



Interoperabilitas Komunikasi Pesawat CN-235 dengan Kapal Perang Republik Indonesia dalam Mendukung Operasi Gabungan TNI

(Communication Interoperability Between CN-235 Aircraft and Indonesian Naval Warship in Support of Joint Operations of the Indonesian National Armed Forces (TNI))

Teguh Abiwibowo¹, Lukman Yudho Prakoso², Yudi Subiantoro³
Strategi Pertahanan Udara Fakultas Strategi Pertahanan

tabiwibowo@yahoo.com, Lukman.prakoso@idu.ac.id, yudisubiantoro@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat interoperabilitas komunikasi antara pesawat CN-235 dengan KRI, menganalisis kendala-kendala yang dihadapi dalam komunikasi antara pesawat CN-235 dengan KRI, dan menganalisis solusi serta strategi untuk meningkatkan interoperabilitas komunikasi antara CN-235 dan KRI dalam mendukung operasi gabungan TNI. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis kualitatif dengan pendekatan studi kasus, fokus pada interoperabilitas sistem komunikasi antara pesawat CN-235 TNI Angkatan Laut dengan KRI. Sistem komunikasi yang dianalisis mencakup radio VHF/UHF, system satelit (SATCOM), dan data link (Link-Y atau Link 16). Data dikumpulkan melalui wawancara dengan pakar militer, tinjauan literatur, dan analisis dokumen strategis. Hasil penelitian mengenai interoperabilitas komunikasi antara Pesawat CN-235 dengan KRI dalam Latihan Gabungan TNI menunjukkan bahwa tingkat integrasi berada pada kategori belum optimal. Temuan ini memperlihatkan bahwa sistem komunikasi radio VHF/UHF masih menjadi tulang punggung pertukaran informasi taktis, seperti laporan posisi, identifikasi kontak, dan koordinasi manuver. Selain itu, penelitian ini mengidentifikasi adanya kendala strategis, logistik, teknis, dan operasional yang turut memengaruhi efektivitas interoperabilitas. Untuk mengatasi kendala tersebut, penelitian ini juga menekankan pentingnya solusi yang bersifat komprehensif, antara lain melalui program modernisasi bertahap sistem komunikasi, peningkatan kompetensi personel melalui pelatihan khusus, penguatan keamanan siber, serta perbaikan struktur organisasi dan pembagian tugas dalam operasi gabungan. Berdasarkan hasil analisis SWOT mengenai strategi interoperabilitas komunikasi antara pesawat CN235 dan KRI dalam operasi gabungan TNI, dapat disimpulkan bahwa keberhasilan interoperabilitas tidak hanya ditentukan oleh kesiapan teknologi, tetapi juga oleh faktor organisasi, sumber daya manusia, serta adaptasi terhadap dinamika ancaman modern. Penelitian ini menyimpulkan bahwa peningkatan interoperabilitas komunikasi CN235–KRI hanya dapat dicapai melalui kombinasi antara pemanfaatan kekuatan internal dan perbaikan kelemahan struktural.

Kata kunci: Interoperabilitas, komunikasi, operasi gabungan TNI, Pesawat CN-235, KRI



Abstract. The objectives of this study are to examine the degree of communication interoperability between the CN-235 aircraft and KRI, to investigate the challenges encountered in their communication processes, and to evaluate potential solutions and strategic approaches for enhancing communication interoperability between the CN-235 and KRI in the context of supporting joint TNI operations. The research method employed is qualitative analysis using a case study approach, with a specific focus on the interoperability of communication systems between the Indonesian Navy's CN-235 aircraft and KRI. The communication systems analyzed in this study encompass VHF/UHF radio, satellite communication (SATCOM), and data links (Link-Y or Link 16). Data were collected through interviews with military experts, a review of relevant literature, and an analysis of strategic documents. The findings on communication interoperability between the CN-235 aircraft and KRI during TNI joint exercises indicate that the level of integration can be categorized as reasonably optimal, although not yet entirely seamless. The findings indicate that VHF/UHF radio communication systems remain the backbone of tactical information exchange, including position reporting, contact identification, and maneuver coordination. Furthermore, the study identifies strategic, logistical, technical, and operational constraints that influence the overall effectiveness of interoperability. To address these challenges, this study underscores the importance of adopting comprehensive solutions, including the gradual modernization of communication systems, the enhancement of personnel competencies through specialized training, the strengthening of cybersecurity measures, and the improvement of organizational structures and task distribution in joint operations. The SWOT analysis of communication interoperability strategies between the CN-235 aircraft and KRI in TNI joint operations demonstrates that the success of interoperability is influenced not only by technological readiness but also by organizational structures, human resource capacity, and the ability to adapt to the dynamics of modern threats. The study concludes that enhancing CN-235–KRI communication interoperability can only be achieved through a balanced approach that leverages internal strengths while simultaneously addressing structural weaknesses.

Keywords: Interoperability, communication system, TNI joint operations, CN-235 aircraft, KRI (*Indonesian Navy Warship*).

1. Pendahuluan

Interoperabilitas komunikasi antara pesawat CN-235 Maritime Patrol Aircraft (MPA) dan Kapal Republik Indonesia (KRI) merupakan salah satu prasyarat utama dalam mendukung efektivitas operasi gabungan TNI. Operasi Laut Gabungan merupakan operasi tempur laut yang dipimpin oleh Komando Tugas Gabungan, dengan satuan tugas TNI AL sebagai kekuatan utama, serta didukung oleh satuan tugas udara



TNI AU (Wahyudi, 2021). Tujuan operasi ini adalah untuk menghambat, menggagalkan dan menghancurkan kekuatan musuh di wilayah laut tertentu dalam jangka waktu yang telah ditentukan (Kodiklat TNI, 2020).

Dalam konteks pertahanan modern, keberhasilan operasi tidak hanya ditentukan oleh kemampuan alutsista secara individu, tetapi juga oleh tingkat integrasi sistem komunikasi yang memungkinkan pertukaran informasi secara cepat, aman, dan akurat. CN-235 MPA memiliki peran strategis dalam pengawasan maritim dan deteksi dini, sementara KRI berfungsi sebagai unsur manuver dan penindak di laut. Tanpa adanya interoperabilitas komunikasi yang andal, potensi keunggulan kedua platform ini tidak dapat dimanfaatkan secara optimal, sehingga mengurangi efektivitas operasi gabungan. Oleh karena itu, kajian mengenai integrasi sistem komunikasi antara CN-235 MPA dan KRI menjadi penting, tidak hanya untuk meningkatkan koordinasi taktis di lapangan, tetapi juga untuk mendukung kebijakan pertahanan nasional yang menekankan sinergi antar matra dalam menjaga kedaulatan dan keamanan wilayah perairan Indonesia.

Koordinasi antara KRI dengan pesawat CN 235 sebagai *Maritime Patrol Aircraft* (MPA) akan menciptakan efektivitas Operasi maritim (Libra, 2019). Namun, tantangan utama yang dihadapi adalah kurangnya integrasi sistem komunikasi antar kedua *platform* yang dapat menghambat respon cepat dalam situasi krisis (Fibrianto, 2022).

Berdasarkan hasil *After Action Review* (AAR), latihan gabungan terdahulu sering muncul catatan tentang *delay communication*, hilangnya data target, atau ketidaksesuaian prosedur *voice procedure* antara pilot CN 235 dan *bridge team* KRI (Bimata.id, 2025; Bandung Radio Streaming, 2025). Contoh kasus lainnya yang terjadi pada Latihan Armada Jaya di Situbondo tahun 2016. Pada Latihan tersebut tercatat kegagalan teknis yang menunjukkan dampak gangguan komunikasi (Kemhan.go.id, 2020). Kasus ini mencerminkan bagaimana gangguan link data di kapal dapat menunda kerjasama dengan unsur udara (seperti kapal penembak atau pesawat pengintai yang memberi target), melemahkan efektivitas operasi bersama.

Fokus penelitian ini adalah interoperabilitas sistem komunikasi antara pesawat CN-235 TNI Angkatan Laut dan KRI. Sistem komunikasi yang dianalisis mencakup radio



VHF/UHF, sistem satelit (SATCOM), dan data link seperti Link-Y atau Link-16. Penelitian ini dibagi ke dalam tiga subfokus utama: pertama, tingkat interoperabilitas sistem komunikasi yang meliputi latensi (keterlambatan respon), keandalan transmisi, dan kompatibilitas protokol antar unsur pesawat CN-235 dan KRI ; kedua, kendala teknis dan operasional yang dapat berasal dari perbedaan teknologi, kurangnya pelatihan lintas unsur, hingga gangguan lingkungan seperti cuaca dan topografi; ketiga, strategi untuk meningkatkan interoperabilitas komunikasi seperti standarisasi protokol komunikasi berbasis standar NATO, peningkatan pelatihan lintas mata, dan pengembangan infrastruktur komunikasi yang terintegrasi.

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penulisan ini adalah bagaimana tingkat interoperabilitas sistem komunikasi antara pesawat CN-235 dan KRI dalam mendukung operasi gabungan TNI. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam interoperabilitas komunikasi pesawat CN-235 dengan KRI dalam mendukung operasi gabungan TNI. Berdasarkan rumusan masalah di atas dapat diambil tujuan penelitian sebagai berikut :

- a. Menganalisis tingkat interoperabilitas komunikasi antara pesawat CN-235 dengan KRI dalam mendukung operasi gabungan TNI
- b. Menganalisis kendala-kendala yang dihadapi dalam komunikasi antara pesawat CN-235 dengan KRI
- c. Menganalisis untuk meningkatkan interoperabilitas komunikasi antara CN-235 dan KRI

Penelitian ini memiliki signifikansi yang penting baik secara teoretis maupun praktis. Dari sisi teoretis, penelitian ini memperkaya literatur mengenai interoperabilitas pertahanan dengan menghadirkan analisis komparatif yang mengintegrasikan perspektif regulasi sipil dan militer dalam konteks pengelolaan ruang udara dan laut nasional. Pendekatan ini menutup kesenjangan penelitian sebelumnya yang cenderung memisahkan aspek doktrinal dan operasional. Dari sisi praktis, hasil penelitian memberikan dasar bagi perumusan kebijakan dan doktrin baru yang lebih adaptif terhadap kebutuhan operasi gabungan TNI, khususnya dalam meningkatkan efektivitas



koordinasi antara CN-235 dan KRI. Selain itu, penelitian ini juga berkontribusi pada upaya harmonisasi regulasi nasional dengan standar internasional, sehingga mendukung peningkatan keselamatan penerbangan, efisiensi operasi, serta penguatan kedaulatan maritim Indonesia.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Landasan Teori

Landasan teori merupakan dasar konseptual yang digunakan untuk mendukung pemahaman dan analisis dalam penelitian ini. Teori-teori yang relevan berfungsi untuk membangun kerangka berpikir yang logis, sistematis, dan ilmiah dalam menjelaskan fenomena yang dikaji. Komunikasi merupakan bagian penting dari operasi militer yang memiliki kompleksitas tinggi, melibatkan berbagai aspek seperti kesiapan operasional, sumber daya manusia, sarana dan prasarana, serta sistem koordinasi berbasis teknologi digital. Oleh karena itu, kajian teoritis dalam penelitian ini didasarkan pada beberapa teori.

2.1.1. Teori *Interoperability*.

Interoperabilitas menjadi faktor penentu keberhasilan dalam suatu skenario sekaligus menjadi tolak ukur akhir dari efektivitas operasi militer. Departemen Pertahanan Amerika Serikat mendefinisikan interoperabilitas sebagai kemampuan suatu sistem, unit, atau kekuatan untuk menyediakan layanan maupun akses, serta memanfaatkannya guna dapat beroperasi secara terpadu. Dalam doktrin gabungan Militer Amerika Serikat, interoperabilitas dipahami berlangsung pada level teknis dan operasional untuk mendukung jalannya operasi militer. Dengan demikian, konsep ini tidak hanya terbatas pada satu sistem, melainkan juga mencakup aspek personel, satuan, dan prosedur. Artinya, interoperabilitas menekankan kemampuan sistem, unit, maupun kekuatan untuk saling memberikan serta menerima dukungan secara timbal balik, sehingga memungkinkan terciptanya operasi bersama yang efektif. Dalam konteks



komunikasi, interoperabilitas dapat dipandang sebagai kemampuan mengatasi interaksi secara menyeluruh (*end-to-end*) (Hidayat, Safril, 2018).

Interoperabilitas memfasilitasi penyampaian pesan strategis, memperkuat deterrence, mendukung legitimasi aliansi, meningkatkan kesiapan untuk misi bersama, sekaligus meminimalkan risiko terhadap pasukan (RAND, 2020). *Interoperability* merupakan salah satu faktor penting untuk meningkatkan efektivitas strategi penangkalan TNI dalam konteks perang modern. Dimana TNI bergerak bersama untuk melaksanakan operasi gabungan, *Command, Control, Communication, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance (C4ISR)*. *C4ISR interoperability* merupakan sistem komando, kendali, komunikasi, komputer, intelijen, pengamatan dan pengintaian yang beroperasi secara terpadu dan saling terintegrasi antara TNI AL dengan matra lain dalam hal ini khususnya TNI AU. Hal tersebut dapat meningkatkan kecermatan penguasaan informasi taktis serta optimalisasi pelaksanaan operasi gabungan (Hermawan, 2021).

2.1.2. Network Centric Warfare

Network Centric Warfare (NCW) didefinisikan sebagai “*a robustly networked force (that) improves information sharing. Information sharing and collaboration enhance the quality of information and shared situasional awareness. Shared situasional awareness enables collaboration and self- synchronization and enhances sustainability and speed of command*”. (Cebrowski, A. K., & Garstka, J. J. 1998) Suatu kekuatan berbasis jaringan kokoh yang memperbaiki (proses) berbagi (*sharing*) dan kecepatan komando.

2.1.3. Manajemen Sumber Daya Manusia

Manajemen Sumber Daya Manusia (MSDM) merupakan pendekatan sistematis dan strategis untuk mengelola individu yang bekerja dalam suatu organisasi guna mencapai tujuan secara optimal (Siagian, 2014). Dalam organisasi militer, MSDM tidak hanya difokuskan pada efektivitas operasional, tetapi juga pada kesiapsiagaan personel dalam menghadapi dinamika lingkungan tugas yang bersifat darurat, berisiko tinggi,



dan menuntut kecepatan pengambilan keputusan (Priyono, 2008). MSDM terdiri dari serangkaian proses yang meliputi perencanaan kebutuhan tenaga kerja, rekrutmen, pelatihan dan pengembangan, penempatan, pengawasan kinerja, serta sistem penghargaan dan pengembangan karier.

2.1.4. Teori C4ISR.

C4ISR adalah istilah yang digunakan oleh militer Amerika Serikat untuk menyebut *Command, Control, Communication, Computer, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*. Dalam militer Indonesia, istilah ini lebih dikenal dengan K4IPP (Komando, Kendali, Komunikasi, Komputer, Intelijen, Pengawasan dan Pengintaian). C4ISR merupakan sebuah sistem pertahanan nasional yang perlu dikembangkan dengan memanfaatkan seluruh komponen pertahanan (Maharramov, 2025). C4ISR merupakan sistem terintegrasi yang memanfaatkan teknologi informasi dan peralatan penginderaan seperti radar dan satelit (Alberts, 2006). Teknologi penginderaan merupakan salah satu *input* dalam sistem C4ISR untuk memonitor kawasan Indonesia, baik di darat, laut maupun udara.

2.2. Hasil Penelitian Terdahulu

Kajian terhadap penelitian terdahulu memperkuat landasan teoritis dan menunjukkan keberagaman pendekatan yang relevan dengan studi ini, sekaligus mengungkap celah penelitian yang masih perlu diisi. Studi Manunggal (2022) menelaah pemilihan pesawat patroli maritim melalui pendekatan kualitatif dan kombinasi MoE serta AHP untuk menilai efektivitas dan merumuskan rekomendasi operasional, sedangkan Purwanto (2021) memfokuskan pada peningkatan kapabilitas identifikasi CN-235-220 MPA dan merekomendasikan strategi agresif untuk memperkuat fungsi AKPA/AKS pesawat tersebut. Sementara itu, Koerniawan (2015) menggunakan Goal Programming dan Fuzzy Logic Mamdani untuk mengoptimalkan penugasan Pesud Patmar, mengungkapkan penurunan cakupan patroli akibat degradasi performa radar dalam kondisi nyata dan memperkirakan biaya operasional terkait. Ketiga kajian ini secara kolektif menyoroti aspek platform, sensor, dan metode pengambilan keputusan



pada operasi patroli maritim, namun masih terbatas pada analisis kapabilitas sensor, alokasi tugas, dan pemilihan platform—sedangkan aspek interoperabilitas komunikasi antarpelaku (khususnya integrasi data link antara CN-235 dan KRI) relatif kurang mendapat perhatian. Dengan demikian, penelitian ini menempati posisi penting untuk mengisi gap tersebut dengan menitikberatkan analisis teknis-operasional dan strategi peningkatan interoperabilitas komunikasi yang diperlukan untuk menunjang efektivitas operasi gabungan TNI.

2.3. Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran penelitian ini memaparkan alur analitis mengenai interoperabilitas komunikasi antara pesawat CN-235 dan Kapal Perang Republik Indonesia (KRI) dalam mendukung operasi gabungan TNI dengan membagi perhatian ke dalam tiga komponen utama: input, proses, dan output–outcome. Sebagai input dikemukakan fenomena lapangan—terhambatnya pertukaran data akibat keterbatasan data link serta perbedaan algoritma, protokol, dan perangkat komunikasi antar-alutsista yang memunculkan kebutuhan mendesak untuk peningkatan interoperabilitas. Dari kondisi tersebut dirumuskan masalah penelitian: (1) bagaimana tingkat interoperabilitas komunikasi saat ini, (2) apa saja kendala teknis dan operasional yang menghambat interoperabilitas, dan (3) strategi apa yang efektif untuk meningkatkannya; ketiga pertanyaan ini dianalisis melalui landasan teori Network Centric Warfare (NCW), kerangka C4ISR, dan konsep interoperabilitas. Pada tahap proses dilakukan analisis pemecahan masalah yang memasukkan variabel lingkungan strategis global, regional, dan nasional serta indikator kinerja seperti peningkatan kapabilitas interoperabilitas, kemampuan mengatasi kendala teknis-operasional, dan efektivitas strategi komunikasi. Hasil analisis diarahkan untuk merumuskan solusi teknis dan kebijakan yang terukur, sehingga output yang diharapkan adalah terwujudnya interoperabilitas komunikasi antara CN-235 dan KRI. Pada level outcome, interoperabilitas yang lebih baik diharapkan meningkatkan dukungan komunikasi yang andal dan terintegrasi sehingga memperkuat keberhasilan operasi gabungan TNI. Dengan demikian, kerangka berpikir



ini menghubungkan fenomena empiris dengan analisis teoritis dan rekomendasi praktis untuk perbaikan kapabilitas pertahanan.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Pendekatan studi kasus bertujuan untuk menganalisis kondisi nyata, termasuk sistem komunikasi, prosedur operasional, dan kendala di lapangan. Penelitian ini berfokus pada penggalian makna, konteks, dan kompleksitas masalah interoperabilitas komunikasi yang menekankan analisis proses berpikir secara induktif (Gunawan, 2013). Penelitian ini dilaksanakan di Surabaya, baik Puspenerbal Juanda maupun KRI yang berada di Koarmada II.

Tahapan penelitian kualitatif mencakup identifikasi serta perumusan masalah, penelusuran serta pencatatan studi pustaka sebagai dasar teori, perancangan metode pengumpulan data, penetapan informan ahli, penerapan teknik analisis data, hingga proses pengolahan data secara induktif untuk memahami fenomena maupun kasus yang terjadi secara holistik" (Adlini, 2022).

Proses analisis dilakukan menggunakan analisis SWOT. Penggunaan SWOT memfasilitasi proses refleksi strategis dengan mengorganisasikan informasi internal (*strengths/weaknesses*) dan eksternal (*opportunities/threats*) ke dalam kerangka kerja yang mudah dipahami (Tat, 2017). Selanjutnya, data dianalisis menggunakan bantuan *software* Nvivo 12 Plus. Perangkat lunak ini berfungsi mengelola, mengkode, dan mengeksplorasi pola dalam data kualitatif yang tidak terstruktur secara sistematis, sehingga mempercepat proses analisis dan meningkatkan keandalan strategi (Hartono, et.al., 2025). Pemilihan subjek berdasarkan pendekatan *purposive sampling*. *Purposive sampling* digunakan ketika peneliti memilih informan yang dianggap paling mengetahui permasalahan yang diteliti. Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data disusun secara sistematis untuk menggali informasi mendalam mengenai interoperabilitas sistem komunikasi antara pesawat CN-235 MPA dengan KRI dalam mendukung Operasi Gabungan TNI. Tahap penarikan kesimpulan dan verifikasi melibatkan identifikasi pola,



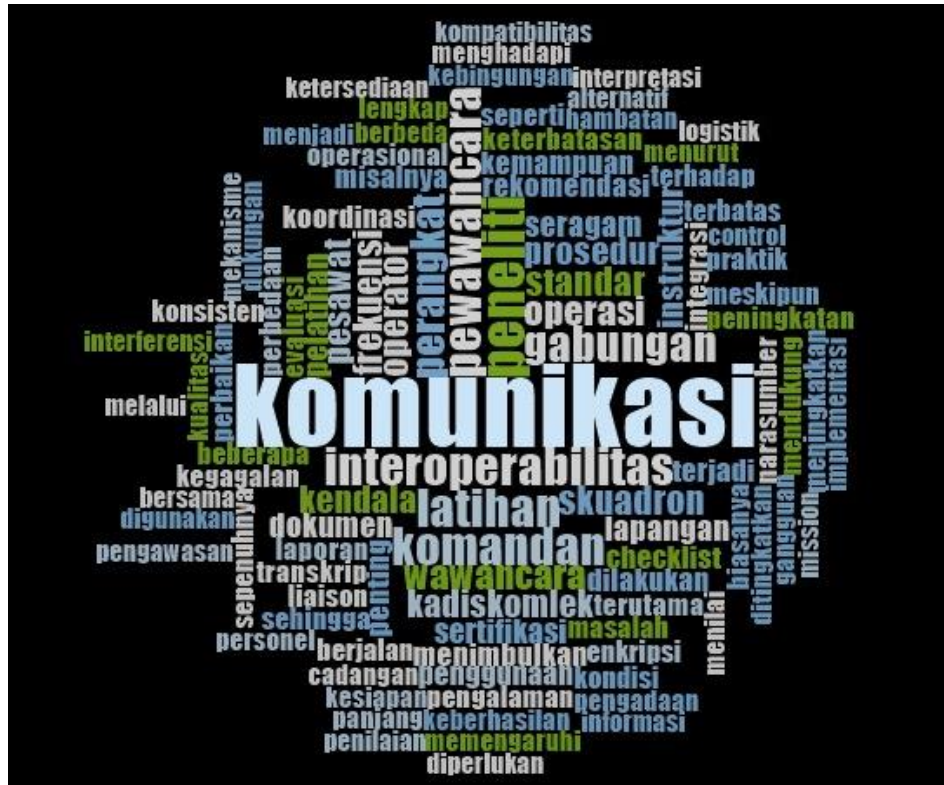
seperti ketidaksesuaian protokol sebagai hambatan utama, yang diverifikasi melalui triangulasi data dari berbagai sumber dan dihubungkan dengan teori interoperability, *Network Centric Warfare*, Manajemen Sumber Daya Manusia dan C4ISR (Alberts et al., 2001). Validitas dan reliabilitas dijamin melalui triangulasi, *member checking* dengan memverifikasi transkrip bersama informan.

4. Hasil dan Diskusi

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pengumpulan data dilakukan melalui tiga metode utama, yaitu studi pustaka, wawancara terstruktur, dan observasi lapangan. Studi pustaka melibatkan sumber-sumber relevan seperti buku, jurnal ilmiah, doktrin operasi gabungan TNI, serta dokumen teknis dan peraturan perundang-undangan yang berkaitan dengan sistem komunikasi militer. Wawancara terstruktur dilakukan terhadap enam narasumber kunci yang berperan dalam pelaksanaan operasi gabungan, meliputi instruktur pilot CN-235, Kadiskomlek, Kafasharkan Pesud, Kasubditwasmutu, Komandan KRI Sigma, dan Komandan Skuadron 800. Observasi lapangan dilaksanakan di Puspenerbal dan Koarmada II dengan fokus pada aspek interoperabilitas sistem C4ISR dan integrasi *data sharing* antara pesawat CN-235 dan KRI.

Analisis data hasil wawancara dilakukan menggunakan perangkat lunak NVivo12 untuk memperoleh data yang terorganisir, sistematis, dan mendalam. Proses analisis mencakup pengisian *nodes*, *data reduction*, dan *mind mapping* untuk mempermudah identifikasi hubungan antar tema penelitian. Berikut ini adalah gambar 4.1. Gambar Word Frequency.



Gambar 4.1 Data *Word Frequency*

Sumber: N Vivo 12, 2025

Hasil analisis *word frequency* memperlihatkan bahwa kata “komunikasi” muncul paling dominan, diikuti oleh “interoperabilitas” dan “keterbatasan”. Dominasi ketiga kata tersebut menandakan bahwa isu komunikasi menjadi fokus utama pengalaman responden, khususnya terkait keterbatasan komunikasi antara CN-235 dan KRI dalam pelaksanaan operasi gabungan. Keterbatasan ini tidak hanya bersumber dari faktor teknis, seperti perbedaan sistem radio dan frekuensi komunikasi, tetapi juga disebabkan oleh aspek prosedural dan koordinatif antar matra, misalnya ketidaksinkronan penggunaan protokol komunikasi dan alokasi *call sign* yang belum terintegrasi sepenuhnya.

Selanjutnya, data tersebut divisualisasikan melalui *project map* guna membantu peneliti dalam melihat hubungan antar elemen dalam penelitian tersebut. Dengan demikian, peneliti bisa membangun kerangka konseptual atau teori dari data. Analisis lanjutan dari data *project map* memperlihatkan bahwa temuan dari *word frequency* tersebut konsisten dengan pola tematik yang muncul dalam hasil wawancara. Berikut ini *project*



prosedur, keandalan teknis, dan koordinasi operasional dalam mendukung efektivitas interoperabilitas komunikasi TNI.

4.1.1 Analisis SWOT Interoperabilitas Komunikasi CN-235 dan KRI

4.1.1.1 Deskripsi Analisis

Berdasarkan hasil *project map* yang diolah menggunakan perangkat lunak **NVivo 12**, diperoleh data bahwa seluruh informan memberikan keterangan yang konsisten mengenai kondisi interoperabilitas komunikasi antara pesawat CN-235 dan KRI dalam operasi gabungan TNI. Analisis dilakukan dengan menggunakan pendekatan SWOT untuk mengidentifikasi empat dimensi utama, yaitu kekuatan (*strengths*), kelemahan (*weaknesses*), peluang (*opportunities*), dan ancaman (*threats*).

4.1.1.2 Kekuatan (*Strengths*)

Hasil pengkodean menunjukkan bahwa interoperabilitas komunikasi memiliki kontribusi signifikan terhadap efektivitas koordinasi antara unsur udara dan laut. Sistem komunikasi yang terjalin mampu mempercepat proses pengambilan keputusan di lapangan dan mendukung keterpaduan operasi. Beberapa kekuatan yang diidentifikasi meliputi penerapan sebagian prosedur operasi bersama (*joint operating procedures*), kemampuan pesawat CN-235 dalam fungsi *intelligence, surveillance, and reconnaissance* (ISR), serta pengalaman operasional satuan yang berulang kali terlibat dalam operasi gabungan (Peneliti, 2025).

4.1.1.3 Kelemahan (*Weaknesses*)

Meskipun demikian, masih terdapat sejumlah kelemahan yang membatasi efektivitas interoperabilitas komunikasi. Informan menyoroti keterbatasan standar komunikasi antar matra, ketidaksesuaian perangkat keras, serta minimnya integrasi *Tactical Data Link* lintas platform. Inkonsistensi dalam penggunaan format pesan, *call sign*, dan frekuensi juga sering menimbulkan kendala koordinasi. Selain itu, keberadaan *legacy systems* yang belum kompatibel dengan sistem modern menghambat pertukaran data secara real-time (Creswell, 2018).



4.1.1.4 Peluang (*Opportunities*)

Dari sisi peluang, penelitian ini menemukan potensi besar dalam pengembangan teknologi komunikasi militer yang lebih terintegrasi. Kesempatan tersebut dapat diwujudkan melalui kerja sama strategis antara TNI dan industri pertahanan dalam negeri, pengembangan *Sistem Informasi Komando (SIK)* terpadu, serta modernisasi jaringan komunikasi melalui penerapan teknologi *mesh network* dan peningkatan kemampuan ISR lintas platform. Program latihan gabungan yang berkelanjutan juga dinilai mampu memperkuat interoperabilitas teknis maupun prosedural antar matra (NVivo 12, 2025).

4.1.1.5 Ancaman (*Threats*)

Analisis juga mengungkap sejumlah ancaman potensial terhadap keberlanjutan interoperabilitas komunikasi. Ancaman tersebut mencakup risiko penyadapan dan serangan siber, keterbatasan enkripsi data, serta potensi kegagalan komunikasi pada kondisi operasi yang kompleks. Selain itu, ketergantungan pada vendor tunggal serta hambatan kebijakan dan logistik dapat memperlambat proses pembaruan sistem komunikasi.

Berdasarkan data tersebut, maka dapat dibuat analisis SWOT, seperti pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Matriks SWOT- Interoperabilitas Komunikasi CN 235 dan KRI

Internal	Eksternal
Strengths (S)	Opportunities (O)
-Adanya kesesuaian standar komunikasi militer pada pesawat CN 235 dan KRI (misalnya penggunaan radio HF/VHF yang kompatibel).	- Peluang integrasi dengan sistem C4ISR regional - Dukungan anggaran modernisasi alutsista - Kerja sama industri pertahanan dalam negeri (PTDI, PAL) untuk



Internal	Eksternal
<ul style="list-style-type: none"> - Adanya SDM terlatih dalam prosedur komunikasi gabungan -Infrastruktur Latihan Gabungan sudah rutin dilakukan - CN-235 sudah dilengkapi avionik modern yang mendukung integrasi data link. - KRI memiliki sistem komunikasi taktis yang relatif stabil di laut (Adanya protokol komunikasi taktis (Tactical Data Link/TADIL). 	<ul style="list-style-type: none"> harmonisasi perangkat komunikasi. - Perkembangan teknologi satelit nasional (SATRIA, Lapan) yang bisa memperkuat interoperabilitas. - Dukungan kerja sama internasional (joint exercise, transfer teknologi). - Perkembangan teknologi satelit dan secure data link. - Kebijakan pemerintah memperkuat operasi gabungan TNI
Weaknesses (W)	Threats (T)
<ul style="list-style-type: none"> - Adanya perbedaan generasi teknologi komunikasi antar platform sehingga menimbulkan perbedaan frekuensi dan protokol enkripsi antara CN-235 dan KRI. - Keterbatasan bandwidth data link dan jangkauan signal untuk <i>real-time situational awareness</i>. -Dokumentasi teknis kadang tidak seragam - Kurangnya SOP gabungan yang baku untuk komunikasi udara-laut. - Ketergantungan pada manual relay (<i>voice communication</i>) yang 	<ul style="list-style-type: none"> - Ancaman <i>jamming</i> dan <i>cyber attack</i> dari pihak lawan (coding dari dokumen intelijen terbuka). - Ketergantungan pada perangkat impor yang rawan embargo. - Kondisi geografis kepulauan Indonesia serta cuaca ekstrem yang menimbulkan blind spot komunikasi. - Perubahan standar NATO/ICAO yang bisa menuntut adaptasi cepat. - Perbedaan standar komunikasi dengan mitra internasional. - Risiko keterlambatan modernisasi jika anggaran terbatas.

Internal	Eksternal
memperlambat koordinasi. - Belum semua unit memiliki interoperabilitas penuh (<i>legacy system</i>).	

4.1.1.6 Implikasi dan Rekomendasi

Hasil triangulasi data menunjukkan bahwa meskipun terdapat fondasi prosedural dan sumber daya manusia yang mendukung, peningkatan interoperabilitas memerlukan harmonisasi standar komunikasi dan investasi pada *gateway interoperability*. Diperlukan pula program latihan prosedural terpadu guna meminimalkan kesenjangan teknis dan operasional (Miles, Huberman, & Saldana, 2014). Secara praktis, penelitian ini merekomendasikan penyusunan *roadmap* teknis-prosedural yang mencakup standardisasi format pesan, peningkatan protokol *data link*, serta pengembangan pelatihan bersama antar matra. Untuk penelitian lanjutan, disarankan pelaksanaan studi longitudinal guna mengevaluasi efektivitas intervensi teknis terhadap peningkatan interoperabilitas komunikasi dalam operasi gabungan TNI.

Dengan demikian, hasil analisis SWOT ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi aktual interoperabilitas komunikasi antara CN-235 dan KRI, serta menjadi dasar bagi formulasi strategi peningkatan kesiapan komunikasi dan efisiensi operasi gabungan TNI (Miles et al., 2014; Creswell, 2018).

4.2 Diskusi

4.2.1 Keterkaitan Hasil SWOT dengan Teori Interoperabilitas

Hasil analisis SWOT menunjukkan bahwa interoperabilitas komunikasi antara pesawat CN-235 dan KRI memiliki fondasi yang kuat dari aspek teknis dan prosedural, namun masih menghadapi kendala dalam hal harmonisasi standar dan integrasi sistem komunikasi lintas matra. Temuan ini sejalan dengan konsep interoperabilitas dalam



kerangka C4ISR (*Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance*) yang menekankan pentingnya keterpaduan sistem informasi dan komunikasi untuk mendukung *situational awareness* serta pengambilan keputusan taktis yang cepat dan tepat (NATO, 2019). Dalam konteks ini, kemampuan CN-235 dalam fungsi ISR memberikan nilai strategis karena berperan sebagai pengumpul data pengintaian dan pengawasan yang dapat diintegrasikan secara langsung ke sistem komunikasi kapal perang, sehingga memperkuat *decision cycle* di tingkat komando operasi (TNI, 2023).

Namun demikian, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa perbedaan sistem radio, frekuensi, dan format pesan antar platform masih menjadi penghambat utama bagi interoperabilitas penuh. Kondisi ini menggambarkan bahwa interoperabilitas komunikasi antara CN-235 dan KRI masih berada pada level teknis dan prosedural, sesuai dengan klasifikasi *Levels of Interoperability Framework (LIF)* yang dikembangkan oleh NATO (2014). Dalam LIF, tingkat interoperabilitas mencakup lima level, yaitu teknis, prosedural, semantik, organisasi, dan politik. Berdasarkan temuan lapangan, interoperabilitas CN-235 dan KRI baru mencapai level teknis–prosedural, di mana komunikasi dapat berlangsung melalui integrasi perangkat dan protokol dasar, namun belum mencapai keseragaman semantik dan doktrinal.

4.2.2 Implikasi Teknis dan Prosedural

Pada level teknis, hasil wawancara menunjukkan bahwa integrasi *Tactical Data Link (TDL)* antara pesawat dan kapal belum sepenuhnya berjalan optimal. Perbedaan konfigurasi sistem dan keterbatasan kompatibilitas perangkat keras menyebabkan terjadinya hambatan dalam pertukaran data real-time. Hal ini berdampak langsung pada keterlambatan informasi situasional dan berpotensi menurunkan efektivitas operasi gabungan. Miles, Huberman, dan Saldana (2014) menekankan bahwa integrasi sistem komunikasi harus didukung oleh mekanisme koordinasi lintas fungsi dan evaluasi berkelanjutan agar dapat mencapai tingkat interoperabilitas yang stabil dan adaptif.

Sementara itu, pada level prosedural, hasil penelitian menyoroti pentingnya standardisasi *call sign*, format pesan, serta tata urutan komunikasi antar unsur operasi.



Prosedur komunikasi yang belum seragam menyebabkan perbedaan persepsi dalam pelaksanaan koordinasi lapangan, terutama saat operasi berlangsung di area dengan kondisi elektromagnetik kompleks. Temuan ini memperkuat pandangan Creswell (2018) bahwa keberhasilan interoperabilitas dalam konteks organisasi kompleks bergantung pada sejauh mana prosedur operasional dapat disepakati, disosialisasikan, dan dilatihkan secara bersama.

4.2.3 Kendala-Kendala Interoperabilitas Komunikasi Pesawat CN 235 dan KRI dalam mendukung Latihan gabungan TNI

Dalam pelaksanaan operasi gabungan TNI, komunikasi antara pesawat patroli maritim CN-235 dan kapal perang Republik Indonesia (KRI) masih menghadapi berbagai kendala yang berdampak pada efektivitas interoperabilitas udara-laut. Berdasarkan hasil evaluasi pada Latihan Armada Jaya XXXIV Tahun 2016 dan Operasi Dharma Yudha 2023, ditemukan bahwa hambatan yang muncul dapat dikategorikan ke dalam empat aspek utama, yaitu strategis, logistik, teknis, dan operasional. Pada aspek strategis, permasalahan muncul akibat keterbatasan koordinasi antar-matra dan belum optimalnya penerapan konsep *Network Centric Warfare* (NCW), sehingga interoperabilitas yang terjadi baru sebatas koordinasi dasar, belum mencapai kolaborasi lintas matra yang sepenuhnya terintegrasi (Kasih Prihantoro & Prakoso, 2021). Kompleksitas skenario tempur modern yang melibatkan matra darat, laut, dan udara juga menuntut sinkronisasi komando serta pengambilan keputusan cepat di tingkat operasional (Klikwarta, 2023).

Selanjutnya, kendala logistik berkaitan erat dengan kemampuan TNI dalam mendukung mobilisasi dan pemeliharaan alutsista dalam skala besar. Pada Dharma Yudha 2023, misalnya, keterbatasan anggaran, distribusi perbekalan, serta ketersediaan suku cadang bagi alutsista yang sebagian besar sudah berusia tua menjadi tantangan signifikan. Infrastruktur pendukung seperti pelabuhan dan lapangan udara juga belum sepenuhnya mampu menampung arus logistik lintas matra (Gaperta, 2023). Dari sisi teknis, perbedaan sistem komunikasi antara CN-235 dan KRI menjadi kendala utama. Keduanya masih mengandalkan sistem komunikasi berbasis radio suara (HF/VHF/UHF)



yang belum mendukung pertukaran data secara real-time, sementara kondisi geografis dan cuaca ekstrem di laut sering mengganggu kualitas sinyal. Gangguan teknis seperti kerusakan avionik dan keterbatasan jangkauan frekuensi turut memperburuk efektivitas komunikasi (TNI AL, 2016; Dispen Koarmada III, 2022).

Sementara itu, kendala operasional muncul dalam bentuk miskomunikasi lapangan, keterlambatan penyampaian informasi intelijen, serta kurangnya kedisiplinan dalam penerapan prosedur komunikasi taktis, seperti penggunaan *call sign* dan kode operasi gabungan. Faktor lingkungan dan gangguan teknis menyebabkan komunikasi antara CN-235 dan KRI kerap terputus ketika berada di luar *line of sight*, sehingga menghambat koordinasi dan efektivitas manuver gabungan (Prihantoro & Prakoso, 2021). Secara keseluruhan, keempat aspek kendala tersebut saling berkaitan dan membentuk satu kesatuan tantangan yang mempengaruhi efektivitas interoperabilitas udara-laut.

Oleh karena itu, keberhasilan operasi gabungan TNI sangat bergantung pada kemampuan untuk mengatasi kendala strategis melalui penyelarasan doktrin, memperkuat dukungan logistik, memodernisasi sistem komunikasi alutsista, serta meningkatkan disiplin dan profesionalisme personel di lapangan agar kolaborasi antara CN-235 dan KRI dapat berjalan optimal dalam menjaga kedaulatan maritim Indonesia.

4.2.4 Strategi Peningkatan Interoperabilitas

Berdasarkan analisis SWOT dan teori interoperabilitas militer, peningkatan kemampuan interoperabilitas komunikasi antara CN-235 dan KRI dapat dilakukan melalui tiga strategi utama. Pertama, standardisasi teknis yang mencakup pengembangan *gateway interoperability* dan integrasi *multi-domain data link* untuk memungkinkan komunikasi dua arah yang real-time antar platform udara dan laut. Kedua, harmonisasi prosedural, yaitu penyeragaman format komunikasi, tata urutan pesan, dan *call sign* dalam doktrin operasi gabungan TNI. Ketiga, penguatan kapasitas SDM dan pelatihan bersama, melalui simulasi operasi gabungan yang berfokus pada interoperabilitas komunikasi C4ISR lintas matra.



Implementasi ketiga strategi tersebut akan mendorong peningkatan interoperabilitas dari level teknis-prosedural menuju level semantik dan organisasi, sebagaimana diuraikan dalam *Levels of Interoperability Framework*. Peningkatan ini diharapkan mampu menciptakan sistem komunikasi militer yang adaptif, aman, dan terintegrasi dalam mendukung kesiapan operasi gabungan TNI di masa mendatang. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya memperlihatkan kondisi aktual interoperabilitas komunikasi CN-235 dan KRI, tetapi juga menawarkan landasan konseptual dan praktis bagi pengembangan *roadmap* interoperabilitas komunikasi pertahanan Indonesia yang selaras dengan prinsip interoperabilitas global NATO dan doktrin operasi gabungan TNI (NATO, 2019; TNI, 2023).

Strategi Strength–Opportunities (SO) TNI menekankan pemanfaatan SDM terlatih, pengalaman latihan gabungan, serta integrasi teknologi C4ISR dan satelit untuk memperkuat interoperabilitas komunikasi antara CN-235 dan KRI. Melalui penerapan protokol standar, integrasi tactical data link, dan konsep Network Centric Warfare (NCW), setiap platform berfungsi sebagai simpul informasi yang mendukung distribusi data real-time dan percepatan pengambilan keputusan. Mekanisme evaluasi seperti after action review (AAR) memastikan adaptasi berkelanjutan dan penyusunan SOP komunikasi yang responsif terhadap dinamika operasi. Dengan demikian, strategi ini menunjukkan kemampuan TNI dalam mengintegrasikan sumber daya, teknologi, dan sistem pembelajaran organisasi guna memperkuat efektivitas operasi gabungan secara berkelanjutan.

Strategi Weaknesses–Opportunities (WO) berfokus pada upaya TNI mengatasi kelemahan internal untuk memanfaatkan peluang eksternal dalam meningkatkan interoperabilitas komunikasi antara CN-235 dan KRI. Keterbatasan bandwidth diatasi dengan penggunaan secure data link generasi baru seperti Link-16 guna mendukung pertukaran data real-time (Antara, 2024). Melalui kerja sama internasional, TNI menstandarkan dokumentasi teknis agar selaras dengan praktik global dan memperkuat diplomasi pertahanan (TNI, 2025). Reformasi struktur organisasi memperjelas pembagian peran antara CN-235 sebagai *airborne surveillance* dan KRI sebagai pusat



komando taktis. Selain itu, pelatihan teknis berbasis simulasi digital meningkatkan kesiapan personel dan mendukung uji integrasi sistem (Fibrianto et al., 2022). Penerapan prinsip Network Centric Warfare (NCW) juga memperkuat jaringan komunikasi terpadu berbasis C4ISR, sehingga meningkatkan efektivitas dan daya saing operasi gabungan TNI (Susdarwono, 2021).

Dalam kerangka strategi ST (Strenght- Threats), TNI memanfaatkan kekuatan internal untuk mengatasi ancaman eksternal yang berpotensi mengganggu interoperabilitas komunikasi udara-laut. Optimalisasi protokol komunikasi taktis melalui teknik frequency hopping dan enkripsi tingkat lanjut menjadi langkah mitigasi terhadap ancaman jamming (Antara, 2024), sementara infrastruktur latihan gabungan lintas matra dimanfaatkan untuk menguji prosedur menghadapi cuaca ekstrem dan gangguan sinyal (TNI, 2025). Struktur komando gabungan yang kuat memperkuat rantai komando dan kendali (C2) guna meminimalkan keterlambatan informasi (STPMataram, 2023), sedangkan integrasi radar CN-235 dan perangkat pemantauan KRI meningkatkan maritime domain awareness terhadap ancaman perompakan maupun infiltrasi asing (susdarwono, 2021). Selain itu, pembangunan kultur organisasi berbasis interoperabilitas melalui doktrin bersama memperkuat jointness, didukung peningkatan kapabilitas personel melalui pelatihan komunikasi taktis, keamanan siber, dan pengoperasian C4ISR. Mekanisme evaluasi berkelanjutan seperti after action review (AAR) dan lesson learned (Fibrianto et al., 2022) memastikan adaptasi organisasi yang responsif terhadap dinamika ancaman. Dengan demikian, strategi ST ini menegaskan kemampuan TNI dalam mengintegrasikan kekuatan SDM, teknologi, dan sistem pembelajaran organisasi untuk menjaga keandalan komunikasi gabungan secara berkelanjutan.

Dalam kerangka strategi WT (Weaknesses-Threats), TNI berupaya mengurangi kelemahan internal agar tidak diperburuk oleh ancaman eksternal dengan menempuh lima langkah utama. Pertama, ketergantungan pada sistem komunikasi lama diatasi melalui program modernisasi bertahap yang mencakup integrasi secure data link generasi baru dan penggantian perangkat keras yang tidak kompatibel (Antara, 2024). Kedua, penguatan keamanan siber dilakukan untuk mengantisipasi ancaman jamming



dan hacking melalui enkripsi, sistem deteksi intrusi, serta pelatihan cyber awareness bagi personel (Antara, 2024b). Ketiga, perbaikan struktur organisasi dan pembagian tugas menegaskan peran CN-235 sebagai airborne surveillance platform dan KRI sebagai pusat komando taktis, sehingga rantai komando lebih efisien dan risiko miskomunikasi berkurang (TNI, 2025). Keempat, peningkatan kualitas peralatan komunikasi dengan mengadopsi standar internasional seperti STANAG atau Link-16 memperkuat kompatibilitas antar-matra sekaligus mendukung kerja sama multinasional (Ahli, 2024). Kelima, pelatihan khusus dalam komunikasi taktis, keamanan siber, dan pengoperasian C4ISR meningkatkan kompetensi teknis personel agar mampu mengoperasikan sistem modern sekaligus menghadapi ancaman teknologi baru (Fibrianto et al., 2022). Dengan demikian, strategi WT ini menegaskan komitmen TNI dalam memperkuat interoperabilitas komunikasi udara-laut melalui modernisasi, standardisasi, dan peningkatan kapasitas SDM secara berkelanjutan.

5. Kesimpulan dan Rekomendasi

Penelitian ini menyimpulkan bahwa interoperabilitas komunikasi antara pesawat CN-235 dan Kapal Perang Republik Indonesia (KRI) telah mencapai tingkat yang memungkinkan pelaksanaan operasi gabungan TNI secara efektif, khususnya untuk koordinasi udara-laut dalam skenario operasional; namun efektivitas tersebut masih dipengaruhi oleh keterbatasan teknis serta hambatan strategis, logistik, dan operasional. Analisis SWOT menegaskan bahwa keberhasilan interoperabilitas tidak hanya bergantung pada kesiapan teknologi, melainkan juga pada struktur organisasi, kualitas sumber daya manusia, dan kemampuan adaptasi terhadap dinamika ancaman modern; kekuatan TNI—termasuk infrastruktur latihan gabungan, sistem komando-kendali, dan kapabilitas sensor CN-235 serta KRI—dapat dimanfaatkan untuk menanggulangi ancaman eksternal (mis. cuaca ekstrem, gangguan sinyal, peperangan elektronik), sementara kelemahan seperti ketergantungan pada sistem lawas dan keterbatasan kompatibilitas peralatan perlu diminimalkan melalui modernisasi bertahap dan pelatihan berkelanjutan. Untuk mengatasi tantangan tersebut, direkomendasikan paket



solusi komprehensif yang meliputi: modernisasi perangkat komunikasi dan percepatan roadmap satelit, penguatan keamanan siber, pembentukan pusat koordinasi komunikasi gabungan serta latihan interoperabilitas rutin; bagi pembuat kebijakan disarankan penetapan standar komunikasi terpadu dan alokasi anggaran khusus; bagi pengawas mutu perlu peningkatan audit interoperabilitas dan indikator kinerja; bagi pengelola SDM diperlukan cross-training, simulator komunikasi, dan pelatihan teknis tambahan; peran akademik (mis. Universitas Pertahanan) diarahkan pada pengembangan kurikulum, riset terapan, dan forum ilmiah; serta bagi peneliti selanjutnya dianjurkan perluasan studi ke platform lain, penelitian kuantitatif dengan pengukuran teknis rinci, dan simulasi berbasis network-centric warfare. Dengan demikian, interoperabilitas CN-235–KRI hanya dapat dipertahankan dan ditingkatkan melalui sinergi pemanfaatan kekuatan internal, perbaikan kelemahan struktural, serta dukungan kebijakan, akademik, dan penelitian—sehingga menjadi komponen integral dalam transformasi organisasi dan doktrin TNI menuju postur pertahanan yang profesional, responsif, integratif, modern, dan adaptif.

Daftar Pustaka

- Adlini, M. N., Dinda, A. H., Yulinda, S., Chotimah, O., & Merliyana, S. J. (2022). Metode penelitian kualitatif studi pustaka. *Jurnal Metodologi Penelitian*, 2(1), 1–12.
<http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2846813&val=13953&title>
- Alberts, D. S., & Hayes, R. E. (2006). *Understanding command and control*. CCRP Publication Series. http://www.dodccrp.org/files/Alberts_UC2.pdf
- Anissa, N., & Djuyandi, Y. (2021). Modernisasi sistem komunikasi pertahanan Indonesia dalam mendukung interoperabilitas matra. *Jurnal Pertahanan dan Bela Negara*, 11(2), 135–152. <https://doi.org/10.33172/jpbn.v11i2.135>
- Bandung Radio Streaming. (2025, July 2). CN235 TNI AL ambil bagian dalam Latma CARAT 2025, beroperasi bersama P-8A Poseidon.



<https://bandungradiostreaming.com/2025/07/02/cn235-tni-al-ambil-bagian-dalam-latma-carat-2025-beroperasi-bersama-p-8a-poseidon/>

- Bimata.id. (2025, June 10). Studi kasus hilangnya data target pada Latma CARAT 2025. *Bimata.id*. <https://bimata.id/studi-kasus-hi-lang-data-target-latma-carat-2025>
- Cebrowski, Arthur & Garstka, John. (1998). Network Centric Warfare: Its Origin and Future. *Naval Institute Proceedings*. Vol. 1 (1). P. 124-139
- Creswell, J. W. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Fibrianto, E., Hidayat, T., Darmawan, W. B., & Djuyandi, Y. (2022). Interoperabilitas TNI dengan lembaga negara lainnya dalam mewujudkan pengamanan wilayah perbatasan negara (Studi kasus di Laut Natuna Utara). *Aliansi: Jurnal Politik, Keamanan dan Hubungan Internasional*, 1(2), 119.
<https://doi.org/10.24198/aliansi.v1i2.39582>
- Gaperta, F. (2023). Integrasi sistem komunikasi udara-laut dalam operasi gabungan TNI: Tantangan dan strategi penguatan. *Jurnal Strategi Pertahanan*, 9(1), 22–38.
<https://doi.org/10.52391/jsp.v9i1.122>
- Gunawan, I. (2013). *Metode penelitian kualitatif: Teori & praktek*. Bumi Aksara.
- Hariyadi, D. (2022). Peran sistem komunikasi bersama dalam mendukung operasi gabungan TNI. *Jurnal Sistem Pertahanan*, 8(1), 55–70.
- Hartanto, A. (2019). Efisiensi sistem logistik pertahanan nasional berbasis teknologi informasi. *Jurnal Logistik Indonesia*, 5(2), 101–115.
<https://doi.org/10.31964/jli.v5i2.101>
- Hidayat, S. (2018). *Interoperabilitas (Darma Putra 2017)*. November, 1–8.
https://www.researchgate.net/publication/329188907_Interoperabilitas_Darma_Putra_2017
- Kementerian Pertahanan Republik Indonesia. (2020). *Kebijakan pembangunan kekuatan pertahanan negara 2020–2024*. Kementerian Pertahanan RI.
- Libra Dian, P. Y. (2019). Improvements the role of maritime intelligence gathering for supporting Indonesia naval operation. *Journal of Maritime Research*, 16(3), 74–78.



- Maharramov, R., Talibov, A., & Hashimov, E. (2025). *Application of C4Isr Systems in Military and Security Operations*. 125–134. <https://doi.org/10.62731/mcnd-15.08.2025.004>
- Manunggal, N. (2022). Analisis pemilihan pesawat udara patroli maritim pada operasi laut gabungan guna mendukung operasi gabungan TNI [Tesis tidak dipublikasikan]. Seskoal.
- Martharahaerja, E. (2020). Revitalisasi doktrin Tri Dharma Eka Karma dalam menghadapi ancaman multidimensi. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 26(3), 289–305. <https://doi.org/10.22146/jkn.56892>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.
- NATO. (2014). *NATO interoperability standards and levels of interoperability framework*. NATO Standardization Office.
- NATO. (2019). *Allied joint doctrine for communications and information systems (AJP-6)*. NATO Standardization Office.
- NVivo 12. (2025). *Software for qualitative data analysis* (Version 12). QSR International.
- Prasetyo, D. (2024). Penguatan industri pertahanan nasional dalam mendukung kemandirian sistem komunikasi militer. *Jurnal Teknologi Pertahanan dan Keamanan*, 12(1), 44–59. <https://doi.org/10.52391/jtp.v12i1.98>
- Prihadi, Y. (2022). Optimalisasi interoperabilitas komunikasi lintas matra TNI dalam operasi gabungan. *Jurnal Komando dan Strategi*, 7(2), 167–182. <https://doi.org/10.21009/jks.v7i2.212>
- Priyono & Marnis. (2008). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Sidoarjo : Zifatama Publisher.
- Purwanto, I. (2021). Analisis peningkatan kemampuan identifikasi pesawat udara CN 235-220 Maritime Patrol Aircraft guna mendukung operasi laut [Tesis tidak dipublikasikan]. Seskoal.



- STIAMI, M. (2020). Desain sistem logistik pertahanan terpadu di Indonesia: Studi kebijakan dan implementasi. *Jurnal Ilmu Administrasi dan Kebijakan Publik*, 15(1), 45–60. <https://doi.org/10.52391/jiakp.v15i1.77>
- Susdarwono, E. T. (2021). Kebijakan Pengadaan dan Customisasi CN-235 MPA (Maritime Patrol Aircraft) dalam Rangka Pengawasan wilayah ZEE dan ALKI di Indonesia. *Dinamika Bahari*, 2(2), 159–168. <https://doi.org/10.46484/db.v2i2.281>
- Tentara Nasional Indonesia (TNI). (2023). *Doktrin operasi gabungan TNI*. Mabes TNI.
- Turnip, D. (2021). Penerapan sistem informasi logistik militer berbasis digital untuk meningkatkan efisiensi operasi. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Pertahanan*, 8(3), 223–240. <https://doi.org/10.52391/jtmp.v8i3.223>
- Upang, R., Setiawan, D., & Lestari, A. (2025). Kolaborasi TNI dan industri pertahanan dalam pengembangan sistem komunikasi militer nasional. *Jurnal Sistem Pertahanan Indonesia*, 4(1), 31–48. <https://doi.org/10.52391/jspi.v4i1.245>
- Wahyudi, F. (2021). Interoperabilitas komunikasi pertahanan dalam operasi maritim gabungan. *Jurnal Pertahanan Laut*, 4(2), 65–78.
- Wing Udara 2 TNI AL. (2025). *Laporan latihan interoperabilitas komunikasi udara-laut antara CN-235 dan KRI*. Pusat Komando Armada II Surabaya.