

Sinergi Regulasi Penerbangan dan Sistem Pertahanan Rakyat Semesta Dalam Membangun Keamanan Udara Nasional

Monika Anggreini^{*,1}, Priyanto¹, Sulistyanto¹

¹Prodi Magister Strategi Perang Semesta, Fakultas Strategi Pertahanan, Universitas Pertahanan Republik Indonesia
Kawasan IPSC Sentul, Sukahati, Kec. Citeureup, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16810

*E-mail: ironbirdmonika@gmail.com

Diterima: 29 Januari 2025, direvisi: 18 Maret 2025, disetujui: 15 Mei 2025,
tersedia daring: 26 Juni 2025, diterbitkan: 30 Juni 2025

Abstrak

Ketahanan nasional di ruang udara tidak hanya dibangun melalui kekuatan militer, tetapi juga melalui sistem regulasi yang efektif dalam sektor penerbangan. Kajian ini membahas bagaimana sinergi antara strategi perang semesta dan kebijakan penerbangan dapat memperkuat daya tangkal strategis Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi peran regulasi penerbangan dalam mendukung implementasi strategi perang semesta, dengan fokus pada kebijakan keamanan, keselamatan, dan pengendalian ruang udara serta merumuskan rekomendasi kebijakan dalam memperkuat ketahanan udara nasional. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dengan metode analisis kebijakan melalui perbandingan regulatif dokumen regulasi penerbangan dan pertahanan, meliputi Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan, Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara, Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2018, serta standar internasional ICAO Annex 17 dan Annex 19. Hasil penelitian menunjukkan bahwa harmonisasi regulasi dengan strategi pertahanan semesta berpotensi menghasilkan sistem pengawasan dan respons yang lebih terstruktur terhadap ancaman udara, baik militer maupun non-militer. Temuan penelitian menegaskan pentingnya integrasi kebijakan transportasi udara dan pertahanan negara sebagai pendekatan strategis baru dalam tata kelola keamanan udara. Lebih lanjut, integrasi sipil-militer dalam sektor penerbangan terbukti berkontribusi dalam meningkatkan efektivitas deteksi dini, mempercepat respons intersepsi, dan memperkuat kepercayaan publik terhadap keamanan udara nasional. Hal ini memberikan perspektif baru mengenai peran regulasi penerbangan dalam memperkuat strategi pertahanan semesta dan membangun ketahanan nasional di ruang udara.

Kata kunci: Keamanan udara, kebijakan pertahanan, ketahanan nasional, manajemen wilayah udara, regulasi penerbangan, sinergi sipil-militer, strategi perang semesta.

Abstract

Synergy between total defense and aviation regulations building national resilience in the airspace: National resilience in the air domain is built not only through military power but also through an effective regulatory framework within the aviation sector. This study examines how the synergy between the total defense strategy and aviation policy can strengthen Indonesia's strategic deterrence capability. The research aims to evaluate the role of aviation regulation in supporting the implementation of the total defense strategy, focusing on security, safety, and airspace control policies, and to formulate policy recommendations for strengthening national air defense resilience. This research employs a qualitative approach using policy analysis methods through comparative regulatory review of aviation and defense documents, including Law No. 1 of 2009 on Aviation, Law No. 3 of 2002 on National Defense, Government Regulation No. 4 of 2018 on the Security of the Republic of Indonesia's Airspace, and international standards such as ICAO Annex 17 and Annex 19. The findings reveal that the harmonization of regulations with the total defense strategy has the potential to establish a more structured system of air threat surveillance and response, covering both military and non-military domains. The study highlights the importance of integrating air transport and national defense policies as a new strategic approach to airspace security governance. Furthermore, civil-military integration within the aviation contributes to enhancing early warning effectiveness, accelerating interception response, and strengthen public confidence in national air safety. This study provides a new perspective on the role of aviation regulation in reinforcing the total defense strategy and building national resilience in the air domain.

Keywords: Airspace security, airspace management, aviation regulation, civil-military synergy, defense policy, national resilience, total war strategy.

1. Pendahuluan

Pertahanan negara merupakan upaya yang bersifat semesta, melibatkan seluruh sumber daya nasional untuk menjaga kedaulatan, keutuhan wilayah, dan keselamatan bangsa dari segala bentuk ancaman [1][2]. Dalam konteks pertahanan udara, peran sektor penerbangan komersial menjadi semakin penting mengingat luasnya ruang udara nasional dan meningkatnya intensitas lalu lintas udara [3]. Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan wilayah udara strategis di antara dua samudra dan dua benua, menghadapi tantangan yang kompleks dalam menjaga keamanan ruang udaranya [4].

Keamanan penerbangan nasional tidak dapat dipisahkan dari sistem pertahanan udara. Regulasi penerbangan yang berlaku, seperti Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan, menegaskan pentingnya sinergi antara otoritas sipil dan militer dalam pengelolaan ruang udara nasional [3]. Dalam praktiknya, upaya menjaga keamanan penerbangan juga diatur melalui berbagai regulasi turunan, seperti Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 80 Tahun 2017 tentang Program Keamanan Penerbangan Nasional dan PM 140 Tahun 2015 tentang Penanggulangan Keadaan Darurat Keamanan Penerbangan Nasional [5][6].

Regulasi tersebut selaras dengan standar yang ditetapkan oleh International Civil Aviation Organization (ICAO), khususnya dalam Annex 17 tentang keamanan penerbangan dan Annex 19 tentang manajemen keselamatan [7][8]. Implementasi ketentuan ini di tingkat nasional menuntut koordinasi yang efektif antara lembaga sipil seperti Kementerian Perhubungan dan lembaga pertahanan seperti TNI Angkatan Udara, yang memiliki mandat untuk menjaga ruang udara nasional [9][10].

Kolaborasi sipil-militer dalam manajemen ruang udara bukan hanya isu teknis, melainkan juga strategis dalam mendukung konsep Sistem Pertahanan Semesta (Sishankamrata). Pendekatan ini menekankan bahwa seluruh elemen bangsa, termasuk sektor penerbangan komersial, memiliki peran dalam mendukung upaya pertahanan nasional [1][11]. Dalam kerangka ini, kebijakan dan regulasi penerbangan harus mampu menjembatani kebutuhan keamanan penerbangan sipil dan kesiapan pertahanan udara nasional.

Sejumlah negara telah berhasil mengimplementasikan kebijakan integratif antara penerbangan sipil dan pertahanan udara yang dapat dijadikan pembanding bagi Indonesia. Singapura, misalnya, mengoperasikan Joint Airspace Operations Centre (JAOC) di bawah Civil Aviation Authority of Singapore (CAAS) dan Singapore Armed Forces (RSAF). Struktur JAOC ini beroperasi berdasarkan Civil Aviation Authority of Singapore Act (CAAS Act) dan kerangka nasional National Civil Aviation Security Programme (NCASP) 2022, yang menjadi dasar legal integrasi pengawasan ruang udara sipil-militer. Sumber resmi mengenai kerangka hukum dan struktur kelembagaan JAOC dapat ditemukan melalui publikasi CAAS dan Kementerian Pertahanan Singapura [28]. Sementara itu, Australia telah mengembangkan model serupa melalui integrasi Airservices Australia dan Department of Defence (DoD Australia) berdasarkan Airspace Act 2007, Civil Aviation Act 1988, serta Airservices and Defence Air Traffic Management Agreement. Dasar hukum tersebut menjadi payung kelembagaan bagi pembentukan *Joint Airspace Coordination System* yang mendukung operasi respons ancaman udara secara terintegrasi. Sumber resmi dapat diakses melalui Airservices Australia dan DoD Australia [30].

Perbandingan ini menunjukkan bahwa kedua negara tersebut tidak hanya memiliki pusat operasi ruang udara yang terintegrasi, tetapi juga ditopang oleh dasar hukum yang jelas serta struktur kelembagaan yang kuat, kondisi yang belum sepenuhnya dimiliki Indonesia, yang hingga saat ini masih bertumpu pada mekanisme koordinasi sektoral dan belum memiliki payung hukum terpadu bagi *Joint Airspace Coordination Center* (JACC). Sementara itu, Amerika Serikat melalui kerja sama antara Federal Aviation Administration (FAA) dan Department of Defense (DoD) mengembangkan sistem *Airspace Deconfliction* yang memungkinkan pembagian ruang udara secara dinamis tanpa mengganggu operasi pertahanan [31][34]. Perbandingan ini menunjukkan bahwa model integrasi di negara-negara tersebut telah mencapai tingkat koordinasi yang lebih matang dibandingkan Indonesia, yang masih berfokus pada aspek kebijakan dan koordinatif.

Meningkatnya ancaman non-tradisional seperti terorisme udara, penyusupan wilayah udara oleh pesawat asing, dan ancaman siber terhadap sistem navigasi penerbangan menjadikan sinergi antara sektor penerbangan dan pertahanan udara semakin krusial [12][13]. Buku Putih Pertahanan Indonesia 2024 juga menegaskan bahwa keamanan ruang udara tidak hanya menjadi tanggung jawab TNI AU, tetapi membutuhkan dukungan sektor sipil untuk menciptakan sistem deteksi dini dan respons cepat terhadap potensi ancaman [14]. Dalam konteks tersebut, penelitian ini berupaya menganalisis bagaimana regulasi penerbangan komersial di Indonesia dapat mendukung pertahanan udara nasional melalui sinergi antara lembaga sipil dan militer. Analisis dilakukan dengan menelaah kerangka hukum, kebijakan nasional, serta standar internasional yang berkaitan dengan keamanan penerbangan dan pengelolaan ruang udara nasional [7][9][15].

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini secara eksplisit bertujuan untuk menjawab pertanyaan utama: Bagaimana regulasi penerbangan komersial dapat diintegrasikan dengan strategi pertahanan udara nasional dalam kerangka Sistem Pertahanan Semesta (Sishankamrata)? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, penelitian ini memiliki tiga tujuan pokok, yaitu: (1) menganalisis keterkaitan antara strategi perang semesta dan regulasi penerbangan nasional; (2) mengevaluasi kesenjangan antara kebijakan penerbangan Indonesia dengan standar keamanan udara internasional (ICAO); serta (3) merumuskan model implementasi sinergi operasional sipil–militer yang efektif dalam mendukung pertahanan udara nasional.

Namun, hingga saat ini belum banyak penelitian yang secara komprehensif mengkaji keterpaduan antara strategi pertahanan semesta dan regulasi penerbangan komersial dalam konteks pertahanan udara Indonesia. Sebagian besar studi terdahulu hanya berfokus pada aspek teknis pengelolaan ruang udara atau koordinasi sipil–militer tanpa mengaitkannya secara langsung dengan sistem pertahanan nasional. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya penelitian yang menempatkan sektor penerbangan sebagai bagian integral dari strategi pertahanan udara nasional berbasis konsep Sishankamrata, sekaligus memberikan kontribusi teoretis dan kebijakan yang lebih konkret.

2. Metodologi

2.1. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif-analitis untuk memahami keterkaitan antara regulasi penerbangan komersial dan sistem pertahanan udara nasional [16]. Pendekatan ini dipilih karena topik yang dikaji bersifat konseptual dan strategis, sehingga menuntut analisis mendalam terhadap dokumen kebijakan, peraturan, dan standar internasional yang berkaitan dengan keamanan penerbangan dan pertahanan udara [17][18].

Penelitian ini merupakan analisis kebijakan yang berbasis pada *integrative document review*, yaitu pendekatan yang menggabungkan analisis regulasi, standar internasional, laporan lembaga, serta literatur akademik untuk menilai keselarasan kebijakan secara komprehensif. Proses analisis dilakukan melalui analisis isi (*content analysis*) dan analisis tematik (*thematic analysis*), yang berfungsi untuk mengidentifikasi pola, kesenjangan, serta hubungan antar-kebijakan dalam sektor penerbangan dan pertahanan udara.

Melalui *content analysis*, penelitian menelaah substansi dokumen seperti Undang-Undang, Peraturan Pemerintah, Peraturan Menteri, NCASP, *Annex 17* dan *Annex 19* ICAO, serta doktrin pertahanan udara untuk mengidentifikasi elemen-elemen kunci terkait keamanan udara, koordinasi sipil–militer, dan pengelolaan ruang udara. Sementara itu, *thematic analysis* digunakan untuk mengelompokkan temuan berdasarkan tema utama seperti kelembagaan, interoperabilitas, teknologi, dan regulasi, sehingga menghasilkan pemetaan isu yang sistematis dan kontekstual [14].

Pendekatan integratif ini memungkinkan penelitian tidak hanya mendeskripsikan isi dokumen, tetapi juga mengevaluasi kesesuaiannya terhadap standar internasional, memeriksa hubungan lintas sektor, dan menilai implikasi kebijakan secara strategis. Dengan demikian, metode ini relevan untuk mengkaji kebutuhan harmonisasi regulasi penerbangan dan strategi pertahanan udara dalam kerangka Sishankamrata.

Metode pengumpulan data dilakukan melalui studi pustaka (*library research*) dengan memanfaatkan berbagai sumber ilmiah seperti jurnal akademik, prosiding, laporan lembaga pemerintah, serta dokumen resmi pertahanan dan penerbangan nasional [19][20]. Sumber data utama mencakup Buku Putih Pertahanan Indonesia 2024, Laporan Tahunan AirNav Indonesia 2023, dan Doktrin Pertahanan Udara Nasional yang diterbitkan oleh TNI Angkatan Udara [15][16].

Selain itu, penelitian ini juga menggunakan sumber data lainnya yang meliputi peraturan perundang-undangan nasional, seperti Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan dan Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2018 tentang Pengamanan Wilayah Udara Republik Indonesia [3][4]. Untuk memperkaya perspektif, digunakan pula dokumen internasional seperti *Annex 17* dan *Annex 19* yang diterbitkan oleh ICAO sebagai standar global dalam keamanan penerbangan [7][8].

Tabel 1. Korpus penelitian.

Jenis Dokumen	Sumber	Kata Kunci	Alasan Inklusi
Undang-Undang (UU 1/2009, UU 3/2002)	JDIH Kemenhub, JDIH Kemhan	“penerbangan”, “pertahanan negara”	Dasar hukum utama ctual penerbangan & pertahanan
Peraturan Pemerintah (PP 4/2018)	JDIH Kemhan	“wilayah udara”, “pengamanan udara”	Regulasi inti pengamanan wilayah udara
Peraturan Menteri (PM 80/2017; PM 140/2015)	Kemenhub	“keamanan penerbangan nasional”	Mengatur keamanan, darurat, dan teknis pelaksanaan
Standar ICAO (<i>Annex 17 & 19</i>)	ICAO official portal	“aviation security”, “safety management”	Standar global keamanan & keselamatan penerbangan
Laporan tahunan	AirNav Indonesia	“airspace management Indonesia”	Data ctual pengelolaan navigasi udara
Doktrin & buku putih	Kemhan, TNI AU	“doktrin pertahanan udara nasional”	Sumber kebijakan strategis
Artikel ilmiah (2019–2025)	Google Scholar, DOAJ	“civil–military coordination”, “air defense–aviation regulation”	Analisis empiris & komparatif
Laporan penelitian	Pusat studi pertahanan	“sinergi sipil–militer”	Data pendukung analisis kebijakan

Penelitian ini menggunakan korpus dokumen yang terdiri dari regulasi nasional, standar internasional ICAO, laporan lembaga pemerintah, dan artikel jurnal akademik. Proses penelusuran dilakukan menggunakan penelusuran sistematis melalui JDIH kementerian terkait, perpustakaan digital Unhan, portal publik AirNav Indonesia, serta database akademik seperti Google Scholar, Scopus, dan DOAJ. Penelusuran dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci seperti “pengamanan wilayah udara,” “*airspace security regulation*,” “*civil–military coordination*,” “*Annex 17/19 implementation*,” dan “*air defense policy Indonesia*.” Korpus penelitian disajikan pada Tabel 1.

Seleksi dilakukan melalui *screening* judul–abstrak, kesesuaian konten dengan topik pertahanan udara dan regulasi penerbangan, serta ketersediaan dokumen secara legal dan terbuka. Dokumen yang masuk dalam korpus harus memenuhi tiga kriteria: (1) memiliki relevansi langsung terhadap isu keamanan dan pengelolaan ruang udara; (2) diterbitkan oleh lembaga resmi atau jurnal ilmiah yang kredibel; dan (3) memiliki nilai kebijakan atau nilai analitis terhadap integrasi sipil–militer.

2.2. Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari berbagai sumber kemudian diolah melalui proses kategorisasi dan sistematisasi agar dapat digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian [21]. Tahapan pengolahan data dimulai dengan melakukan seleksi terhadap seluruh sumber yang relevan dengan isu keamanan penerbangan dan pertahanan udara, baik yang bersifat normatif maupun empiris [22].

Selanjutnya dilakukan proses kodifikasi, yaitu pengelompokan informasi berdasarkan tema utama yaitu kerangka regulasi penerbangan, koordinasi sipil–militer, kebijakan pertahanan udara, serta keselarasan antara hukum nasional dan standar internasional [23]. Proses ini memastikan setiap data memiliki konteks yang jelas dan mendukung arah analisis penelitian.

Untuk menjaga validitas data, peneliti menerapkan teknik triangulasi sumber, yaitu dengan membandingkan hasil kajian antar-sumber, baik antara dokumen nasional dan internasional maupun antara kebijakan pertahanan dan penerbangan [24][25]. Dengan demikian, data yang digunakan benar-benar terverifikasi dan memiliki relevansi tinggi terhadap tujuan penelitian.

2.3. Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui tiga tahap utama: Reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan [26]. Pada tahap reduksi data, peneliti menyeleksi literatur dan dokumen yang memiliki hubungan langsung dengan integrasi regulasi penerbangan dan strategi pertahanan udara nasional [27]. Tahap penyajian data dilakukan dengan mengorganisir hasil temuan dalam bentuk narasi konseptual atau penjelasan yang menghubungkan berbagai konsep dan teori untuk memberikan pemahaman menyeluruh tentang suatu fenomena atau masalah penelitian untuk menggambarkan hubungan antara kebijakan, regulasi, serta strategi pertahanan udara yang berlaku [28]. Analisis difokuskan pada bagaimana peraturan

penerbangan komersial dapat memperkuat fungsi deteksi dini, koordinasi lintas lembaga, dan kesiapsiagaan ruang udara nasional [29].

Dalam proses analisis, penelitian ini menerapkan analisis isi (*content analysis*) dan analisis komparatif kebijakan (*comparative policy analysis*) sebagai teknik utama. Analisis isi digunakan untuk menelaah substansi regulasi penerbangan, dokumen pertahanan, dan standar internasional ICAO guna mengidentifikasi elemen-elemen yang saling beririsan antara sektor sipil dan militer [22][23]. Sementara itu, analisis komparatif kebijakan dilakukan dengan membandingkan model koordinasi sipil-militer Indonesia dengan beberapa negara yang telah berhasil menerapkan sistem pengelolaan ruang udara terpadu, seperti Australia dan Singapura [28][30]. Pendekatan kombinatif ini diharapkan menghasilkan pemahaman yang utuh dan sistematis mengenai sejauh mana regulasi penerbangan komersial dapat diintegrasikan dalam kerangka strategi pertahanan udara nasional [31][33].

Tahap akhir, penarikan kesimpulan, dilakukan dengan mengintegrasikan hasil analisis kebijakan dan perbandingan regulasi nasional serta standar internasional ICAO [30][31]. Hasil analisis juga dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang membahas integrasi sistem pertahanan udara dan keamanan penerbangan [32][33]. Melalui tahapan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi konseptual dan empiris terhadap penguatan kebijakan pertahanan udara nasional melalui optimalisasi regulasi penerbangan komersial yang adaptif dan selaras dengan dinamika ancaman modern [14][16].

2.4. Alur Pikir

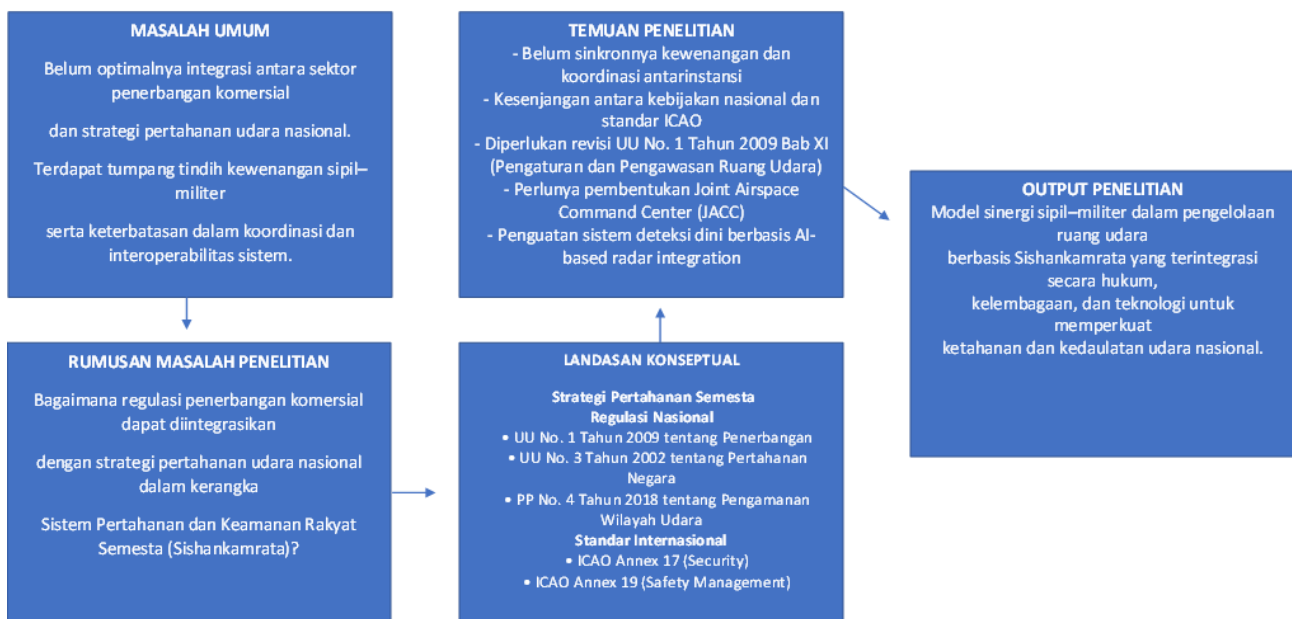
Alur pikir ditunjukkan di Gambar 1.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Sinergi Strategi Perang Semesta dan Regulasi Penerbangan

Strategi Sistem Pertahanan Semesta (Sishankamrata) menempatkan seluruh sumber daya nasional, termasuk sektor penerbangan komersial, sebagai elemen penting dalam menjaga kedaulatan udara Indonesia [1][14]. Sinergi antara konsep pertahanan semesta dan regulasi penerbangan menjadi krusial karena ruang udara nasional merupakan domain strategis yang memiliki nilai ekonomi sekaligus pertahanan [3][4]. Dalam konteks ini, regulasi seperti Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan dan Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2018 tentang Pengamanan Wilayah Udara memberikan dasar hukum bagi integrasi fungsi keamanan penerbangan dan pertahanan udara [5].

Penerapan strategi ini terlihat melalui kebijakan *Flexible Use of Airspace* (FUA) yang memungkinkan pembagian ruang udara secara dinamis antara kebutuhan sipil dan militer [7][9]. FUA menjadi manifestasi



Gambar 1. Alur Pikir.

dari implementasi Sishankamrata dalam domain udara, dengan penggunaan ruang udara dilakukan secara efisien tanpa mengabaikan aspek keamanan nasional. Sinergi ini juga tercermin dalam koordinasi antara Kementerian Perhubungan, TNI Angkatan Udara, dan AirNav Indonesia, terutama dalam penyusunan kebijakan operasional yang menyatukan aspek keselamatan penerbangan dan pertahanan udara [10][15].

Namun, integrasi tersebut masih menghadapi tantangan berupa perbedaan sistem komando, komunikasi, serta keterbatasan interoperabilitas antara jaringan sipil dan militer [16][25]. Untuk mengatasi hal ini, perlu penguatan kelembagaan dan pembaruan regulasi yang memperjelas mekanisme koordinasi lintas sektor. Dengan demikian, sinergi strategi pertahanan semesta dan regulasi penerbangan dapat terwujud secara efektif sebagai sistem pertahanan udara adaptif dan komprehensif [17].

Secara umum, efektivitas sinergi sipil–militer dalam pengelolaan ruang udara nasional menunjukkan hasil yang positif, terutama dalam aspek peningkatan koordinasi antarinstansi dan efisiensi penggunaan ruang udara. Namun, sejumlah tantangan masih dihadapi, seperti keterbatasan interoperabilitas sistem radar sipil dan militer, perbedaan protokol komunikasi, serta belum seragamnya standar operasional dalam menghadapi situasi darurat udara [15][17][25]. Selain itu, ketergantungan terhadap infrastruktur teknologi yang masih terpisah antara AirNav Indonesia dan TNI Angkatan Udara menimbulkan kendala dalam pertukaran data real-time. Faktor sumber daya manusia juga menjadi kendala, karena pelatihan lintas instansi belum terprogram secara berkelanjutan. Kondisi ini menandakan bahwa efektivitas sinergi masih bersifat parsial dan membutuhkan penguatan kebijakan yang lebih sistematis agar mampu mencapai integrasi pertahanan udara yang komprehensif dan berkelanjutan [19][20][35].

3.2. Evaluasi Kesenjangan Regulasi Nasional dengan Standar ICAO

Hasil penelitian ini secara langsung berkaitan dengan tujuan penelitian yang telah dirumuskan pada bagian pendahuluan. Analisis pada subbab sebelumnya menjawab tujuan pertama, yaitu mengidentifikasi keterkaitan antara strategi perang semesta dan regulasi penerbangan nasional. Selanjutnya, pembahasan pada bagian ini difokuskan untuk memenuhi tujuan kedua, yakni mengevaluasi kesenjangan antara kebijakan penerbangan nasional dengan standar keamanan udara internasional sebagaimana ditetapkan oleh ICAO [7][8]. Dengan demikian, kesinambungan antara tujuan penelitian dan hasil analisis dapat menunjukkan koherensi ilmiah yang kuat serta memperjelas kontribusi penelitian terhadap pengembangan kebijakan pertahanan udara di sektor penerbangan [14][16].

Evaluasi terhadap kerangka regulasi nasional menunjukkan bahwa Indonesia telah berupaya menyesuaikan kebijakan penerbangan dengan standar keamanan internasional sebagaimana diatur dalam *Annex 17* dan *Annex 19* ICAO [7][8]. Namun, masih terdapat kesenjangan yang signifikan dalam aspek implementasi dan penegakan standar operasional keamanan udara [13][33]. Salah satu kesenjangan utama terletak pada koordinasi lintas lembaga, dengan tanggung jawab antara otoritas sipil dan militer belum diatur secara tegas, terutama dalam situasi darurat udara [9][15].

Selain itu, integrasi teknologi pertahanan udara nasional dengan sistem keamanan penerbangan sipil masih terbatas. ICAO mendorong negara anggota untuk mengembangkan sistem *air situational awareness* berbasis teknologi radar terpadu dan *AI-based surveillance*, yang di Indonesia masih dalam tahap perencanaan [29][34]. Integrasi *data fusion* dan *AI-based surveillance* dalam sistem keamanan dan pengawasan ruang udara Indonesia merujuk pada beberapa dokumen teknis dan kebijakan internasional maupun nasional. Pada level internasional, ICAO telah mengatur penguatan *surveillance performance* melalui ICAO Doc 10013 Manual on system wide information management (SWIM), yang secara eksplisit menjelaskan penggunaan integrasi data multi-sensor, *radar fusion*, dan pemanfaatan algoritma kecerdasan buatan untuk meningkatkan *air situational awareness*. Selain itu, ICAO Annex 19 (safety management) dan global air navigation plan (GANP) 6th edition memasukkan aviation system block upgrades (ASBU), khususnya modul ASBU Block 1 & 2 – SURF, AIM, SWIM, yang menjadi payung kebijakan pemanfaatan teknologi AI dan *data fusion* dalam mendukung pengawasan dan manajemen ruang udara.

Pada konteks nasional, aspek integrasi data radar dan pemanfaatan teknologi berbasis AI diuraikan dalam Doktrin Pertahanan Udara Nasional yang menegaskan urgensi pengembangan sistem deteksi dini berbasis *networked sensor integration* dan peningkatan kemampuan *airspace monitoring* melalui

Tabel 2. Matriks *gap Annex*.

Butir Annex	Persyaratan Utama	Kondisi Indonesia	Gap & Risiko	Penanggung Jawab	Target Waktu
<i>Annex 17 – Security</i>	<i>National civil aviation security program (NCASP) terpadu</i>	NCASP 2017 ada, belum integrasi penuh dengan TNI AU	Fragmentasi koordinasi	Kemenhub, TNI AU	2026
<i>Annex 17 – Access control</i>	Kontrol area terbatas & intelijen ancaman	Bandara besar memenuhi; bandara kecil belum seragam	Risiko infiltrasi	Ditjen Hubud, AP I/II	2027
<i>Annex 19 – SMS</i>	<i>Safety risk management nasional</i>	Implementasi parsial pada unit sipil	Tidak ada SMS terpadu sipil–militer	Kemenhub, AirNav, TNI AU	2026–2028
<i>Airspace defense coordination</i>	Integrasi data radar & SOP darurat	Radar sipil–militer belum <i>fused</i>	Latensi data; keterlambatan keputusan	AirNav, Koopsud	2027
<i>Cybersecurity</i>	Proteksi sistem navigasi & CNS	Belum masuk regulasi eksplisit	Risiko serangan siber	Kemenhub, BSSN	2026

pemrosesan data multilapis. Penguatan ini juga tercantum dalam Laporan Tahunan AirNav Indonesia 2023, khususnya pada program peningkatan CNS/ATM modernization yang meliputi rencana adopsi *multi-sensor fusion*, ADS-B multilateration, serta pengembangan *real-time surveillance analytics* yang menuju pemanfaatan kemampuan AI. Selain itu, kerangka kebijakan mengenai integrasi data lintas instansi juga ditekankan dalam Laporan Evaluasi Strategi Pertahanan Udara Terpadu, yang menyebutkan kebutuhan sistem radar terintegrasi sipil–militer berbasis *automated data correlation* dan *threat classification algorithms*. Kesenjangan lain muncul pada aspek pembaruan kebijakan yang belum secara eksplisit mengakomodasi ancaman siber terhadap sistem navigasi penerbangan. Isu ini semakin relevan di era digital [27][31]. Tabel 2 menunjukkan matriks *gap annex*.

Beberapa negara seperti Australia dan Singapura telah berhasil mengimplementasikan sistem *joint airspace operation centers* sebagai wujud integrasi penuh antara otoritas penerbangan dan pertahanan udara [28][30]. Implementasi model serupa di Indonesia akan membantu mengurangi tumpang tindih kewenangan dan mempercepat respons terhadap ancaman udara. Oleh karena itu, reformasi kebijakan penerbangan nasional perlu diarahkan untuk mencapai kesetaraan dengan standar ICAO sekaligus memperkuat integrasi sipil–militer sebagai bagian dari pertahanan udara nasional [35].

Sebagai perbandingan lanjutan, Singapura dan Australia telah lebih dahulu mengadopsi pendekatan integratif dalam pengelolaan ruang udara melalui pembentukan *joint airspace operation centers* yang mempertemukan otoritas sipil dan militer dalam satu sistem pengawasan terpadu [28][30]. Model ini terbukti meningkatkan efektivitas komunikasi antarotoritas dan mempercepat pengambilan keputusan dalam situasi darurat udara. Dalam konteks Indonesia, praktik serupa dapat dijadikan rujukan untuk memperkuat mekanisme koordinasi dan integrasi teknologi antarinstansi. Pembelajaran dari kedua negara tersebut juga menegaskan bahwa keberhasilan sinergi pertahanan udara tidak hanya ditentukan oleh regulasi, tetapi juga oleh kesiapan infrastruktur dan budaya koordinatif antar lembaga negara [31][34].

3.3. Rencana Implementasi Bertahap Model Sinergi Operasional Sipil-Militer

Bagian berikut merupakan hasil analisis penulis yang didasarkan pada telaah terhadap regulasi, praktik koordinasi sipil–militer, serta standar internasional yang relevan dalam bidang penerbangan dan pertahanan udara. Analisis ini disusun melalui sintesis data sekunder, kajian literatur, dan interpretasi konseptual terhadap prinsip Sistem Pertahanan dan Keamanan Rakyat Semesta (Sishankamrata). Dengan demikian, seluruh gagasan mengenai tahapan implementasi dan pembentukan mekanisme koordinasi terpadu bukan sekadar opini atau usulan pribadi, melainkan hasil dari penalaran analitis penulis terhadap kebutuhan strategis Indonesia dalam mengintegrasikan sektor penerbangan komersial dengan sistem pertahanan udara nasional.

Untuk mencapai integrasi yang optimal antara penerbangan komersial dan sistem pertahanan udara, diperlukan rencana implementasi bertahap yang melibatkan seluruh pemangku kepentingan terkait. Tahap pertama adalah penyelarasan regulasi dan dokumen hukum, yang mencakup revisi terhadap Undang-

Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan agar lebih mengakomodasi aspek pertahanan udara [3]. Penyelarasan ini harus mempertimbangkan rekomendasi ICAO dan hasil evaluasi koordinasi sipil-militer yang dilakukan oleh Kementerian Pertahanan dan TNI AU [14][16].

Tahap kedua adalah pembentukan pusat koordinasi bersama sipil–militer, atau *joint airspace command center* (JACC), yang berfungsi mengintegrasikan pengawasan ruang udara sipil dan militer secara real-time [28][30]. Pusat ini bertanggung jawab terhadap pertukaran data radar, deteksi ancaman, dan pengambilan keputusan cepat terhadap insiden udara yang melibatkan penerbangan sipil maupun unsur militer [25][26].

Tahap ketiga adalah penguatan kapasitas sumber daya manusia dan teknologi, dengan memprioritaskan pelatihan bersama antara petugas ATC, personel pertahanan udara, dan teknisi sistem navigasi [20][21]. Program ini bertujuan untuk meningkatkan interoperabilitas dan respons koordinasi terhadap situasi darurat. Rencana implementasi bertahap ini diharapkan mampu memperkuat sinergi nasional di sektor penerbangan dan pertahanan udara. Model ini sejalan dengan pendekatan Sistem Pertahanan dan Keamanan Rakyat Semesta (Sishankamrata), yang menempatkan kolaborasi antarlembaga sebagai pilar utama sistem pertahanan udara terpadu dan responsif [1][19].

Aspek teknologi dan sumber daya manusia menjadi faktor kunci dalam keberhasilan integrasi pertahanan udara nasional. Secara teknis, integrasi sistem radar sipil–militer memerlukan infrastruktur pendukung antara lain *AI-based radar fusion*, sistem komunikasi digital terenkripsi, dan *airspace management software* berbasis *interoperabilitas* [27][29]. Penerapan teknologi ini akan memperkuat kemampuan deteksi dini (*early warning system*) serta meningkatkan kesadaran situasional udara (*air situational awareness*). Di sisi lain, peningkatan kualitas sumber daya manusia juga mutlak diperlukan melalui pelatihan gabungan dan pendidikan terpadu antara petugas AirNav Indonesia, operator radar militer, dan pejabat keamanan penerbangan sipil [20][21]. Kolaborasi pelatihan lintas sektor ini tidak hanya membangun kompetensi teknis, tetapi juga memperkuat kepercayaan antarinstansi sebagai fondasi penting bagi sinergi pertahanan udara nasional [16][19].

3.4. Hasil Analisis Implementasi Strategi Perang Semesta di Sektor Penerbangan

Hasil analisis menunjukkan bahwa prinsip Perang Semesta telah mulai terintegrasi dalam kebijakan keamanan penerbangan nasional, meskipun implementasinya masih terbatas pada tataran konseptual dan koordinatif [14][16]. TNI Angkatan Udara bersama Kementerian Perhubungan dan AirNav Indonesia telah melaksanakan sejumlah latihan gabungan yang menguji interoperabilitas komunikasi serta penanganan ancaman terhadap ruang udara nasional [20]. Kegiatan tersebut mencerminkan penerapan prinsip pertahanan semesta, dengan elemen sipil turut berperan aktif dalam mendukung kesiapsiagaan nasional terhadap ancaman udara. Namun, pelaksanaan di lapangan masih menghadapi kendala, antara lain keterbatasan jaringan radar terpadu dan perbedaan standar prosedur antara otoritas sipil dan militer [17][25].

Dari perspektif regulasi, penerapan strategi perang semesta di sektor penerbangan membutuhkan pembaruan dokumen kebijakan untuk menegaskan kewenangan koordinatif dan tanggung jawab operasional antarinstansi [4][5]. Hasil telaah menunjukkan bahwa permasalahan utama terletak pada belum optimalnya sinkronisasi kewenangan dan tanggung jawab antarinstansi dalam pengelolaan ruang udara nasional, khususnya antara otoritas penerbangan sipil dan pertahanan udara. Ketidaktegasan batas kewenangan tersebut menimbulkan potensi tumpang tindih dalam pengambilan keputusan saat terjadi situasi darurat di ruang udara. Selain itu, struktur kebijakan yang ada dalam Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan belum sepenuhnya mengakomodasi kebutuhan koordinasi strategis berbasis Sistem Pertahanan dan Keamanan Rakyat Semesta (Sishankamrata). Bagian yang perlu direvisi secara khusus adalah Bab XI tentang Pengaturan dan Pengawasan Ruang Udara, agar mencantumkan mekanisme koordinasi langsung dengan unsur pertahanan udara (TNI AU) dan skema pembagian tanggung jawab operasional yang lebih jelas. Revisi juga disarankan pada pasal-pasal terkait fungsi pengawasan lalu lintas udara untuk memasukkan klausul mengenai komando terpadu (*joint command*) serta integrasi data radar sipil-militer sebagai standar nasional pengawasan udara terpadu. Selain itu, diperlukan penguatan sistem deteksi dini berbasis teknologi canggih antara lain *AI-based radar integration* agar sistem keamanan udara nasional memiliki kemampuan antisipatif terhadap ancaman

Tabel 3. Roadmap JACC dan KPI.

Tahap	Aksi	Keluaran	Penanggung Jawab	KPI dan Target
Tahap 1 (2025–2026)	Revisi UU 1/2009, penyalarsan regulasi	Kerangka hukum JACC	Kemenhub, Kemhan	Kepatuhan regulasi 100%
Tahap 2 (2026–2027)	Pembentukan JACC	Pusat koordinasi sipil–militer	AirNav, TNI AU	MTTD < 2 menit
Tahap 3 (2027–2028)	Integrasi data radar	Radar fusion center	AirNav – Koopsud	Latensi data < 1 detik
Tahap 4 (2028–2030)	Pelatihan & interoperabilitas	Joint drill rutin	TNI AU, AirNav	Frekuensi drill \geq 4/tahun
Tahap 5 (2030+)	Evaluasi & peningkatan kapasitas	Sistem pertahanan udara terpadu	Semua instansi	Audit <i>Annex 17/19</i> \geq 90%

lintas batas [27][29]. Secara keseluruhan, hasil analisis memperlihatkan bahwa penerapan strategi perang semesta di sektor penerbangan telah berada di jalur yang tepat, tetapi memerlukan penyempurnaan kelembagaan, regulatif, dan teknologi untuk mencapai sistem pertahanan udara nasional yang modern, efektif, dan berdaya tanggap tinggi [31][33][35]. Roadmap JACC dan KPI disajikan di Tabel 3.

Model implementasi operasional dirumuskan sebagai kerangka terpadu yang memastikan bahwa integrasi keamanan ruang udara antara unsur sipil dan militer dapat berjalan secara bertahap, sistematis, dan terukur fase awal, fokus diarahkan pada penataan fondasi kelembagaan dan regulasi, termasuk harmonisasi dokumen kebijakan, penyesuaian mekanisme koordinasi sipil–militer, serta pembangunan infrastruktur *surveillance* dasar. Fase berikutnya menekankan integrasi sistem, meliputi penyatuan alur data radar sipil dan militer, penguatan jaringan komunikasi *real-time*, serta pengoperasian pusat integrasi data yang memproduksi gambaran situasi udara terpadu (*common recognized air picture*). Pada tahap akhir, *roadmap* diarahkan pada optimalisasi sistem melalui pemanfaatan teknologi lanjutan seperti *data fusion*, kecerdasan buatan untuk penandaan ancaman, analisis prediktif disertai evaluasi berkala dan pembaruan kebijakan untuk memastikan sistem terus menyesuaikan diri dengan dinamika ancaman yang berkembang.

Agar *roadmap* ini dapat dijalankan secara konsisten, setiap aksi program menetapkan penanggung jawab kelembagaan sesuai mandat hukum dan kapasitas institusional. Ditjen Perhubungan Udara berperan sebagai pengawal regulasi dan pengawas utama sektor penerbangan, sehingga menjadi pemimpin dalam penyusunan aturan, harmonisasi kebijakan sipil–militer, serta pengawasan program keamanan penerbangan nasional. AirNav Indonesia bertanggung jawab dalam aspek teknis penyediaan *data surveillance*, peningkatan infrastruktur navigasi penerbangan, dan penyelenggaraan integrasi data radar yang menjadi tulang punggung pengawasan ruang udara. Di sisi pertahanan, TNI AU melalui Kohanudnas atau Koopsud memegang kendali penuh atas penguatan unsur pertahanan udara, termasuk peningkatan kesiapsiagaan intersepsi, pengelolaan komando dan kendali (C2), serta pelaksanaan operasi pertahanan udara. Selain itu, Kemenko Polhukam berfungsi sebagai koordinator kebijakan tingkat nasional untuk memastikan seluruh agenda lintas kementerian dan lembaga berjalan secara sinkron, sementara Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN) memastikan perlindungan sistem dari risiko siber yang dapat mengganggu integritas aliran data sipil–militer. Lembaga seperti Basarnas dan otoritas bandar udara turut mendukung implementasi terutama pada kesiapsiagaan dan respons kedaruratan.

Keberhasilan pelaksanaan model implementasi operasional ini diukur melalui serangkaian indikator yang bersifat teknis sekaligus strategis. *Mean time to detect* (MTTD) menjadi indikator utama untuk menilai kecepatan sistem dalam mendeteksi incursion atau objek tidak dikenal, dan ditetapkan dengan target kurang dari dua menit sejak objek memasuki wilayah udara yang dipantau. *Mean time to intercept* (MTTI) digunakan untuk menilai efektivitas respons unsur pertahanan udara setelah deteksi dilakukan, dengan target respons kurang dari tujuh menit sebagai bentuk kesiapsiagaan operasional yang tinggi. Integrasi data antara sistem sipil dan militer dievaluasi melalui indikator latensi *data feed* yang menggambarkan jeda waktu distribusi informasi antara kedua sistem; target latensi kurang dari satu detik menjadi parameter penting untuk memastikan aliran informasi berlangsung secara *real-time*. Selain itu, tingkat interoperabilitas diukur melalui frekuensi *joint drill* yang menilai jumlah latihan bersama dalam satu tahun dan tingkat keterlibatan unit operasional, dengan target minimal empat latihan tahunan dan

partisipasi lebih dari delapan puluh persen unit terkait. Pada tingkat kepatuhan internasional, *Annex 17* dan *Annex 19* ICAO menjadi standar acuan untuk menilai efektivitas sistem keamanan penerbangan dan manajemen keselamatan nasional; target skor audit minimal sembilan puluh persen menunjukkan bahwa sistem tidak hanya responsif tetapi juga telah memenuhi standar global.

Temuan penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah penting dalam bidang kebijakan pertahanan dan penerbangan. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi konseptual antara strategi pertahanan semesta (Sishankamrata) dengan sistem regulasi penerbangan nasional sebagai instrumen strategis pertahanan udara [1][14][35]. Pendekatan ini menawarkan kerangka kebijakan yang tidak hanya bersifat normatif, tetapi juga aplikatif melalui model sinergi sipil–militer berbasis interoperabilitas kelembagaan dan teknologi. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperluas pemahaman akademik mengenai hubungan antara kebijakan pertahanan dan tata kelola ruang udara, sekaligus memberikan landasan praktis bagi pemerintah dalam merancang kebijakan pertahanan udara yang lebih integratif dan adaptif terhadap ancaman modern [31][33].

4. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana regulasi penerbangan komersial dapat diintegrasikan dengan strategi pertahanan udara nasional dalam kerangka Sistem Pertahanan dan Keamanan Rakyat Semesta (Sishankamrata), sekaligus mengidentifikasi kebutuhan pembaruan dokumen kebijakan yang relevan. Berdasarkan hasil telaah, penelitian ini menemukan bahwa integrasi tersebut belum sepenuhnya optimal yang disebabkan oleh tumpang tindih kewenangan antarinstansi dan keterbatasan dalam mekanisme koordinasi sipil–militer. Temuan utama menunjukkan bahwa revisi terhadap Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan, khususnya pada Bab XI tentang Pengaturan dan Pengawasan Ruang Udara, diperlukan untuk memperjelas pembagian tanggung jawab operasional serta menetapkan mekanisme komando terpadu (*joint command*) antara otoritas sipil dan pertahanan udara. Selain itu, penguatan sistem deteksi dini berbasis teknologi antara lain *AI-based radar integration* juga menjadi langkah strategis untuk memperkuat kemampuan antisipatif pertahanan udara nasional. Dengan demikian, penelitian ini berhasil menjawab rumusan masalah melalui identifikasi tiga komponen kunci integrasi, yaitu: (1) keselarasan hukum dan kebijakan; (2) efektivitas koordinasi operasional antarinstansi; serta (3) optimalisasi teknologi dan sumber daya manusia dalam mendukung pertahanan udara nasional yang modern dan responsif. Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan yang penting untuk disampaikan agar pembaca memahami ruang lingkup analisis secara proporsional. Pertama, penelitian ini dilakukan sepenuhnya sebagai studi kepustakaan (*desk study*) yang mengandalkan sumber-sumber terbuka (*open-source documents*), seperti regulasi nasional, dokumen ICAO, laporan kelembagaan, literatur akademik, serta publikasi kebijakan yang tersedia untuk umum. Dengan demikian, penelitian ini tidak menggunakan data rahasia, informasi dengan klasifikasi tertentu, maupun dokumen internal militer atau lembaga penerbangan yang tidak dipublikasikan. Ketiadaan akses terhadap data terbatas atau *classified* membuat analisis tidak dapat menggambarkan detail teknis tertentu, terutama pada aspek prosedur operasi pertahanan udara, sistem komando dan kendali militer, serta konfigurasi aktual jaringan radar nasional. Selain itu, penelitian ini belum melakukan pengukuran lapangan atau verifikasi empiris melalui simulasi operasional, observasi langsung, maupun pengujian sistem integrasi radar dan komunikasi. Dengan demikian, hasil analisis terutama bersifat konseptual dan strategis, belum pada tahap validasi kuantitatif atau evaluasi performa nyata di lapangan. Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian lanjutan sangat diperlukan untuk memperdalam dan memverifikasi temuan-temuan yang dihasilkan. Salah satu arah riset yang direkomendasikan adalah pelaksanaan *pilot testing* terhadap konsep *joint airspace coordination center* (JACC) atau pusat koordinasi ruang udara terpadu sipil–militer. Uji coba ini dapat mencakup integrasi awal data radar sipil dan militer, pengujian protokol komunikasi *real-time*, serta simulasi pengambilan keputusan terhadap skenario *airspace incursion*. Selain itu, penelitian mendatang dapat melakukan pengukuran aktual terhadap indikator kinerja seperti *mean time to detect* (MTTD), *mean time to intercept* (MTTI), latensi *data feed* antar instansi, dan efektivitas *joint drill* berdasarkan latihan operasional di lapangan. Riset lebih lanjut juga dapat mengeksplorasi aspek kelembagaan, termasuk model *governance*, pembagian kewenangan, dan skema anggaran lintas lembaga yang diperlukan untuk mewujudkan integrasi yang berkelanjutan. Tidak kalah penting, penelitian lanjutan

dapat melibatkan pemangku kepentingan melalui wawancara mendalam, *table-top exercise*, atau *red teaming* untuk menilai kesiapan implementasi konsep secara lebih realistis. Melalui perluasan ruang lingkup tersebut, penelitian berikutnya diharapkan dapat menghasilkan model integrasi sipil–militer yang tidak hanya komprehensif secara teoretis, tetapi juga teruji secara praktis dalam konteks pengamanan ruang udara nasional. Pendekatan penelitian ini memiliki keunggulan ilmiah karena mengintegrasikan aspek hukum, kebijakan publik, dan strategi pertahanan nasional dalam satu kerangka analisis. Melalui metode kualitatif deskriptif dan teknik analisis isi serta analisis komparatif kebijakan, penelitian ini mampu menafsirkan hubungan antara regulasi penerbangan dan pertahanan udara secara multidimensional. Hal ini menjadikan hasil penelitian tidak hanya relevan secara normatif, tetapi juga aplikatif bagi pengambil kebijakan di sektor pertahanan dan transportasi udara. Kontribusi ilmiah utama dari penelitian ini terletak pada pengembangan konsep integratif yang menghubungkan regulasi penerbangan sipil dengan strategi pertahanan udara. Pendekatan ini memperluas kajian kebijakan pertahanan di Indonesia dengan menambahkan perspektif hukum udara dan tata kelola lintas sektor. Secara akademik, temuan ini memperkuat posisi studi kebijakan pertahanan sebagai bidang interdisipliner yang dapat menggabungkan elemen politik, hukum, dan manajemen keamanan udara dalam satu kerangka strategis. Selain memberikan kontribusi teoretis, penelitian ini juga menawarkan sejumlah solusi implementatif yang dapat diterapkan secara bertahap. Pertama, penguatan koordinasi antarinstansi melalui pembentukan *joint airspace command center* (JACC) yang mempertemukan AirNav Indonesia, TNI AU, dan Kementerian Perhubungan dalam satu mekanisme operasional terpadu. Kedua, pembaruan regulasi melalui revisi terhadap Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan agar mengakomodasi kolaborasi sipil–militer secara eksplisit. Ketiga, pengembangan kapasitas kelembagaan dan sumber daya manusia melalui pelatihan bersama dan integrasi sistem radar sipil–militer berbasis teknologi kecerdasan buatan (*AI-based radar integration*) untuk memperkuat sistem deteksi dini. Sebagai penutup, penelitian ini memberikan refleksi bahwa penguatan pertahanan udara nasional tidak dapat dicapai hanya melalui pendekatan militeristik, melainkan melalui kolaborasi lintas sektor yang memadukan hukum, kebijakan, teknologi, dan diplomasi udara. Untuk menjaga kesinambungan akademik, penelitian lanjutan dapat diarahkan pada kajian empiris mengenai efektivitas *joint airspace command center* di Indonesia, serta analisis dampak ekonomi dan geopolitik dari penerapan sistem pertahanan udara terpadu di kawasan Asia Tenggara. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi terhadap pengembangan teori kebijakan pertahanan, tetapi juga terhadap praktik tata kelola keamanan udara nasional yang lebih modern dan resilien.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia serta para dosen pembimbing yang telah Memberikan dukungan dan kesempatan penulis untuk melakukan Penelitian ini. Kami menyadari bahwa penelitian ini masih banyak kekurangan dan masih perlu disempurnakan dengan melakukan kajian-kajian yang lebih luas dan lebih detail lagi.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Lau, C.-S. Lu, and H.-K. Weng, "The effects of safety delivery and safety awareness on passenger behavior in the ferry context," *Marit. Policy Manag.*, vol. 48, no. 1, pp. 46–60, Jan. 2021, doi: 10.1080/03088839.2020.1750720.
- [2] J. M. Arranz, M. Burguillo, and J. Rubio, "Subsidisation of public transport fares for the young: An impact evaluation analysis for the Madrid Metropolitan Area," *Transp. Policy*, vol. 74, pp. 84–92, Feb. 2019, doi: 10.1016/j.tranpol.2018.11.008.
- [3] Lemhannas RI, *Pertahanan Negara dalam Perspektif Sishankamrata*. Jakarta: Lemhannas, 2019.
- [4] Republik Indonesia, *Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2018 tentang Pengamanan Wilayah Udara Republik Indonesia*. Jakarta: Sekretariat Negara, 2018. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id>.
- [5] Kementerian Perhubungan RI, *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 80 Tahun 2017 tentang Program Keamanan Penerbangan Nasional*. Jakarta: Kemenhub, 2017. [Online]. Available: <https://jdih.dephub.go.id>.
- [6] Kementerian Perhubungan RI, *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 140 Tahun 2015 tentang Penanggulangan Keadaan Darurat Keamanan Penerbangan Nasional*. Jakarta: Kemenhub, 2015. [Online]. Available: <https://jdih.dephub.go.id>.
- [7] ICAO, *Annex 17: Security – Safeguarding International Civil Aviation Against Acts of Unlawful Interference*, 11th ed. Montréal: ICAO, 2020. [Online]. Available: <https://www.icao.int>.
- [8] ICAO, *Annex 19: Safety Management*, 2nd ed. Montréal: ICAO, 2016. [Online]. Available: <https://www.icao.int>.
- [9] A. Rahman and B. Santoso, "Koordinasi Sipil-Militer dalam Pengelolaan Ruang Udara di Indonesia," *J. Pertahanan dan Bela Negara*, vol. 9, no. 2, pp. 45–62, 2019.
- [10] T. Susanto, "Civil-Military Air Traffic Management Coordination in Indonesia," *Indonesian Journal of Aviation and Aerospace*, vol. 3, no. 1, pp. 15–27, 2021.
- [11] R. P. Utami, "Evaluasi Program Keamanan Penerbangan Nasional (NCASP) di Indonesia," *J. Warta Ardhia*, vol. 47, no. 2, pp. 111–

124, 2021.

- [12] S. H. Pratama, "Pengendalian Akses Area Terbatas di Bandara Soekarno-Hatta," *J. Transportasi Udara*, vol. 6, no. 1, pp. 33–44, 2020.
- [13] L. A. Siregar, "Tantangan Implementasi Regulasi Keamanan Penerbangan di Indonesia," *J. Ilmu dan Kebijakan Transportasi*, vol. 5, no. 3, pp. 77–89, 2022.
- [14] Kementerian Pertahanan RI, *Buku Putih Pertahanan Indonesia 2024*. Jakarta: Kemhan, 2024. [Online]. Available: <https://www.kemhan.go.id>.
- [15] AirNav Indonesia, *Laporan Tahunan AirNav Indonesia 2023*. Jakarta: Perum LPPNPI, 2024. [Online]. Available: <https://www.airnavindonesia.co.id>.
- [16] TNI Angkatan Udara, *Doktrin Pertahanan Udara Nasional*. Jakarta: TNI AU, 2023.
- [17] Pusat Studi Pertahanan Unhan RI, "Kolaborasi Sipil-Militer dalam Pengamanan Wilayah Udara," vol. 5, no. 2, pp. 45–63, 2023. *J. Strategi Pertahanan Udara*
- [18] Balitbanghub, *Survei Kepercayaan Publik terhadap Keamanan Penerbangan Nasional 2024*. Jakarta: Kemenhub, 2024. [Online]. Available: <https://balitbanghub.dephub.go.id>.
- [19] Kemenko Polhukam, *Laporan Evaluasi Strategi Pertahanan Udara Terpadu*. Jakarta: Kemenko Polhukam, 2023.
- [20] Kemhan RI, *Laporan Latihan Gabungan TNI AU dan AirNav Indonesia 2023*. Jakarta: Kemhan, 2023.
- [21] B. Y. Simatupang, "Strategi Pertahanan Udara Nasional," *J. Strategi Pertahanan*, vol. 4, no. 1, pp. 55–72, 2020.
- [22] ICAO, *Doc 8973: Aviation Security Manual*, 11th ed., Montréal: ICAO, 2022.
- [23] Pusat Studi Pertahanan dan Keamanan Unhan RI, *Laporan Penelitian Sinergi Pertahanan Sipil-Militer di Sektor Penerbangan*, 2021.
- [24] R. Setiawan and F. Maulana, "Integrasi Sistem Pertahanan Udara Nasional dengan Keamanan Penerbangan Sipil," *J. Keamanan Nasional*, vol. 8, no. 2, pp. 89–104, 2022.
- [25] M. P. Hutabarat, "Penguatan Sistem Deteksi Dini Ancaman Udara," *J. Teknologi Pertahanan dan Keamanan*, vol. 9, no. 1, pp. 14–29, 2021.
- [26] O. Čokorilo, "A framework for aviation security," *J. Air Transport Manag.*, vol. 120, p. 102347, 2025.
- [27] A. N. Sedláčková, "Security measures within conflict zones," *Transportation Research Procedia*, vol. 76, pp. 15–24, 2024.
- [28] P. Aposporis, "Global and regional civil aviation regulatory frameworks," *J. Policy Res. Civil Aviation*, vol. 12, no. 1, pp. 55–68, 2024.
- [29] M. Rolleston, "Aviation security cooperation," *Air & Space Power Journal*, vol. 38, no. 2, pp. 44–57, 2024.
- [30] Irregular Warfare Center, "The vital role of airlines in irregular warfare," *Irregular Warfare Studies J.*, vol. 3, no. 1, pp. 25–41, 2024.
- [31] S. Lee, "ADIZ and civil–military roles under ICAO," *J. Air & Space Law*, vol. 47, no. 3, pp. 221–243, 2022.
- [32] R. D. A. Jurado, "Dual-use technologies in aviation security systems," *Def. Technol. Rev.*, vol. 15, no. 2, pp. 95–107, 2024.
- [33] M. Wiedemann et al., "Advanced air mobility policy review," *Transport Policy*, vol. 146, pp. 67–79, 2024.
- [34] T. Rahardjo and D. Suryana, "Civil–military cooperation in strengthening airspace security," *J. Pertahanan dan Bela Negara*, vol. 13, no. 2, pp. 77–93, 2023.
- [35] A. Nugroho, "Harmonization of civil aviation regulation with national defense policy," *J. Kebijakan Transportasi & Pertahanan Udara*, vol. 4, no. 1, pp. 33–50, 2022.