



## Integrasi Pengawasan Ruang Udara-Laut untuk Pengelolaan Perikanan Tangkap: Perspektif Hukum Udara dan Laut Internasional

### (Integrating Airspace and Maritime Surveillance in Capture Fisheries Management: An International Air and Maritime Law Perspective)

Irma H. Hanafi<sup>1</sup>, Welly A. Riry<sup>1</sup>, Ifa T. Tazkira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Hukum, Fakultas Hukum, Univeristas Pattimura,  
Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka – Ambon

<sup>2</sup>Program Studi Ilmu Hukum, Pascasarjana-Universitas Padjajaran,  
Jl. Banda No.42, Citarum, Kec. Bandung Wetan, Kota Bandung, Jawa Barat 40115

Email: [irma.hanafi@lecturer.unpatti.ac.id](mailto:irma.hanafi@lecturer.unpatti.ac.id), [welly.riry@lecturer.unpatti.ac.id](mailto:welly.riry@lecturer.unpatti.ac.id), [ifatazkira@gmail.com](mailto:ifatazkira@gmail.com).

#### Article Info :

Received : 07 April 2026

Accepted : 23 Mei 2026

Online : 25 Mei 2026

#### Article type

	Review Article
	Commin Serv. Articiel
✓	Research Article

#### Keyword :

**Fisheries surveillance, International air law, IUU fishing, Law of the Sea, Maritime domain awareness, UAV (Unmanned Aerial Vehicles)**

#### Corresponding Author :

**Irma H. Hanafi**  
Program Studi Ilmu Hukum,  
Fakultas Hukum, Univeristas  
Pattimura.

#### Email:

[irma.hanafi@lecturer.unpatti.ac.id](mailto:irma.hanafi@lecturer.unpatti.ac.id)

## Abstract

This study examines the integration of airspace utilization into capture fisheries surveillance from the perspective of international air law and the law of the sea, with particular emphasis on its operational relevance for fisheries management. The growing prevalence of illegal, unreported, and unregulated (IUU) fishing, combined with the limited coverage and high operational costs of conventional sea-based patrols, necessitates more adaptive and technology-driven monitoring systems. In this context, unmanned aerial vehicles (UAVs) offer practical advantages, including real-time monitoring, wider spatial coverage, and cost efficiency, making them increasingly relevant for strengthening fisheries surveillance, particularly in archipelagic states such as Indonesia. This research employs a normative juridical approach, complemented by conceptual and comparative analyses of the Chicago Convention and the United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS). The findings reveal a normative fragmentation between the principle of complete and exclusive sovereignty over airspace and the concept of sovereign rights in maritime zones, especially within the Exclusive Economic Zone (EEZ), which creates legal uncertainty in the deployment of UAV-based surveillance systems. At the same time, this study identifies a regulatory lag, where existing legal frameworks have not fully accommodated the rapid development of multidomain surveillance technologies. Beyond its legal analysis, this study highlights the operational implications of UAV integration in fisheries monitoring systems, including improved detection of illegal activities, enhanced maritime domain awareness, and more efficient enforcement strategies. As a key contribution, the study proposes an integrated air-sea surveillance governance model based on the concept of functional sovereignty integration, which aligns legal frameworks with technological and institutional needs. This model provides both theoretical contributions to international law and practical policy guidance for improving fisheries surveillance and governance in Indonesia.



Copyright © 2026, Irma H. Hanafi, Welly A. Riry, Ifa T. Tazkira

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan sumber daya perikanan tangkap merupakan salah satu pilar penting dalam mendukung ketahanan pangan, ekonomi nasional, dan kesejahteraan masyarakat

Indexed :



pesisir, khususnya di negara kepulauan seperti Indonesia. Namun, keberlanjutan sektor ini menghadapi tantangan serius akibat praktik penangkapan ikan ilegal, tidak dilaporkan, dan tidak diatur (*illegal, unreported, and unregulated fishing* – IUU fishing) yang terus meningkat secara global. Selain menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan, praktik ini juga berdampak langsung terhadap degradasi stok ikan dan ketidakseimbangan ekosistem laut. Dalam konteks Indonesia, luasnya wilayah perairan, karakteristik geografis yang kompleks, serta keterbatasan kapasitas pengawasan menjadi tantangan utama dalam mewujudkan pengelolaan perikanan tangkap yang efektif dan berkelanjutan. Organisasi seperti Food and Agriculture Organization mencatat bahwa IUU fishing tidak hanya merugikan secara ekonomi, tetapi juga mengancam keberlanjutan stok ikan dan stabilitas ekosistem laut (FAO, 2020). Dalam konteks Indonesia, luasnya wilayah perairan dan kompleksitas geografis semakin memperumit upaya pengawasan yang efektif.

Secara konvensional, pengawasan sumber daya perikanan dilakukan melalui patroli laut menggunakan kapal pengawas dan, dalam beberapa kasus, pesawat udara berawak. Namun, pendekatan ini memiliki keterbatasan signifikan, terutama dalam hal biaya operasional, jangkauan, dan efisiensi waktu (Petrossian, 2015). Dengan luas wilayah laut Indonesia yang mencakup lebih dari 3,25 juta km<sup>2</sup>, pendekatan berbasis patroli konvensional menjadi tidak memadai untuk menjamin efektivitas pengawasan secara menyeluruh. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam sistem pengawasan yang tidak hanya berbasis pada kekuatan fisik, tetapi juga mengintegrasikan teknologi untuk meningkatkan kapasitas deteksi dan respons.

Dalam konteks ini, perkembangan teknologi penginderaan jauh, sistem satelit, dan kendaraan udara tanpa awak (*unmanned aerial vehicles* – UAV) menawarkan solusi strategis dalam memperkuat sistem pengawasan perikanan. Teknologi ini memungkinkan pemantauan secara *real-time*, cakupan wilayah yang lebih luas, serta pengumpulan data yang lebih akurat (Klemas, 2015). UAV secara khusus memiliki keunggulan dalam fleksibilitas operasional dan efisiensi biaya dibandingkan metode patroli konvensional, sehingga semakin relevan dalam mendukung sistem pengawasan modern.

Integrasi UAV dengan sistem pemantauan lainnya, seperti *automatic identification system* (AIS) dan citra satelit, berkontribusi signifikan dalam meningkatkan *maritime domain awareness*, yang menjadi elemen kunci dalam mendeteksi dan mencegah praktik *illegal, unreported, and unregulated fishing* (IUU fishing). Pemanfaatan teknologi ini juga telah diadopsi di berbagai negara sebagai bagian dari pendekatan pengawasan berbasis teknologi untuk mengidentifikasi aktivitas ilegal di laut.

Di sisi lain, penggunaan teknologi penginderaan jauh berbasis satelit telah lama menjadi perhatian dalam kerangka hukum internasional, khususnya dalam konteks hukum ruang angkasa yang berkaitan dengan yurisdiksi dan kedaulatan negara (Hanafi, 2011). Dengan demikian, pemanfaatan UAV tidak hanya memiliki relevansi teknis, tetapi juga memainkan peran strategis dalam mendukung tata kelola perikanan tangkap yang lebih adaptif, terintegrasi, dan berbasis data.

Meskipun demikian, pemanfaatan ruang udara untuk pengawasan maritim memunculkan tantangan hukum yang kompleks, terutama terkait status hukum UAV dalam hukum humaniter internasional dan hukum udara internasional (Huwae *et al.*, 2022; Van Harling *et al.*, 2024). Berdasarkan Chicago Convention, setiap negara memiliki kedaulatan penuh dan eksklusif atas ruang udara di atas wilayahnya, yang menjadi dasar utama dalam pengaturan aktivitas penerbangan dan pengawasan udara lintas negara (Saily *et al.*, 2022; Tiwery *et al.*, 2024). Konsekuensinya, penggunaan UAV dalam kegiatan pengawasan perikanan, khususnya yang melibatkan operasi lintas batas, harus tunduk pada persetujuan negara yang bersangkutan, sehingga berpotensi menimbulkan keterbatasan operasional serta risiko konflik yurisdiksi.

Di sisi lain, pengelolaan dan pengawasan sumber daya perikanan diatur dalam rezim hukum laut internasional, khususnya melalui United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS), yang memberikan hak berdaulat kepada negara pantai untuk mengelola dan menegakkan hukum di Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE). Namun, UNCLOS tidak secara eksplisit mengatur pemanfaatan ruang udara dalam konteks pengawasan perikanan, sehingga menciptakan celah normatif dalam implementasi teknologi pengawasan berbasis udara.

Ketidaksinkronan antara kedua rezim hukum ini menunjukkan adanya fragmentasi normatif dalam merespons perkembangan teknologi pengawasan modern. Hukum udara menekankan kedaulatan dan kontrol ruang udara, sementara hukum laut berfokus pada yurisdiksi sumber daya di wilayah perairan. Ketidakterpaduan ini menjadi semakin signifikan ketika UAV digunakan sebagai instrumen pengawasan multidomain yang beroperasi pada persimpangan antara ruang udara dan wilayah laut, khususnya di kawasan perbatasan dan laut lepas (Rothwell & Stephens, 2016). Dalam praktiknya, kondisi ini tidak hanya menimbulkan ketidakpastian hukum, tetapi juga berdampak pada efektivitas pengawasan perikanan, terutama dalam mendeteksi dan merespons aktivitas IUU fishing secara cepat dan terintegrasi.

Sejumlah studi sebelumnya telah membahas penggunaan teknologi dalam pengawasan perikanan, termasuk integrasi sistem satelit dan *automatic identification system* (AIS) untuk mendeteksi aktivitas kapal (Kroodsma *et al.*, 2018). Namun, kajian yang secara khusus mengintegrasikan perspektif hukum udara dan hukum laut dalam konteks pemanfaatan UAV untuk pengawasan perikanan masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian cenderung berfokus pada aspek teknis atau kebijakan sektoral tanpa mengkaji implikasi hukum lintas rezim serta dampaknya terhadap efektivitas tata kelola perikanan secara komprehensif.

Dengan demikian, terdapat kebutuhan mendesak untuk mengembangkan pendekatan yang lebih integratif dalam memahami pemanfaatan ruang udara untuk pengawasan sumber daya perikanan. Pendekatan ini tidak hanya harus mempertimbangkan aspek hukum, tetapi juga dimensi operasional dan tata kelola pengawasan perikanan, termasuk peran UAV dalam meningkatkan *maritime domain awareness*, efisiensi pemantauan, dan efektivitas penegakan hukum. Bagi negara kepulauan seperti Indonesia, pendekatan ini menjadi sangat penting mengingat luas wilayah laut, kompleksitas yurisdiksi, serta tingginya kerentanan terhadap praktik IUU fishing.

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: (1) bagaimana interaksi dan potensi konflik antara rezim hukum udara dan hukum laut internasional dalam pemanfaatan ruang udara untuk pengawasan perikanan; (2) bagaimana peran teknologi UAV dalam mendukung efektivitas sistem pengawasan perikanan tangkap; dan (3) bagaimana model integrasi pengawasan udara–laut dapat dikembangkan untuk meningkatkan pengendalian IUU fishing dan tata kelola perikanan di Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara komprehensif pemanfaatan ruang udara dalam pengawasan sumber daya perikanan tangkap dengan mengintegrasikan perspektif hukum udara dan hukum laut internasional serta kebutuhan operasional pengawasan perikanan. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada upaya menjembatani fragmentasi antara kedua rezim hukum tersebut melalui pendekatan multidomain (udara–laut), sekaligus mengaitkannya dengan pemanfaatan teknologi UAV dalam praktik pengawasan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan hukum internasional, tetapi juga menghasilkan implikasi praktis bagi penguatan sistem pengawasan dan tata kelola perikanan tangkap di Indonesia.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan yuridis normatif sebagai pendekatan utama, yang berfokus pada analisis terhadap norma-norma hukum internasional yang mengatur pemanfaatan ruang udara dan wilayah laut dalam konteks pengawasan sumber daya perikanan tangkap. Pendekatan ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk mengkaji kesesuaian serta potensi integrasi antara rezim hukum udara dan hukum laut internasional dalam merespons perkembangan teknologi pengawasan modern, khususnya penggunaan *unmanned aerial vehicles* (UAV). Pendekatan ini sejalan dengan kajian hukum internasional yang menekankan analisis normatif terhadap interaksi antar rezim hukum global (Anwar *et al.*, 2021)

Untuk memperkuat kedalaman analisis, penelitian ini didukung oleh beberapa pendekatan pendukung. Pertama, pendekatan konseptual (*conceptual approach*) digunakan untuk membangun kerangka analisis yang menghubungkan konsep kedaulatan

ruang udara, yurisdiksi maritim, dan *maritime domain awareness* dalam konteks pengawasan perikanan berbasis teknologi. Kedua, pendekatan komparatif (*comparative approach*) digunakan untuk membandingkan praktik pengawasan perikanan berbasis UAV di beberapa negara, seperti Australia, Amerika Serikat, dan Uni Eropa. Perbandingan dilakukan berdasarkan indikator yang meliputi regulasi penggunaan UAV, model sistem pengawasan perikanan, struktur dan koordinasi kelembagaan, serta mekanisme integrasi data dan teknologi seperti UAV, *automatic identification system* (AIS), dan satelit. Ketiga, pendekatan sistem (*system approach*) digunakan untuk menganalisis pengawasan perikanan sebagai suatu sistem multidomain yang melibatkan interaksi antara aspek hukum, teknologi, dan kelembagaan.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang terdiri atas bahan hukum primer, sekunder, dan tersier. Bahan hukum primer meliputi instrumen hukum internasional seperti *Chicago Convention* dan *United Nations Convention on the Law of the Sea* (UNCLOS). Bahan hukum sekunder mencakup literatur akademik berupa buku, artikel jurnal bereputasi, serta laporan lembaga internasional seperti *Food and Agriculture Organization* (FAO) dan *International Civil Aviation Organization* (ICAO). Sementara itu, bahan hukum tersier meliputi kamus hukum, ensiklopedia, serta dokumen kebijakan nasional yang relevan.

Validitas dan relevansi sumber data ditentukan berdasarkan beberapa kriteria, yaitu otoritas kelembagaan (misalnya dokumen resmi organisasi internasional), reputasi akademik (jurnal bereputasi dan penerbit ilmiah), serta kesesuaian substansi dengan fokus penelitian, khususnya yang berkaitan dengan hukum udara, hukum laut, dan pengawasan perikanan berbasis teknologi.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi kepustakaan (*library research*) dengan tahapan identifikasi, seleksi, dan klasifikasi sumber secara sistematis sesuai dengan kebutuhan analisis.

Analisis data dilakukan secara kualitatif melalui beberapa tahapan analisis. Tahap pertama adalah identifikasi dan interpretasi norma hukum internasional, khususnya yang berkaitan dengan kedaulatan ruang udara dan yurisdiksi maritim. Tahap kedua adalah analisis komparatif, yaitu membandingkan praktik pengawasan berbasis UAV di berbagai negara berdasarkan indikator yang telah ditetapkan untuk mengidentifikasi *best practices*. Tahap ketiga adalah analisis integratif, yang menghubungkan temuan normatif dan komparatif dengan kebutuhan operasional pengawasan perikanan, khususnya dalam meningkatkan efektivitas deteksi dan penegakan hukum terhadap praktik IUU fishing. Tahap keempat adalah sintesis konseptual, yaitu perumusan model integrasi pengawasan udara–laut berbasis pendekatan multidomain.

Untuk memperkuat relevansi empiris, penelitian ini menggunakan studi kasus Indonesia, dengan fokus pada wilayah Laut Natuna dan kawasan Indonesia Timur. Pemilihan wilayah ini didasarkan pada tingginya tingkat kerentanan terhadap praktik IUU fishing, kompleksitas yurisdiksi maritim, serta keterbatasan kapasitas pengawasan konvensional di wilayah yang luas dan terpencil. Dengan demikian, kedua wilayah tersebut representatif dalam mengkaji kebutuhan integrasi teknologi UAV dalam sistem pengawasan perikanan di negara kepulauan.

Melalui kombinasi pendekatan utama dan pendukung tersebut, penelitian ini menghasilkan analisis yang tidak hanya bersifat normatif, tetapi juga mempertimbangkan dimensi operasional dan tata kelola pengawasan perikanan. Kerangka metodologis ini menjadi dasar dalam merumuskan model konseptual integrasi pengawasan udara–laut yang disajikan pada bagian hasil dan pembahasan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Arsitektur Normatif Wilayah Udara dan Yurisdiksi Maritim dalam Pengawasan Perikanan

Pemanfaatan ruang udara dalam pengawasan sumber daya perikanan menunjukkan adanya keterkaitan erat antara konstruksi normatif hukum internasional dan kebutuhan operasional dalam pengawasan perikanan. Dalam hukum udara internasional, prinsip kedaulatan penuh dan eksklusif negara atas ruang udara menjadi dasar utama dalam pengaturan aktivitas penerbangan, termasuk penggunaan UAV untuk tujuan pengawasan

(Saily et al., 2022; Hanafi, 2024). Di sisi lain, rezim hukum laut melalui *United Nations Convention on the Law of the Sea* memberikan hak berdaulat kepada negara pantai untuk mengelola dan mengawasi sumber daya perikanan di Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE), termasuk dalam penegakan hukum terhadap pelanggaran (Rothwell & Stephens, 2016).

Namun demikian, ketidaksinkronan antara kedua rezim hukum ini tidak hanya menciptakan persoalan normatif, tetapi juga berdampak langsung terhadap efektivitas pengawasan perikanan. Dalam praktiknya, keterbatasan yurisdiksi udara dapat menghambat penggunaan UAV secara optimal, terutama dalam kegiatan patroli lintas batas atau pengawasan wilayah laut yang luas. Kondisi ini berimplikasi pada keterlambatan deteksi dan respons terhadap aktivitas IUU fishing, yang pada akhirnya mempengaruhi efektivitas pengelolaan sumber daya perikanan.

Selain itu, prinsip kebebasan navigasi dan *overflight* di laut lepas semakin memperumit pengawasan berbasis udara (Churchill & Lowe, 1999). Hal ini menunjukkan bahwa tantangan hukum tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan operasional pengawasan perikanan, sehingga diperlukan pendekatan yang lebih integratif antara aspek hukum dan teknologi

### **Tantangan Hukum Penggunaan UAV dalam Pengawasan Sumber Daya Perikanan**

Penggunaan *unmanned aerial vehicles* (UAV) dalam pengawasan sumber daya perikanan menawarkan potensi signifikan dalam meningkatkan efektivitas monitoring aktivitas perikanan, khususnya dalam mendeteksi praktik *illegal, unreported, and unregulated fishing* (IUU fishing). UAV memungkinkan pemantauan secara *real-time*, pengawasan wilayah yang sulit dijangkau, serta peningkatan kecepatan respons terhadap pelanggaran di laut. Namun demikian, pemanfaatan teknologi ini juga menghadapi berbagai tantangan hukum dalam kerangka hukum internasional.

Salah satu isu utama adalah status hukum UAV dalam hukum udara internasional, yang hingga saat ini belum diatur secara eksplisit dalam *Chicago Convention*, sehingga menimbulkan ambiguitas dalam interpretasi hukum (Abeyratne, 2015). Selain itu, penggunaan UAV lintas batas tanpa persetujuan negara dapat dikategorikan sebagai pelanggaran kedaulatan, yang menjadi isu sensitif dalam hubungan internasional (Huwaie et al., 2022; Van Harling et al., 2024). Dalam konteks operasional pengawasan perikanan, keterbatasan ini dapat menghambat efektivitas patroli udara, terutama di wilayah perairan yang berbatasan langsung dengan negara lain.

Dalam konteks Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE), tantangan hukum menjadi lebih kompleks. Meskipun negara pantai memiliki hak berdaulat untuk mengelola dan mengawasi sumber daya perikanan, wilayah ini bukan merupakan ruang kedaulatan penuh. Hal ini menimbulkan ketidakjelasan mengenai legalitas penggunaan UAV asing untuk kegiatan pengawasan di ZEE, yang pada praktiknya dapat mempengaruhi efektivitas sistem *fisheries surveillance* (Guilfoyle, 2019). Ketidakpastian ini berpotensi membatasi pemanfaatan UAV sebagai instrumen pengawasan lintas wilayah yang seharusnya mampu meningkatkan cakupan monitoring aktivitas penangkapan ikan.

Selain itu, penggunaan UAV juga berkaitan dengan isu keamanan dan privasi, khususnya terkait data yang dikumpulkan dalam kegiatan pengawasan. Data spasial dan aktivitas kapal yang diperoleh melalui UAV memiliki nilai strategis, baik dalam konteks pengelolaan perikanan maupun keamanan nasional (Marcel & Juajir, 2020; Hanafi, 2024). Oleh karena itu, diperlukan pengaturan yang jelas mengenai pengelolaan data, tanggung jawab negara, serta mekanisme pengawasan terhadap operator UAV.

Meskipun menghadapi berbagai tantangan hukum, praktik di beberapa negara menunjukkan bahwa UAV telah digunakan secara operasional dalam mendukung pengawasan perikanan. UAV diintegrasikan dengan sistem pemantauan lain seperti *Vessel Monitoring System* (VMS), *automatic identification system* (AIS), dan penginderaan jauh berbasis satelit untuk meningkatkan efektivitas deteksi aktivitas ilegal. Integrasi ini memungkinkan peningkatan *maritime domain awareness*, yang sangat penting dalam mendukung sistem pengawasan perikanan yang lebih responsif dan berbasis data.

Dalam konteks Indonesia, pemanfaatan UAV memiliki potensi besar untuk memperkuat sistem pengawasan perikanan, khususnya di wilayah yang memiliki keterbatasan jangkauan patroli konvensional seperti Laut Natuna dan kawasan Indonesia Timur. UAV dapat berperan sebagai pelengkap sistem VMS yang telah diterapkan oleh Kementerian Kelautan dan

Perikanan, dengan menyediakan verifikasi visual terhadap aktivitas kapal serta meningkatkan akurasi deteksi pelanggaran.

Namun demikian, tanpa adanya kerangka hukum yang jelas dan terintegrasi antara hukum udara dan hukum laut, pemanfaatan UAV dalam pengawasan perikanan berpotensi menghadapi kendala implementasi. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan regulasi yang adaptif dan harmonisasi norma hukum internasional untuk mendukung penggunaan UAV secara efektif dalam sistem *fisheries surveillance*.

Dengan demikian, tantangan hukum penggunaan UAV tidak hanya merupakan persoalan normatif, tetapi juga memiliki implikasi langsung terhadap efektivitas pengawasan perikanan. Kemampuan untuk menjembatani kesenjangan antara hukum dan kebutuhan operasional menjadi kunci dalam mengoptimalkan peran UAV dalam mendukung pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan.

### **Praktik Komparatif Pengawasan Perikanan Berbasis Udara**

Beberapa negara telah mengadopsi pendekatan inovatif dalam pengawasan perikanan berbasis udara. Australia, misalnya, menggunakan kombinasi UAV, pesawat patroli, dan satelit untuk memantau wilayah perairannya. Amerika Serikat juga mengembangkan sistem *integrated maritime surveillance* yang menggabungkan data dari berbagai sumber, termasuk UAV dan sistem AIS. Uni Eropa melalui European Fisheries Control Agency mengimplementasikan sistem pengawasan berbasis teknologi tinggi yang terintegrasi.

Pendekatan ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi merupakan kunci dalam meningkatkan efektivitas pengawasan. Namun, masing-masing negara memiliki pendekatan regulasi yang berbeda, tergantung pada sistem hukum dan kepentingan nasional. Australia, misalnya, memiliki regulasi UAV yang relatif fleksibel, sementara Uni Eropa lebih ketat dalam aspek privasi dan keamanan. Perbedaan ini menunjukkan bahwa belum ada standar internasional yang seragam dalam penggunaan UAV. Meski demikian, terdapat kecenderungan menuju harmonisasi melalui kerja sama regional dan internasional.

Penelitian ini menemukan bahwa praktik terbaik (*best practices*) melibatkan integrasi teknologi, koordinasi kelembagaan, dan kerangka hukum yang adaptif. Dalam konteks regional, pengaturan seperti Air Defense Identification Zone (ADIZ) juga menjadi instrumen penting dalam pengawasan wilayah udara (Astuti *et al.*, 2023). Indonesia dapat belajar dari pengalaman negara-negara tersebut dalam mengembangkan sistem pengawasan berbasis udara. Namun, adaptasi harus mempertimbangkan kondisi geografis dan hukum nasional Indonesia sebagai negara kepulauan. Dengan demikian, pendekatan komparatif memberikan wawasan penting dalam merumuskan kebijakan nasional.

### **Menuju Model Tata Kelola Terintegrasi Pengawasan Udara–Laut**

Berdasarkan keseluruhan analisis normatif, konseptual, dan komparatif yang telah diuraikan sebelumnya, penelitian ini mengusulkan suatu model tata kelola terintegrasi pengawasan udara–laut sebagai pendekatan inovatif dalam pengelolaan sumber daya perikanan. Model ini berangkat dari premis bahwa pengawasan perikanan di era teknologi tidak lagi dapat dilakukan secara sektoral, melainkan harus dipahami sebagai suatu sistem multidomain yang mengintegrasikan ruang udara, wilayah laut, dan teknologi informasi secara simultan, khususnya untuk meningkatkan efektivitas *fisheries surveillance* dan pengendalian praktik *illegal, unreported, and unregulated fishing* (IUU fishing).

Secara konseptual, kebutuhan akan integrasi ini muncul akibat adanya fragmentasi normatif antara rezim hukum udara dan hukum laut internasional. Rezim hukum udara yang dibangun melalui *Chicago Convention* menegaskan prinsip kedaulatan penuh dan eksklusif negara atas ruang udara, yang menjadi dasar utama dalam pengaturan aktivitas penerbangan dan pengawasan udara lintas negara (Saily *et al.*, 2022; Hanafi, 2024). Sementara itu, rezim hukum laut melalui *United Nations Convention on the Law of the Sea* hanya memberikan hak berdaulat terbatas kepada negara pantai di Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE), khususnya dalam pengelolaan dan pengawasan sumber daya alam (Rothwell & Stephens, 2016). Ketidaksimetrian ini menciptakan ruang abu-abu dalam praktik pengawasan berbasis udara di wilayah maritim, yang berpotensi menimbulkan konflik yurisdiksi dan ketidakpastian hukum, serta berdampak pada efektivitas monitoring aktivitas penangkapan ikan.

Fragmentasi tersebut semakin kompleks dengan berkembangnya teknologi pengawasan berbasis udara, khususnya penggunaan *unmanned aerial vehicles* (UAV). Karakteristik UAV yang fleksibel, mampu beroperasi lintas batas, serta berbiaya relatif rendah menjadikannya instrumen strategis dalam pengawasan perikanan, terutama dalam meningkatkan cakupan pemantauan dan deteksi dini aktivitas ilegal. Namun demikian, absennya pengaturan yang komprehensif dalam hukum internasional terkait UAV menyebabkan munculnya *regulatory lag*, di mana perkembangan teknologi melampaui kemampuan adaptasi norma hukum yang ada (Abeyratne, 2015). Dalam konteks ini, penggunaan UAV bahkan dapat dikaitkan dengan isu yang lebih luas, seperti aspek keamanan, spionase, dan potensi pelanggaran kedaulatan negara (Van Harling et al., 2024).

Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini mengajukan konsep *functional sovereignty integration* sebagai dasar teoretis dalam membangun model tata kelola terintegrasi (Gambar 1). Konsep ini menekankan bahwa kedaulatan ruang udara dan hak berdaulat di wilayah laut tidak harus dipahami secara dikotomis, melainkan dapat diintegrasikan secara fungsional berdasarkan tujuan penggunaan, khususnya dalam konteks pengawasan sumber daya perikanan. Dalam kerangka ini, pemanfaatan ruang udara untuk pengawasan maritim diposisikan sebagai ekstensi dari hak berdaulat negara pantai dalam mengelola sumber daya alamnya, sepanjang tetap menghormati prinsip-prinsip dasar hukum internasional (Tanaka, 2019).

Secara operasional, model ini dibangun di atas konsep *maritime domain awareness* (MDA) sebagai fondasi integrasi multidomain. MDA memungkinkan penggabungan berbagai sumber data, termasuk UAV, satelit, sistem *automatic identification system* (AIS), *Vessel Monitoring System* (VMS), serta patroli laut, ke dalam satu platform pengawasan terpadu. Integrasi ini memungkinkan deteksi dini terhadap aktivitas ilegal, peningkatan akurasi pemantauan aktivitas penangkapan ikan, serta respons yang lebih cepat dan efektif terhadap pelanggaran di laut (Kroodsmas et al., 2018; Petrossian, 2015). Selain itu, pemanfaatan teknologi penginderaan jauh berbasis satelit juga memperkuat kapasitas pengawasan dalam skala luas, yang secara hukum telah menjadi bagian dari diskursus hukum ruang angkasa dan yurisdiksi negara (Hanafi, 2011).

Untuk memperjelas implementasi praktisnya, model ini dioperasionalkan melalui beberapa mekanisme utama, yaitu: (1) integrasi data pengawasan dari UAV, VMS, AIS, dan satelit dalam sistem pusat berbasis *real-time monitoring*; (2) analisis berbasis risiko (*risk-based surveillance*) untuk mengidentifikasi aktivitas kapal yang mencurigakan; (3) verifikasi lapangan menggunakan UAV sebagai alat konfirmasi visual terhadap indikasi pelanggaran; dan (4) respons penegakan hukum terpadu melalui patroli laut dan koordinasi lintas lembaga. Mekanisme ini secara langsung mendukung peningkatan efektivitas pengendalian IUU fishing dan efisiensi sistem pengawasan perikanan.

Namun demikian, integrasi teknologi saja tidak cukup tanpa didukung oleh kerangka regulasi yang adaptif. Oleh karena itu, model ini juga menekankan pentingnya harmonisasi antara hukum nasional dan hukum internasional, khususnya dalam pengaturan penggunaan UAV. Negara perlu mengembangkan regulasi yang tidak hanya mengatur aspek teknis penerbangan, tetapi juga mencakup dimensi keamanan, privasi, serta tanggung jawab negara dalam pengawasan operator penerbangan (Hanafi, 2024). Dalam konteks ini, pengalaman berbagai negara menunjukkan bahwa pendekatan regulasi yang fleksibel namun terkoordinasi menjadi kunci dalam mengakomodasi perkembangan teknologi tanpa mengabaikan prinsip kedaulatan.

Gambar 1. Model tata kelola terintegrasi pengawasan udara-laut yang menggabungkan dimensi hukum, teknologi, dan kelembagaan dalam kerangka *Maritime Domain Awareness* (MDA) untuk meningkatkan efektivitas pengawasan perikanan, mengurangi konflik yurisdiksi, serta memperkuat kepastian hukum dan kedaulatan negara melalui dukungan kolaborasi sosial dan internasional.

Selain dimensi hukum dan teknologi, model ini juga menempatkan aspek kelembagaan sebagai elemen penting dalam integrasi pengawasan. Koordinasi antar lembaga, baik di tingkat nasional maupun internasional, menjadi prasyarat dalam memastikan efektivitas sistem pengawasan multidomain. Dalam konteks Indonesia, hal ini mencakup sinergi antara kementerian terkait, aparat penegak hukum, serta lembaga pengawas perikanan. Lebih jauh,

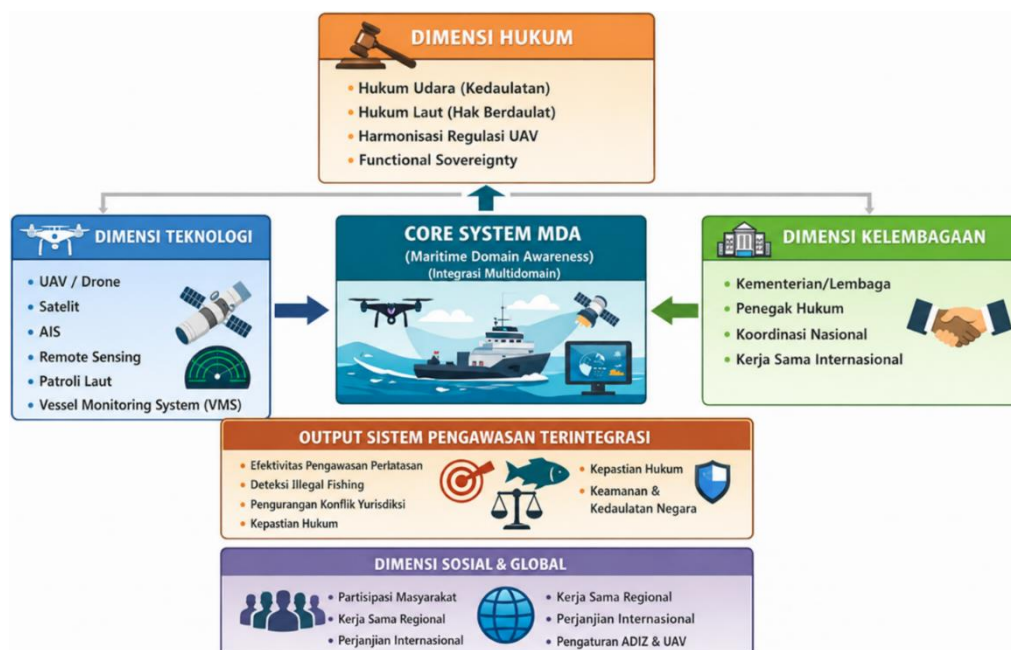
kerja sama antara pemerintah dan sektor swasta juga dapat berperan dalam meningkatkan kapasitas teknologi dan pendanaan pengawasan (Anwar et al., 2021).

Di tingkat internasional, pengawasan perikanan tidak dapat dilepaskan dari kebutuhan akan kerja sama lintas negara. Mengingat karakteristik sumber daya perikanan yang bersifat migratori dan lintas batas, pengawasan yang efektif memerlukan koordinasi dalam bentuk perjanjian bilateral maupun kerangka kerja regional. Dalam konteks ini, pengembangan norma bersama terkait penggunaan UAV dan pengawasan udara menjadi langkah strategis untuk mengurangi potensi konflik yurisdiksi, termasuk dalam pengaturan wilayah udara strategis seperti *Air Defense Identification Zone* (ADIZ) (Astuti et al., 2023).

Lebih lanjut, model ini juga mengakui pentingnya pendekatan berbasis masyarakat dalam pengawasan sumber daya perikanan. Keterlibatan masyarakat pesisir dalam perlindungan sumber daya laut dapat memperkuat sistem pengawasan melalui mekanisme pelaporan dan pengawasan partisipatif. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efektivitas pengawasan, tetapi juga memperkuat legitimasi sosial dalam pengelolaan sumber daya (Hanafi & Riry, 2024; Riry & Hanafi, 2025).

Secara keseluruhan, model tata kelola terintegrasi pengawasan udara–laut yang diusulkan dalam penelitian ini mencerminkan pendekatan multidimensional yang menggabungkan aspek hukum, teknologi, dan kelembagaan dalam satu kerangka yang koheren. Dari perspektif teoretis, model ini memberikan kontribusi dalam mengatasi fragmentasi hukum internasional melalui pendekatan integratif yang lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi. Sementara itu, dari perspektif praktis, model ini menawarkan solusi konkret dalam meningkatkan efektivitas *fisheries surveillance*, efisiensi monitoring aktivitas penangkapan ikan, serta pengendalian IUU fishing, khususnya bagi negara kepulauan seperti Indonesia yang memiliki wilayah laut yang luas dan kompleks.

Dengan demikian, integrasi antara ruang udara dan wilayah laut bukan hanya merupakan kebutuhan operasional, tetapi juga menjadi agenda strategis dalam pengembangan hukum internasional ke depan. Kemampuan untuk menjembatani perbedaan rezim hukum melalui pendekatan fungsional akan menjadi kunci dalam menciptakan sistem pengawasan yang efektif, adaptif, dan berkelanjutan di era teknologi multidomain.



**Gambar 1.** Model tata kelola terintegrasi pengawasan udara–laut yang menggabungkan dimensi hukum, teknologi, dan kelembagaan dalam kerangka *Maritime Domain Awareness* (MDA) untuk meningkatkan efektivitas pengawasan perikanan, mengurangi konflik yurisdiksi, serta memperkuat kepastian hukum dan kedaulatan negara melalui dukungan kolaborasi sosial dan internasional.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan ruang udara melalui teknologi *unmanned aerial vehicles* (UAV) memiliki peran strategis dalam meningkatkan efektivitas pengawasan sumber daya perikanan tangkap, khususnya dalam mendeteksi dan mengendalikan praktik *illegal, unreported, and unregulated fishing* (IUU fishing). Namun, hasil analisis juga mengungkap adanya fragmentasi normatif antara hukum udara dan hukum laut internasional yang menimbulkan ketidakpastian dalam implementasi pengawasan berbasis UAV, terutama di wilayah Zona Ekonomi Eksklusif.

Sebagai kontribusi utama, penelitian ini mengusulkan model tata kelola terintegrasi pengawasan udara–laut berbasis pendekatan *functional sovereignty integration* yang menggabungkan dimensi hukum, teknologi, dan kelembagaan dalam kerangka *maritime domain awareness*. Secara operasional, model ini menekankan integrasi UAV dengan sistem pengawasan lainnya seperti *Vessel Monitoring System* (VMS), *automatic identification system* (AIS), dan satelit untuk meningkatkan akurasi deteksi, kecepatan respons, serta efisiensi sistem *fisheries surveillance*.

Dalam konteks Indonesia, penerapan model ini berpotensi memperkuat sistem pengawasan perikanan, terutama di wilayah yang luas dan sulit dijangkau. Pemanfaatan UAV sebagai pelengkap sistem yang telah ada dapat meningkatkan efektivitas monitoring aktivitas penangkapan ikan, mendukung penegakan hukum, serta mendorong pengelolaan perikanan tangkap yang lebih adaptif dan berbasis data.

Dengan demikian, integrasi pengawasan udara–laut tidak hanya penting secara konseptual, tetapi juga memiliki implikasi praktis dalam meningkatkan efektivitas pengawasan perikanan dan keberlanjutan pengelolaan sumber daya laut di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abeyratne, R. (2015). *Unmanned aircraft systems: Legal and business considerations*. Springer.
- Anwar, A., Hanafi, I. H., & Irfham, M. (2021). The cooperation pattern between the Maluku provincial government and the private sector in the arrangement and normalization of ex-illegal gold mining allegedly prone to corruption. *Integritas: Jurnal Antikorupsi*, 7(1), 143–160.
- Anwar, A., Rehatta, V. J. B., Hattu, V. V., Peilouw, J. S. F., Riry, W. A., Tuhulele, P., et al. (2021). *Hukum internasional*. CV Widina Media Utama.
- Astuti, A., Wattimena, J. A. Y., & Hanafi, I. H. (2023). Urgensi penetapan Air Defense Identification Zone pada kawasan regional. *TATOHI: Jurnal Ilmu Hukum*, 3(5), 449–463.  
DOI: [10.47268/tatohi.v3i5.1805](https://doi.org/10.47268/tatohi.v3i5.1805)
- Churchill, R., & Lowe, A. (1999). *The law of the sea*. Manchester University Press.
- Clarke, R. (2014). Understanding the drone epidemic. *Computer Law & Security Review*, 30(3), 230–246.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2014.03.002>
- FAO. (2020). *The state of world fisheries and aquaculture 2020: Sustainability in action*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Guilfoyle, D. (2019). *Shipping interdiction and the law of the sea*. Cambridge University Press.
- Hanafi, I. H. (2011). Aktifitas penginderaan jauh melalui satelit di Indonesia dan pengaturannya dalam hukum ruang angkasa. *Sasi*, 17(2), 73–82.  
DOI: [10.47268/sasi.v17i2.355](https://doi.org/10.47268/sasi.v17i2.355)
- Hanafi, I. H. (2021). Analisis kasus penembakan pesawat udara Ukraina oleh militer Iran. *Balobe Law Journal*, 1(2), 91–108.  
DOI: [10.47268/balobe.v1i2.651](https://doi.org/10.47268/balobe.v1i2.651)
- Hanafi, I. H. (2024). Tanggungjawab negara dalam pengawasan terhadap operator penerbangan di Indonesia. *Jurnal Pembangunan Hukum Indonesia*, 6(3), 498–520.  
DOI: <https://doi.org/10.14710/jphi.v6i3.498-520>
- Hanafi, I. H. (2025). State responsibility in supervising aviation operators in Indonesia. *Kosmik Hukum*, 25(1).

- Hanafi, I. H., & Riry, W. A. (2024). Sosialisasi hukum tentang pengaturan kewenangan pengelolaan wilayah pesisir. *AIWADTHU: Jurnal Pengabdian Hukum*, 4(1), 8–15.  
DOI: [10.47268/aiwadthu.v4i1.1831](https://doi.org/10.47268/aiwadthu.v4i1.1831)
- Huwae, F. M., Hanafi, I. H., & Peilouw, J. S. F. (2022). Pertanggungjawaban penggunaan unmanned aerial vehicle (UAV) dalam konflik bersenjata ditinjau dari hukum humaniter internasional. *TATOHI: Jurnal Ilmu Hukum*, 2(10), 995–1003.  
DOI: [10.47268/tatohi.v2i10.1439](https://doi.org/10.47268/tatohi.v2i10.1439)
- International Civil Aviation Organization. (1944). *Convention on International Civil Aviation (Chicago Convention)*.
- Klemas, V. (2015). Remote sensing of coastal and ocean currents: An overview. *Journal of Coastal Research*, 31(3), 576–586.  
DOI: [10.2112/JCOASTRES-D-11-00197.1](https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-11-00197.1)
- Kroodsma, D. A., Mayorga, J., Hochberg, T., Miller, N. A., Boerder, K., Ferretti, F., ... & Worm, B. (2018). Tracking the global footprint of fisheries. *Science*, 359(6378), 904–908.  
DOI: [10.1126/science.aao5646](https://doi.org/10.1126/science.aao5646)
- Marcel, S. M. N., Hanafi, I. H., & Juajir, S. (2020). State responsibility for national and international flight safety: An insight from Indonesia. *Scholars International Journal of Law, Crime and Justice*.  
DOI: <https://doi.org/10.36348/>
- Petrossian, G. A. (2015). Preventing illegal, unreported and unregulated (IUU) fishing: A situational approach. *Biological Conservation*, 189, 39–48.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.09.005>
- Rothwell, D. R., & Stephens, T. (2016). *The international law of the sea* (2nd ed.). Oxford: Hart Publishing.
- Saily, S. R., Peilouw, J. S. F., & Hanafi, I. H. (2022). Penegakan kedaulatan di wilayah udara Indonesia berdasarkan Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang penerbangan. *TATOHI: Jurnal Ilmu Hukum*, 2(4), 341–360.  
DOI: [10.47268/tatohi.v2i4.1096](https://doi.org/10.47268/tatohi.v2i4.1096)
- Shaw, M. N. (2017). *International law* (8th ed.). Cambridge University Press.
- Tanaka, Y. (2019). *The international law of the sea* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Tiwery, Z. F., Hanafi, I. H., & Riry, W. A. (2024). Pelanggaran wilayah udara Indonesia oleh pesawat asing menurut hukum internasional. *Balobe Law Journal*, 4(1), 35–41.  
DOI: [10.47268/balobe.v4i1.2046](https://doi.org/10.47268/balobe.v4i1.2046)
- Tomaula, D., Hanafi, I. H., & Leatemia, W. (2023). Hukum udara internasional dalam kasus salah tembak pesawat komersial Ukraina akibat penembakan Iran ditinjau dari Konvensi Chicago 1944. *PATTIMURA Law Study Review*, 1(2), 173–198.  
DOI: <https://doi.org/10.47268/palasrev.v1i2.11779>
- United Nations. (1982). *United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS)*.
- Van Harling, F. I., Peilouw, J. S. F., & Hanafi, I. H. (2024). Legalitas drone (pesawat tanpa awak) sebagai alat melakukan mata-mata dalam perang. *TATOHI: Jurnal Ilmu Hukum*, 4(7), 523–537.  
DOI: [10.47268/tatohi.v4i7.2461](https://doi.org/10.47268/tatohi.v4i7.2461)