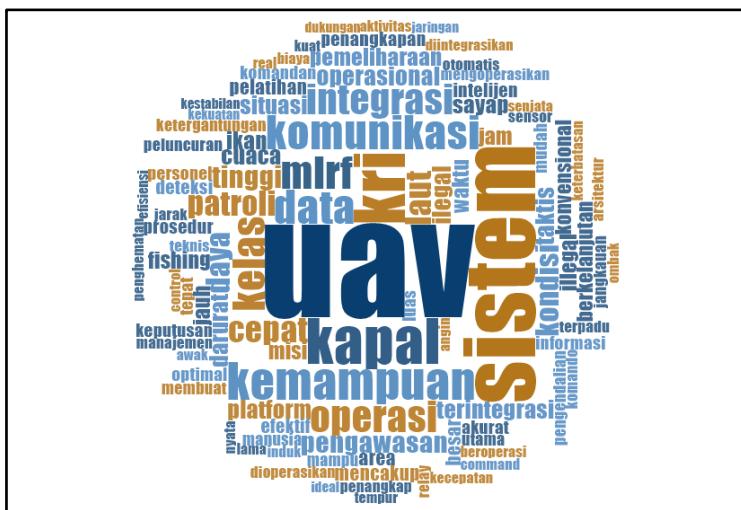
Penelitian ini menyoroti integrasi pesawat tanpa awak (UAV) dengan KRI Kelas MLRF sebagai langkah strategis dalam memperkuat pengawasan maritim dan mencegah aktivitas illegal fishing di Laut Natuna Utara. Keberhasilan integrasi ini bergantung pada sistem komando dan pengendalian (C2) yang terhubung secara real-time melalui komunikasi satelit yang stabil dan aman, memungkinkan transmisi data gambar, video, dan posisi kapal secara efisien. UAV yang digunakan harus memiliki daya tahan tinggi, mampu beroperasi di kondisi laut ekstrem, serta dilengkapi sensor canggih seperti EO/IR, radar mini-SAR, dan penerima AIS, dengan dukungan sistem peluncuran, pemulihan, serta pelatihan operator yang terstandar. Pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk analisis otomatis data penginderaan memperkuat kemampuan deteksi dini terhadap aktivitas mencurigakan di laut. Melalui penelitian dan pengembangan berkelanjutan, termasuk peningkatan desain aerodinamis dan sistem redundansi, integrasi UAV dan KRI diharapkan dapat mewujudkan sistem pengawasan maritim yang tangguh, adaptif, dan efisien dalam menghadapi tantangan operasional di wilayah Laut Natuna Utara.



Gambar 4. Keunggulan Operasional UAV

Penelitian ini menyoroti keunggulan operasional pesawat tanpa awak (UAV) yang diintegrasikan dengan KRI Kelas MLRF dalam upaya pencegahan illegal fishing di Laut

Natuna Utara. Integrasi ini memberikan efisiensi biaya yang signifikan dibandingkan sistem patroli konvensional, karena UAV mampu mengurangi pengeluaran operasional seperti bahan bakar, pemeliharaan, dan gaji kru melalui kemampuan operasional otomatis serta daya tahan baterai yang tinggi. Selain efisiensi, UAV juga memungkinkan pemantauan maritim yang berkelanjutan dan luas tanpa memerlukan banyak sumber daya manusia, sehingga dapat mendeteksi pola aktivitas penangkapan ikan ilegal secara lebih efektif. Kemampuan UAV untuk menjalankan misi simultan meliputi pencarian, klasifikasi kapal, serta pengumpulan data visual dan sensor meningkatkan kecepatan serta akurasi respons KRI terhadap aktivitas mencurigakan melalui data real-time. Di sisi lain, fitur stealth UAV memungkinkan pengawasan tanpa terdeteksi, sehingga memperbesar peluang identifikasi kapal ilegal di wilayah yang sulit dijangkau. Secara keseluruhan, integrasi UAV dengan KRI Kelas MLRF tidak hanya meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengawasan maritim, tetapi juga memperkuat kapasitas Indonesia dalam penegakan hukum terhadap praktik *illegal fishing* di Laut Natuna Utara.



Gambar 5. Word Query Nvivo

Berdasarkan hasil analisis *word cloud*, tampak bahwa kata kunci yang paling menonjol berkaitan dengan sistem *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) yang menjadi fokus utama pembahasan. UAV berperan penting dalam mendukung operasi berbasis teknologi tinggi, terutama dalam pengawasan dan deteksi yang membutuhkan akurasi serta kecepatan transmisi data secara *real-time*. Dalam konteks maritim, UAV dioperasikan secara terintegrasi dengan kapal sebagai bagian dari sistem pengawasan terpadu untuk memantau dan menanggulangi aktivitas ilegal, seperti *illegal fishing* di wilayah perairan. Integrasi ini memungkinkan peningkatan efektivitas komunikasi, pengumpulan data, serta pengambilan keputusan yang cepat dan tepat selama misi berlangsung. Selain itu, penggunaan UAV memberikan efisiensi operasional yang signifikan karena mampu memperluas jangkauan pengawasan, mengurangi ketergantungan pada patroli kapal yang mahal dan terbatas, serta mempercepat respons terhadap ancaman di laut. Dengan demikian, UAV tidak hanya berfungsi sebagai alat deteksi, tetapi juga sebagai komponen strategis dalam sistem pengawasan maritim yang adaptif, hemat biaya, dan berkelanjutan guna memperkuat keamanan serta stabilitas wilayah perairan internasional.

Tabel 1. Analisa SWOT

Description	Category	SWOT	Importance	Score (1-10)
Peningkatan Pengawasan	Keunggulan dan Efektivitas	Strength	High	8
Efisiensi Biaya	Keunggulan dan Efektivitas	Strength	High	9
Operasi Tersembunyi	Keunggulan dan Efektivitas	Strength	Medium	6
Cakupan Wilayah yang Luas	Keunggulan dan Efektivitas	Strength	High	8

Integrasi dengan Sistem Modern	Keunggulan dan Efektivitas	Strength	High	7
Kerentanan terhadap Cuaca	Tantangan Operasional dan Teknologi	Weakness	Medium	6
Payload Terbatas	Tantangan Operasional dan Teknologi	Weakness	High	7
Kebutuhan Pelatihan dan Keahlian	Tantangan Operasional dan Teknologi	Weakness	High	8
Kegagalan Teknis	Tantangan Operasional dan Teknologi	Weakness	High	9
Durasi Terbatas	Tantangan Operasional dan Teknologi	Weakness	Medium	5
Kemajuan Teknologi	Tantangan Operasional dan Teknologi	Opportunity	High	7
Kerja Sama Internasional	Faktor Eksternal dan Kolaborasi	Opportunity	High	8
Pengembangan Regulasi	Faktor Eksternal dan Kolaborasi	Opportunity	Medium	6
Peningkatan Kesadaran dan Dukungan Publik	Faktor Eksternal dan Kolaborasi	Opportunity	Medium	5
Ekspansi Armada UAV	Faktor Eksternal dan Kolaborasi	Opportunity	High	7
Risiko Keamanan Siber	Risiko dan Isu Global	Threat	High	9
Ketegangan Geopolitik	Risiko dan Isu Global	Threat	Medium	6
Dampak Lingkungan	Risiko dan Isu Global	Threat	Medium	5
Penolakan terhadap Perubahan	Risiko dan Isu Global	Threat	Medium	4
Tantangan Hukum dan Regulasi	Risiko dan Isu Global	Threat	High	8

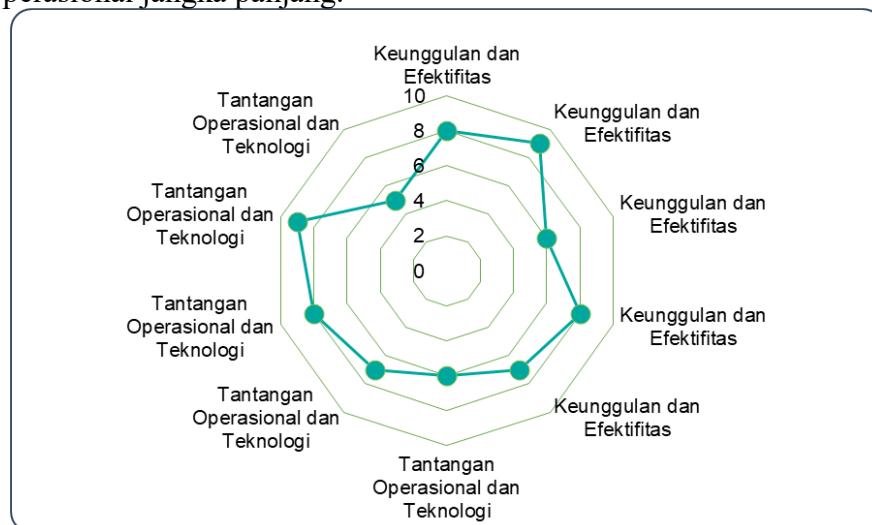
Hasil analisis SWOT menunjukkan bahwa faktor kekuatan seperti keunggulan dan efektivitas memiliki peran dominan dalam mendukung kinerja organisasi, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai tinggi (8–9) yang mencerminkan kontribusi signifikan terhadap efisiensi operasional dan daya saing. Sementara itu, kelemahan yang berkaitan dengan aspek operasional dan teknologi juga menonjol dengan nilai penting tinggi (8), menandakan perlunya perhatian segera terhadap keterbatasan infrastruktur dan integrasi sistem yang dapat menghambat adaptabilitas organisasi. Di sisi lain, peluang yang berasal dari faktor eksternal, terutama kolaborasi dan ekspansi pasar, menunjukkan potensi besar untuk memperkuat posisi organisasi melalui kemitraan strategis dan pemanfaatan inovasi teknologi. Namun, ancaman eksternal seperti ketidakpastian ekonomi, perubahan global, dan risiko regulasi dengan nilai tinggi (8–9) menjadi faktor krusial yang memerlukan strategi mitigasi risiko yang terencana. Dengan demikian, organisasi perlu memaksimalkan kekuatan internal, memperbaiki kelemahan kritis, mengoptimalkan peluang eksternal melalui kolaborasi dan inovasi, serta mengantisipasi ancaman dengan kebijakan adaptif agar tetap kompetitif dan berkelanjutan dalam lingkungan yang dinamis.

Tabel 2. Faktor Internal

Internal Factors	Category	Score	Evaluation
Peningkatan Pengawasan	Keunggulan dan Efektivitas	8	Strength
Efisiensi Biaya	Keunggulan dan Efektivitas	9	Strength
Operasi Terserbuni	Keunggulan dan Efektivitas	6	Strength
Cakupan Wilayah yang Luas	Keunggulan dan Efektivitas	8	Strength
Integrasi dengan Sistem Modern	Keunggulan dan Efektivitas	7	Strength
Kerentanan terhadap Cuaca	Tantangan Operasional dan Teknologi	6	Weakness
Payload Terbatas	Tantangan Operasional dan Teknologi	7	Weakness
Kebutuhan Pelatihan dan Keahlian	Tantangan Operasional dan Teknologi	8	Weakness
Kegagalan Teknis	Tantangan Operasional dan Teknologi	9	Weakness
Durasi Terbatas	Tantangan Operasional dan Teknologi	5	Weakness

Analisis terhadap faktor internal menunjukkan bahwa keunggulan utama sistem terletak pada aspek peningkatan pengawasan, efisiensi biaya, operasi terserbuni, cakupan wilayah yang luas, serta integrasi dengan sistem modern yang secara keseluruhan memberikan

kontribusi signifikan terhadap efektivitas operasional. Faktor-faktor ini mencerminkan kemampuan sistem dalam meningkatkan kinerja dan adaptabilitas terhadap kebutuhan operasional modern, terutama melalui optimalisasi pengawasan dan efisiensi sumber daya. Namun, kelemahan seperti kerentanan terhadap cuaca dan keterbatasan payload menjadi tantangan yang perlu diatasi melalui inovasi teknologi yang mampu meningkatkan stabilitas operasional dan kapasitas muatan. Selain itu, kebutuhan pelatihan dan pengembangan keahlian personel dengan skor tinggi menegaskan pentingnya peningkatan kompetensi sumber daya manusia agar pemanfaatan teknologi canggih dapat optimal. Tantangan lain seperti potensi kegagalan teknis dan durasi operasional terbatas menunjukkan perlunya penguatan infrastruktur serta pengembangan sumber daya energi yang lebih efisien. Dengan demikian, strategi berkelanjutan yang berfokus pada mitigasi risiko, peningkatan kapasitas teknis, dan pengembangan SDM menjadi kunci dalam memperkuat keunggulan internal serta memastikan efektivitas operasional jangka panjang.



Gambar 6. Diagram Web Faktor Internal

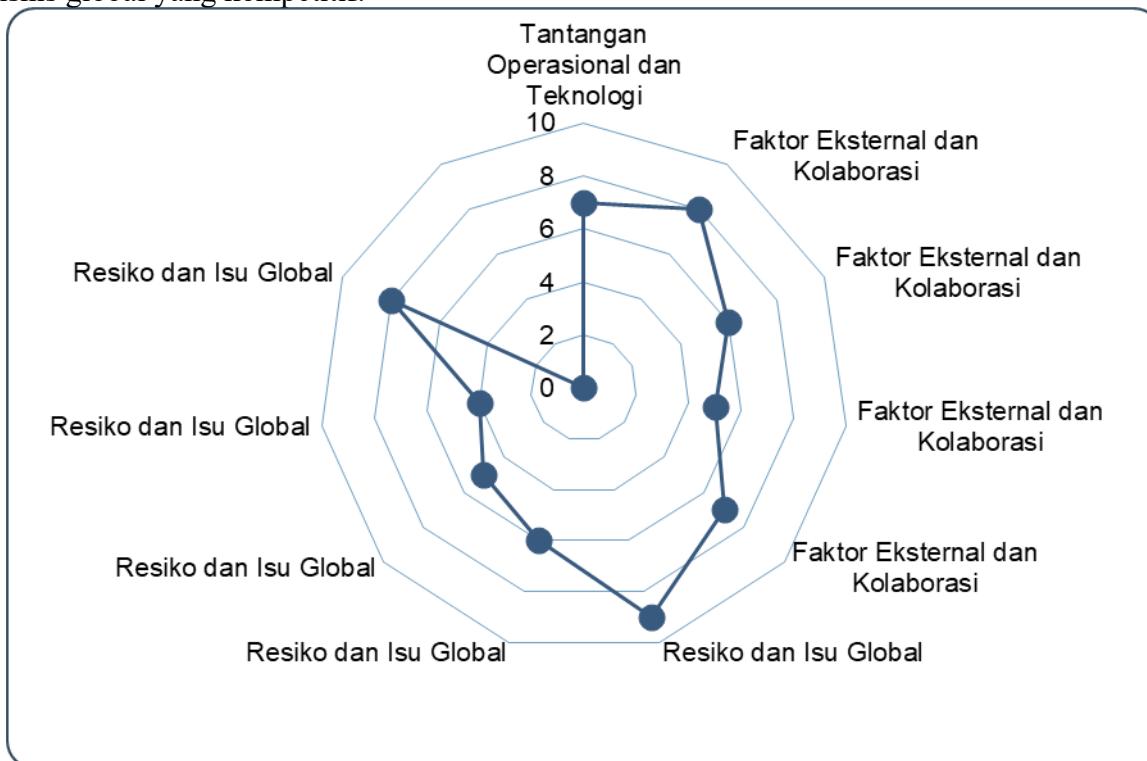
Grafik radar menunjukkan dua dimensi utama, yaitu *Keunggulan dan Efektivitas* serta *Tantangan Operasional dan Teknologi*. Dimensi pertama menampilkan nilai tinggi (8–10), yang menandakan tingkat efektivitas dan efisiensi sistem yang baik dalam menghasilkan output optimal serta berkontribusi signifikan terhadap tujuan organisasi, didukung oleh manajemen yang efektif dan pemanfaatan sumber daya yang optimal. Sebaliknya, dimensi *Tantangan Operasional dan Teknologi* menunjukkan nilai lebih rendah (0–4), mencerminkan adanya hambatan seperti keterbatasan infrastruktur, integrasi sistem yang kurang baik, atau kurangnya dukungan teknologi memadai. Kondisi ini berpotensi menghambat kinerja organisasi melalui inefisiensi operasional dan keterlambatan pengambilan keputusan. Oleh karena itu, peningkatan infrastruktur, adopsi teknologi mutakhir, serta pengembangan kompetensi sumber daya manusia menjadi langkah strategis untuk mengatasi kendala tersebut. Kolaborasi lintas departemen antara bidang teknologi dan operasional juga diperlukan guna memperkuat koordinasi, mempercepat penerapan solusi, dan memastikan keberlanjutan kinerja organisasi secara adaptif serta efektif dalam menghadapi dinamika lingkungan strategis.

Tabel 3. Faktor Eksternal

Internal Factors	Category	Score	Evaluation
Kemajuan Teknologi	Tantangan Operasional dan Teknologi	7	Opportunity
Kerja Sama Internasional	Faktor Eksternal dan Kolaborasi	8	Opportunity
Pengembangan Regulasi	Faktor Eksternal dan Kolaborasi	6	Opportunity
Peningkatan Kesadaran dan Dukungan Publik	Faktor Eksternal dan Kolaborasi	5	Opportunity
Ekspansi Armada UAV	Faktor Eksternal dan Kolaborasi	7	Opportunity

Risiko Keamanan Siber	Risiko dan Isu Global	9	Threat
Ketegangan Geopolitik	Risiko dan Isu Global	6	Threat
Dampak Lingkungan	Risiko dan Isu Global	5	Threat
Penolakan terhadap Perubahan	Risiko dan Isu Global	4	Threat
Tantangan Hukum dan Regulasi	Risiko dan Isu Global	8	Threat

Faktor eksternal yang memengaruhi arah strategi bisnis perusahaan mencakup berbagai peluang dan ancaman yang perlu dikelola secara strategis. Peluang utama muncul dari kemajuan teknologi (skor 7) yang dapat meningkatkan efisiensi operasional, mendorong inovasi produk, serta memperkuat daya saing melalui adopsi sistem digital dalam produksi dan manajemen data. Kerja sama internasional (skor 8) juga menjadi peluang strategis karena membuka akses pasar global, memperluas jaringan kolaborasi, dan mempercepat pertukaran teknologi. Selain itu, perubahan regulasi (skor 6) dapat menciptakan kesempatan adaptasi terhadap kebijakan baru yang menguntungkan, sedangkan peningkatan kesadaran publik (skor 5) memberi peluang bagi perusahaan untuk memperkuat citra dan hubungan dengan konsumen melalui program tanggung jawab sosial. Di sisi lain, ancaman utama datang dari risiko keamanan siber (skor 9) yang menuntut peningkatan sistem perlindungan data dan pelatihan sumber daya manusia untuk mencegah kebocoran informasi. Ketegangan geopolitik (skor 6) dan tantangan hukum-regulasi (skor 8) juga berpotensi mengganggu stabilitas operasional serta meningkatkan biaya kepatuhan, sementara dampak lingkungan (skor 4) dan resistensi terhadap perubahan (skor 5) menuntut penerapan kebijakan keberlanjutan serta strategi manajemen perubahan yang adaptif. Dengan demikian, perusahaan perlu menyeimbangkan antara pemanfaatan peluang dan mitigasi ancaman melalui strategi yang proaktif, inovatif, dan berorientasi pada keberlanjutan agar mampu bertahan serta berkembang di tengah dinamika bisnis global yang kompetitif.



Gambar 7. Diagram Web Faktor Eksternal

Grafik radar menunjukkan dua kategori utama dalam konteks tantangan operasional dan teknologi, yakni Resiko dan Isu Global serta Faktor Eksternal dan Kolaborasi. Hasil analisis memperlihatkan bahwa Faktor Eksternal dan Kolaborasi memiliki skor yang lebih tinggi (8–10) dibandingkan Resiko dan Isu Global (6–7), menandakan bahwa kemampuan adaptasi

terhadap dinamika eksternal dan kemitraan strategis lebih berpengaruh dalam pengambilan keputusan dan perencanaan organisasi. Faktor eksternal seperti perubahan regulasi, perkembangan teknologi, dan dinamika pasar terbukti memiliki dampak langsung terhadap kinerja operasional, sementara kolaborasi dengan pihak luar menjadi elemen krusial dalam membangun daya saing dan ketahanan organisasi. Sebaliknya, meskipun isu global seperti ketidakpastian ekonomi, perubahan iklim, dan ketegangan geopolitik tetap relevan, dampaknya cenderung bersifat jangka panjang dan dikelola secara reaktif melalui strategi mitigasi risiko. Dengan demikian, temuan ini menegaskan pentingnya fokus strategis pada peningkatan kapasitas adaptif dan kolaboratif organisasi untuk menghadapi perubahan eksternal yang cepat, tanpa mengabaikan kesiapan terhadap risiko global sebagai bagian dari perencanaan preventif jangka panjang.

Analisis data secara keseluruhan menunjukkan bahwa integrasi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dengan *Kapal Republik Indonesia* (KRI) MLRF memberikan peningkatan signifikan dalam efektivitas pengawasan maritim, khususnya dalam mendekripsi dan menindak aktivitas *illegal fishing*. UAV menawarkan jangkauan pemantauan yang lebih luas, efisiensi tinggi, serta kemampuan untuk menjangkau area terpencil yang sulit diakses oleh kapal patroli atau satelit. Sistem integrasi UAV-KRI memungkinkan koordinasi yang responsif melalui komunikasi *real-time*, sehingga proses pengambilan keputusan dapat dilakukan lebih cepat dan akurat. Selain itu, UAV memberikan data visual yang detail dan akurat, yang tidak hanya memperkuat bukti hukum dalam penindakan pelanggaran tetapi juga mempercepat deteksi dan respons terhadap ancaman maritim. Dengan demikian, integrasi UAV terbukti menjadi langkah strategis yang memperkuat kemampuan pertahanan laut dan efektivitas operasi penegakan hukum di wilayah perairan Indonesia.

Meskipun demikian, terdapat sejumlah keterbatasan dan tantangan yang perlu diperhatikan dalam penerapannya. Kapasitas *payload* UAV yang terbatas membatasi jenis sensor atau kamera yang dapat digunakan, sementara kondisi cuaca ekstrem sering kali menghambat operasional di lapangan. Selain itu, kurangnya personel terlatih menjadi kendala utama dalam pemanfaatan sistem UAV secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengembangan teknologi UAV dengan peningkatan kapasitas *payload*, daya tahan terhadap cuaca, dan sistem komunikasi yang lebih baik. Rekomendasi strategis mencakup standarisasi UAV, penguatan infrastruktur komunikasi, serta pelatihan intensif bagi operator agar sistem ini dapat berfungsi secara maksimal. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan efektivitas UAV dalam pengawasan maritim sekaligus memperkuat kesiapsiagaan nasional dalam menghadapi ancaman perikanan ilegal dan pelanggaran batas wilayah laut.

Penggunaan UAV pada KRI Kelas MLRF untuk Mencegah Illegal Fishing

Integrasi Pesawat Tanpa Awak (UAV) dengan Kapal Republik Indonesia (KRI) Kelas *Multi-role Light Frigate* (MLRF) merupakan langkah strategis dalam memperkuat pengawasan dan penegakan hukum di wilayah Laut Natuna Utara yang rawan terhadap aktivitas *illegal fishing*. Wilayah ini memiliki nilai ekonomi tinggi dan menjadi sasaran kapal asing yang melakukan eksploitasi sumber daya laut secara ilegal, sehingga mengancam keberlanjutan ekosistem dan kedaulatan maritim Indonesia. UAV memberikan solusi inovatif dengan memperluas jangkauan deteksi dan meningkatkan akurasi pemantauan aktivitas ilegal, melampaui keterbatasan pengawasan konvensional yang dilakukan oleh kapal patroli. Dengan dukungan sensor canggih seperti radar dan kamera resolusi tinggi, UAV mampu memberikan data visual dan analitik secara *real-time* kepada KRI untuk pengambilan keputusan yang cepat dan tepat.

Secara operasional, UAV memiliki keunggulan signifikan dalam hal fleksibilitas, jangkauan, dan kemampuan beroperasi di kondisi cuaca ekstrem. Di wilayah laut yang luas seperti Natuna Utara, UAV memungkinkan pengawasan area yang lebih besar dalam waktu singkat dengan efisiensi bahan bakar dan tenaga kerja yang lebih baik dibandingkan kapal

patroli. UAV juga memiliki kemampuan *stealth* yang memungkinkan pengamatan tanpa terdeteksi, memberikan keuntungan taktis dalam mendeteksi dan mendokumentasikan aktivitas *illegal fishing*. Bukti visual yang diperoleh UAV dapat digunakan sebagai dasar hukum yang kuat dalam proses penegakan hukum terhadap pelaku pelanggaran. Integrasi UAV dengan KRI menciptakan sistem pengawasan maritim berbasis jaringan (*network-centric capability*), yang meningkatkan koordinasi dan efektivitas operasi antarsatuan secara signifikan.

Dari sisi ekonomi, penggunaan UAV terbukti lebih efisien dibandingkan kapal patroli konvensional. Biaya operasional UAV yang rendah, kebutuhan personel yang sedikit, dan jangkauan yang luas menjadikannya pilihan ideal dalam pengawasan maritim skala besar. UAV dapat mengurangi beban anggaran pertahanan dengan menekan biaya bahan bakar, perawatan, dan logistik, sekaligus meningkatkan *return on investment* dalam jangka panjang. Dengan efisiensi tersebut, TNI Angkatan Laut dapat memaksimalkan sumber daya yang terbatas untuk memperluas cakupan pengawasan tanpa harus menambah jumlah kapal atau personel secara signifikan, menjadikan operasi pengamanan laut lebih hemat dan berkelanjutan.

Namun, implementasi UAV juga menghadapi sejumlah tantangan seperti keterbatasan kapasitas muatan (*payload*), ketergantungan pada kondisi cuaca, serta kebutuhan personel yang memiliki keterampilan teknis tinggi. Untuk mengoptimalkan penggunaannya, diperlukan standardisasi spesifikasi UAV, peningkatan kemampuan teknis seperti daya tahan terbang dan akurasi sensor, serta penguatan infrastruktur komunikasi antara UAV dan KRI. Selain itu, regulasi nasional yang mengatur pemanfaatan UAV dalam operasi maritim perlu segera disusun agar penggunaan teknologi ini memiliki dasar hukum yang jelas dan aman. Pelatihan intensif bagi operator UAV dan kru KRI juga harus dilakukan secara rutin agar kemampuan mereka dalam mengelola data dan mengoordinasikan operasi dapat dimaksimalkan, sehingga UAV benar-benar menjadi instrumen strategis dalam menjaga kedaulatan dan keamanan maritim Indonesia di Laut Natuna Utara.

Kebijakan Penggunaan UAV untuk Mencegah Illegal Fishing di Perairan Laut Natuna Utara

Kebijakan integrasi Pesawat Tanpa Awak (UAV) dengan Kapal Republik Indonesia (KRI) Kelas MLRF dirancang untuk memperkuat sistem pengawasan dan pencegahan terhadap praktik illegal fishing di wilayah Laut Natuna Utara yang strategis namun rentan. Melalui integrasi ini, UAV berfungsi sebagai perpanjangan kemampuan deteksi dan respon KRI, memungkinkan pengawasan area luas dengan efisiensi biaya yang lebih tinggi dibandingkan patroli konvensional. Dengan UAV, pengawasan dapat dilakukan secara berkelanjutan dan real-time, mendukung percepatan respon terhadap aktivitas ilegal sekaligus memperkuat perlindungan sumber daya kelautan serta kedaulatan maritim Indonesia.

Strategi utama kebijakan ini adalah mengintegrasikan UAV berkemampuan *Medium Altitude Long Endurance (MALE)* ke dalam sistem operasional KRI MLRF. Integrasi ini menciptakan sistem keamanan maritim berbasis jaringan yang memungkinkan pertukaran data secara langsung antara unit-unit patroli dan pusat komando. UAV berperan dalam mendeteksi, mengidentifikasi, serta mengirimkan data penting secara real-time sehingga mempercepat proses pengambilan keputusan dan intervensi terhadap pelaku illegal fishing. Selain meningkatkan jangkauan pengawasan, integrasi ini juga menekan kebutuhan sumber daya manusia dan biaya operasional, menjadikannya solusi strategis dalam menjaga efektivitas patroli laut.

Upaya optimalisasi UAV difokuskan pada peningkatan kemampuan teknis dan infrastruktur pendukung, termasuk standardisasi model UAV, peningkatan sistem komunikasi, dan integrasi dengan radar maupun satelit maritim. UAV harus mampu beroperasi dalam kondisi cuaca ekstrem khas perairan tropis Natuna Utara serta dilengkapi dengan sensor dan *payload* canggih untuk memastikan ketepatan data pengawasan. Selain itu, pengembangan

sumber daya manusia menjadi prioritas, dengan program pelatihan intensif bagi operator UAV agar mampu menjalankan misi, menganalisis data, dan merespons situasi secara cepat dan akurat sesuai dengan hukum maritim dan prinsip keberlanjutan lingkungan.

Penerapan kebijakan ini juga didukung oleh pembentukan kerangka regulasi komprehensif yang mengatur operasional UAV untuk pengawasan dan penegakan hukum maritim. Regulasi ini mencakup pedoman operasional, protokol koordinasi antarinstansi seperti TNI AL dan Bakamla, serta mekanisme pertukaran data lintas lembaga guna menciptakan respons yang terkoordinasi. Selain itu, kerja sama internasional juga diperkuat untuk menanggulangi illegal fishing lintas batas, memastikan penggunaan UAV selaras dengan hukum laut internasional. Dengan demikian, kebijakan ini tidak hanya meningkatkan efektivitas pengawasan maritim nasional, tetapi juga memperkokoh posisi Indonesia sebagai negara maritim yang adaptif, berdaulat, dan berorientasi pada keamanan serta keberlanjutan sumber daya laut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa integrasi Pesawat Tanpa Awak (UAV) dengan Kapal Republik Indonesia (KRI) kelas Multi-role Light Frigate (MLRF) terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan deteksi dan pencegahan *illegal fishing* di Laut Natuna Utara melalui pengawasan yang lebih luas, efisien, dan responsif dibandingkan metode konvensional. Meskipun demikian, keterbatasan seperti kapasitas payload yang kecil, ketergantungan pada kondisi cuaca, serta kebutuhan akan personel terlatih dan infrastruktur komunikasi yang memadai masih menjadi tantangan utama. Oleh karena itu, peningkatan teknologi UAV, penguatan sistem komunikasi, serta pelatihan berkelanjutan bagi operator menjadi prioritas untuk mengoptimalkan efektivitasnya. Selain memberikan kontribusi strategis terhadap keamanan maritim nasional, penerapan UAV juga menawarkan solusi yang lebih *cost-effective* dan berpotensi menjadi model pengawasan yang dapat direplikasi di wilayah perairan Indonesia lainnya yang menghadapi ancaman serupa.

REFERENSI

- Agustin, A. H., Wulandari, M., & Jalaludin, A. A. (2022). Ancaman terhadap perairan Laut Natuna oleh pelaku *illegal fishing*. *Jurnal Maritim Indonesia*, 1(1), 32–41.
- Ali, L. T. M. (2024). Strategi pengembangan kekuatan laut Indonesia di era digital. *Jurnal Maritim Indonesia*, 15(2), 89–106.
- Alberts, D. S., Garstka, J. J., & Stein, F. P. (1999). *Network centric warfare: Developing and leveraging information superiority* (2nd ed.). DoD Command and Control Research Program.
- Badan Informasi Geospasial. (2025, Januari 15). *Peta wilayah perbatasan maritim Indonesia*.
- Center for International Maritime Security. (2025, Januari 15). *The strategic impact of military drone proliferation on Indo-Pacific maritime security*.
- Efendi, D. (2025). Perkuatan giat patroli batas wilayah kedaulatan Indonesia oleh TNI AL dengan mengaplikasi teknologi terkini. *Jurnal Maritim Indonesia*, 13(1).
- Food and Agriculture Organization. (2015). *Voluntary guidelines for securing sustainable small-scale fisheries*. <http://www.fao.org/3/i4356en/I4356EN.pdf>
- Food and Agriculture Organization. (2022). *The state of world fisheries and aquaculture 2022: Towards blue transformation*. FAO.
- Global Fishing Watch. (2024, Desember 5). *Detecting dark fishing activity in the North Natuna Sea*. Diakses pada 15 Januari 2025.
- Global Fishing Watch. (2024, September 12). *Sharp decline in foreign fishing boats in Indonesian waters*. Diakses pada 15 Januari 2025.

- Invest SEA. (2025, Februari 1). *The costly impact of illegal fishing in Indonesia*. Diakses pada 15 Januari 2025.
- Jane's Fighting Ships Editorial Team. (2023). *Jane's fighting ships 2023–2024*. IHS Jane's.
- Joint Chiefs of Staff. (2017). *Joint publication 3-0: Joint operations*. Joint Staff.
- Kompas.com. (2023, April 10). *Indonesia seizes six illegal fishing boats in Natuna, Sulawesi*. Diakses pada 15 Januari 2025.
- Mahan, A. T. (1890). *The influence of sea power upon history, 1660–1783*. Little, Brown and Company.
- Manship, H. K. (1964, Januari). Mahan's concepts of sea power: A lecture delivered at the Naval War College. *Naval War College Review*, 16(5), 15–30.
- Marsetio. (2018). Indonesia sebagai poros maritim dunia: Tinjauan geopolitik dan geostrategi. *Jurnal Pertahanan & Bela Negara*, 8(1), 15–32.
- Mufid, A. S. (2021). *Keamanan maritim Indonesia: Tantangan dan strategi*. Kompas Media Nusantara.
- NATO Communications and Information Agency. (2025, Januari 15). *Link 16 tactical data exchange network*.
- Pudjiastuti, S. (2019). *Menteri Susi: Menyulap laut Indonesia*. Kepustakaan Populer Gramedia.
- Putri, S. E., Fitriani, Sukmasari, Willy, Periawan, & Hukul, P. R. (2024). Analisis pemanfaatan drone untuk pemantauan *illegal fishing* di perairan Indonesia. *Peraut: Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 1(1), 37–39.
- Reg, A. (2010). *Unmanned aircraft systems: UAVs design, development and deployment*. John Wiley & Sons.
- Ristanto, T. Y., Octavian, A., & Buntoro, K. (2021). Efektivitas penggunaan *unmanned aerial vehicles* dalam penanggulangan *maritime transnational organized crime*. *Jurnal Maritim Indonesia*, 9(1), 72–79.
- Ryan, M. J. (2018). *Military geography and statistics: An introduction*. University of Oklahoma Press.
- Setiyono, D., et al. (2023). Indonesian foreign policy in the case of illegal fishing of Vietnamese fishermen in the Natuna Islands. *International Journal of Social Science Research and Review*, 6(11), 245–267.
- Southwest Research Institute. (2025, Januari 15). *Network centric warfare*.
- Sunar, & Budiyanta, A. S. (2020). Pengujian performa payload video UAV untuk pemantauan kapal *illegal fishing*. *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems (IJEIS)*, 10(1), 21–30.
- The Diplomat. (2020, Maret 18). *Indonesia's Natuna challenge*. Diakses pada 15 Januari 2025.
- U.S. Coast Guard. (2025, Januari 15). *Maritime domain awareness*.
- Unmanned Systems Technology. (2025, Februari 27). *Maritime drones: Naval UAV for offshore inspection & ISR*.
- Valavanis, K. P. (Ed.). (2007). *Advances in unmanned aerial vehicles: State of the art and the road to autonomy*. Springer.
- van Creveld, M. (1989). *Technology and war: From 2000 B.C. to the present*. Free Press.
- Warsito, H. (2023). Sistem surveillance maritim modern. *Jurnal Teknologi Pertahanan*, 12(3), 45–62.