

Strategi Interoperabilitas Komando Kendali Sistem Komunikasi Operasi Dengan Menggunakan Teknologi Internet Protocol Site Connect Dalam Rangka Mendukung Operasi Pengamanan Daerah Rawan Papua

Ilham Wahyu Nugroho¹ Haryo Mustoko² Jimmy Veni Tokio T³

Program Studi Strategi Pertahanan Darat, Fakultas Strategi Pertahanan, Universitas
Pertahanan Republik Indonesia^{1,2,3}

Email: rakhazy14@gmail.com¹

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh lemahnya interoperabilitas Sistem Komunikasi Operasi (Siskomops) dalam mendukung komando dan kendali satuan tugas TNI di wilayah rawan Papua. Heterogenitas alat komunikasi analog dan digital, keterbatasan jangkauan HF/SSB, kontur geografis yang ekstrem, serta tidak adanya integrasi berbasis IP menyebabkan terjadinya perlambatan arus informasi dan menurunnya efektivitas kendali operasi. Kondisi tersebut menuntut adanya strategi modernisasi komunikasi operasi dengan pendekatan teknologi yang adaptif, aman, dan kompatibel dengan struktur satuan di lapangan. Penelitian ini bertujuan merumuskan strategi interoperabilitas komando kendali melalui pemanfaatan teknologi Internet Protocol Site Connect (IPSC) sebagai backbone komunikasi digital di daerah rawan. Penelitian menggunakan metode kualitatif melalui wawancara mendalam, observasi lapangan, dan studi dokumentasi, serta memverifikasi keabsahan data melalui triangulasi sumber dan metode Analisis dilakukan secara tematik dengan mengintegrasikan teori sistem pertahanan negara, komunikasi militer modern, interoperabilitas, dan arsitektur C4ISR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Siskomops Satgas di Papua masih terfragmentasi, tidak standar, dan sangat bergantung pada kondisi geografis. Penerapan IPSC mampu menyediakan jaringan taktis berbasis IP yang real-time, aman, dan terintegrasi. Integrasi Radio over Internet Protocol (RoIP) memungkinkan alkom analog dan digital beroperasi dalam satu jaringan terpadu. Penelitian ini juga menghasilkan rancangan SOP komunikasi digital untuk operasi daerah rawan yang mencakup struktur talkgroup, prosedur pelaporan, protokol keamanan komunikasi, mekanisme failover, dan tata kelola monitoring jaringan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa strategi interoperabilitas berbasis IPSC memberikan solusi praktis sekaligus kontribusi teoretis terhadap penguatan Siskomops dalam perspektif C4ISR. Rekomendasi diarahkan kepada komando atas untuk modernisasi infrastruktur digital Satgas dan penyusunan kebijakan standar komunikasi operasi TNI di Papua.

Kata Kunci: Interoperabilitas, Komando Kendali, Siskomops, IP Site Connect, Papua, C4ISR.

Abstract

This research is motivated by the limited interoperability of the Operational Communication System (Siskomops) in supporting command and control of Indonesian Armed Forces (TNI) task forces operating in the high-risk region of Papua. The heterogeneity of analog and digital communication equipment, restricted HF/SSB coverage, extreme geographical terrain, and the absence of IP-based integration have led to slow information flow and reduced operational effectiveness. These conditions demand a modernized communication strategy employing adaptive, secure, and field-compatible technologies. This study aims to formulate an interoperability strategy for command and control through the utilization of Internet Protocol Site Connect (IPSC) as the digital communication backbone for operations in high-risk areas. Using a qualitative approach, data were collected through in-depth interviews, field observations, and document analysis, with validation conducted through source and method triangulation. Thematic analysis was applied by integrating the theories of national defense systems, modern military communication, interoperability, and the C4ISR framework. The findings indicate that the current Siskomops in Papua remains fragmented, non-standardized, and highly affected by terrain limitations. IPSC implementation provides an integrated, real-time, and secure IP-based tactical network. The integration of Radio over Internet Protocol (RoIP) enables analog and digital communication devices to operate within a unified system. The study also produces a Standard Operating Procedure (SOP) for digital communication in high-risk operations, including talkgroup structure, reporting procedures,

communication security protocols, failover mechanisms, and network monitoring governance. The study concludes that the IPSC-based interoperability strategy provides both practical solutions and theoretical contributions to strengthening military operational communications within the C4ISR perspective. Recommendations are directed to higher command for digital infrastructure modernization and the development of standardized communication policies for TNI operations in Papua.

Keywords: *Interoperability, Command and Control, Operational Communication System, IP Site Connect, Papua, C4ISR*



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

PENDAHULUAN

Kodam XVII/Cenderawasih selaku Komando Operasi TNI Papua mempunyai luas wilayah $\pm 309.934 \text{ km}^2$ yang meliputi Provinsi Papua dan mempunyai perbatasan darat dengan Papua New Gini yang terbentang dari Utara ke Selatan sepanjang kurang lebih 780 km. Saat ini operasi yang tergelar di Papua di antaranya adalah Satuan Tugas Pengamanan Perbatasan Statis RI-PNG, Satuan Tugas Habema, Satuan Tugas Pamtas Swasembada, Satuan Tugas Pengamanan Obyek Vital, Satuan Tugas Pengamanan Perbatasan Pulau Terluar dan Satuan Tugas PAM VVIP. Satgas Pamtas RI-PNG merupakan satuan tugas strategis TNI yang memiliki peran sangat penting dalam menjaga kedaulatan dan keutuhan wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia di sepanjang garis perbatasan darat dengan Papua Nugini. Penugasan ini berada di bawah kendali operasional Kodam XVII/Cenderawasih dan dilaksanakan oleh satuan-satuan infanteri yang dirotasi secara berkala melalui mekanisme operasi pengamanan perbatasan. Keberadaan Satgas Pamtas RI-PNG menjadi elemen pertahanan terdepan yang berfungsi mencegah potensi ancaman lintas batas, mulai dari infiltrasi kelompok kriminal bersenjata (KKB/KKSB), penyelundupan senjata dan amunisi, perdagangan ilegal komoditas strategis, hingga pergerakan jaringan kriminal transnasional. Di samping tugas pengamanan, Satgas juga bertanggung jawab memelihara stabilitas keamanan di wilayah-wilayah rawan yang masih menghadapi tantangan sosial, geografis, dan politik yang kompleks.

Karakteristik medan operasi yang terdiri atas pegunungan, hutan lebat, rawa, serta keterbatasan jaringan komunikasi dan infrastruktur membuat pelaksanaan tugas Satgas Pamtas membutuhkan kesiapan fisik, kemampuan taktis, serta dukungan sistem komunikasi yang andal. Satgas melaksanakan berbagai bentuk operasi, seperti patroli jalan tikus, patroli patok batas, pengamanan Pos Lintas Batas Negara (PLBN), hingga penindakan terhadap aktivitas ilegal. Selain itu, dalam rangka memperkuat kehadiran negara dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat perbatasan, Satgas turut mengemban fungsi pembinaan teritorial terbatas melalui program karya bakti, pengobatan keliling, pendampingan pendidikan, serta dukungan ketahanan pangan lokal. Dengan pendekatan ini, Satgas tidak hanya hadir sebagai unsur keamanan, tetapi juga sebagai representasi negara yang mampu menjalin kedekatan dengan masyarakat adat dan komunitas lokal. Keberadaan Satgas Pamtas RI-PNG memiliki dampak strategis terhadap upaya pemerintah dalam memperkuat ketertiban wilayah perbatasan, mendukung pembangunan daerah tertinggal, serta meningkatkan citra positif Indonesia di mata Papua Nugini melalui pengelolaan perbatasan yang teratur dan profesional. Dalam konteks pertahanan modern, capaian Satgas Pamtas turut diperkuat melalui pemanfaatan teknologi komunikasi taktis, pengawasan udara menggunakan drone, serta sistem komando dan kendali yang lebih terintegrasi untuk mendukung respon cepat terhadap setiap potensi ancaman. Dengan demikian, Satgas Pamtas RI-PNG merupakan komponen penting dalam arsitektur keamanan kawasan timur Indonesia, yang keberadaannya tidak hanya menjaga batas negara secara fisik, tetapi juga memperkuat stabilitas regional,

memperkokoh ketahanan nasional, serta menjadi bagian integral dari diplomasi pertahanan dan pembangunan masyarakat perbatasan.

Satgas Habema merupakan satuan tugas operasi gabungan yang dibentuk oleh TNI sebagai respons terhadap dinamika keamanan di Papua, khususnya meningkatnya aktivitas kelompok bersenjata di wilayah pegunungan tengah seperti Intan Jaya, Yahukimo, dan kabupaten-kabupaten rawan lainnya. Nama "Habema" merupakan akronim dari Harus Berhasil Maksimal, yang mencerminkan tekad pemerintah untuk menghadirkan stabilitas keamanan melalui operasi yang terkoordinasi, terukur, dan terpadu lintas matra di bawah kendali Kogabwilhan III. Pembentukan Satgas Habema bertujuan menyatukan pola operasi darat, laut, dan udara, serta memperkuat integrasi intelijen, komunikasi, dan komando kendali agar penanganan konflik di Papua tidak lagi berjalan parsial, tetapi berbasis *interoperabilitas*. Kehadiran satgas ini menandai perubahan pendekatan negara dari operasi sektoral menuju operasi gabungan yang lebih adaptif terhadap karakter ancaman dan medan geografis Papua yang kompleks, sekaligus menjadi upaya strategis dalam melindungi masyarakat, menegakkan kedaulatan, dan memastikan keberlanjutan pembangunan di wilayah rawan konflik tersebut.

Satgas Pamtas Swasembada merupakan satuan tugas pengamanan perbatasan yang ditempatkan di wilayah pedalaman dan daerah rawan Papua yang secara geografis tidak langsung berada tepat di garis batas negara, tetapi tetap memiliki fungsi strategis dalam mendukung pertahanan wilayah dan stabilitas keamanan nasional. Berbeda dari Satgas Pamtas RI-PNG yang bertugas langsung menjaga patok batas dan mengawasi perlintasan resmi maupun ilegal di titik-titik perbatasan internasional, Satgas Pamtas Swasembada beroperasi di wilayah *hinterland*, yaitu area belakang perbatasan yang menjadi jalur mobilitas masyarakat, rute logistik pemerintah, akses ke kamp-kamp KKB, serta daerah yang berpotensi menjadi ruang manuver kelompok kriminal bersenjata. Satgas Swasembada berfungsi sebagai lapisan kedua pertahanan setelah garis batas, atau dapat disebut sebagai *inner layer security*, yang bertugas menjaga stabilitas keamanan di daerah yang tidak langsung bersentuhan dengan *border line* namun sangat menentukan terjaganya kendali negara atas ruang geografis Papua. Tugas utama mereka meliputi pengamanan jalur logistik, pengawasan mobilitas penduduk di pedalaman, pencegahan infiltrasi dari dan menuju daerah batas, menjaga objek vital strategis seperti lapangan terbang perintis, jembatan, dan ruas jalan trans, serta menjalankan pembinaan teritorial untuk memperkuat kehadiran negara di wilayah rawan.

Di beberapa area, Satgas Swasembada juga berfungsi sebagai penghubung antara pos-pos Pamtas RI-PNG di garis depan dan satuan kewilayahan (Kodim/Koramil), sehingga mampu mempercepat respons keamanan dan memperkuat komando kendali dalam menghadapi ancaman KKB yang cenderung bergerak di wilayah pegunungan atau hutan jauh dari garis batas formal. Selain itu, penugasan Swasembada mendukung operasi penegakan hukum TNI-Polri, membantu evakuasi masyarakat, serta mengamankan aktivitas pembangunan pemerintah seperti proyek jalan, jembatan, dan fasilitas publik yang sering menjadi sasaran gangguan. Dengan demikian, Satgas Pamtas Swasembada adalah elemen vital dalam mempertahankan stabilitas Papua melalui pendekatan pertahanan berlapis, di mana meskipun tidak menjaga patok batas secara langsung, perannya sangat strategis untuk memastikan ruang tengah Papua tetap aman, terkendali, dan tidak dimanfaatkan sebagai ruang gerak ancaman. Peran ini menjadikan Satgas Swasembada sebagai bagian integral dari implementasi Sistem Pertahanan Nasional di wilayah rawan. Satuan Tugas Pengamanan Obyek Vital Nasional (Satgas Pam Obvit) bertugas melaksanakan pengamanan terhadap fasilitas strategis negara yang memiliki nilai vital bagi perekonomian, energi, pertahanan, dan kepentingan nasional lainnya, seperti tambang, instalasi migas, bandara strategis, dan fasilitas industri penting. Pengamanan dilakukan melalui sistem keamanan berlapis yang mencakup penjagaan akses, patroli

perimeter, pengamanan area kerja, serta koordinasi intensif dengan Polri, aparat keamanan internal, dan instansi terkait untuk mencegah sabotase, teror, maupun gangguan yang dapat menghambat operasional objek vital nasional. Peran Satgas ini sangat krusial untuk memastikan aktivitas industri strategis tetap berjalan aman sehingga kontribusinya terhadap pembangunan nasional dapat berlangsung tanpa hambatan.

Satuan Tugas Pengamanan Perbatasan Pulau Terluar merupakan komponen TNI yang bertugas menjaga pulau-pulau kecil terluar Indonesia yang memiliki fungsi strategis sebagai penanda batas wilayah kedaulatan NKRI di laut. Satgas ini melaksanakan pengawasan dan patroli untuk mencegah berbagai ancaman, termasuk pelanggaran batas, penyelundupan, aktivitas ilegal kapal asing, hingga potensi klaim wilayah oleh negara lain. Tugas ini menuntut kesiapan tinggi karena dilaksanakan di daerah terpencil dengan keterbatasan logistik, akses komunikasi, serta kondisi alam yang menantang. Kehadiran Satgas di pulau terluar menjadi wujud nyata kehadiran negara, sekaligus memperkuat kedaulatan dan keamanan maritim Indonesia. Satuan Tugas Pengamanan VVIP (Satgas PAM VVIP) adalah satuan tugas khusus TNI yang bertanggung jawab memberikan perlindungan dan pengamanan kepada Presiden, Wakil Presiden, kepala negara tamu, serta pejabat tinggi negara lainnya dalam setiap kegiatan resmi maupun kunjungan kerja. Pengamanan dilakukan secara berlapis melalui pengamanan ring 1, ring 2, dan ring 3, meliputi sterilisasi lokasi, pengamanan rute, pemeriksaan area, hingga prosedur *anti-sabotage* dan *crowd control*. Dengan standar operasi yang menuntut presisi tinggi dan prinsip *zero failure*, Satgas PAM VVIP berkoordinasi dengan Paspampres, Polri, pemerintah daerah, serta instansi terkait lainnya untuk menjamin keamanan dan keselamatan VVIP secara menyeluruh. Peran ini menjadi salah satu bentuk profesionalisme TNI dalam mendukung stabilitas politik dan kelancaran tugas kenegaraan.

Dalam mendukung komunikasi Satuan-satuan tugas operasi atau Bawah Kendali Operasi di wilayah Papua yang menghubungkan antara Satgas ke Kolakops (Komando Pelaksana Operasi) maupun Kogasgab (Komando Tugas Gabungan) memerlukan perangkat Siskomops (Sistem Komunikasi Operasi) yang berstandarisasi Alkomlek (alat komunikasi elektronik) dan implementasi *interoperabilitas Kodal (Battle Management System: Posko, Ranpur, Personel)* dalam mendukung kelancaran komunikasi antar pasukan, pasukan dengan pos, pos dengan Kout (Komando Utama) atau Kotis (Komando Taktis), Kotis atau Kout dengan Kolakops/Koops. Berdasarkan data laporan Hubdam XVII/Cen semester 1 TA. 2025 pada kesiapan gelar siskom tahun 2025 bahwasannya kendala umum komunikasi Satgas diantaranya adalah pengisian daya dari *power system* tidak maksimal, jaringan internet GSM tidak stabil, maupun kurangnya alat komunikasi digital (HT digital) yang tersedia. (Laporan alkom Satgas semester 1, 2025). Fakta di lapangan menunjukkan bahwa perangkat alkomlek yang digunakan satuan-satuan tugas operasi masih bersifat heterogen, tidak terintegrasi, dan bergantung pada sistem lama seperti Radio HF/SSB dan Power System tahun 2012 (Kajian Tetra Hubdam XVII/Cen, 2024). Akibatnya, sistem komunikasi antar Satgas belum efektif dan tidak saling terhubung. Selain itu, komunikasi di beberapa pos yang jauh dari satuan teritorial juga bergantung pada Siskomwil Server Kodam XVII/Cen, yang mayoritas berada di Korem, Kodim, atau sebagian kecil Koramil. Kondisi ini menyebabkan komunikasi pada pos-pos tertentu sangat tergantung pada ketersediaan *power system* dan jaringan internet yang sering kali tidak stabil.

Selain itu, kendala non-teknis seperti gangguan keamanan dari OPM terhadap obyek vital serta keterbatasan VSat di beberapa pos juga memperburuk stabilitas komunikasi operasi. Kondisi aktual menggambarkan bahwa sistem komunikasi operasi di Papua saat ini masih bersifat konvensional, terfragmentasi, tidak memiliki *interoperabilitas* antarsatuan, serta sangat bergantung pada kondisi infrastruktur dan jaringan sipil. Hal ini menyebabkan proses komando dan kendali (Kodal) tidak *real time*, sulit dimonitor, dan berpotensi menurunkan

efektivitas operasi pengamanan. Harapannya, Siskomlek yang digelar di Papua dapat terkoneksi secara menyeluruh antar-Satgas melalui integrasi teknologi komunikasi dan elektronika modern, khususnya dengan teknologi *IP Site Connect*. Teknologi ini dapat memungkinkan interoperabilitas sistem komunikasi (C4ISR: *Command, Control, Communications, Computer Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance*) melalui integrasi jaringan komando, standarisasi data, dan keamanan enkripsi. Namun kondisi ideal tersebut belum terwujud sepenuhnya. Kesenjangan (gap) yang terjadi adalah antara kebutuhan akan *interoperabilitas* sistem komunikasi operasi berbasis IP (das sollen) dengan kondisi nyata di lapangan yang masih mengandalkan sistem analog dan infrastruktur lama (das sein). Belum adanya penerapan sistem *IP Site Connect* secara menyeluruh menyebabkan data situasional, komunikasi komando, dan koordinasi antar-Satgas tidak terintegrasi. Padahal, *interoperabilitas* ini sangat penting untuk efektivitas Kodal dalam operasi pengamanan daerah rawan Papua. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan strategi *interoperabilitas* sistem komando kendali komunikasi operasi menggunakan teknologi *IP Site Connect* dalam rangka mendukung operasi pengamanan daerah rawan Papua. Teknologi ini, yang merupakan bagian dari sistem komunikasi radio digital MOTOTRBO milik Motorola Solutions, memungkinkan beberapa repeater radio di lokasi berbeda untuk terhubung melalui jaringan IP (LAN, VPN, maupun internet publik). Dengan penerapan teknologi ini, diharapkan seluruh Satgas Koops Papua dapat terintegrasi dalam satu sistem komunikasi yang aman, *real time*, dan andal, sehingga pimpinan dapat melakukan pemantauan dan pengambilan keputusan secara cepat dan tepat.

Penelitian ini diharapkan menjawab kesenjangan antara kondisi sistem komunikasi operasi TNI AD di Papua yang belum interoperabel (das sein) dengan kebutuhan sistem Kodal modern berbasis IP yang terintegrasi (das sollen). Penelitian ini difokuskan pada perumusan strategi penerapan *interoperabilitas* sistem komunikasi operasi berbasis teknologi *ip site connect* guna memperkuat sistem komando dan kendali dalam mendukung efektivitas operasi pengamanan di wilayah rawan Papua. Fokus ini bertujuan untuk menjawab kebutuhan akan sistem komunikasi taktis yang andal, terpadu, dan mampu meningkatkan *interoperabilitas* berbagai unsur satuan tugas dalam operasi gabungan di medan yang memiliki tantangan geografis dan keamanan tinggi. Untuk mendukung pencapaian fokus tersebut, penelitian ini diarahkan pada beberapa subfokus utama diantaranya adalah Strategi penerapan teknologi *ip site connect*. Mengkaji bagaimana teknologi *ip site connect* dapat diterapkan secara optimal untuk mendukung *interoperabilitas* sistem komunikasi operasi militer di wilayah rawan dan bermedan berat seperti Papua. *Interoperabilitas* komando kendali sistem komunikasi operasi. Menganalisis *interoperabilitas* komunikasi antar satuan tugas (Satgas) dalam lingkungan Komando Operasi (Koops) TNI, dengan fokus pada efektivitas koordinasi dan kendali komando berbasis jaringan IP. Kendala teknis dan operasional sistem komunikasi di Papua. Mengidentifikasi kendala teknis seperti jangkauan sinyal, stabilitas *power system*, keamanan komunikasi, serta kendala operasional yang dihadapi dalam pelaksanaan komunikasi taktis di daerah operasi Papua. Perumusan strategi peningkatan sistem komando dan kendali melalui sistem komunikasi digital terintegrasi. Merumuskan strategi pengembangan dan peningkatan sistem komando kendali melalui implementasi sistem komunikasi digital yang terintegrasi, agar mendukung operasi pengamanan daerah rawan dengan lebih efektif dan efisien.

Untuk mendalami perumusan strategi penerapan *interoperabilitas* sistem komunikasi operasi berbasis teknologi *ip site connect* dalam mendukung efektivitas komando dan kendali di wilayah rawan Papua, maka dirumuskan beberapa pertanyaan penelitian yang menjadi dasar dalam pengumpulan data dan analisis. Adapun pertanyaan penelitian tersebut adalah sebagai berikut: Bagaimana kondisi aktual sistem komunikasi operasi yang digunakan oleh

Satgas TNI di wilayah rawan Papua, serta apa saja kendala teknis dan non-teknis yang dihadapi dalam pelaksanaannya? Bagaimana konsep kerja dan kemampuan teknologi *ip site connect* dalam membangun *interoperabilitas* komunikasi di antara Satgas secara *real-time* dan terintegrasi dalam sistem kodal? Bagaimana strategi penerapan teknologi *ip site connect* sebagai sistem komunikasi yang mendukung komando dan kendali Satgas TNI dalam operasi pengamanan wilayah rawan Papua? Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan strategi penerapan teknologi *ip site connect* dalam membangun *interoperabilitas* sistem komunikasi operasi (Siskomops) guna mendukung efektivitas komando dan kendali (Kodal) pada operasi pengamanan wilayah rawan di Papua. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut: Menganalisis kondisi aktual serta permasalahan sistem komunikasi operasi yang digunakan oleh satuan tugas TNI di wilayah Papua, termasuk hambatan teknis dan non-teknis yang memengaruhi efektivitas Kodal. Menganalisis konsep, prinsip kerja, dan keunggulan teknologi *ip site connect* dalam mendukung sistem komunikasi digital yang terintegrasi, aman, dan *real-time* antar satuan tugas di medan operasi. Merumuskan strategi penerapan teknologi *ip site connect* sebagai solusi sistem komunikasi komando dan kendali yang *interoperabel* dalam rangka meningkatkan efektivitas pengendalian operasi di wilayah rawan Papua.

Landasan Teori

Teori Sistem Pertahanan Nasional

Teori sistem pertahanan negara pada dasarnya memandang pertahanan sebagai sebuah konstruksi besar yang tersusun dari berbagai elemen yang saling berkaitan dan bekerja secara terintegrasi untuk menjamin kelangsungan hidup negara. Pertahanan negara tidak hanya dilihat sebagai aktivitas militer semata, melainkan sebagai sistem nasional yang melibatkan seluruh sumber daya, kelembagaan, wilayah, dan komponen masyarakat secara menyeluruh. Paradigma ini dikenal dengan istilah Sistem Pertahanan Semesta (Sishanta), yang berpijak pada prinsip bahwa komponen utama yakni TNI tidak dapat menjalankan fungsi pertahanan secara optimal tanpa dukungan komponen cadangan dan komponen pendukung. Dengan demikian, pertahanan negara dipahami sebagai orkestrasi menyeluruh yang memadukan kekuatan militer, diplomasi, pembangunan sosial, hingga penguatan kapasitas masyarakat dalam menghadapi berbagai bentuk ancaman. Dalam kerangka teori sistem pertahanan, terdapat beberapa pilar konseptual utama, yaitu daya tangkal (*deterrence*), postur pertahanan (*defense posture*), kesiapan operasional (*operational readiness*), serta pertahanan berbasis wilayah (*area defence*). Pilar tersebut kemudian diterjemahkan ke dalam kebijakan dan kegiatan operasi TNI sesuai dengan karakteristik ancaman di setiap wilayah. Pada konteks Papua, teori sistem pertahanan negara menemukan relevansinya secara kuat karena wilayah ini memiliki kombinasi ancaman yang bersifat multidimensional, mulai dari ancaman bersenjata, pelanggaran batas negara, aktivitas ilegal lintas negara, sabotase terhadap objek vital, hingga ancaman terhadap keselamatan pejabat negara.

Teori Keamanan Wilayah Perbatasan

Teori keamanan wilayah perbatasan (*border security theory*) Barry Buzan menjelaskan bagaimana negara menjaga, mengawasi, dan mengelola kawasan batasnya guna melindungi kedaulatan, ketertiban, serta stabilitas nasional. Dalam perspektif teori ini, perbatasan dipahami bukan sekadar garis geografis yang memisahkan dua negara, tetapi merupakan ruang strategis yang memiliki dimensi politik, ekonomi, sosial, militer, dan hukum. Keamanan perbatasan menjadi bagian integral dari sistem keamanan nasional karena wilayah tersebut umumnya menjadi titik rawan terhadap berbagai ancaman lintas negara, seperti penyelundupan, perdagangan ilegal, infiltrasi kelompok bersenjata, mobilitas penduduk tanpa

izin, serta sengketa batas antarnegara. Oleh sebab itu, teori keamanan perbatasan menekankan pentingnya integrasi antara kekuatan negara militer, kepolisian, diplomasi, dan masyarakat untuk menciptakan keamanan perbatasan yang efektif. Dalam teori keamanan modern, pengelolaan perbatasan dikategorikan dalam beberapa pendekatan utama, yaitu *sovereignty protection*, *border control*, dan *border management*. *Sovereignty protection* menekankan aspek penegakan kedaulatan melalui kehadiran kekuatan negara, terutama militer, untuk mencegah pelanggaran batas dan menjaga integritas teritorial. Pendekatan ini sangat relevan pada wilayah perbatasan yang memiliki tingkat risiko tinggi seperti Papua, di mana ancaman infiltrasi dan aktivitas ilegal sering terjadi. *Border control* berfokus pada mekanisme pengawasan formal seperti penjagaan pos perbatasan, pemeriksaan dokumen, patroli, dan pemantauan jalur lintas batas. Sementara *border management* adalah konsep yang lebih komprehensif, menekankan koordinasi lintas instansi, pemanfaatan teknologi pemantauan, penguatan kesejahteraan masyarakat perbatasan, dan integrasi kebijakan keamanan dengan pembangunan wilayah. Selain itu, teori keamanan perbatasan juga menyoroti konsep *buffer zone*, yakni wilayah penyangga yang berfungsi meredam ancaman sebelum mencapai pusat-pusat vital negara. Dalam banyak kasus, daerah perbatasan sering kali menjadi kawasan rawan akibat medan yang sulit, minimnya infrastruktur, dan keterbatasan kontrol negara, sehingga kelompok-kelompok tertentu memanfaatkannya untuk aktivitas ilegal. Oleh sebab itu, *border security theory* menekankan pentingnya kehadiran negara secara nyata melalui pembangunan pos, peningkatan kemampuan satgas perbatasan, serta pemberdayaan masyarakat agar memiliki ketahanan sosial terhadap infiltrasi negatif. Pendekatan ini dikenal sebagai *people-centered border security*, yang menggabungkan kekuatan militer dengan dukungan masyarakat sebagai bagian dari pertahanan semesta. Dalam konteks Indonesia khususnya Papua, teori keamanan perbatasan sangat relevan karena wilayah ini memiliki garis batas darat yang panjang dan melewati hutan lebat, pegunungan, serta jalur tradisional masyarakat lintas negara. Keadaan tersebut membuat ancaman keamanan tidak hanya bersifat militer, tetapi juga transnasional, seperti penyelundupan bahan bakar, narkoba, senjata, hingga mobilitas kelompok kriminal. Dengan demikian, teori keamanan wilayah perbatasan memberikan landasan konseptual bagi kebijakan dan operasi pengamanan, termasuk peran Satgas Pamantas TNI dalam menjaga kedaulatan, menegakkan hukum perbatasan, serta mendukung pembangunan wilayah perbatasan sebagai bagian dari strategi pertahanan negara secara keseluruhan.

Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian ini mengacu pada sejumlah kajian dan penelitian sebelumnya yang relevan untuk memperkuat landasan konseptual dan menjelaskan posisi penelitian dalam konteks akademik yang lebih luas. Kajian terhadap penelitian terdahulu bertujuan untuk menunjukkan kesenjangan (*gap*) yang masih ada serta memberikan *justifikasi* terhadap perlunya dilakukan penelitian ini, khususnya dalam merumuskan strategi *interoperabilitas* sistem komunikasi operasi (Siskomops) berbasis teknologi *IP Site Connect* di medan operasi Papua. Beberapa penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan secara langsung maupun tidak langsung disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah perbandingan aspek teori, temuan utama, persamaan, dan perbedaannya dengan fokus penelitian ini.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu yang Relevan

No	Peneliti	Judul Penelitian	Teori yang Digunakan	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
----	----------	------------------	----------------------	------------------	-----------	-----------

1	Kusumah dkk. (2022)	Interoperabilitas Sistem Informasi TNI dalam Operasi Pengamanan Perbatasan di Laut Natuna Utara	Interoperabilitas, Teknologi Informasi, AI	Ditemukan bahwa sistem <i>software</i> , <i>hardware</i> , dan <i>brainware</i> belum optimal; terdapat ego sektoral dan belum ada standarisasi; disarankan pembuatan blueprint <i>interoperabilitas</i> , strategi induk nasional, <i>knowledge management</i> , dan pemanfaatan AI dalam sistem informasi TNI.	Menyoroti pentingnya <i>interoperabilitas</i> dan transformasi sistem komunikasi berbasis teknologi digital.	Fokus pada sistem informasi dan wilayah laut, tidak membahas strategi komunikasi militer taktis di wilayah darat seperti Papua.
2	Pamungkas (2021)	Interoperabilitas Pengamanan Perbatasan Indonesia-Malaysia	Teori Koordinasi, Komando Terpadu	Belum ada leading sector yang jelas, koordinasi antar instansi belum terintegrasi; disarankan forum diskusi rutin, latihan bersama, serta pemanfaatan perangkat komunikasi radio dan satelit nasional.	Sama-sama menekankan perlunya sistem komunikasi terintegrasi dan terpadu antar satuan dalam operasi keamanan.	Fokus pada pendekatan kelembagaan dan lintas instansi, bukan strategi penerapan teknologi IP dalam komunikasi operasi militer.
3	Imasfy (2023)	Strategi Pemanfaatan TIK dalam NCW Matra Darat	Model LISI, OIM, NCW (<i>Network Centric Warfare</i>)	Menunjukkan bahwa <i>interoperabilitas</i> masih rendah (Level 0-2); disarankan pembangunan <i>Integrated Command and Control System (ICCS)</i> dan standarisasi protokol komunikasi.	Sama-sama membahas <i>interoperabilitas</i> teknologi informasi komunikasi dalam konteks matra darat TNI.	Berfokus pada strategi NCW nasional, bukan pada wilayah operasi taktis dan medan berat seperti Papua, serta tidak menekankan <i>IP Site Connect</i> .
4.	Suryana (2021)	Penerapan sistem komunikasi digital taktis dalam mendukung operasi militer di perbatasan	Teori Komunikasi Militer & <i>Digital Tactical Communication</i>	Sistem komunikasi digital mempercepat pengiriman informasi dan lebih aman, tetapi terkendala kompatibilitas dengan perangkat analog	Sama-sama mengkaji sistem komunikasi militer	Fokus pada komunikasi digital taktis, bukan <i>IP Site Connect</i>
5.	Wijaya & Rahman (2022)	Efektivitas implementasi <i>IP Site Connect</i> pada jaringan radio TNI dalam operasi pengamanan wilayah rawan	Teori Komunikasi Radio IP & <i>Interoperabilitas</i>	<i>IP Site Connect</i> terbukti memperluas jangkauan komunikasi dan meningkatkan keterhubungan antarpos, tetapi bergantung pada	Sama-sama membahas <i>IP Site Connect</i> untuk <i>interoperabilitas</i>	Fokus pada penilaian hasil penerapan <i>IP Site Connect</i> . Bukan Pada Strategi

				ketersediaan jaringan internet		penerapan IP site Connect.
6.	Yudhantara (2020)	Efektivitas Penerapan C4ISR di Daerah Terpencil	Teori <i>C4ISR</i> , <i>Network Centric Warfare</i>	Integrasi sensor-komunikasi-komando meningkatkan kesadaran situasional di daerah dengan medan sulit	Sama-sama fokus pada operasi di medan sulit dan kebutuhan C4ISR	Tidak meneliti <i>IP Site Connect</i> atau operasi satgas di Papua
7.	Hidayat (2022)	Evaluasi Penggunaan VSAT untuk Operasi TNI di Papua	Teori Komunikasi Satelit, Teori Infrastruktur Komunikasi	VSAT efektif sebagai backbone, namun perlu integrasi radio IP untuk <i>interoperabilitas</i> penuh	Sama-sama membahas Papua dan teknologi VSAT	Fokus pada VSAT, bukan <i>IP Site Connect</i> atau DMR

Dari hasil penelitian terdahulu pada tabel diatas menunjukkan pola yang konsisten, seluruhnya menegaskan bahwa *interoperabilitas* sistem komunikasi militer merupakan kebutuhan penting dalam operasi TNI, baik di perbatasan, wilayah rawan, maupun dalam konteks NCW (*Network Centric Warfare*). Berbagai penelitian menemukan masalah yang sama, yaitu: sistem komunikasi yang terfragmentasi, belum adanya standarisasi, kendala kompatibilitas perangkat analog-digital, keterbatasan jaringan internet dan VSAT, serta lemahnya koordinasi lintas instansi maupun antar satuan di lapangan. Penelitian sebelumnya umumnya merekomendasikan peningkatan integrasi sistem komunikasi, pembangunan jaringan C4ISR, penggunaan satelit, atau penguatan kelembagaan koordinasi. Namun demikian, seluruh penelitian terdahulu belum secara spesifik membahas strategi teknis-operasional untuk membangun *interoperabilitas* komando dan kendali (*command and control interoperability*) menggunakan teknologi *IP Site Connect* dalam konteks operasi satgas di Papua yang medan dan ancamannya sangat kompleks. Penelitian seperti Kusumah (2022) dan Pamungkas (2021) lebih fokus pada *interoperabilitas* sistem informasi atau koordinasi antar instansi, sementara penelitian seperti Imasfy (2023) dan Suryana (2021) menekankan modernisasi TIK dan Siskomops secara umum, bukan pada implementasi jaringan radio digital berbasis IP yang menghubungkan repeater lintas pos dan lintas satgas. Bahkan penelitian yang paling dekat, Wijaya & Rahman (2022), hanya meneliti efektivitas *IP Site Connect* pada satu studi kasus lokal, bukan pada perumusan strategi implementasi pada level operasi gabungan atau dalam konteks daerah rawan Papua. Dengan demikian, penelitian ini memiliki kesenjangan penelitian (research gap) yang sangat jelas, penelitian ini tidak hanya menelaah efektivitas *IP Site Connect*, tetapi merumuskan strategi *interoperabilitas* Siskomops secara menyeluruh, mengintegrasikan radio digital, jaringan IP, VSAT, server Siskomops, dan struktur komando yang dioperasionalkan pada medan ekstrem, menjawab kendala nyata kesiapan alkom, daya dukung energi, SDM, dan jaringan, serta memberikan solusi aplikatif untuk meningkatkan efektivitas Kodal di operasi daerah rawan Papua.

Iniilah yang membuat penelitian ini penting, baru, dan berbeda dibanding penelitian sebelumnya, penelitian ini memfokuskan *interoperabilitas* komunikasi di Papua, yang memiliki karakteristik komunikasi paling sulit di Indonesia, merumuskan strategi implementasi *IP Site Connect*, menghubungkan *interoperabilitas* Siskomops dengan konteks C4ISR, sesuatu yang belum dilakukan secara simultan oleh penelitian terdahulu. Dengan demikian, penelitian ini perlu dilakukan karena memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan sistem komunikasi operasi TNI, khususnya dalam membangun jaringan komando dan kendali yang terintegrasi, *real-time*, dan aman di salah satu wilayah operasi paling menantang di Indonesia yaitu Papua.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Metode ini dipilih karena dinilai mampu memberikan pemahaman yang mendalam terhadap kondisi sistem komunikasi operasi (Siskomops) yang tergelar di wilayah Papua serta dalam merumuskan strategi penerapan teknologi *IP Site Connect* guna mendukung *interoperabilitas* sistem komando dan kendali (Kodal) di lingkungan operasi militer. Desain penelitian menggabungkan tiga teknik utama pengumpulan data, yaitu observasi langsung terhadap perangkat komunikasi yang tergelar di lapangan, wawancara mendalam dengan personel kunci seperti Perwira Komlek dan Komandan Satgas, serta analisis dokumen-dokumen pendukung seperti SOP komunikasi, laporan teknis, dan konfigurasi jaringan. Secara garis besar, prosedur penelitian meliputi tahap persiapan instrumen penelitian, pengumpulan data melalui observasi, wawancara dan studi dokumentasi, kemudian dilanjutkan dengan *reduksi* dan pengorganisasian data, analisis serta interpretasi berdasarkan teori dan temuan lapangan, penyusunan strategi implementasi teknologi *IP Site Connect* yang sesuai dengan karakteristik wilayah Papua, serta verifikasi hasil melalui diskusi dengan pakar dan *triangulasi* antar sumber data. Untuk memperkuat analisis, penelitian ini dilengkapi dengan metode SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) yang digunakan untuk mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang memengaruhi keberhasilan penerapan teknologi *IP Site Connect*. Analisis menunjukkan bahwa kekuatan (*strengths*) penelitian ini antara lain adanya dukungan kebijakan modernisasi TNI AD, kemampuan teknologi memperluas jangkauan komunikasi Kodal, serta mendukung *interoperabilitas* antar-satuan; sementara kelemahan (*weaknesses*) meliputi keterbatasan infrastruktur jaringan di Papua, kurangnya SDM terlatih, biaya pemeliharaan yang tinggi, serta ketergantungan pada *vendor* tertentu. Dari sisi peluang (*opportunities*), perkembangan teknologi informasi, dukungan kerjasama dengan industri, serta potensi peningkatan efektivitas pengambilan keputusan operasi menjadi faktor pendukung, sedangkan ancaman (*threats*) muncul dari kondisi geografis Papua yang berat, potensi gangguan siber, dinamika keamanan yang fluktuatif, serta keterbatasan anggaran pertahanan. Dengan kombinasi metode kualitatif dan analisis SWOT ini, penelitian diharapkan mampu menghasilkan strategi penerapan *IP Site Connect* yang aplikatif, komprehensif, dan sesuai dengan konteks operasional di Papua sehingga dapat meningkatkan efektivitas sistem Kodal dalam operasi pengamanan wilayah rawan. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan mampu menghasilkan strategi yang aplikatif, komprehensif, dan dapat mendukung efektivitas sistem Kodal dalam operasi pengamanan di wilayah rawan Papua.

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah kerja Kodam XVII/Cenderawasih selaku Komando Operasi TNI di Papua, dengan fokus pada satuan-satuan yang secara langsung terlibat dalam sistem komunikasi operasi dan pengendalian seperti Hubdam XVII/Cenderawasih, Satgas Pamtas RI-PNG, serta Satgas Kewilayahan di wilayah Papua. Pemilihan lokasi ini dilakukan secara *purposif* karena memiliki karakteristik geografis dan operasional yang relevan dengan fokus penelitian, yaitu *interoperabilitas* sistem komunikasi di wilayah rawan dan bermedan berat. Menurut Sugiyono (2019), dalam penelitian kualitatif, pemilihan tempat penelitian dilakukan secara sengaja (*purposive*) berdasarkan pertimbangan bahwa lokasi tersebut dinilai paling sesuai dan mampu memberikan data yang lengkap serta mendalam terkait fenomena yang diteliti. Adapun waktu pelaksanaan penelitian berlangsung selama 6 bulan, dimulai sejak bulan Juni 2025 sampai dengan November 2025, mencakup serangkaian tahapan mulai dari perumusan masalah, penyusunan instrumen, pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan studi dokumentasi, hingga tahap analisis serta penyusunan hasil. Hal ini sejalan dengan pendapat Moleong (2017) yang menyatakan bahwa waktu penelitian kualitatif tidak dibatasi secara kaku, melainkan disesuaikan dengan kedalaman *eksplorasi* data di

lapangan hingga peneliti merasa bahwa data yang diperoleh telah mencukupi (*data saturation*). Oleh karena itu, waktu penelitian ini dirancang cukup panjang agar proses penggalian data dapat dilakukan secara *komprehensif* dan mendalam, sesuai dengan kompleksitas konteks lapangan di Papua.

Subyek dalam penelitian ini adalah para personel TNI yang terlibat langsung dalam sistem komunikasi dan komando kendali di wilayah operasi Papua, antara lain: Perwira Komunikasi (Pakomlek) di Satgas Pamantas RI-PNG mobile dan Satgas Pamantas Swasembada (6 orang); Perwira Komunikasi Satgas Habema (Rajawali 1, 1 orang); Personel Hubdam XVII/Cen dan Komlek Satgas. (5 orang); Operator radio satgas (6 orang); Subyek Tambahan (Peneliti sebagai Partisipan); Selain informan utama, penelitian ini juga melibatkan peneliti sendiri sebagai partisipan kunci, karena peneliti merupakan: Perwira Komunikasi yang terlibat langsung Satgas Pamantas di Koops Papua, Satgas Habema dan Satgas Pamputer. Dengan pengalaman langsung sebagai pelaku, peneliti telah terlibat dalam: Gelar jaringan Siskomops, Pengoperasian dan *troubleshooting* alkomlek, Koordinasi Kodal antara Satgas–Kolakops–Koops, Implementasi perangkat digital dan *IP-based*, Pengalaman empiri menghadapi kendala *interoperabilitas*. Peran peneliti sebagai partisipan memperkuat kredibilitas data melalui pengalaman nyata (*lived experiences*), observasi langsung, dan refleksi kritis yang relevan dengan topik penelitian. Obyek utama penelitian adalah sistem komunikasi operasi (Siskomops) dan *interoperabilitas* Kodal menggunakan teknologi *IP Site Connect* yang sedang atau direncanakan untuk diterapkan di wilayah operasi TNI Papua.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode, yaitu:

1. Wawancara Mendalam. Teknik ini dilakukan secara langsung terhadap personel kunci yang memiliki peran strategis maupun teknis dalam sistem komunikasi dan pengendalian operasi, seperti Perwira Komlek, operator radio, dan komandan satuan. Tujuan wawancara adalah untuk menggali informasi faktual, pengalaman operasional, serta persepsi terhadap efektivitas sistem komunikasi yang ada. Menurut Moleong (2017), wawancara dalam penelitian kualitatif dilakukan secara mendalam untuk menangkap makna dan pemahaman subjektif dari informan terhadap suatu fenomena.
2. Observasi Lapangan. Observasi dilakukan dengan cara mengamati langsung penggunaan perangkat komunikasi yang tergelar di pos-pos Satgas, sistem alkomlek yang digunakan, serta proses komunikasi Kodal yang berlangsung di lapangan. Teknik ini memungkinkan peneliti memperoleh data kontekstual dan empiris dari lingkungan alami tanpa adanya intervensi. Menurut Sugiyono (2019), observasi partisipatif dapat memberikan pemahaman yang lebih kaya terhadap perilaku dan dinamika objek yang diteliti.
3. Analisis Dokumen. Analisis dokumen dilakukan dengan menelaah berbagai sumber tertulis dan arsip resmi yang relevan, seperti Standar Operasional Prosedur (SOP) komunikasi, laporan pelaksanaan operasi, diagram jaringan Siskomops, serta data teknis perangkat *IP Site Connect* dan konfigurasi jaringannya. Dokumen-dokumen tersebut digunakan untuk memperkuat temuan dari wawancara dan observasi. Menurut Sugiyono (2019:240), "*studi dokumentasi merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi dan wawancara dalam penelitian kualitatif, karena dokumen berfungsi untuk menguji, menafsirkan, bahkan meramalkan sesuatu yang terjadi*". Dengan demikian, analisis dokumen dalam penelitian ini menjadi sumber data sekunder yang memperkuat validitas hasil penelitian.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis Kondisi Aktual Sistem Komunikasi Operasi (Siskomops) di Papua

Temuan lapangan menunjukkan bahwa Sistem Komunikasi Operasi yang digunakan oleh berbagai Satgas di Papua masih berada dalam kondisi yang heterogen, terfragmentasi, dan belum memiliki interoperabilitas antarsatuan. Keadaan ini tampak pada: Perbedaan jenis dan

generasi alat komunikasi, mulai dari radio HF/SSB, HT analog UHF/VHF, hingga perangkat digital generasi baru yang jumlahnya terbatas. Keterbatasan power system, khususnya solar cell dan inverter yang tidak lagi optimal dalam pengisian daya, menyebabkan downtime komunikasi tinggi. Ketergantungan pada Siskomwil (server Kodam) yang menghubungkan Satgas ke Kolakops dan Kogasgab, namun tidak dirancang khusus untuk beban operasi berintensitas tinggi. Topografi ekstrem Papua berupa lembah, pegunungan, dan blank spot, menyebabkan banyak pos tidak dapat berkomunikasi secara kontinu. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa arsitektur Siskomops yang berjalan saat ini belum mampu menyediakan keandalan, integritas data, dan kesinambungan komando sebagaimana disyaratkan oleh teori Sistem Komunikasi Operasi Militer dan teori Komando Kendali (C2). Dari perspektif teori *Interoperabilitas* Militer, keadaan ini menandakan tidak terpenuhinya kompatibilitas sistem (*compatibility*) dan *integritas* jaringan (*integrability*). Informasi antar-pos dan antara pos dengan kotis tidak tersalurkan secara linier dan *real time*, menyebabkan siklus keputusan (OODA Loop) komandan menjadi lebih lambat dan rentan terhadap risiko kegagalan komando.

Kebutuhan Interoperabilitas Kodal dalam Operasi Pengamanan Papua

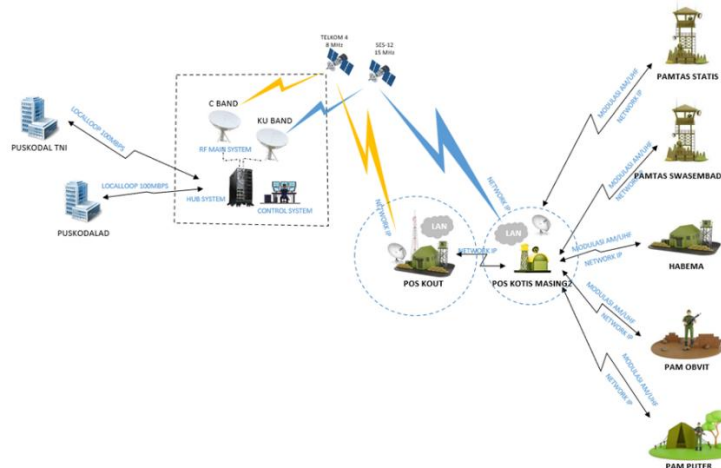
Temuan penelitian memperlihatkan bahwa semakin besar jumlah Satgas yang digelar dan semakin kompleks karakter ancaman di Papua (KKB, infiltrasi lintas batas, gangguan objek vital, dan ancaman terhadap VVIP), semakin diperlukan sistem Kodal yang: Terintegrasi secara vertikal (dari pos - kotis - kout - kolakops). Terhubung secara horizontal antar-Satgas, antar-kotamaops, dan antarwilayah operasi. Dapat dimonitor secara real time, baik suara (voice) maupun data situasional. Dalam perspektif teori Pertahanan Wilayah, integrasi ini merupakan prasyarat utama untuk penguasaan ruang (*area control*) dan meningkatkan *situational awareness*. Namun sistem yang ada saat ini belum mampu memenuhi tuntutan tersebut karena struktur komunikasi tidak dirancang dengan standar *interoperabilitas*, baik dari sisi teknologi, doktrin, maupun manajemen jaringan. Hal ini sejalan dengan data dari Paparan Konsep Siskomkom Kodam XVII/Cen yang menyebutkan bahwa pengadaan alkom selama ini belum sepenuhnya memperhatikan prinsip *interoperabilitas*, serta belum adanya perangkat lunak dan standar baku yang mengatur integrasi sistem.

Analisis Kemampuan Teknologi IP Site Connect sebagai Solusi Interoperabilitas

IP Site Connect (IPSC) merupakan teknologi komunikasi radio digital berbasis sistem MOTOTRBO yang menghubungkan beberapa repeater melalui jaringan IP (VPN IP, MPLS, Satelit, atau Internet publik). Hasil observasi menunjukkan bahwa teknologi ini telah diuji dan digunakan secara terbatas oleh Hubdam XVII/Cen dengan infrastruktur seperti: Repeater digital SLR 5300; Mikrotik untuk pemetaan jaringan VPN IP; Peplink sebagai modem 4G; Integrasi RoIP (Radio over IP) untuk perangkat non-digital; Server VPN IP yang dibangun sebagai core system; Pemanfaatan V-SAT di wilayah blank spot. Berdasarkan hasil penelitian, *IP Site Connect* mampu menjawab seluruh kendala komunikasi Satgas karena memiliki keunggulan: Jangkauan luas dan multi-lokasi: repeater saling terhubung antar-wilayah (Jayapura, Wamena, Merauke, Timika, Biak). Redundansi jaringan melalui jalur ganda (4G, VSAT, dan jaringan IP VPN). Kompatibilitas dengan perangkat digital dan analog melalui integrasi RoIP. Manajemen jaringan yang dapat dipantau dari server pusat, memungkinkan kendali IPSC sebagai bagian dari Kodal. Keamanan komunikasi karena menggunakan enkripsi dan jalur VPN. Secara teoretis, kemampuan IPSC ini selaras dengan prinsip-prinsip teori komunikasi operasi modern, terutama konsep *network-centric warfare* yang menekankan integrasi node-node informasi ke dalam satu jaringan komando terpadu.

Strategi *Interoperabilitas* Kodal Siskomops dengan menggunakan teknologi *IP Site Connect* dalam rangka mendukung operasi pengamanan di daerah rawan Papua Level Mabes TNI (Fondasi *Interoperabilitas* Nasional)

Pada tingkat Mabes TNI, *IP Site Connect* ditempatkan sebagai pilar utama jaringan komunikasi strategis. Ini adalah titik awal yang memastikan bahwa seluruh jaringan Siskom TNI berbasis *Network IP*, sehingga arsitektur komunikasi memiliki keseragaman dari pusat hingga daerah operasi.

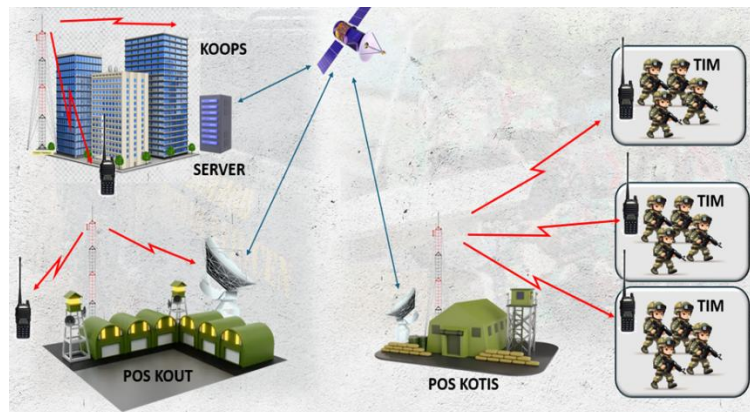


Gambar 1. Konsep Gambaran Strategi *Interoperabilitas* Kodal Siskomops dengan menggunakan Teknologi *IP Site Connect* tingkat Mabes TNI

Alur nya adalah sbb: Mabes TNI menjalankan kendali strategis menggunakan backbone IP nasional. Pemanfaatan Hub System Yonhub berbasis satelit C-Band dan Ku-Band menjadi *core transport layer* yang menyediakan jalur IP stabil ke seluruh satuan komando termasuk Kodam XVII/Cen. Semua sistem komunikasi diintegrasikan ke lapisan IP. Ini termasuk radio taktis, V-SAT, *router server VPN IP*, hingga perangkat *RoIP (Radio over IP)*. Langkah ini menghilangkan sekat analog-digital yang selama ini menghambat *interoperabilitas* lintas matra/instansi. *IP Site Connect* diproyeksikan sebagai standar operasional. Repeater digital dari berbagai wilayah, termasuk Papua, dapat dikendalikan, dipantau, dan disatukan dalam satu *IP Talkgroup* nasional saat diperlukan. Konsep ini memposisikan IPSC bukan sekadar alat komunikasi, tetapi arsitektur komando yang mampu mengintegrasikan lintas struktur (Mabes-Koops-Kodam-Korem-Satgas) ke dalam satu sistem terpusat.

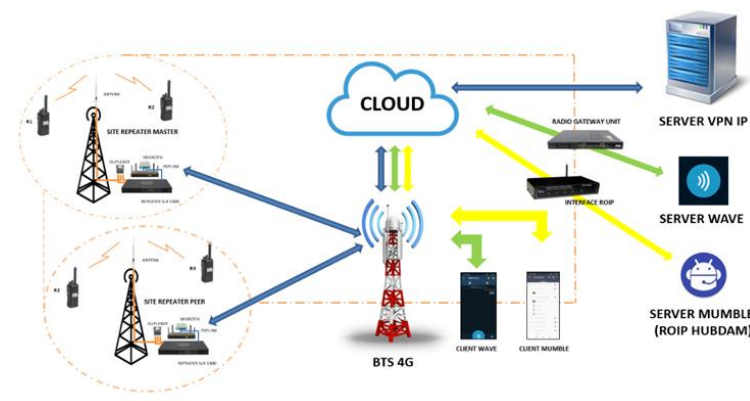
Level Koops (Jaringan Operasional yang Menghubungkan Komando ke Medan)

Pada tingkat Komando Operasi (Koops), teknologi IPSC mulai berfungsi secara lebih taktis: menghubungkan *pusat kendali operasi* dengan unsur manuver dan unsur pendukung di Papua. Di sini terlihat peran integrasi antara IPSC dan *RoIP* untuk menjembatani perangkat analog lama milik beberapa Satgas. Untuk daerah Papua, maka gambaran gelar teknologi *IP Site Connect* di tingkat Koops adalah Sbb:



Gambar 2. Konsep Gambaran Strategi Interoperabilitas Kodal Siskomops dengan menggunakan Teknologi IP Site Connect tingkat Koops

Alurnya adalah sbb: Koops menjadi *Central Command Node* dalam operasi Papua. *Server IP Site Connect* ditempatkan di Hubdam XVII/Cen, tetapi Koops memiliki kendali penuh terhadap Talkgroup, routing voice, dan pengaktifan repeater digital antar-wilayah. Komunikasi Koops–Satgas dipusatkan melalui satu jaringan IP terintegrasi. Koops terhubung ke cluster Jayapura, Nabire, Wamena, Timika, Biak, dan Merauke melalui repeater digital yang dihubungkan lewat IP VPN atau satelit. RoIP menjadi penghubung Satgas yang masih menggunakan radio analog. Semua HT analog dari pos-pos lama tetap dapat masuk ke jaringan IP Site Connect melalui gateway RoIP, tanpa mengganggu integrasi digital. Alur komunikasi mengalir dua arah secara *real-time*. Dari Koops ke Satgas: perintah operasi, instruksi cepat, koordinasi lintas Satgas. Dari Satgas ke Koops: laporan kontak, info situasi. Level Koops sebenarnya menggambarkan *tulang punggung interoperabilitas taktis*. Semua node lapangan, berapapun jumlah Satgas yang sedang bertugas, berada dalam satu “ruang komunikasi bersama” yang tidak terhambat topografi ekstrem Papua. Komunikasi dari Koops sampai dengan pasukan terdepan dengan memanfaatkan Teknologi *IP Site Connect* diintegrasikan dengan roip. *Server IP Site Connect* sendiri berada di Hubdam XVII/Cenderawasih Jayapura Kompleks.



Gambar 3. Siskom Hubdam XVII/Cen

Gambar diatas memperlihatkan konfigurasi Hubdam XVII/Cen yang berfungsi sebagai server utama *IP Site Connect*. Inilah *control room* yang menjalankan komunikasi seluruh Satgas. Alurnya adalah sbb: Hubdam menjalankan server VPN IP dan *server IP Site Connect Server* menghubungkan seluruh repeater digital (Jayapura, Nabire, Merauke) sebagai *cluster Papua Network*. Data, voice, GPS, dikelola dalam satu sistem. Sistem mampu melakukan

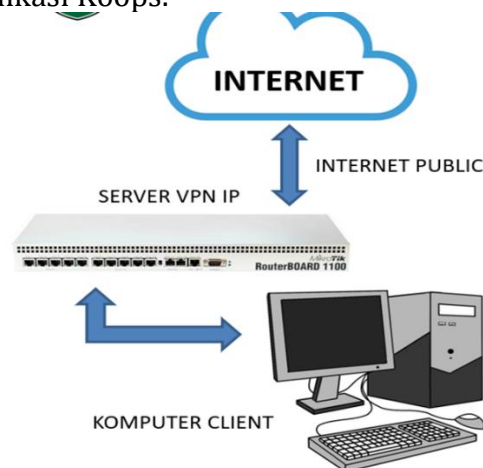
monitoring trafik, mengatur prioritas kanal, hingga melakukan isolasi jaringan bila ada gangguan atau situasi darurat. Repeater lapangan diposisikan sebagai node taktis. Repeater SLR 5300 pada Kotis/Kout Satgas A, B, C, serta pos-pos lapangan dapat berkomunikasi langsung lewat jaringan IP yang ditopang VSAT, Starlink, 4G/Peplink, atau *microwave IP* link. Semua komunikasi akhirnya terintegrasi kembali ke Koops dan Mabes. Ini berfungsi sebagai *vertical integration* yang memastikan bahwa komunikasi dari patroli terdepan tetap dapat diterima sampai tingkat strategis tanpa distorsi atau jeda panjang. Pada strategi ini Hubdam menjadi *jantung* sistem, tempat di mana semua node komunikasi, termasuk perangkat analog lama bertemu dan saling terhubung tanpa hambatan *interoperabilitas*.

Integrasi IP Site Connect ke Wilayah Operasi Satgas melalui *Site-Site Repeater Digital*

Setelah server utama yang berada di Hubdam XVII/Cen sebagai pusat kendali *IP Site Connect*, langkah selanjutnya adalah mengintegrasikan seluruh site repeater digital yang tersebar di wilayah operasi Papua. Masing-masing wilayah Timika, Merauke, Nabire, Wamena, dan Biak memiliki site repeater SLR 5300 yang sejak tahun 2023–2024 digelar oleh Hubdam sebagai bagian dari penguatan komunikasi operasi. Keseluruhan repeater tersebut terhubung ke server *IP Site Connect* melalui jalur:

VPN IP

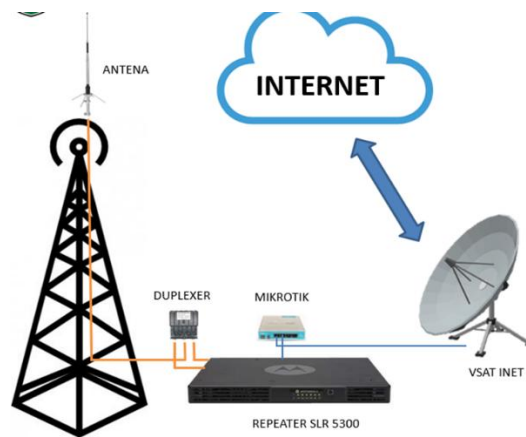
VPN IP merupakan fondasi utama dalam arsitektur *IP Site Connect* di Siskomops Papua. Teknologi ini digunakan untuk menghubungkan: Repeater-repeater digital di Timika, Merauke, Nabire, Wamena, Biak *Server IP Site Connect* di Hubdam XVII/Cen; Kotis dan Kout pada masing-masing Satgas; Titik komunikasi Koops.



Gambar 4. Server VPN IP

VSAT C-Band / Ku-Band

VSAT C-Band adalah komunikasi satelit yang bekerja pada frekuensi 4–8 GHz, memiliki ketahanan sangat baik terhadap cuaca ekstrem, sehingga digunakan di Papua yang memiliki curah hujan tinggi, lembap, dan penuh kabut. Biasanya digunakan di site repeater dan pos-pos yang sangat sulit dijangkau dan memiliki cuaca ekstrem seperti: Puncak Jaya, Yahukimo, Tembagapura–Amole, Mapia–Enarotali, Pegunungan Bintang. Untuk Vsat Ku-Band bekerja pada frekuensi 12–18 GHz, memiliki antena lebih kecil dan lebih mudah digelar di pos-pos terpencil. Wilayah Papua yang topografinya menantang sering mengharuskan penggunaan antena yang mudah dipasang, sehingga Ku-Band ideal untuk: Pos TNI di pedalaman, Pos Pamtas RI–PNG, Pos tim mobile, Titik repeater dengan akses darat terbatas.

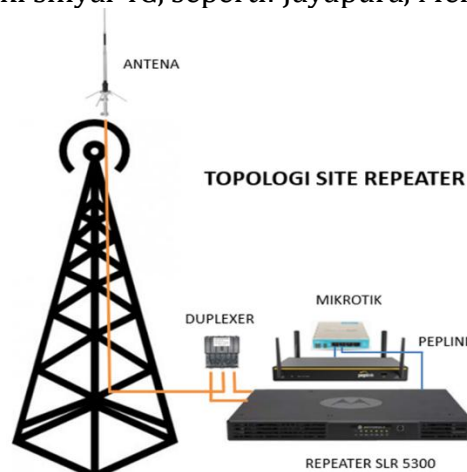


Gambar 5. Topologi Site repeater Vsat

Topologi site repeater Vsat, baik C-Band maupun Ku-band digunakan untuk daerah blank-spot tidak ada sinyal internet.

Modem 4G Peplink

Modem 4G Peplink adalah perangkat multi-WAN router yang dirancang untuk stabilitas mobilitas, redundansi jaringan, load-balancing, failover otomatis saat salah satu jalur internet terputus. Kemudian peran peplink dalam teknologi *IP Site Connect* di Papua dipasang di site repeater yang masih memiliki sinyal 4G, seperti: Jayapura, Merauke, Nabire, Biak, dan Timika.



Gambar 6. Topologi Site repeater

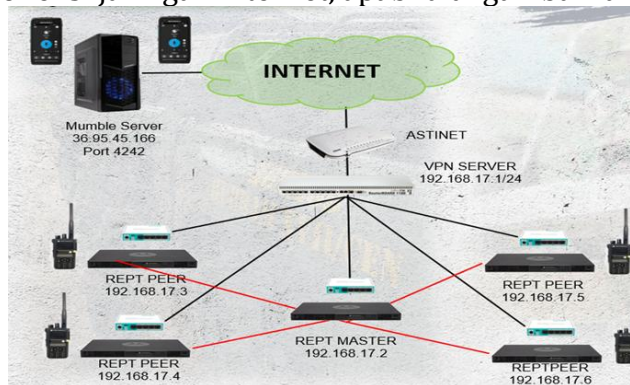
Router Mikrotik

Router Mikrotik adalah perangkat routing utama yang menghubungkan repeater digital ke jaringan *IP Site Connect* melalui VPN. peran Mikrotik sangat penting karena ia bertindak sebagai:

1. Pengelola Jalur VPN IP, Semua repeater, baik di Timika, Merauke, Nabire, Wamena, atau Biak dihubungkan ke server IP Site Connect lewat: IPSEC VPN, L2TP, GRE Tunnel, OpenVPN (tergantung konfigurasi di tiap site)
2. Load Balancing Jalur Internet (VSAT-Peplink -Fiber/4G). Jika VSAT down, Mikrotik otomatis memindahkan jalur ke Peplink, sehingga layanan *IP Site Connect* tidak terhenti.
3. Firewall dan Keamanan. Mikrotik mengontrol: Manajemen trafik; Enkripsi data; limitasi akses user; Proteksi dari serangan eksternal.

4. Routing Antar-Site. Mikrotik mengatur aliran voice/data dari: Repeater Timika - Server - Repeater Wamena dan Repeater Merauke - Server - Repeater Jayapura.

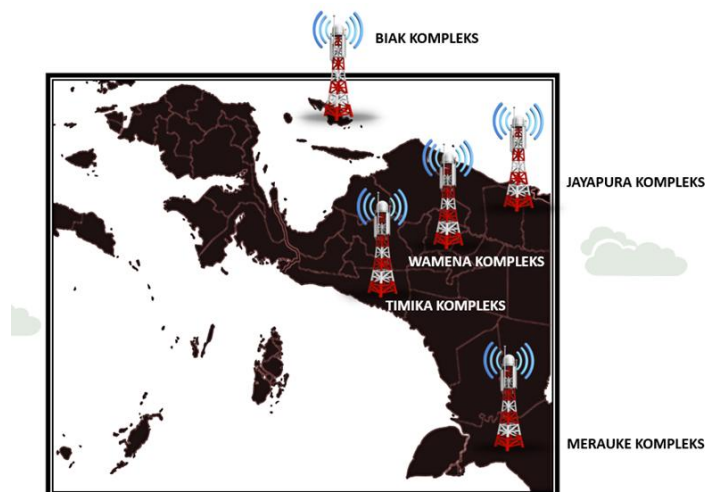
Mikrotik memastikan seluruh jaringan *IP Site Connect* berjalan sebagai satu ekosistem IP. Sehingga setiap wilayah Satgas dapat berkomunikasi dengan Koops, Kotis, Kout, dan pos-pos terdepan dalam satu jaringan yang sama. Dalam siskom Hubdam XVII/Cen terdapat topologi *repeater*, dari topologi repeater tersebut akan ada beberapa *site repeater master* maupun *site repeater peer* yang terkoneksi jaringan internet, apabila di gambarkan sebagai berikut:



Gambar 7. Topologi Jaringan Siskomops

Integrasi Repeater seluruh Papua

Seluruh repeater wilayah saling terhubung satu sama lain menggunakan jaringan vpn ip yg sudah di bangun.



Gambar 8. Sebaran Repeater di Papua

Integrasi Repeater Timika dalam Arsitektur *IP Site Connect*

Wilayah Timika merupakan pusat operasi penting karena mencakup area Tembagapura, Kuala Kencana, hingga wilayah pegunungan yang sering terjadi insiden keamanan. Repeater yang aktif di wilayah Timika meliputi adalah repeater Makodim 1710/Timika dan repeater sektor Freeport/Tembagapura (site tertentu via VSAT) Alur Integrasi: HT digital Satgas - Repeater SLR 5300 Timika; Repeater - Mikrotik - VPN IP; VPN IP - Server IPSC di Hubdam; Server - Talkgroup Operasi - Koops; Koops - Kotis Timika - Kout Timika - Pos Patroli. Makna Operasional: Koops dapat memantau situasi taktis Timika secara *real time*. Kotis Timika dapat langsung berkomunikasi dengan Kotis Wamena atau Kotis Nabire tanpa sekat geografis. Laporan kontak tidak lagi terhambat topografi.



Integrasi Repeater Merauke dalam Arsitektur IP Site Connect

Wilayah Merauke adalah jalur Pamtas RI–PNG dengan pos-pos strategis seperti Sota dan Bupul. Repeater Merauke meliputi: Repeater Makorem 174, repeater Makodim 1707/Merauke, repeater Sota (menggunakan VSAT karena blank spot) Alur Integrasi: Suara dari HT digital Satgas - Repeater Merauke; Repeater - Router Mikrotik - VPN IP; VPN IP - Server *IP site connect* Hubdam; Koops dapat mengakses jaringan Merauke dalam Talkgroup Pamtas; Kotis-Kout-Pos Sota terhubung dalam satu kanal IP. Makna Operasional: Satgas Pamtas dapat mengirim laporan lintas batas secara instan ke Koops. Pos Sota tidak lagi mengalami black-out komunikasi. Integrasi Merauke memungkinkan koordinasi cepat antara unit Pamtas, Kavaleri, maupun dukungan udara Kodam.

Integrasi Repeater Nabire dalam Arsitektur IP Site Connect

Nabire menjadi node penting yang menghubungkan Papua Tengah, Deiyai, Paniai, Dogiyai, dan Intan Jaya. Repeater yang tergelar antara lain: Repeater Makodim 1705/Nabire, repeater Enarotali (link VSAT) dan Repeater Mapia. Alur Integrasi: HT Satgas - Repeater Nabire; Repeater - Mikrotik VPN - *Server IP Site Connect*; Koops dapat masuk ke Talkgroup Nabire–Paniai; Kotis Nabire terhubung ke Kout wilayah Paniai, hingga ke pos JDT dan pos pedalaman lain. Makna Operasional: Nabire menjadi “jembatan” komunikasi antara Satgas Pegunungan Tengah dan Satgas Selatan. Patroli yang berjalan di lembah-lembah Paniai dapat tetap terhubung ke Kotis tanpa hambatan.

Integrasi Repeater Wamena dalam Arsitektur IP Site Connect

Wamena merupakan pusat operasi Pegunungan Tengah dan salah satu area yang paling menantang secara geografis. Repeater wilayah Wamena meliputi: Repeater Wamena Kota dan repeater sektor Karubaga–Yahukimo (terkoneksi via VSAT/IP Radio). Alur Integrasi: HT digital - Repeater Wamena; Repeater - Router Mikrotik - VPN IP - *Server IP Site Connect*. Koops dapat memonitor laporan Wamena-Yahukimo-Tolikara; Kotis Wamena - Kout - Pos (Elelim, Kurima, Silimo). Makna Operasional: Laporan keamanan dari wilayah paling sulit dapat masuk ke Koops tanpa delay. Pergerakan prajurit dapat dilihat melalui fitur GPS DMR. Interoperabilitas antara Satgas Nduga-Yahukimo-Wamena berjalan tanpa hambatan.

Integrasi Repeater Biak dalam Arsitektur IP Site Connect

Biak menjadi node besar yang menghubungkan unsur Kodam, AU, Marinir, dan Teritorial. Repeater Biak mencakup: Repeater ex-Makorem 173, repeater Parai dan repeater Biak Timur. Alur Integrasi: Radio - Repeater Biak; Repeater - Mikrotik VPN - *Server IPSC*; Koops dapat mengakses Talkgroup Biak (udara-laut-darat); Kotis Biak dapat langsung mengirim laporan ke Hubdam dan Koops. Makna Operasional: Biak memperkuat koordinasi lintas matra. Menangani operasi laut dan udara dengan cepat. Menghubungkan pos-pos pulau kecil ke pusat komunikasi Kodam.

Integrasi IP Site Connect dari Koops - Kotis - Kout - Pos - Patroli

Setelah seluruh repeater regional terhubung, *IP Site Connect* menciptakan jaringan Kodal berlapis:

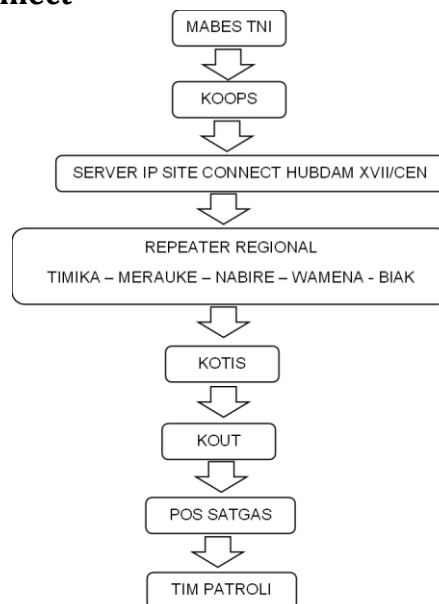
1. Dari Koops ke Kotis. Koops menjalankan: Pengaturan talkgroup operasi; Monitoring repeater; Isolasi kanal dalam situasi darurat. Kotis menerima: Instruksi operasi; Laporan real-time dari pos; Informasi situasional lintas Satgas.
2. Dari Kotis ke Kout. Kout sebagai pengendali sektor dapat: Mendistribusikan perintah Koops; Mengatur jalur komunikasi untuk pos-posnya; Memonitor patroli melalui GPS Tracker DMR

3. Dari Kout ke Pos Satgas; Pos menerima: Perintah operasi; Laporan situasional dari pos lain; Koordinasi antarpatroli.

Dari Pos ke Prajurit Patroli

Prajurit membawa: HT Digital, HP Lex-11 (opsional), Semuanya masuk ke jaringan *IP Site Connect* melalui repeater terdekat.

Pola Terintegrasi IP Site Connect



Gambar 9. Pola terintegrasi IP Site Connect

Pola integrasi IP Site Connect pada Siskomops Kodam XVII/Cenderawasih menciptakan sistem komunikasi Kodal yang: Menyatukan semua Satgas dalam satu jaringan IP; Menghilangkan sekat geografis antarwilayah, Mengatasi keterbatasan komunikasi radio analog, Memberikan kendali operasional langsung kepada Koops, Menjamin komunikasi tetap online dalam kondisi ekstrem, Meningkatkan efektivitas dan kecepatan Kodal, Memperkuat keamanan dan integritas komunikasi operasi. Dengan demikian, pola terintegrasi IP Site Connect merupakan model strategi yang paling ideal dan direkomendasikan untuk operasi pengamanan di medan Papua.

Perancangan SOP Komunikasi Digital untuk Operasi Daerah Rawan

Berdasarkan analisis terhadap pola komunikasi yang berjalan pada operasi pengamanan Papua, peneliti menemukan bahwa belum terdapat SOP (*Standard Operating Procedure*) terpadu yang mengatur secara spesifik penggunaan perangkat komunikasi digital berbasis IP. Ketiadaan SOP ini menyebabkan variasi praktik komunikasi di lapangan, inkonsistensi penggunaan talkgroup, serta ketidakteraturan dalam prosedur pelaporan dan pengendalian jaringan. Untuk itu, peneliti menyusun konsep SOP komunikasi digital yang dirancang secara khusus untuk mendukung operasi daerah rawan. SOP ini memiliki beberapa elemen inti, yaitu:

1. Pengaturan Struktur Talkgroup. SOP mengatur pembagian talkgroup berdasarkan level komando (*tactical, operational, dan emergency channel*). Struktur ini memastikan setiap unsur memiliki kanal tersendiri sesuai kebutuhan operasi tanpa mengganggu lalu lintas komunikasi yang lebih tinggi.
2. Prosedur Penggunaan Repeater IPSC. SOP menetapkan tata cara koneksi, pemeriksaan perangkat (*device check*), serta ketentuan pengalihan kanal untuk menghindari *traffic*

congestion. Pengaturan ini penting agar repeater digital dapat berfungsi optimal sebagai node jaringan IP terpadu.

3. Standarisasi Pelaporan dan Clearance Komunikasi. SOP mengatur gaya bahasa, format laporan, urgensi komunikasi, tanda panggil, serta urutan penyampaian informasi. Ketentuan ini dirancang agar setiap pesan yang diterima unsur komando memiliki akurasi dan kejelasan tinggi.
4. Prosedur Penanganan Gangguan Komunikasi. SOP memasukkan alur *failover* menuju HF/SSB apabila jaringan IP terganggu. Dengan demikian, komunikasi tetap dapat dipertahankan dalam kondisi darurat.
5. Pengendalian Keamanan Komunikasi (Comsec). SOP mengatur pengelolaan perangkat, penggunaan enkripsi, pengaturan akses perangkat, dan prosedur kehilangan HT/repeater untuk mencegah kebocoran informasi operasi.
6. Monitoring Jaringan dan Pencatatan Log Komunikasi. SOP mengharuskan operator melakukan pencatatan harian terhadap performa jaringan, *uptime*, gangguan, dan volume trafik sebagai bagian dari evaluasi rutin. Perancangan SOP ini menjadi bagian integral dalam modernisasi Siskomops, karena keberhasilan implementasi IPSC bukan hanya ditentukan oleh perangkat keras, tetapi juga disiplin prosedur dalam pengoperasiannya. Dengan adanya SOP yang terstandar, setiap Satgas memiliki pedoman teknis dan taktis yang sama dalam mengelola komunikasi digital, sehingga efektivitas komando kendali dapat ditingkatkan secara signifikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai Strategi *Interoperabilitas* Komando Kendali Sistem Komunikasi Operasi dengan Menggunakan Teknologi *Internet Protocol Site Connect* Dalam Rangka Mendukung Operasi Pengamanan Daerah Rawan Papua, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut: Siskomops Satgas di Papua belum memenuhi standar *interoperabilitas* karena masih menggunakan perangkat analog, jaringan terpecah, dan sangat dipengaruhi kondisi geografis sehingga kontinuitas komunikasi tidak terjamin. Kondisi tersebut menyebabkan keterlambatan informasi, *communication gap*, menurunnya efektivitas Kodal, serta meningkatnya risiko keselamatan pasukan. *IP Site Connect* (IPSC) terbukti menjadi solusi paling kompatibel untuk meningkatkan kualitas komunikasi operasi melalui jangkauan yang lebih luas, arus informasi yang lebih cepat, integrasi data digital, dan enkripsi yang aman. Integrasi RoIP memungkinkan perangkat analog dan digital bekerja dalam satu jaringan IP tanpa mengganggu operasi, sehingga mendukung transisi bertahap menuju komunikasi operasi berbasis digital. Penelitian ini menghasilkan model strategi *interoperabilitas* empat lapis (komando, pengendalian, komunikasi, dan konektivitas) yang mampu menyatukan perangkat, jaringan IP, prosedur, dan struktur komando dalam satu sistem terpadu. Kebaruan praktis penelitian mencakup perancangan arsitektur Papua *Integrated IP Command Network*, standar konfigurasi repeater digital, integrasi IPSC dengan VSAT/Starlink, *interoperabilitas* analog-digital melalui RoIP, serta penyusunan SOP komunikasi digital untuk operasi daerah rawan. Kebaruan teoritis berupa pengembangan model *CAISR-IP Tactical Network* yang menjelaskan keterkaitan antara konektivitas IP terdistribusi, aliran informasi real time, *interoperabilitas* geografis, dan efektivitas Kodal pada wilayah ekstrem. Secara keseluruhan, strategi *interoperabilitas* berbasis *IP Site Connect* merupakan solusi paling layak dan relevan untuk modernisasi Siskomops TNI AD, karena memenuhi kebutuhan operasional pada aspek kecepatan, jangkauan, keamanan, kesinambungan, dan fleksibilitas.

Artikel berjudul Strategi Interoperabilitas Komando Kendali Sistem Komunikasi Operasi Dengan Menggunakan Teknologi Internet Protocol Site Connect Dalam Rangka Mendukung Operasi Pengamanan Daerah Rawan Papua menawarkan kebaruan (*novelty*) akademik yang terletak pada pengintegrasian kerangka teori interoperabilitas multi-layer (teknis, semantik, dan organisasi) dengan arsitektur jaringan berbasis Internet Protocol Site Connect (IPSC) sebagai model rekayasa komando-kendali (C2) adaptif pada lingkungan operasi berisiko tinggi dan geografis terdispersi seperti Papua. Berbeda dari studi terdahulu yang cenderung memisahkan pendekatan teknologis dan doktrinal, artikel ini membangun sintesis konseptual antara teori Network-Centric Warfare (NCW), interoperabilitas sistem berbasis NATO C3 framework, dan prinsip resilient communication network untuk menghasilkan model orkestrasi komunikasi taktis-terrestrial yang mampu menjamin latensi rendah, redundansi jalur, serta kontinuitas komando dalam kondisi gangguan elektromagnetik maupun keterbatasan infrastruktur. *Novelty* utama terletak pada formulasi model IP-based distributed command topology yang mengonversi sistem radio konvensional menjadi node IP terintegrasi melalui IPSC, sehingga memungkinkan skalabilitas lintas-satuan dan sinkronisasi real-time tanpa ketergantungan pada switching analog tradisional. Secara teoritis, artikel ini memperkenalkan proposisi bahwa interoperabilitas C2 di wilayah konflik berintensitas rendah dapat dioptimalkan melalui pendekatan hybrid tactical IP mesh architecture yang menggabungkan prinsip fault tolerance, adaptive routing, dan command hierarchy abstraction layer, sehingga menciptakan keunggulan informasi (*information superiority*) yang terukur melalui parameter reliability index, mean time to recovery (MTTR), dan command latency threshold. Dengan demikian, kontribusi ilmiahnya tidak hanya pada tataran implementatif teknologi IPSC, tetapi pada konstruksi model konseptual interoperabilitas strategis yang dapat direplikasi dalam konteks operasi pengamanan wilayah rawan lainnya.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan tersebut, saran berikut diajukan kepada tingkat strategis, operasional, dan taktis untuk mendukung implementasi strategi interoperabilitas *IP Site Connect* di Papua.

1. Saran untuk Menjawab Rumusan Masalah 1 (Bagaimana kondisi aktual Siskomops dan apa saja kendala teknis serta non-teknis yang dihadapi di Papua)
 - a. Tingkat Strategis (Mabes TNI / Mabesad): Menetapkan pedoman standardisasi perangkat dan konfigurasi komunikasi digital berbasis IP. Menyusun prosedur teknis integrasi jaringan analog-digital dalam satu sistem komunikasi operasi. Meningkatkan kapasitas SDM Komlek melalui pelatihan berjenjang terkait teknologi IP dasar.
 - b. Tingkat Operasional (Kodam XVII/Cenderawasih – Kolakops dalam hal ini Hubdam XVII/Cen): Melaksanakan pemetaan ulang kondisi jaringan komunikasi secara teknis. Melakukan revitalisasi perangkat analog yang sudah melewati masa pakai.
 - c. Tingkat Taktis (Korem – Kodim – Satgas): Mengoptimalkan penggunaan perangkat digital dengan SOP komunikasi sederhana dan mudah diterapkan. Mengadakan pelatihan teknis dasar untuk operator radio Satgas.
2. Saran untuk Menjawab Rumusan Masalah 2 (Bagaimana konsep kerja dan kemampuan teknologi IP Site Connect dalam membangun interoperabilitas komunikasi)
 - a. Tingkat Strategis (Mabes TNI/Mabesad): Menetapkan dokumen Petunjuk Teknis (Juknis) *IP Site Connect* yang berisi arsitektur, alur
 - b. Tingkat Operasional (Kodam XVII/Cen/Hubdam XVII/Cen): Menyusun peta topologi *IP Site Connect* (IPSC Topology Map) untuk wilayah Papua.
 - c. Tingkat Taktis (Korem, Kodim, Satgas): Melaksanakan penggunaan talkgroup sesuai pembagian fungsi dan wilayah.

3. Saran untuk Menjawab Rumusan Masalah 3 (Bagaimana strategi penerapan IP Site Connect sebagai pendukung komando dan kendali Satgas di Papua)
 - a. Tingkat Strategis (Mabes TNI/Mabesad): Merumuskan tahapan implementasi *IP Site Connect* secara nasional berdasarkan prioritas wilayah rawan.
 - b. Tingkat Operasional (Kodam XVII/Cen/Hubdam XVII/Cen): Melaksanakan migrasi bertahap analog → digital sesuai kesiapan energi dan jaringan IP. Menyediakan jalur komunikasi cadangan dengan memaksimalkan HF/SSB.
 - c. Tingkat Taktis (Korem, Kodim, Satgas): Pemanfaatan perangkat digital sesuai SOP dan peningkatan kesadaran disiplin komunikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, David S., & Hayes, Richard E. (2003). *Power to the Edge*. Washington, D.C.: CCRP.
- Boyd, John. (1996). *The Essence of Winning and Losing*. USA: Air University Press.
- Effendy, O. U. 2003. *Ilmu Komunikasi: Teori dan Praktek*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Maral, Gérard., & Bousquet, Michel. (2011). *Satellite Communications Systems*. New York: Wiley.
- Mintzberg, H. 1979. *The Structuring of Organizations: A Synthesis of the Research*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Moleong, L. J. 2017. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Singer, P. W. (2009). *Wired for War: The Robotics Revolution and Conflict in the 21st Century*. New York: Penguin Press.
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Imasfy, M. (2023). *Strategi interoperabilitas pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam mendukung Network Centric Warfare (NCW) matra darat*. *Jurnal Strategi Pertahanan Darat*, 9(1), 22–34. Diakses dari <https://www.researchgate.net/publication/373691536>
- Kusumah, M. I., Yustiningtyas, E., & Fahrozi, A. (2022). *Strategi interoperabilitas sistem informasi TNI guna mendukung komando dan pengendalian operasi pengamanan perbatasan di Laut Natuna Utara*. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(8), 2951–2959. <https://doi.org/10.47492/jip.v2i8.1233>
- Wijaya, A., & Rahman, F. (2022). *Efektivitas implementasi IP Site Connect pada jaringan radio TNI dalam operasi pengamanan wilayah rawan*. *Jurnal Teknologi Militer*, 4(1), 55–70.
- Yudhantara, (2020). *Efektivitas Penerapan C4ISR di Daerah Terpencil*. *Jurnal Keamanan Nasional*.
- Suryana. (2021). *Penerapan sistem komunikasi digital taktis dalam mendukung operasi militer di perbatasan*. *Jurnal Komunikasi Pertahanan*, 5(2), 101–115.
- Pamungkas, A. (2021). *Interoperabilitas pengamanan perbatasan Indonesia–Malaysia melalui koordinasi berbasis teknologi (Studi kasus di wilayah Selat Malaka)* [Tesis Magister, Universitas Padjadjaran]. Repositori Universitas Padjadjaran. <https://repository.unpad.ac.id/items/e64d3215-94fc-44e8-948e-7e782a4918f9>
- Peraturan Menteri Pertahanan Republik Indonesia. (n.d.). *Standar Militer Indonesia Alat Komunikasi dan Elektronika Tentara Nasional Indonesia*. Jakarta: Kemenhan.
- Peraturan Panglima TNI Nomor 13 Tahun 2015 tentang *Sistem Komando dan Pengendalian Operasi TNI*. (2015). Jakarta: Mabes TNI.
- Departemen Pertahanan Amerika Serikat. (1997). *C4ISR architecture framework versi 2.0*. Washington, D.C.: U.S. DoD
- Direktorat Komunikasi dan Elektronika TNI AD. (2021). *Pedoman teknis sistem komunikasi taktis dan strategis*. Jakarta: Dithubad.
- Markas Besar Angkatan Darat TNI. (2017). *Doktrin Pelaksanaan Komando dan Pengendalian Operasi TNI-AD*. Jakarta. Mabesad



- Tentara Nasional Indonesia Angkatan Darat. (n.d.). *Doktrin TNI AD tentang Operasi Militer Selain Perang (OMSP)*. Jakarta: Dislitbangad.
- Motorola Solutions. (2022). *MOTOTRBO system planner*. Schaumburg, IL: Motorola, Inc.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2025 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 34 Tahun 2004 tentang Tentara Nasional Indonesia.(2025). Jakarta: Republik Indonesia.
- Peraturan Panglima TNI Nomor 13 Tahun 2015 tentang Sistem Komando dan Pengendalian Operasi TNI. (2015).Jakarta. Mabesad
- Clark, T., & Jones, R. 1999. *Organizational Interoperability Maturity Model for C2*. Washington, D.C.: Command and Control Research Program (CCRP).