

Strategi Penggunaan Drone Dalam Meningkatkan Efektivitas Operasi Pengamanan Perbatasan Indonesia-Malaysia di Wilayah Kalimantan Barat (Studi Kasus: Yonarmed 16/Tk Dalam Penugasan Sebagai Satuan Tugas Pengamanan Perbatasan RI - Malaysia)

Sudarmono Wira Cahyanto¹ Resmanto Widodo Putro² Dangan Waluyo³ Ferdinand Hasudungan Siagian⁴ Bangun P Hutajulu⁵

Program Studi Strategi Pertahanan Darat, Fakultas Strategi Pertahanan, Universitas
Pertahanan Republik Indonesia^{1,2,3,4,5}

Email: swira170@gmail.com¹ resmanto.widodo@gmail.com² dangan.w@gmail.com³
fhgian@gmail.com⁴ zulu97ph@gmail.com⁵

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi penggunaan drone dalam meningkatkan efektivitas operasi pengamanan perbatasan Indonesia–Malaysia di wilayah Kalimantan Barat, dengan fokus pada studi kasus Yonarmed 16/TK dalam penugasannya sebagai Satuan Tugas Pengamanan Perbatasan (Satgas Pamtas) RI–Malaysia di Sektor Barat Kodam XII/Tanjungpura. Penggunaan drone menjadi salah satu langkah modernisasi dalam pengawasan wilayah perbatasan yang memiliki karakteristik geografis kompleks, seperti hutan lebat, medan berbukit, serta jalur perlintasan tidak resmi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus, melalui pengumpulan data berupa wawancara, observasi lapangan, dan analisis dokumen satuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan drone memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan efektivitas deteksi dini, monitoring aktivitas lintas batas, serta respon cepat terhadap potensi ancaman keamanan. Selain itu, drone meningkatkan efisiensi penggunaan personel dan memperluas jangkauan pengawasan pada area yang sulit dijangkau. Namun, implementasinya masih menghadapi berbagai tantangan seperti keterbatasan kemampuan teknis drone, faktor cuaca, topografi yang ekstrem, serta regulasi yang belum sepenuhnya mendukung operasi udara tak berawak di wilayah perbatasan. Penelitian ini merekomendasikan penguatan kebijakan, peningkatan kapasitas personel operator, dan modernisasi alutsista drone sebagai langkah strategis untuk mengoptimalkan dukungan teknologi terhadap sistem pengamanan perbatasan. Temuan penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan strategi pertahanan, khususnya dalam pemanfaatan teknologi pengawasan modern di wilayah perbatasan negara.

Kata Kunci: Drone, Pengamanan Perbatasan, Yonarmed 16/TK, Strategi Operasional

Abstract

This study aims to analyze the strategic use of drones in enhancing the effectiveness of border security operations between Indonesia and Malaysia in the West Kalimantan region, focusing on a case study of Yonarmed 16/TK during its assignment as the Border Security Task Force (Satgas Pamtas) of the Republic of Indonesia–Malaysia in the Western Sector of Kodam XII/Tanjungpura. The utilization of drones represents a modernization effort in border surveillance, particularly in areas characterized by complex geographical conditions such as dense forests, hilly terrain, and unofficial crossing routes. This research employs a qualitative approach with a case study method, using data collected through interviews, field observations, and analysis of unit documents. The findings indicate that the deployment of drones significantly contributes to improving early detection, monitoring of cross-border activities, and rapid response to potential security threats. Furthermore, drones enhance personnel efficiency and expand surveillance coverage in areas that are otherwise difficult to access. However, several challenges remain, including technical limitations of drone systems, weather constraints, extreme topography, and regulatory frameworks that have not yet fully supported unmanned aerial operations in border regions. This study recommends strengthening policy support, enhancing operator capacity, and modernizing drone defense equipment as strategic steps to optimize technological integration in border security systems. The research findings are expected to serve as a reference for developing defense strategies, particularly in the utilization of modern surveillance technology in national border areas.

Keywords: Drone, Border Security, Yonarmed 16/TK, Operational Strategy



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

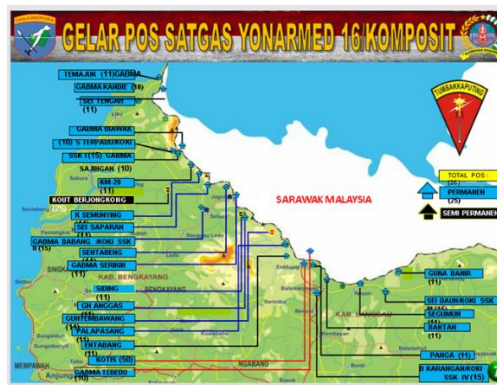
PENDAHULUAN

Pengamanan perbatasan negara merupakan salah satu fungsi strategis dalam penyelenggaraan pertahanan negara. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2025 tentang Tentara Nasional Indonesia menegaskan bahwa TNI memiliki tugas pokok menegakkan kedaulatan negara, mempertahankan keutuhan wilayah NKRI, serta melindungi segenap bangsa Indonesia melalui operasi militer untuk perang (OMP) dan operasi militer selain perang (OMSP), termasuk melakukan pengamanan wilayah perbatasan darat, laut, dan udara dalam rangka menjaga integritas teritorial Indonesia (UU No. 3 Tahun 2025, Pasal 6 dan Pasal 7). Pengamanan perbatasan bukan hanya berkaitan dengan aspek pertahanan, namun juga berkaitan dengan stabilitas keamanan, ekonomi, sosial, serta hubungan bilateral antara Indonesia dan Malaysia.



Gambar 1. Peta Provinsi Kalimantan Barat
Sumber: www.sejarah-negara.com

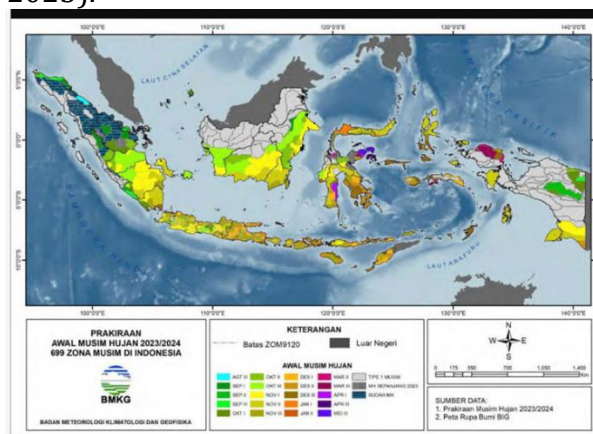
Wilayah Kalimantan Barat merupakan salah satu sektor perbatasan terpenting yang memiliki karakteristik geografis sangat kompleks. Di sektor barat Pamtas Kodam XII/Tanjungpura, Satgas Pamtas Tahun 2023-2024 RI-Malaysia pada yang salah satunya pernah diemban oleh Yonarmed 16/Tumbak Kaputing membawahi 26 pos pengamanan dari Pos Gabungan Maka Temajuk hingga Pos Guna Banir. Pada sektor ini terdapat dua Pos Lintas Batas Negara (PLBN) resmi yakni PLBN Aruk (Kabupaten Sambas) dan PLBN Entikong (Kabupaten Sanggau) serta satu Pos Pemeriksaan Lintas Batas (PPLB) Jagoi Babang (Kabupaten Bengkayang). Panjang jalur perbatasan mencapai 359,45 km dengan 2.366 patok batas yang tersebar di medan hutan tropis, perbukitan, sungai, dan area rawa yang sulit dijangkau.



Gambar 2. Gelar Pos Satgas Yonarmed 16/TK
Sumber: Sops Yonarmed 16/TK

Dalam konteks tersebut, pemanfaatan teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dan drone menjadi aspek yang semakin relevan. Drone pada dasarnya merupakan wahana udara tanpa awak yang dikendalikan dari jarak jauh atau mampu terbang secara otonom berbasis sistem navigasi dan kecerdasan buatan. FAA mendefinisikan drone sebagai “an aircraft operated without the possibility of direct human intervention from within or on the aircraft” (FAA, 2022), sementara NATO mendeskripsikannya sebagai sistem udara tanpa awak yang digunakan untuk misi pengintaian, pemantauan, dan dukungan operasi militer (NATO Standard AJP-3.7, 2019). Teknologi ini memberikan keunggulan pada aspek daya jelajah, fleksibilitas mobilitas, kapasitas pemantauan *real time*, serta efektivitas biaya dibandingkan metode pengawasan konvensional. Secara normatif (*das sollen*), kehadiran drone diharapkan menjadi *multiplier effect* bagi operasi pengamanan perbatasan karena beberapa alasan. Pertama, drone dapat melakukan *surveillance* pada area yang sulit dijangkau karena medan geografis, khususnya kawasan hutan lebat dan perbukitan Kalimantan Barat. Kedua, drone mampu menyediakan data visual yang akurat secara *real time*, sehingga mendukung proses deteksi dini aktivitas lintas batas ilegal. Ketiga, penerapan drone dapat meningkatkan efisiensi penggunaan personel, memperluas cakupan operasi, dan mempercepat respon taktis terhadap ancaman aktual. Harapan tersebut sejalan dengan tren global di mana negara-negara seperti Amerika Serikat, Israel, Australia, dan India telah memanfaatkan drone untuk perbatasan sebagai bagian dari modernisasi sistem keamanan nasional (Gupta, “*Border Security Technologies*,” 2020).

Namun demikian, kondisi faktual di lapangan (*das sein*) menunjukkan adanya kesenjangan signifikan antara harapan normatif tersebut dengan realitas implementasi drone dalam operasi pengamanan perbatasan di wilayah Kalimantan Barat. Pertama, inventarisasi awal menunjukkan bahwa kapasitas drone yang tersedia masih terbatas dari sisi *endurance*, jangkauan terbang, serta kemampuan *night vision*, sehingga tidak sepenuhnya mampu mengatasi fitur geografis perbatasan yang luas dan bervariasi. Banyak drone operasional hanya memiliki waktu terbang 25–40 menit yang tidak memadai untuk patroli sektor panjang (Laporan Evaluasi Satgas Pantas RI–Malaysia, 2023). Kedua, sebagian wilayah perbatasan memiliki tingkat tutupan tajuk hutan yang sangat tinggi ($\geq 70\%$) sehingga menghambat pengambilan citra udara dan menurunkan efektivitas pengintaian udara, sebagaimana dijelaskan oleh KLHK bahwa Kalimantan masih memiliki 8,3 juta hektare hutan primer (KLHK, 2022). Ketiga, cuaca ekstrem Kalimantan Barat yang ditandai curah hujan tinggi dengan rata-rata 3.000–4.000 mm/tahun serta tiupan angin lembah yang berubah cepat mengganggu stabilitas penerbangan drone, terutama bagi platform yang tidak memiliki sistem stabilisasi kelas militer. Data BMKG menunjukkan lebih dari 180 hari hujan per tahun di wilayah Sambas dan Bengkayang (BMKG, 2023).



Gambar 3. Prakiraan Musim Hujan Tahun 2023/2024
Sumber : www.bmkg.go.id

Keempat, beberapa area perbatasan memiliki interferensi elektromagnetik dan hilangnya sinyal GPS akibat topografi dan kepadatan vegetasi, sehingga memengaruhi reliabilitas jalur terbang drone maupun sistem *Return to Home* (RTH). Hambatan ini juga ditemukan dalam laporan penelitian Badan Informasi Geospasial terkait kualitas sinyal navigasi di kawasan hutan Kalimantan (BIG, 2021). Kelima, dari aspek regulasi dan SOP operasional, integrasi penggunaan drone dalam struktur komando Satgas Pamtas masih menghadapi tantangan. Standardisasi penerbangan, mekanisme pelaporan intelijen berbasis *imagery*, prosedur penanganan kegagalan sistem, serta interoperabilitas drone dengan alutsista pengamatan lain belum sepenuhnya baku maupun seragam antar-pos. Evaluasi internal Pusintelad (2022) menyoroti bahwa belum semua Satgas memiliki personel yang tersertifikasi dalam operasi drone militer, sehingga pengoperasian masih bergantung pada pelatihan lokal dan pengalaman praktis di lapangan. Kondisi di atas memperlihatkan adanya gap yang jelas antara potensi strategis penggunaan drone sebagai instrumen modernisasi pengamanan perbatasan dengan kemampuan aktual yang dapat diwujudkan pada tingkat taktis oleh Satgas Pamtas. Oleh karena itu, penelitian mengenai Strategi Penggunaan Drone dalam Meningkatkan Efektivitas Operasi Pengamanan Perbatasan Indonesia–Malaysia di Kalimantan Barat menjadi relevan dan penting, khususnya pada studi kasus Yonarmed 16/Tumbak Kaputing yang pernah melaksanakan tugas sebagai Satgas Pamtas. Kajian mendalam diperlukan untuk memahami secara komprehensif bagaimana drone dapat dioptimalkan, sejauh mana kontribusinya terhadap efektivitas pengawasan dibandingkan metode konvensional, serta apa saja kendala teknis, geografis, operasional, dan regulasi yang harus diselesaikan untuk mencapai sistem pengamanan perbatasan yang modern, adaptif, dan berkelanjutan.

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, rumusan masalah penelitian ini adalah Bagaimana strategi penggunaan drone yang optimal dalam mendukung peningkatan efektivitas operasi pengamanan perbatasan Indonesia–Malaysia di wilayah Kalimantan Barat? Bagaimana penggunaan drone berkontribusi terhadap efisiensi dan efektivitas sistem pengawasan perbatasan dibandingkan dengan metode konvensional sebelum penggunaan drone? Apa saja tantangan operasional, kendala teknis, faktor geografis, kondisi cuaca, serta aspek regulasi yang memengaruhi implementasi teknologi drone dalam operasi pengamanan perbatasan di wilayah Kalimantan Barat? Tujuan penelitian ini dirumuskan untuk memberikan arah yang jelas terhadap proses pengumpulan data, analisis, serta penyusunan rekomendasi strategis terkait pemanfaatan drone dalam operasi pengamanan perbatasan Indonesia–Malaysia di wilayah Kalimantan Barat. Mengacu pada rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut: Menganalisis secara mendalam strategi penggunaan drone yang paling optimal dalam mendukung peningkatan efektivitas operasi pengamanan perbatasan Indonesia–Malaysia di wilayah Kalimantan Barat, dengan mempertimbangkan doktrin, konsep operasi, pola patroli udara, serta integrasi drone ke dalam sistem komando dan kendali satuan tugas. Menganalisis kontribusi pemanfaatan drone terhadap peningkatan efisiensi dan efektivitas sistem pengawasan perbatasan apabila dibandingkan dengan metode pengamanan konvensional, melalui penilaian terhadap cakupan pemantauan, kecepatan respons, akurasi deteksi ancaman, serta kemampuan mobilitas pada karakteristik medan Kalimantan Barat. Mengidentifikasi, memetakan, dan menganalisis secara komprehensif tantangan operasional, kendala teknis, faktor geografis, kondisi cuaca, serta aspek regulasi yang berpengaruh terhadap keberhasilan implementasi teknologi drone dalam operasi pengamanan perbatasan di wilayah Kalimantan Barat.

Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Penulis dan Jurnal	Judul	Metode	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Anwar (2020), <i>Jurnal Pertahanan Darat</i>	Optimalisasi Penggunaan Drone dalam Pengamanan Perbatasan Darat Kalimantan	Kualitatif-deskriptif, studi lapangan & dokumentasi	Drone meningkatkan efektivitas pengawasan, menutup <i>blind spot</i> , mempercepat deteksi dini, serta berfungsi sebagai <i>force multiplier</i> di wilayah perbatasan darat Kalimantan	Sama-sama membahas efektivitas drone di pengamanan perbatasan darat serta peran drone sebagai alat deteksi dini dan peningkat efektivitas operasi	Fokus Anwar pada karakter geografis dan efektivitas patroli; belum membahas aspek integrasi sistem komando maupun interoperabilitas
2	Oktarina & Prakoso (2021), <i>Jurnal OMSP & Keamanan Nasional</i>	Peran UAV dalam Operasi Militer Selain Perang (OMSP) di Era Modern	Kualitatif-analitis, studi literatur	UAV meningkatkan situational awareness, menyediakan data <i>real-time</i> , memperkuat K2, dan mengurangi risiko personel dalam OMSP	Sama-sama membahas fungsi Drone sebagai pendukung K2 dan deteksi dini, serta relevansi untuk Satgas Pamantas	Fokus penelitian pada OMSP secara umum, tidak khusus pada perbatasan darat; lebih luas pada SAR, bencana, dan objek vital
3	Supriyadi & Kurniawan (2020), <i>Jurnal Ilmu Pertahanan Unhan</i>	Integrasi Teknologi Pengawasan Modern dalam Sistem Keamanan Perbatasan Negara	Analisis kebijakan & studi dokumen	Penggunaan drone masih parsial; belum terintegrasi ke sistem komando nasional; perlu strategi nasional dan SOP terpadu	Sama-sama menyoroti pentingnya integrasi drone dengan sistem komando, SOP, dan arsitektur keamanan perbatasan	Tidak fokus pada Satgas Pamantas atau efektivitas lapangan; lebih menekankan aspek kebijakan tingkat nasional
4	Rahmawati (2022), <i>Jurnal Keamanan Nasional</i>	Interoperabilitas Teknologi Pengawasan dalam Operasi Pengamanan Perbatasan Negara	Studi kualitatif dengan pendekatan institusional	Tanpa interoperabilitas, drone tidak efektif; konflik prosedural muncul akibat SOP yang tidak sinkron dan fragmentasi data antarlembaga	Sama-sama menekankan integrasi, interoperabilitas, dan regulasi sebagai faktor kunci keberhasilan pemanfaatan drone	Fokus pada interoperabilitas lintas-instansi, bukan pada aspek teknis pemantauan atau efektivitas operasional
5	Rosyida (2024), <i>Jurnal Pertahanan Maritim</i>	Pemanfaatan Drone dalam Menghadapi Ancaman Perang Hibrida di Wilayah Perbatasan Maritim Indonesia	Studi kualitatif-analitis & analisis konseptual perang hibrida	Drone menjadi simpul utama jaringan informasi dalam perang hibrida; memperkuat OODA <i>loop</i> ; meningkatkan integrasi data dan respons cepat	Sama-sama menyoroti pentingnya integrasi drone, penguatan jaringan informasi, serta peningkatan kualitas keputusan taktis	Fokus pada domain maritim dan perang hibrida, bukan perbatasan darat; tingkat ancamannya berbeda dan lebih kompleks

Sumber: diolah oleh peneliti

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif-analitis, yang bertujuan untuk menggambarkan, menjelaskan, serta menganalisis secara mendalam fenomena strategis dalam konteks operasional nyata. Pendekatan deskriptif-analitis memungkinkan peneliti untuk tidak hanya memaparkan kondisi empiris di lapangan, tetapi juga menafsirkan keterkaitan antar faktor strategis yang memengaruhi efektivitas penggunaan drone dalam operasi pengamanan perbatasan Indonesia–Malaysia di wilayah Kalimantan Barat. Metode kualitatif dipilih karena karakter permasalahan penelitian bersifat kompleks,

kontekstual, dan multidimensional, serta tidak dapat direduksi menjadi variabel-variabel kuantitatif semata. Penggunaan drone dalam pengamanan perbatasan tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis alutsista, tetapi juga menyangkut dimensi kebijakan pertahanan, doktrin operasi, struktur organisasi, kualitas sumber daya manusia, sistem komando dan kendali (K2), serta dinamika geografis dan sosial di wilayah perbatasan. Oleh karena itu, pendekatan kualitatif dianggap paling tepat untuk menggali makna, pengalaman, dan persepsi para pelaku operasi secara mendalam.

Creswell dan Poth (2021) menegaskan bahwa penelitian kualitatif digunakan untuk mengeksplorasi pemahaman mendalam terhadap suatu fenomena kontemporer yang terjadi dalam konteks nyata, terutama ketika batas antara fenomena dan konteksnya tidak dapat dipisahkan secara tegas. Pendekatan ini relevan dengan penelitian pertahanan dan keamanan yang menempatkan operasi militer dan non-militer sebagai proses sosial-strategis yang dipengaruhi oleh interaksi manusia, teknologi, dan kebijakan. Dalam konteks studi pertahanan modern, metode kualitatif juga dipandang efektif untuk menganalisis transformasi strategi militer akibat perkembangan teknologi drone. Williams dan McDonald (2022) menyatakan bahwa adopsi teknologi drone dalam operasi keamanan tidak dapat dilepaskan dari faktor organisasi dan budaya institusional, sehingga memerlukan pendekatan interpretatif untuk memahami dampaknya secara komprehensif. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menilai apa dan bagaimana drone digunakan, tetapi juga mengapa strategi tertentu dipilih serta bagaimana implikasinya terhadap efektivitas operasi.

Melalui metode kualitatif deskriptif-analitis, peneliti berupaya menggali secara mendalam strategi penggunaan drone, kontribusinya terhadap efektivitas dan efisiensi pengawasan perbatasan, serta berbagai tantangan operasional dan regulatif yang dihadapi. Pendekatan ini diharapkan mampu menghasilkan temuan yang kaya secara analitis dan relevan secara praktis bagi pengembangan kebijakan pengamanan perbatasan di Lingkungan Kemhan dan TNI, serta berpedoman pada standar akademik yang berlaku di Universitas Pertahanan Republik Indonesia (UNHAN RI). Penelitian ini dilakukan melalui proses pengumpulan data yang sistematis, termasuk studi literatur, wawancara mendalam, dan analisis dokumen, yang dianalisis secara tematik untuk menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian. Dengan metode ini, peneliti berharap mampu merumuskan strategi yang komprehensif dan aplikatif terkait pemanfaatan teknologi drone dalam operasi pengamanan perbatasan, sehingga hasil penelitian dapat berkontribusi secara nyata terhadap kebijakan pertahanan dan penguatan pengawasan wilayah perbatasan negara.

Penelitian ini dilaksanakan pada beberapa lokasi yang dipilih secara purposive berdasarkan keterkaitannya secara langsung dengan fokus kajian mengenai pemanfaatan teknologi drone dalam mendukung operasi pengamanan perbatasan negara. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada pertimbangan representativitas data yang mencakup aspek operasional, pendidikan dan pembinaan sumber daya manusia, kebijakan pertahanan, serta pengembangan teknologi pertahanan. Dengan demikian, data yang diperoleh diharapkan mampu memberikan gambaran yang komprehensif dan utuh mengenai implementasi, tantangan, serta peluang optimalisasi penggunaan drone dalam konteks pengamanan perbatasan Indonesia–Malaysia di wilayah Kalimantan Barat. Penelitian ini dilaksanakan dalam kurun waktu enam bulan, dimulai pada bulan Juli 2025 dan direncanakan selesai pada bulan Desember 2025. Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan secara terencana dan sistematis untuk memperoleh pemahaman yang mendalam mengenai strategi penggunaan drone dalam meningkatkan efektivitas operasi pengamanan perbatasan Indonesia–Malaysia di wilayah Kalimantan Barat. Sesuai dengan karakteristik penelitian kualitatif deskriptif-analitis, data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder yang saling melengkapi.

Penggunaan kedua jenis data ini bertujuan untuk menghasilkan temuan penelitian yang komprehensif serta meningkatkan validitas melalui konfirmasi silang antar sumber data. Pendekatan ini sejalan dengan pandangan Creswell dan Poth (2021) yang menegaskan bahwa penelitian kualitatif memerlukan penggabungan berbagai sumber data untuk memperoleh gambaran fenomena secara holistik dan kontekstual. Data primer diperoleh secara langsung dari subjek penelitian melalui wawancara dan observasi terbatas yang relevan dengan pelaksanaan operasi pengamanan perbatasan. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur kepada personel Satgas Yonarmed 16/Tumbak Kaputing sebagai pelaksana operasional di lapangan, personel Pusdikarmed sebagai institusi pembinaan kemampuan teknis, pejabat terkait di Kementerian Pertahanan Republik Indonesia sebagai perumus kebijakan strategis, serta perwakilan PT LEN Industri sebagai pengembang teknologi drone pertahanan. Teknik wawancara semi-terstruktur memungkinkan peneliti menggali informasi secara mendalam mengenai strategi penggunaan drone, kontribusinya terhadap efektivitas pengawasan perbatasan, serta berbagai tantangan operasional, teknis, dan regulatif yang dihadapi. Selain wawancara, observasi terbatas dilakukan untuk memahami secara langsung konteks penggunaan drone dalam kegiatan pelatihan maupun operasional yang dapat diamati, sehingga memperkuat pemahaman empiris terhadap praktik di lapangan. Metode ini sejalan dengan pendapat Guest, Namey, dan Mitchell (2021) yang menyatakan bahwa wawancara mendalam dan observasi merupakan teknik utama dalam penelitian kualitatif untuk menggali pengalaman dan dinamika operasional aktor kunci.

Data sekunder dikumpulkan melalui studi dokumentasi dan studi literatur yang relevan dengan fokus penelitian. Studi dokumentasi mencakup analisis terhadap peraturan perundang-undangan, kebijakan pertahanan, doktrin TNI AD, laporan pelaksanaan operasi Satgas Pamtas, kurikulum pendidikan Pusdikarmed, serta dokumen teknis pengembangan drone dari PT LEN Industri. Data ini digunakan untuk memahami kerangka kebijakan, sistem organisasi, serta arah strategis pemanfaatan teknologi drone dalam pengamanan perbatasan. Sementara itu, studi pustaka dilakukan dengan menelaah jurnal ilmiah nasional dan internasional, buku referensi, laporan penelitian, serta publikasi akademik periode 2020–2025 yang membahas keamanan perbatasan, teknologi pertahanan, penggunaan UAV, dan efektivitas operasi militer. Menurut Bowen (2020), pemanfaatan dokumen dan literatur dalam penelitian kualitatif memberikan konteks institusional yang penting serta memperkaya analisis terhadap fenomena yang diteliti. Dengan mengombinasikan data primer dan data sekunder, penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan analisis yang mendalam, objektif, dan relevan dalam merumuskan strategi penggunaan drone yang optimal bagi peningkatan efektivitas operasi pengamanan perbatasan Indonesia–Malaysia di wilayah Kalimantan Barat.

1. Wawancara. Wawancara mendalam digunakan sebagai teknik utama dalam menggali informasi empiris dari subjek penelitian yang memiliki keterlibatan langsung dalam penggunaan, pengelolaan, kebijakan, serta pengembangan teknologi drone dalam konteks pengamanan perbatasan. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur dengan pedoman pertanyaan terbuka, sehingga memungkinkan peneliti memperoleh data yang kaya, fleksibel, dan mendalam terkait pengalaman, pandangan, serta strategi operasional yang diterapkan di lapangan. Informan penelitian meliputi personel Satgas Yonarmed 16/Tumbak Kaputing sebagai pelaksana operasional, personel Pusdikarmed sebagai pembina kompetensi, pejabat terkait di Kementerian Pertahanan sebagai perumus kebijakan, serta perwakilan PT LEN Industri sebagai pengembang teknologi drone. Teknik ini dipilih karena mampu mengungkap dinamika strategis yang tidak dapat diperoleh melalui data kuantitatif. Metode wawancara mendalam ini sejalan dengan pedoman penelitian kualitatif yang dikemukakan oleh Guest, Namey, dan Mitchell (2021), yang

menyatakan bahwa wawancara semi-terstruktur efektif untuk mengeksplorasi isu strategis, kebijakan, dan pengalaman operasional dalam konteks pertahanan dan keamanan.

2. Observasi. Observasi merupakan salah satu teknik penting dalam penelitian kualitatif yang digunakan untuk memperoleh data faktual dan situasional secara langsung dari lingkungan atau aktivitas yang menjadi fokus kajian. Menurut Sugiyono (2017), observasi dilakukan untuk melihat secara langsung apa yang terjadi di lapangan, baik terhadap perilaku, proses, maupun kondisi sosial yang sedang berlangsung. Teknik ini memungkinkan peneliti untuk memahami konteks dan makna dari suatu fenomena secara mendalam dan alamiah. Dalam hal ini, peneliti melakukan observasi terhadap kegiatan operasional satuan, penggunaan drone dalam latihan atau simulasi, serta pengamatan terhadap kesiapan sarana dan prasarana penunjang. Observasi ini bersifat partisipatif terbatas (*limited participation*), di mana peneliti hadir di lokasi namun tidak secara aktif terlibat dalam kegiatan militer. Hasil observasi dicatat secara sistematis untuk dianalisis secara kualitatif.
3. Studi Dokumentasi. Studi dokumentasi dilakukan untuk mengumpulkan data sekunder yang berkaitan dengan kebijakan pertahanan, regulasi penggunaan drone, doktrin operasi pengamanan perbatasan, laporan kegiatan satuan tugas, serta dokumen teknis terkait pengembangan UAV. Dokumen yang dianalisis meliputi peraturan kementerian, doktrin TNI AD, laporan Satgas Pamtas, kurikulum pelatihan Pusdikarmed, serta publikasi teknis dari industri pertahanan. Penggunaan studi dokumentasi bertujuan untuk memperkuat temuan lapangan serta memberikan konteks kebijakan dan institusional terhadap implementasi drone dalam operasi perbatasan. Teknik ini juga memungkinkan peneliti melakukan *cross-check* terhadap informasi hasil wawancara. Menurut Bowen (2020), analisis dokumen merupakan teknik penting dalam penelitian kualitatif untuk memahami kebijakan, proses organisasi, dan dinamika institusional secara sistematis.
4. Studi Pustaka. Studi pustaka dilakukan dengan menelaah buku ilmiah, jurnal nasional dan internasional, laporan riset, serta publikasi akademik yang relevan dengan tema teknologi pertahanan, penggunaan drone, keamanan perbatasan, dan efektivitas operasi militer. Literatur yang digunakan terutama berasal dari periode 2020–2025 untuk memastikan relevansi dengan perkembangan teknologi dan dinamika ancaman kontemporer. Studi pustaka berfungsi sebagai landasan teoritis, pembandingan hasil penelitian, serta sarana untuk mengidentifikasi kesenjangan penelitian (*research gap*). Teknik ini sesuai dengan prinsip *systematic literature review* yang menekankan pemilihan sumber ilmiah yang kredibel dan mutakhir (Snyder, 2020).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Strategi Penggunaan Drone dalam Mendukung Operasi Pengamanan Perbatasan

Analisis terhadap strategi penggunaan drone dalam mendukung operasi pengamanan perbatasan dilakukan berdasarkan hasil wawancara mendalam dengan informan yang berasal dari Yonarmed 16/Tumbak Kaputing sebagai pengguna utama drone di lapangan, Pusat Pendidikan Artileri Medan (Pusdikarmed) sebagai lembaga pembinaan dan pengembangan sumber daya manusia, Kementerian Pertahanan Republik Indonesia sebagai pemegang kebijakan pertahanan, serta PT LEN Industri sebagai industri pertahanan nasional yang berperan dalam pengembangan teknologi drone. Analisis ini diperkuat melalui observasi lapangan dan studi dokumentasi terhadap pelaksanaan operasi pengamanan perbatasan Indonesia–Malaysia di wilayah Kalimantan Barat. Hasil triangulasi data menunjukkan bahwa seluruh informan menyatakan bahwa drone telah menjadi salah satu instrumen penting dalam mendukung pelaksanaan operasi pengamanan perbatasan. Drone dimanfaatkan untuk melaksanakan fungsi *Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance* (ISR), pemetaan wilayah

rawan, identifikasi jalur perlintasan tidak resmi (jalur tikus), pemantauan aktivitas lintas batas, serta mendukung deteksi dini terhadap berbagai bentuk ancaman maupun aktivitas ilegal.

Selain berfungsi sebagai alat pengamatan udara, hasil penelitian menunjukkan bahwa drone telah berkembang menjadi bagian dari *decision support system* dalam operasi pengamanan perbatasan. Informasi visual yang diperoleh secara real-time dimanfaatkan oleh komandan satuan untuk menentukan prioritas patroli, mengidentifikasi daerah rawan pelanggaran batas negara, menyusun rencana operasi, serta meningkatkan kecepatan proses pengambilan keputusan. Dengan demikian, penggunaan drone tidak lagi hanya berorientasi pada pengumpulan informasi, tetapi telah menjadi bagian dari sistem pendukung operasi yang meningkatkan efektivitas pengamanan wilayah perbatasan. Selanjutnya, hasil wawancara menunjukkan bahwa efektivitas penggunaan drone meningkat apabila pengoperasiannya didasarkan pada informasi intelijen yang telah dimiliki satuan. Seluruh informan menyatakan bahwa penggunaan drone pada daerah yang telah dipetakan sebagai wilayah rawan memberikan hasil yang lebih optimal dibandingkan penggunaan secara acak. Temuan ini menunjukkan bahwa strategi penggunaan drone telah mengarah pada konsep intelligence-led surveillance, yaitu pengawasan yang dilaksanakan berdasarkan analisis intelijen sehingga penggunaan sumber daya operasi menjadi lebih efektif, efisien, dan tepat sasaran. Meskipun demikian, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa strategi penggunaan drone belum sepenuhnya terintegrasi ke dalam sistem operasi pengamanan perbatasan. Penggunaan drone masih lebih dominan sebagai alat bantu operasi dibandingkan sebagai bagian integral dari sistem komando dan kendali (*Command and Control/C2*). Kondisi tersebut menunjukkan masih adanya kesenjangan antara kemampuan teknologi yang tersedia dengan mekanisme pemanfaatannya dalam proses perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi operasi.

Tabel 2. Analisis *Fishbone* Strategi Penggunaan Drone

Faktor	Temuan Hasil Wawancara	Dampak terhadap Strategi penggunaan Drone
<i>Man</i>	Jumlah operator drone masih terbatas, kemampuan analisis citra udara belum merata	Informasi hasil pengamatan drone belum seluruhnya dapat dikonversi menjadi produk intelijen yang siap digunakan dalam proses pengambilan keputusan.
<i>Machine</i>	<i>Endurance</i> baterai terbatas, jangkauan komunikasi dipengaruhi kontur medan, sensor belum seluruhnya mendukung operasi malam.	Pengawasan belum dapat dilakukan secara terus menerus (<i>Persistent Surveillance</i>)
<i>Organization</i>	Integrasi Drone dengan sistem Intelijen dan <i>Command Control</i> (C2) belum optimal, dukungan logistik terbatas	Informasi hasil pengamatan belum dimanfaatkan secara maksimal dalam proses pengambilan keputusan operasi
<i>Environment</i>	Medan hutan tropis sungai, kabut curah hujan tinggi dan perbukitan menyebabkan keterbatasan penerbangan	Frekuensi penerbangan drone menjadi terbatas dan efektivitas pengawasan menurun pada kondisi tertentu.
<i>Method</i>	SOP Penggunaan drone belum baku dan belum menjadi bagian dari konsepsi Operasi Satgas	Pola penggunaan drone masih bergantung pada pengalaman operator dan kebijakan Komandan Sektor

Sumber: diolah oleh peneliti

Hasil *Fishbone Analysis* menunjukkan bahwa akar permasalahan penggunaan drone tidak hanya berasal dari aspek teknologi, tetapi merupakan kombinasi dari faktor sumber daya manusia, metode operasi, organisasi, serta karakteristik lingkungan operasi. Dengan demikian, optimalisasi strategi penggunaan drone memerlukan pendekatan yang bersifat sistemik dan terpadu. Pada aspek *Man*, keterbatasan jumlah operator bersertifikat menyebabkan pemanfaatan drone belum dapat dilakukan secara merata di seluruh sektor operasi. Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan kompetensi personel merupakan prasyarat utama dalam

mendukung keberhasilan implementasi teknologi drone. Pada aspek *Method*, belum tersusunnya SOP yang mengatur penggunaan drone dalam operasi pengamanan perbatasan menyebabkan pola penggunaan drone belum seragam. Hal ini mengindikasikan perlunya penyusunan doktrin dan prosedur operasi yang mengintegrasikan drone ke dalam seluruh tahapan operasi. Pada aspek *Machine*, keterbatasan *endurance*, sensor, dan jangkauan komunikasi menunjukkan bahwa modernisasi platform drone masih diperlukan agar mampu memenuhi kebutuhan operasi di wilayah hutan tropis Kalimantan Barat. Pada aspek *Organization*, hasil penelitian menunjukkan bahwa informasi hasil pengamatan drone belum sepenuhnya terintegrasi dengan sistem sehingga pemanfaatannya dalam proses pengambilan keputusan strategis belum optimal. Sementara itu, faktor *Environment* memperlihatkan bahwa karakteristik geografis Kalimantan Barat menjadi tantangan utama dalam penggunaan drone. Oleh karena itu, strategi operasi perlu diarahkan pada pendekatan *intelligence-led surveillance*, yaitu penggunaan drone berdasarkan prioritas ancaman dan hasil analisis intelijen. Setelah akar permasalahan diidentifikasi melalui *Fishbone Analysis*, dilakukan analisis SWOT untuk menentukan posisi strategis penggunaan drone dalam mendukung operasi pengamanan perbatasan.

Tabel 3. Analisis SWOT Strategi Penggunaan Drone

		INTERNAL	
		<i>Strengths</i>	<i>Weaknesses</i>
		1. Meningkatkan situasional (<i>Awareness</i>) 2. Mendukung deteksi dini secara <i>Real Time</i> 3. Menjangkau daerah yang sulit diakses patroli darat 4. Mengurangi resiko kerugian personel	1. Jumlah drone masih terbatas 2. Kompetensi operator belum merata 3. SOP penggunaan drone belum baku 4. Integrasi dengan sistem C2 belum optimal.
EKSTERNAL	<i>Opportunities</i> 1. Program modernisasi pertahanan yang semakin meningkat 2. Perkembangan Industri drone nasional yang semakin maju 3. Dukungan <i>Artificial Intelligence</i> dan GIS 4. Kebijakan peningkatan teknologi pertahanan	KUADRAN 3 STRATEGI TURN AROUND <i>Menciptakan strategi yang meminimalisir kelemahan dan menghindari ancaman</i>	KUADRAN 1 STRATEGI PROGRESIF <i>Mengembangkan strategi yang memanfaatkan kekuatan untuk mengoptimalkan peluang</i>
	<i>Threats</i> 1. Medan hutan tropis yang kompleks 2. Cuaca ekstrem dan kabut 3. Gangguan komunikasi dan navigasi 4. Dinamika ancaman lintas batas yang semakin kompleks	KUADRAN 4 STRATEGI DEFENSIF <i>Mengembangkan strategi yang menggunakan kekuatan untuk mengatasi ancaman</i>	KUADRAN 2 STRATEGI DIVERSIFIKASI <i>Mengembangkan strategi yang memanfaatkan peluang untuk mengatasi kelemahan</i>

Sumber: diolah oleh peneliti

Analisis SWOT menunjukkan bahwa penggunaan drone memiliki kekuatan yang cukup besar dalam meningkatkan efektivitas operasi, namun masih menghadapi berbagai kelemahan internal yang perlu segera diperbaiki, terutama pada aspek sumber daya manusia, doktrin, dan integrasi organisasi.

Tabel 4. Matriks IFAS (*Internal Factors Analysis Summary*) Strategi Penggunaan Drone

Faktor Internal	Bobot	Rating	Skor
Kekuatan (<i>Strengths</i>)			
1. Kemampuan <i>Surveillance real time</i>	0,15	4	0,60
2. Situational <i>awareness</i> meningkat	0,14	4	0,56
3. Menjangkau daerah Sulit	0,13	4	0,56
4. Mengurangi resiko kerugian personel	0,10	3	0,30
Sub jumlah	0.52		1.92
Kelemahan (<i>Weaknesses</i>)			
1. Jumlah drone terbatas	0,14	- 2	- 0.28
2. Operator terbatas.	0.12	- 2	- 0.24
3. SOP belum baku	0.12	- 2	- 0.24
4. Integrasi C2 belum optimal	0,10	-2	-0,20
Sub Jumlah	0.48		- 0.96
Jumlah Total	1.00		0.96

Sumber: diolah oleh peneliti

Tabel 5. Matriks EFAS (*External Factors Analysis Summary*) Strategi Penggunaan Drone

Faktor Eksternal	Bobot	Rating	Skor
Peluang (<i>Opportunities</i>)			
1. Modernisasi pertahanan	0,18	4	0,72
2. Industri drone nasional	0.15	3	0.45
3. AI dan GIS.	0,12	3	0,36
4. Dukungan kebijakan dalam pengembangan drone	0,10	3	0,30
Sub Jumlah	0.55		1.81
Ancaman (<i>Threats</i>)			
1. Medan hutan tropis yang kompleks	0,15	- 2	- 0.30
2. Cuaca ekstrem dan kabut	0.10	- 2	- 0.20
3. Gangguan komunikasi dan navigasi	0.10	- 2	- 0.20
4. Dinamika ancaman lintas batas yang semakin kompleks.	0,10	-2	0,20
Sub Jumlah	0.45		- 0.90
Jumlah Total	1.00		0.91

Sumber: diolah oleh peneliti

Semua bobot tersebut jumlahnya tidak melebihi dari skor total = 1,00. Faktor-faktor diberi bobot didasarkan pada dampak strategis. Rating digunakan untuk menunjukkan kondisi saat ini.

4 = sangat berpengaruh.

3 = berpengaruh.

2 = kurang/cukup berpengaruh.

1 = tidak berpengaruh

-4 = sangat berpengaruh.

-3 = berpengaruh.

-2 = kurang/cukup berpengaruh.

-1 = tidak berpengaruh

Tabel 6. Matriks SFAS (*Strategic Factors Analysis Summary*) Strategi Penggunaan Drone

Faktor Strategis Utama	Kategori	Bobot	Rating	Skor
1. Kemampuan drone dalam melaksanakan <i>Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (ISR)</i> secara real-time	<i>Strength</i>	0,15	4	0,60
2. Drone mampu meningkatkan <i>situational awareness</i> dan efektivitas deteksi dini di wilayah perbatasan	<i>Strength</i>	0,13	4	0,52
3. Dukungan kebijakan modernisasi pertahanan terhadap pengembangan teknologi drone	<i>Opportunity</i>	0,12	4	0,48
4. Perkembangan industri pertahanan nasional dalam pengembangan drone	<i>Opportunity</i>	0,10	4	0,40
5. Kompetensi operator drone belum merata pada seluruh sektor operasi	<i>Weakness</i>	0,11	2	0,22

6. Belum adanya SOP dan doktrin penggunaan drone yang terintegrasi dalam operasi pengamanan perbatasan	<i>Weakness</i>	0,13	2	0,26
7. Integrasi drone dengan sistem <i>Command and Control (C2)</i> belum optimal	<i>Weakness</i>	0,14	2	0,28
8. Kondisi geografis, cuaca ekstrem, dan dinamika ancaman lintas batas memengaruhi efektivitas operasi drone	<i>Threat</i>	0,12	2	0,24
TOTAL		1,00		3,00

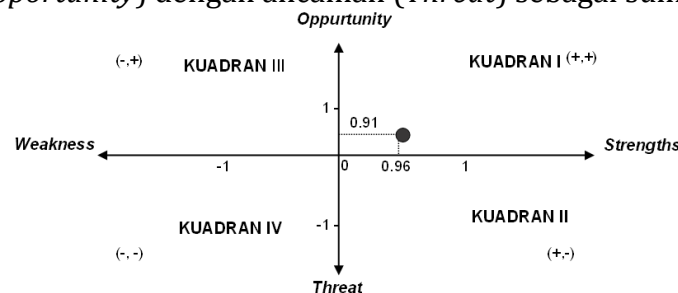
Sumber: diolah oleh peneliti

Tabel 7. Analisis Matriks Kuadran Strategi Penggunaan Drone

IFAS		EFAS	
Total Skor Kekuatan (S)	1,92	Total Skor peluang (O)	1,81
Total Skor Kelemahan (W)	-0,96	Total Skor Ancaman (T)	-0,90
Strength Posture (S - W)		Competitive Posture (O - T)	
(1,92 - 0,96)		(1,81 - 0,90)	
0,96		0,91	

Sumber: diolah oleh peneliti

Hasil analisis faktor internal dan faktor eksternal yang telah dilakukan melalui Matriks Internal *Factor Analysis Summary* (IFAS) dan External *Factor Analysis Summary* (EFAS) selanjutnya digunakan untuk menentukan posisi strategi penggunaan drone dalam mendukung operasi pengamanan perbatasan Indonesia–Malaysia di wilayah Kalimantan Barat. Penentuan posisi strategi dilakukan dengan menghitung selisih antara total skor faktor kekuatan (*Strength*) dengan kelemahan (*Weakness*) sebagai sumbu horizontal (X), serta selisih antara total skor peluang (*Opportunity*) dengan ancaman (*Threat*) sebagai sumbu vertikal (Y).



Gambar 4. Matriks Posisi SWOT Strategi Penggunaan Drone

Sumber: diolah oleh peneliti

Berdasarkan hasil perhitungan Matriks IFAS dan EFAS sebagaimana disajikan pada Tabel 4, diperoleh nilai *Strength Posture* (S - W) sebesar 0,96 dan nilai *Competitive Posture* (O - T) sebesar 0,91. Kedua nilai tersebut berada pada posisi positif, sehingga koordinat strategi penggunaan drone berada pada titik (0,96 ; 0,91). Nilai *Strength Posture* sebesar 0,96 menunjukkan bahwa faktor kekuatan internal organisasi memiliki pengaruh yang lebih besar dibandingkan faktor kelemahan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa Satgas Pamantas Yonarmed 16/Tumbak Kaputing memiliki modal organisasi yang cukup kuat dalam mengembangkan penggunaan drone sebagai pendukung operasi pengamanan perbatasan. Kekuatan tersebut tercermin dari kemampuan drone dalam melaksanakan fungsi ISR secara *real-time*, memperluas cakupan pengawasan pada wilayah yang sulit dijangkau patroli darat, meningkatkan *situational awareness*, serta mempercepat proses deteksi dini terhadap aktivitas ilegal lintas batas. Hasil wawancara dengan seluruh informan juga menunjukkan adanya kesamaan persepsi bahwa penggunaan drone telah memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan efektivitas operasi pengamanan perbatasan.

Meskipun demikian, nilai kelemahan sebesar 0,96 menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa aspek internal yang memerlukan perhatian. Hasil penelitian mengidentifikasi bahwa keterbatasan jumlah operator bersertifikat, belum tersusunnya SOP penggunaan drone,

keterbatasan interoperabilitas dengan sistem C2 serta dukungan logistik yang belum optimal masih menjadi faktor penghambat dalam pemanfaatan drone secara maksimal. Pada aspek eksternal, nilai *Competitive Posture* sebesar 0,91 menunjukkan bahwa peluang eksternal yang tersedia masih lebih besar dibandingkan ancaman yang dihadapi. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa lingkungan strategis memberikan kesempatan yang cukup luas untuk mengembangkan penggunaan drone sebagai bagian dari modernisasi sistem pengamanan perbatasan. Peluang tersebut berasal dari kebijakan modernisasi pertahanan yang mendorong transformasi teknologi pertahanan, meningkatnya kemampuan industri pertahanan nasional dalam memproduksi wahana nirawak, perkembangan teknologi *Artificial Intelligence* (AI), *Geographic Information System* (GIS), serta meningkatnya kebutuhan penggunaan sistem pengawasan berbasis teknologi dalam menghadapi dinamika ancaman di wilayah perbatasan negara. Di sisi lain, penelitian juga mengidentifikasi adanya berbagai ancaman eksternal yang perlu diantisipasi. Ancaman tersebut antara lain karakteristik geografis wilayah Kalimantan Barat yang didominasi hutan tropis, sungai, lembah, dan perbukitan sehingga memengaruhi efektivitas penerbangan drone. Selain itu, kondisi cuaca yang tidak menentu, gangguan komunikasi, serta semakin berkembangnya pola kejahatan lintas batas juga menjadi tantangan dalam implementasi penggunaan drone.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa nilai faktor internal (0,96) sedikit lebih tinggi dibandingkan nilai faktor eksternal (0,91). Hal ini mengindikasikan bahwa keberhasilan pengembangan penggunaan drone lebih banyak ditentukan oleh kemampuan organisasi dalam mengoptimalkan faktor-faktor internal dibandingkan pengaruh lingkungan eksternal. Dengan kata lain, apabila organisasi mampu meningkatkan kompetensi personel, menyusun SOP yang baku, memperkuat sistem komando dan kendali, serta meningkatkan interoperabilitas antar sistem, maka peluang eksternal yang tersedia akan dapat dimanfaatkan secara optimal. Berdasarkan koordinat (0,96 ; 0,91), strategi penggunaan drone berada pada Kuadran I (*Strength-Opportunity/SO*). Posisi tersebut menunjukkan bahwa organisasi berada dalam kondisi yang menguntungkan (*favourable position*), yaitu memiliki kekuatan internal yang tinggi dan didukung oleh peluang eksternal yang besar. Posisi Kuadran I mengindikasikan bahwa strategi yang paling tepat adalah *Growth Strategy* (Strategi Pertumbuhan) atau Strategi Agresif, yaitu strategi yang berorientasi pada pemanfaatan seluruh kekuatan organisasi untuk menangkap peluang yang tersedia dalam rangka meningkatkan efektivitas operasi pengamanan perbatasan. Dalam konteks penelitian ini, strategi pertumbuhan tersebut diarahkan pada optimalisasi penggunaan drone melalui penguatan aspek organisasi, sumber daya manusia, teknologi, dan sistem operasi sehingga drone tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu pengamatan udara, tetapi menjadi bagian integral dari sistem operasi pengamanan perbatasan yang berbasis ISR. Berdasarkan posisi Kuadran I, terdapat beberapa implikasi strategis yang perlu menjadi prioritas pengembangan penggunaan drone dalam operasi pengamanan perbatasan, yaitu:

1. Mengintegrasikan drone ke dalam sistem C2 sehingga informasi hasil pengamatan dapat dimanfaatkan secara *real-time* dalam proses pengambilan keputusan operasi.
2. Menyusun doktrin, konsep operasi, serta SOP penggunaan drone sebagai pedoman yang seragam bagi seluruh satuan pengamanan perbatasan.
3. Meningkatkan kompetensi operator drone melalui pendidikan, pelatihan, sertifikasi, dan latihan terpadu yang berorientasi pada kemampuan ISR
4. Melaksanakan modernisasi platform drone melalui peningkatan daya tahan terbang (*endurance*), kemampuan sensor elektro-optik dan inframerah, sistem komunikasi yang tahan terhadap gangguan (*anti-jamming*), serta integrasi dengan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) untuk mendukung analisis citra udara secara otomatis.

5. Mengembangkan interoperabilitas antara drone, sistem intelijen, jaringan komunikasi pertahanan, dan pusat komando operasi sehingga terbentuk sistem pengamanan perbatasan yang terintegrasi dalam konsep *Network Centric Warfare* (NCW) atau *Network-Centric Defense*.

Efektivitas dan Efisiensi Penggunaan Drone dalam Operasi Pengamanan Perbatasan

Analisis mengenai efektivitas dan efisiensi penggunaan drone dalam operasi pengamanan perbatasan dilakukan berdasarkan hasil wawancara mendalam dengan informan dari Yonarmed 16/Tumbak Kaputing, Pusdikarmed, Kementerian Pertahanan Republik Indonesia, dan PT LEN Industri, yang kemudian diperkuat melalui observasi lapangan serta studi dokumentasi. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi sejauh mana penggunaan drone mampu meningkatkan efektivitas pelaksanaan operasi pengamanan perbatasan sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya operasi. Hasil triangulasi data menunjukkan bahwa seluruh informan menyatakan bahwa penggunaan drone memberikan dampak positif terhadap pelaksanaan operasi pengamanan perbatasan. Drone mampu memperluas jangkauan pengawasan, mempercepat proses deteksi dini, meningkatkan akurasi identifikasi sasaran, mengurangi risiko personel dalam melaksanakan patroli darat, serta mendukung pengambilan keputusan secara lebih cepat melalui penyediaan informasi visual secara *real-time*. Temuan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan drone telah meningkatkan kualitas pelaksanaan fungsi ISR sehingga informasi mengenai kondisi wilayah operasi dapat diperoleh secara lebih cepat, akurat, dan berkesinambungan. Dibandingkan dengan metode patroli konvensional, penggunaan drone memungkinkan pengawasan terhadap wilayah yang lebih luas dengan waktu yang lebih singkat serta penggunaan personel yang lebih efisien.

Selain meningkatkan efektivitas pengawasan, penggunaan drone juga memberikan dampak terhadap efisiensi penggunaan sumber daya operasi. Berdasarkan hasil observasi, pelaksanaan patroli udara menggunakan drone mampu mengurangi frekuensi patroli darat pada daerah-daerah yang memiliki tingkat risiko tinggi. Kondisi tersebut berdampak pada penghematan penggunaan personel, kendaraan, logistik operasi, serta waktu pelaksanaan patroli tanpa mengurangi kualitas pengawasan wilayah. Meskipun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan efektivitas dan efisiensi tersebut belum sepenuhnya optimal karena masih dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti keterbatasan jumlah drone, kemampuan baterai yang terbatas, kondisi geografis wilayah perbatasan, kompetensi operator, serta belum optimalnya integrasi hasil pengamatan drone ke dalam sistem *Command and Control* (C2). Untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas dan efisiensi penggunaan drone, penelitian ini menggunakan *Fishbone Analysis*.

Tabel 8. Analisis *Fishbone* Efektivitas dan Efisiensi Penggunaan Drone

Faktor	Temuan Hasil Wawancara	Dampak terhadap Strategi Penggunaan Drone
<i>Man</i>	Kompetensi operator cukup baik namun belum merata	Efektivitas interpretasi data masih tergantung pada kemampuan individu
<i>Machine</i>	<i>Endurance</i> baterai dan sensor masih terbatas.	Pengawasan belum dapat dilakukan secara kontinu
<i>Organization</i>	Integrasi hasil pengamatan drone dengan sistem C2 belum optimal	Pengambilan keputusan belum sepenuhnya <i>real time</i>
<i>Enviroment</i>	Medan hutan tropis, cuaca, kabut dan sungai	Efektivitas penerbangan dipegaruhi kondisi alam
<i>Metohd</i>	Belum seluruh operasi menggunakan pola ISR berbasis drone	Efisiensi patroli belum maksimal

Sumber: diolah oleh peneliti

Berdasarkan Tabel 8, efektivitas dan efisiensi penggunaan drone dipengaruhi oleh lima faktor utama, yaitu *Man*, *Method*, *Machine*, *Organization*, dan *Environment*. Kelima faktor tersebut saling berkaitan sehingga kelemahan pada satu faktor akan memengaruhi keberhasilan operasi secara keseluruhan.

1. Faktor *Man* (Sumber Daya Manusia). Kompetensi operator menjadi faktor utama dalam menentukan keberhasilan penggunaan drone. Meskipun operator telah mampu mengoperasikan drone, kemampuan analisis citra dan pemanfaatan data intelijen belum merata. Kondisi ini menyebabkan efektivitas pengawasan masih bergantung pada kemampuan individu. Oleh karena itu, peningkatan kompetensi melalui pendidikan dan pelatihan menjadi kebutuhan utama.
2. Faktor *Method* (Metode) Belum adanya SOP dan prosedur operasi yang terintegrasi menyebabkan penggunaan drone belum seragam di setiap sektor operasi. Akibatnya, informasi yang diperoleh belum dimanfaatkan secara optimal dalam proses perencanaan maupun pengambilan keputusan. Penyusunan SOP menjadi langkah penting untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasi.
3. Faktor *Machine* (Teknologi) Keterbatasan daya tahan baterai, jangkauan komunikasi, dan kemampuan sensor menjadi faktor yang paling memengaruhi efektivitas operasional. Kondisi tersebut membatasi cakupan dan durasi pengawasan, terutama pada wilayah perbatasan yang luas. Oleh karena itu, modernisasi platform drone diperlukan untuk meningkatkan kemampuan operasi.
4. Faktor *Organization* (Organisasi) Hasil pengamatan drone belum terintegrasi secara optimal dengan sistem C2. Dampaknya, distribusi informasi dan pengambilan keputusan belum berlangsung secara cepat dan terpadu. Penguatan integrasi organisasi diperlukan agar informasi drone dapat dimanfaatkan secara maksimal.
5. Faktor *Environment* (Lingkungan Operasi). Kondisi geografis Kalimantan Barat yang didominasi hutan tropis, sungai, perbukitan, serta cuaca yang berubah cepat menjadi tantangan dalam pengoperasian drone. Oleh karena itu, penggunaan drone perlu didasarkan pada prioritas intelijen agar setiap penerbangan memberikan hasil yang optimal.

Hasil *Fishbone Analysis* menunjukkan bahwa faktor *Machine* dan *Environment* paling memengaruhi efektivitas pengawasan, sedangkan faktor *Method* dan *Organization* lebih berpengaruh terhadap efisiensi pelaksanaan operasi. Faktor *Man* menjadi unsur kunci yang menghubungkan seluruh faktor tersebut. Dengan demikian, optimalisasi penggunaan drone harus dilakukan melalui peningkatan kompetensi personel, penyusunan SOP, modernisasi teknologi, penguatan sistem *Command and Control* (C2), serta penyesuaian strategi operasi dengan karakteristik wilayah perbatasan. Setelah akar permasalahan diidentifikasi melalui *Fishbone Analysis*, dilakukan analisis SWOT untuk menentukan Efektivitas dan Efisiensi penggunaan drone dalam mendukung operasi pengamanan perbatasan.

Tabel 9. Analisis SWOT Efektivitas dan Efisiensi Penggunaan Drone

		INTERNAL	
		<i>Strengths</i>	<i>Weaknesses</i>
		1. Mempercepat deteksi dini 2. Mengurangi resiko personel 3. Memperluas cakupan pengawasan 4. Meningkatkan kualitas ISR	1. Jumlah drone terbatas 2. Ketahanan baterai terbatas 3. perator belum merata 4. Integrasi dengan sistem C2 belum optimal.
EKSTERNAL	<i>Opportunities</i> 1. Modernisasi pertahanan 2. AI dan Big Data	KUADRAN 3 STRATEGI TURN AROUND	KUADRAN 1 STRATEGI PROGRESIF

	3. Industri drone nasional 4. Dukungan kebijakan pemerintah	<i>Menciptakan strategi yang meminimalisir kelemahan dan menghindari ancaman</i>	<i>Mengembangkan strategi yang memanfaatkan kekuatan untuk mengoptimalkan peluang</i>
	Threats 1. Cuaca ekstrem 2. Gangguan komunikasi 3. Medan hutan tropis 4. Ancaman lintas batas semakin adaptif	KUADRAN 4 STRATEGI DEFENSIF <i>Mengembangkan strategi yang menggunakan kekuatan untuk mengatasi ancaman</i>	KUADRAN 2 STRATEGI DIVERSIFIKASI <i>Mengembangkan strategi yang memanfaatkan peluang untuk mengatasi kelemahan</i>

Sumber: diolah oleh peneliti

Berdasarkan hasil analisis SWOT, penggunaan drone dalam operasi pengamanan perbatasan memiliki kekuatan yang cukup dominan dibandingkan kelemahannya. Kekuatan utama terletak pada kemampuan drone dalam menyediakan informasi secara real-time, memperluas jangkauan pengawasan, meningkatkan situational awareness, serta mendukung fungsi Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (ISR) secara lebih efektif. Kemampuan tersebut memungkinkan satuan memperoleh gambaran situasi medan secara cepat dan akurat sehingga dapat meningkatkan kualitas perencanaan, pelaksanaan, dan pengambilan keputusan operasi. Selain itu, penggunaan drone mampu menjangkau wilayah yang sulit diakses oleh patroli darat, seperti kawasan hutan lebat, perbukitan, dan jalur perlintasan tidak resmi (jalur tikus). Kondisi ini memberikan nilai tambah dalam mendukung deteksi dini terhadap aktivitas ilegal lintas batas sekaligus mengurangi risiko yang dihadapi personel di lapangan. Dengan demikian, drone berperan sebagai *force multiplier* yang meningkatkan efektivitas pengawasan tanpa harus menambah jumlah personel secara signifikan.

Di sisi lain, hasil penelitian menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa kelemahan yang memengaruhi optimalisasi penggunaan drone. Kelemahan tersebut meliputi keterbatasan jumlah drone yang tersedia, kemampuan teknis platform yang masih dipengaruhi oleh daya tahan baterai dan jangkauan komunikasi, serta kompetensi operator yang belum merata pada seluruh sektor operasi. Selain itu, belum tersusunnya SOP yang baku dan belum optimalnya integrasi dengan sistem C2 menyebabkan informasi hasil pengamatan belum sepenuhnya dimanfaatkan dalam proses pengambilan keputusan secara terpadu. Dari aspek eksternal, terdapat berbagai peluang yang dapat mendukung pengembangan penggunaan drone. Program modernisasi pertahanan yang sedang dilaksanakan pemerintah, perkembangan industri pertahanan nasional, serta kemajuan teknologi seperti AI, GIS, dan sistem analisis data berbasis digital membuka peluang untuk meningkatkan kemampuan pengawasan perbatasan secara lebih efektif dan efisien. Dukungan kebijakan pemerintah terhadap penggunaan teknologi pertahanan modern juga menjadi faktor yang memperkuat peluang pengembangan drone di masa mendatang.

Namun demikian, peluang tersebut juga dihadapkan pada sejumlah ancaman. Karakteristik wilayah perbatasan Kalimantan Barat yang didominasi hutan tropis, sungai, dan perbukitan dapat membatasi efektivitas pengoperasian drone. Selain itu, kondisi cuaca yang tidak menentu, potensi gangguan komunikasi dan navigasi, serta semakin berkembangnya pola ancaman lintas batas menjadi tantangan yang harus diantisipasi. Ancaman tersebut menuntut adanya peningkatan kemampuan teknologi dan adaptasi strategi operasi agar penggunaan drone tetap efektif dalam berbagai kondisi. Secara keseluruhan, hasil analisis SWOT menunjukkan bahwa penggunaan drone memiliki kekuatan internal dan peluang eksternal yang lebih besar dibandingkan kelemahan dan ancaman yang dihadapi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa strategi pengembangan penggunaan drone perlu diarahkan pada pemanfaatan seluruh kekuatan yang dimiliki untuk menangkap peluang yang tersedia, melalui

peningkatan kapasitas sumber daya manusia, penyempurnaan doktrin dan SOP, modernisasi teknologi, serta integrasi drone ke dalam sistem C2 sebagai bagian dari sistem operasi pengamanan perbatasan yang terpadu.

Tabel 10. Matriks IFAS (*Internal Factors Analysis Summary*) Efektivitas Penggunaan Drone

Faktor Internal	Bobot	Rating	Skor
Kekuatan (<i>Strengths</i>)			
1. Efektivitas ISR meningkat	0,18	4	0,72
2. Pengawasan lebih luas	0,15	4	0,60
3. Resiko personel menurun	0,12	4	0,48
4. Efisiensi Patroli	0,10	3	0,30
Sub Jumlah	0,55		1,95
Kelemahan (<i>Weaknesses</i>)			
1. <i>Endurance</i> terbatas	0,15	- 2	- 0,30
2. Jumlah drone terbatas	0,12	- 2	- 0,24
3. Integrasi C2	0,10	- 2	- 0,20
4. Kompetensi operator belum optimal	0,08	-2	- 0,16
Sub Jumlah	0,45		- 0,89
Jumlah Total	1,00		1,20

Sumber: diolah oleh peneliti

Tabel 11. Matriks EFAS (*External Factors Analysis Summary*) Efektivitas Penggunaan Drone

Faktor Eksternal	Bobot	Rating	Skor
Peluang (<i>Opportunities</i>)			
1. Modernisasi TNI	0,18	4	0,72
2. AI	0,15	3	0,45
3. Industri Drone	0,14	3	0,42
4. Dukungan Pemerintah	0,10	3	0,30
Sub jumlah	0,57		1,89
Ancaman (<i>Threats</i>)			
1. Cuaca yang ekstrem	0,15	- 2	- 0,30
2. Gangguan komunikasi	0,10	- 2	- 0,20
3. Medan yang sulit	0,10	- 2	- 0,20
4. Ancaman yang berkembang	0,08	-2	0,16
Sub Jumlah	0,43		- 0,86
Jumlah Total	1,00		1,03

Sumber: diolah oleh peneliti

Semua bobot tersebut jumlahnya tidak melebihi dari skor total = 1,00. Faktor-faktor diberi bobot didasarkan pada dampak strategis. Rating digunakan untuk menunjukkan kondisi saat ini.

4 = sangat berpengaruh.

3 = berpengaruh.

2 = kurang/cukup berpengaruh.

1 = tidak berpengaruh

-4 = sangat berpengaruh.

-3 = berpengaruh.

-2 = kurang/cukup berpengaruh.

-1 = tidak berpengaruh

Tabel 12. Matriks SFAS (*Strategic Factors Analysis Summary*) Efektivitas Penggunaan Drone

Faktor Strategis Utama	Kategori	Bobot	Rating	Skor
1. Kemampuan drone dalam melaksanakan <i>Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance</i> (ISR) secara real-time	<i>Strength</i>	0,16	4	0,60
2. Drone mampu meningkatkan <i>situational awareness</i> dan efektivitas deteksi dini di wilayah perbatasan	<i>Strength</i>	0,14	4	0,56
3. Drone memperluas jangkauan pengawasan pada wilayah sulit dijangkau	<i>Strength</i>	0,13	4	0,52

4. Program modernisasi pertahanan mendukung pengembangan penggunaan drone	<i>Opportunity</i>	0,12	4	0,48
5. Perkembangan teknologi AI dan industri drone nasional	<i>Opportunity</i>	0,10	3	0,30
6. Keterbatasan endurance, sensor, dan jangkauan komunikasi pengamanan perbatasan	<i>Weakness</i>	0,12	2	0,24
7. Integrasi drone dengan sistem C2 belum optimal	<i>Weakness</i>	0,11	2	0,22
8. Kondisi geografis dan cuaca ekstrem memengaruhi efektivitas operasi	<i>Threat</i>	0,12	2	0,24
TOTAL		1,00		3,20

Sumber: diolah oleh peneliti

Berdasarkan Tabel 12 diperoleh total skor Strategic Factors Analysis Summary (SFAS) sebesar 3,20. Nilai tersebut menunjukkan bahwa efektivitas penggunaan drone dalam operasi pengamanan perbatasan memiliki posisi strategis yang kuat karena didukung oleh kekuatan internal dan peluang eksternal yang lebih dominan dibandingkan kelemahan serta ancaman yang dihadapi. Dengan skor di atas 3,00, penggunaan drone memiliki prospek yang baik untuk terus dikembangkan sebagai bagian dari sistem pengawasan perbatasan. Faktor strategis dengan skor tertinggi adalah kemampuan drone melaksanakan fungsi Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (ISR) secara real-time dengan skor 0,64. Temuan ini menunjukkan bahwa keunggulan utama drone terletak pada kemampuannya menyediakan informasi yang cepat, akurat, dan berkelanjutan sehingga meningkatkan kualitas situational awareness serta mendukung pengambilan keputusan secara lebih tepat.

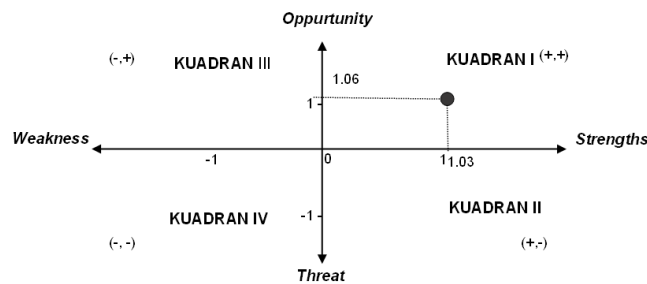
Faktor strategis berikutnya adalah kemampuan drone dalam meningkatkan akurasi deteksi dini (0,56) dan memperluas cakupan pengawasan pada wilayah yang sulit dijangkau (0,52). Kedua faktor tersebut membuktikan bahwa penggunaan drone mampu meningkatkan efektivitas operasi tanpa harus meningkatkan intensitas patroli darat secara signifikan. Dengan demikian, drone tidak hanya meningkatkan efektivitas pengawasan tetapi juga memberikan efisiensi penggunaan personel dan waktu operasi. Dari sisi eksternal, program modernisasi pertahanan dan perkembangan teknologi drone nasional menjadi peluang strategis yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kemampuan operasi di masa mendatang. Sebaliknya, keterbatasan kemampuan teknis drone, belum optimalnya integrasi dengan sistem Command and Control (C2), serta karakteristik geografis wilayah perbatasan masih menjadi faktor yang menghambat optimalisasi penggunaan drone. Secara keseluruhan, hasil SFAS menunjukkan bahwa strategi pengembangan penggunaan drone perlu difokuskan pada penguatan faktor-faktor yang memiliki pengaruh terbesar terhadap efektivitas operasi, yaitu peningkatan kemampuan ISR, modernisasi teknologi, peningkatan kompetensi operator, serta integrasi sistem komando dan kendali.

Tabel 13. Analisis Matriks Kuadran Efektivitas Penggunaan Drone

IFAS		EFAS	
Total Skor Kekuatan (S)	1,95	Total Skor peluang (O)	1,89
Total Skor Kelemahan (W)	-0,89	Total Skor Ancaman (T)	-0,86
<i>Strength Posture (S - W)</i>		<i>Competitive Posture (O - T)</i>	
(1,95 - 0,89)	1,06	(1,89 - 0,86)	1,03

Sumber: diolah oleh peneliti

Berdasarkan perhitungan kumulatif nilai dari variabel faktor internal maupun faktor eksternal yang telah dihitung, yaitu hasil dari *strength posture* dan *competitive posture*, maka dapat ditentukan posisi dalam kuadran SWOT, sebagai berikut:



Gambar 5. Matriks Posisi SWOT Efektivitas Penggunaan Drone

Sumber: diolah oleh peneliti

Berdasarkan Tabel 13, hasil analisis IFAS menunjukkan total skor kekuatan (*Strengths*) sebesar 1,95 dan kelemahan (*Weaknesses*) sebesar 0,89, sehingga diperoleh nilai *Strength Posture* (S–W) sebesar 1,06. Nilai tersebut menunjukkan bahwa efektivitas penggunaan drone lebih didukung oleh kekuatan internal dibandingkan kelemahan yang masih dihadapi. Kekuatan tersebut tercermin pada meningkatnya kemampuan ISR, perluasan cakupan pengawasan, penurunan risiko terhadap personel, serta meningkatnya efisiensi patroli. Sebaliknya, efektivitas penggunaan drone masih dipengaruhi oleh keterbatasan daya tahan terbang, jumlah drone yang belum memadai, kompetensi operator yang belum merata, serta belum optimalnya integrasi dengan sistem C2. Pada faktor eksternal, hasil analisis EFAS menunjukkan total skor peluang (*Opportunities*) sebesar 1,89 dan ancaman (*Threats*) sebesar 0,86, sehingga menghasilkan nilai *Competitive Posture* (O–T) sebesar 1,03. Nilai tersebut menunjukkan bahwa peluang pengembangan penggunaan drone masih lebih besar dibandingkan ancaman yang dihadapi. Peluang tersebut didukung oleh kebijakan modernisasi TNI, perkembangan AI, industri drone nasional, serta dukungan pemerintah terhadap modernisasi teknologi pertahanan. Sementara itu, ancaman utama berasal dari kondisi cuaca, gangguan komunikasi, karakteristik medan perbatasan, dan dinamika ancaman lintas batas yang dapat memengaruhi kinerja drone selama operasi.

Hasil perhitungan menempatkan efektivitas penggunaan drone pada koordinat (1,06; 1,03) atau Kuadran I (*Strength–Opportunity*). Posisi ini menunjukkan bahwa organisasi memiliki kekuatan internal yang mampu memanfaatkan peluang eksternal untuk meningkatkan efektivitas operasi pengamanan perbatasan. Dengan demikian, strategi yang tepat adalah Strategi SO (*Growth Strategy*), yaitu mengoptimalkan seluruh kekuatan yang dimiliki untuk memanfaatkan peluang yang tersedia. Hasil analisis Matriks Kuadran yang menempatkan efektivitas penggunaan drone pada Kuadran I (*Strength–Opportunity*) menunjukkan bahwa organisasi memiliki kekuatan internal yang mampu memanfaatkan peluang eksternal untuk meningkatkan efektivitas operasi pengamanan perbatasan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa arah pengembangan penggunaan drone perlu difokuskan pada strategi pertumbuhan (*growth strategy*) melalui optimalisasi kemampuan yang telah dimiliki.

1. Penguatan fungsi ISR dengan mengintegrasikan penggunaan drone pada seluruh tahapan operasi sehingga informasi yang diperoleh dapat mendukung pengambilan keputusan secara cepat, akurat, dan tepat sasaran.
2. Peningkatan kompetensi sumber daya manusia melalui pendidikan, pelatihan, dan sertifikasi operator secara berkelanjutan agar kemampuan pengoperasian drone sejalan dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan operasi.
3. Modernisasi teknologi drone melalui peningkatan daya tahan terbang, kemampuan sensor, sistem komunikasi, serta pemanfaatan AI untuk meningkatkan kualitas pengawasan dan efektivitas deteksi dini di wilayah perbatasan.

4. Penguatan integrasi drone dengan sistem C2 sehingga informasi hasil pengamatan dapat didistribusikan secara real-time dan dimanfaatkan secara optimal dalam proses komando dan pengendalian operasi.
5. Penyempurnaan doktrin, konsep operasi, dan SOP sebagai pedoman penggunaan drone yang terstandar, terpadu, dan adaptif terhadap dinamika ancaman di wilayah perbatasan.

KESIMPULAN

Peningkatan Efektivitas Operasi Pengamanan

Pemanfaatan drone dapat meningkatkan efektivitas operasi pengamanan melalui kemampuan memberikan gambaran situasi wilayah secara lebih cepat, luas, dan fleksibel. Drone memungkinkan satuan memperoleh informasi mengenai kondisi daerah yang sulit dijangkau oleh patroli darat sehingga komandan memiliki dasar yang lebih baik dalam menentukan sektor yang perlu diawasi, diperkuat, maupun ditindaklanjuti. Dengan demikian, pola pengamanan tidak hanya mengandalkan keberadaan personel di lapangan, tetapi dapat dikembangkan menjadi pola pengamanan yang berbasis informasi dan kondisi aktual. Keberadaan drone juga dapat meningkatkan kemampuan deteksi dini karena perubahan situasi di wilayah perbatasan dapat diketahui sebelum berkembang menjadi permasalahan yang lebih besar. Informasi hasil pengamatan dapat digunakan untuk memberikan peringatan kepada unsur yang berada di lapangan, menentukan arah pergerakan pasukan, serta menyesuaikan pola patroli berdasarkan tingkat kerawanan. Oleh karena itu, efektivitas drone tidak semata-mata ditentukan oleh kemampuan terbang atau kualitas kameranya, tetapi oleh kemampuan satuan mengubah hasil pengamatan tersebut menjadi informasi yang dapat digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Dengan demikian, penggunaan drone berpotensi mengubah pengamanan perbatasan dari pola yang lebih bersifat reaktif menjadi pola yang lebih antisipatif. Satuan tidak harus menunggu terjadinya suatu kejadian untuk kemudian melakukan tindakan, tetapi dapat menggunakan informasi dari udara sebagai dasar untuk mengantisipasi kemungkinan ancaman dan mengarahkan kekuatan secara lebih tepat.

Efisien Sumber Daya dan Logistik

Dari aspek efisiensi, pemanfaatan drone dapat membantu satuan mengoptimalkan penggunaan personel, waktu, bahan bakar, serta dukungan logistik. Tidak seluruh wilayah yang memiliki potensi kerawanan harus selalu diawasi melalui patroli fisik. Sebagian kegiatan pemantauan dapat dilakukan terlebih dahulu menggunakan drone sehingga patroli darat dapat diarahkan pada wilayah atau sasaran yang benar-benar membutuhkan pemeriksaan secara langsung. Pola tersebut memungkinkan penggunaan personel menjadi lebih terukur dan mengurangi kegiatan yang kurang memberikan hasil operasional. Efisiensi tersebut juga berkaitan dengan pengurangan beban pergerakan personel pada medan yang berat dan sulit. Dengan memanfaatkan pengawasan dari udara sebagai pelengkap patroli darat, satuan dapat menentukan kebutuhan pengerahan pasukan berdasarkan informasi yang lebih jelas. Hal ini dapat mengurangi penggunaan waktu dan energi untuk melakukan pemeriksaan terhadap wilayah yang tidak memiliki indikasi ancaman, sekaligus memungkinkan dukungan logistik diprioritaskan kepada kegiatan yang memiliki nilai operasional lebih tinggi. Namun demikian, efisiensi tidak berarti menghilangkan kebutuhan terhadap patroli dan personel. Drone tetap membutuhkan operator yang kompeten, baterai, perangkat kendali, komunikasi, pemeliharaan, suku cadang, serta dukungan teknis lainnya. Oleh karena itu, efisiensi yang sebenarnya dicapai bukan dengan menggantikan seluruh metode konvensional, melainkan dengan mengombinasikan kemampuan drone dan kemampuan personel sehingga masing-masing digunakan pada kondisi yang paling sesuai. Pendekatan tersebut dapat menghasilkan

penggunaan sumber daya yang lebih rasional sekaligus mempertahankan kemampuan satuan dalam menghadapi berbagai kondisi lapangan.

Implikasi Strategis terhadap Pertahanan Nasional

Pada tingkat strategis, pemanfaatan drone dalam pengamanan perbatasan memiliki implikasi yang lebih luas terhadap kemampuan negara dalam menjaga kedaulatan dan keutuhan wilayah. Pengawasan perbatasan yang mampu memberikan informasi secara cepat dan berkelanjutan akan meningkatkan kemampuan negara dalam mengetahui kondisi wilayahnya sendiri, terutama pada daerah yang secara geografis sulit diawasi secara konvensional. Hal tersebut penting karena penguasaan dan pengawasan wilayah perbatasan tidak hanya berkaitan dengan penanganan pelanggaran yang telah terjadi, tetapi juga kemampuan negara menunjukkan kehadiran dan kontrol terhadap wilayah kedaulatannya. Pemanfaatan drone juga dapat menjadi bagian dari proses modernisasi sistem pertahanan dengan mengintegrasikan unsur manusia, teknologi, informasi, komunikasi, dan komando dalam satu mekanisme operasi. Dalam jangka panjang, kemampuan tersebut dapat mendorong perubahan pola pengamanan perbatasan menuju sistem yang lebih terukur, responsif, dan berbasis data. Informasi yang diperoleh dari drone dapat menjadi salah satu sumber dalam membangun gambaran situasi wilayah yang lebih komprehensif dan mendukung koordinasi antara unsur-unsur yang memiliki kepentingan dalam pengamanan perbatasan. Dengan demikian, pengembangan kemampuan drone seharusnya tidak dipandang hanya sebagai pengadaan alat utama atau penambahan teknologi pada satuan. Pengembangannya perlu diarahkan sebagai pembangunan kapabilitas pertahanan, yang mencakup kesiapan personel, sistem komando dan kendali, jaringan komunikasi, dukungan logistik, prosedur operasi, pemeliharaan, serta kemampuan pengolahan informasi. Apabila seluruh komponen tersebut dibangun secara terpadu, drone dapat berfungsi sebagai pengganda kekuatan yang membantu negara meningkatkan kemampuan pengawasan wilayah tanpa selalu bergantung pada penambahan jumlah personel secara besar. Secara keseluruhan, pemanfaatan drone memberikan peluang untuk meningkatkan efektivitas pengamanan sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan memperkuat kemampuan pertahanan nasional. Nilai strategis drone pada akhirnya tidak terletak pada teknologinya semata, tetapi pada kemampuan negara dan satuan untuk mengintegrasikan teknologi tersebut ke dalam konsep operasi, sistem komando, sumber daya manusia, serta kebijakan pertahanan yang berkelanjutan.

Saran

1. Pemerintah dan Kementerian Pertahanan. Pemerintah perlu memberikan dukungan kebijakan yang lebih kuat terhadap pemanfaatan drone sebagai bagian dari modernisasi sistem pengamanan perbatasan. Pengembangan kemampuan drone perlu ditempatkan dalam perencanaan pembangunan kekuatan pertahanan secara berkelanjutan, disertai dukungan anggaran yang memadai untuk pengadaan, pemeliharaan, peningkatan kemampuan, serta pengembangan sistem pendukungnya. Selain itu, perlu disusun regulasi dan kebijakan yang memberikan kejelasan mengenai penggunaan drone dalam operasi pengamanan perbatasan, khususnya terkait interoperabilitas dengan sistem C4ISR, sistem komunikasi, pengelolaan data, dan mekanisme koordinasi antarlembaga. Kebijakan tersebut diperlukan agar pemanfaatan drone tidak berkembang secara parsial pada masing-masing satuan, tetapi menjadi bagian dari sistem pengawasan perbatasan nasional yang terpadu.
2. Bagi TNI. TNI perlu meningkatkan pemanfaatan drone sebagai bagian dari kemampuan operasional dalam pelaksanaan pengamanan perbatasan. Penggunaan drone perlu

diintegrasikan dengan patroli darat sehingga kemampuan pengawasan udara dan kemampuan personel di lapangan saling melengkapi. Pola tersebut akan memberikan keuntungan dalam memperluas cakupan pengawasan, meningkatkan kemampuan deteksi dini, serta mempercepat respons terhadap potensi ancaman. TNI juga perlu meningkatkan kualitas sumber daya manusia melalui pendidikan dan latihan yang berkelanjutan bagi operator drone, termasuk kemampuan pengoperasian, pemeliharaan, pengamatan, analisis hasil penginderaan, serta penyampaian informasi kepada unsur komando. Sejalan dengan itu, diperlukan penyempurnaan doktrin, taktik, teknik, dan prosedur penggunaan drone agar kemampuan tersebut dapat dilaksanakan secara seragam dan terukur pada satuan yang melaksanakan tugas pengamanan perbatasan.

3. Bagi Industri Pertahanan Nasional. Industri pertahanan nasional perlu meningkatkan kemampuan dalam mengembangkan dan memproduksi drone yang sesuai dengan kebutuhan operasional TNI, khususnya untuk menghadapi karakteristik wilayah perbatasan yang luas, berhutan, berbukit, dan memiliki keterbatasan infrastruktur. Pengembangan tidak hanya diarahkan pada produk drone, tetapi juga mencakup sensor, sistem komunikasi, perangkat kendali, perangkat pengolahan data, serta komponen pendukung lainnya. Industri pertahanan juga perlu memperkuat kemampuan *maintenance, repair, and overhaul* (MRO) serta menjamin ketersediaan suku cadang dan dukungan teknis selama masa penggunaan. Kerja sama antara industri pertahanan, TNI, perguruan tinggi, dan lembaga penelitian perlu diperkuat untuk menghasilkan teknologi drone yang semakin sesuai dengan kebutuhan operasi serta mengurangi ketergantungan terhadap teknologi dan komponen dari luar negeri.
4. Bagi Akademisi dan Penelitian Lanjutan. Akademisi dan peneliti selanjutnya perlu mengembangkan penelitian mengenai pemanfaatan drone dengan cakupan yang lebih luas dan pendekatan yang lebih terukur. Penelitian lanjutan dapat diarahkan untuk membandingkan efektivitas patroli konvensional dengan patroli berbasis drone berdasarkan indikator seperti luas cakupan pengawasan, waktu deteksi, kecepatan respons, penggunaan personel, serta biaya operasional. Selain itu, penelitian dapat dikembangkan pada aspek keamanan dan ketahanan sistem drone, khususnya terhadap gangguan komunikasi, ancaman siber, serta teknologi counter-drone. Kajian juga dapat diarahkan pada pemanfaatan drone untuk mendukung pemantauan lingkungan, mitigasi bencana, dan pengawasan sumber daya alam di kawasan perbatasan sehingga manfaat teknologi tersebut tidak hanya terbatas pada kepentingan pertahanan dan keamanan.
5. Bagi Pemerintah Daerah dan Masyarakat Perbatasan. Pemerintah daerah perlu memberikan dukungan terhadap pelaksanaan pengamanan perbatasan berbasis teknologi melalui koordinasi yang erat dengan TNI dan instansi terkait. Dukungan tersebut dapat berupa penyediaan atau fasilitasi infrastruktur yang diperlukan untuk mendukung pengoperasian drone, terutama jaringan komunikasi dan fasilitas pendukung di wilayah yang sulit dijangkau. Masyarakat perbatasan juga perlu dilibatkan sebagai bagian dari sistem pengamanan wilayah melalui peningkatan kesadaran dan partisipasi dalam menjaga keamanan lingkungan. Masyarakat diharapkan dapat menjadi mitra strategis aparat dalam memberikan informasi mengenai aktivitas atau kondisi yang berpotensi mengganggu keamanan wilayah perbatasan. Dengan demikian, penggunaan drone dapat diperkuat oleh partisipasi masyarakat sehingga pengamanan perbatasan tidak hanya mengandalkan kemampuan teknologi dan kekuatan aparat, tetapi juga didukung oleh kesadaran masyarakat sebagai bagian dari sistem pertahanan negara.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreas, Peter, dan Ethan Nadelmann. 2006. *Policing the Globe: Criminalization and Crime Control in International Relations*. New York: Oxford University Press.
- Anwar. 2020. "Optimalisasi Penggunaan Drone dalam Mendukung Operasi Pengamanan." *Jurnal Pertahanan*.
- Austin, Reg. 2010. *Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment*. Chichester: Wiley.
- Badan Informasi Geospasial. 2021. *Laporan Analisis Interferensi GNSS di Kawasan Hutan Kalimantan*. Bogor: Badan Informasi Geospasial.
- Badan Informasi Geospasial. 2023. *Atlas Nasional Indonesia: Kalimantan Barat*. Bogor: Badan Informasi Geospasial.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. 2023. *Data Iklim Kalimantan Barat Tahun 2023*. Jakarta: BMKG.
- Biddle, Stephen. 2004. *Military Power: Explaining Victory and Defeat in Modern Battle*. Princeton: Princeton University Press.
- Braun, Virginia, dan Victoria Clarke. 2021. *Thematic Analysis: A Practical Guide*. London: SAGE Publications.
- Creswell, John W., dan Cheryl N. Poth. 2018. *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. 4th ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Daft, R. L. (2007). *Organization Theory and Design* (10th ed.). Cengage Learning. Diakses dari: https://openlibrary.org/books/OL23870200M/Organization_Theory_and_Design
- Federal Aviation Administration. 2022. *Unmanned Aircraft Systems (UAS) Regulations*. Washington, D.C.: Federal Aviation Administration.
- Freedman, Lawrence. 2013. *Strategy: A History*. Oxford: Oxford University Press.
- Gray, C. S. (1999). *Modern Strategy*. Diakses dari: <https://www.thefreelibrary.com/Modern+Strategy.-a074522177>
- Hidayat, dkk. 2025. "Pengembangan UAV Fixed-Wing." *Jurnal Inovasi Teknologi Pertahanan*.
- International Centre for Defence and Security (ICDS). (2022). *C4ISR Challenges in DRONE Deployment for Border Security*. Tallinn: ICDS Report Series. Diakses dari: <https://icds.ee>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2022. *Status Hutan Indonesia 2022*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Kementerian Pertahanan Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Menteri Pertahanan Nomor 11 Tahun 2021 tentang Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Diakses dari: <https://peraturan.bpk.go.id>
- Kementerian Pertahanan Republik Indonesia. 2015. *Buku Putih Pertahanan Indonesia 2015*. Jakarta: Kementerian Pertahanan Republik Indonesia.
- Kementerian Pertahanan Republik Indonesia. 2020. *Kebijakan/Doktrin Pertahanan Negara*. Jakarta: Kementerian Pertahanan Republik Indonesia.
- Kementerian Pertahanan Republik Indonesia. 2020. *Peraturan Menteri Pertahanan Republik Indonesia tentang Penggunaan Wahana Udara Nirawak (UAV) dalam Lingkup Pertahanan*. Jakarta: Kementerian Pertahanan Republik Indonesia.
- Korem 121/Abw. 2023. *Laporan Evaluasi Satgas Pamtas RI-Malaysia Tahun 2023*. Sintang: Korem 121/Abw.
- Lincoln, Yvonna S., dan Egon G. Guba. 1985. *Naturalistic Inquiry*. Beverly Hills, CA: SAGE Publications.
- Mearsheimer, John J. 2001. *The Tragedy of Great Power Politics*. New York: W. W. Norton & Company.

- Millett, Allan R., Williamson Murray, dan Kenneth H. Watman. 2010. *Military Effectiveness*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Moleong, Lexy J. 2020. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Morgenthau, Hans J. 1948. *Politics Among Nations: The Struggle for Power and Peace*. New York: Alfred A. Knopf.
- North Atlantic Treaty Organization. 2019. *Allied Joint Doctrine for Recovery Operations (AJP-3.7)*. Brussels: NATO Standardization Office.
- Oktarina, dan Prakoso. 2021. "Peran UAV dalam Mendukung Pengamanan Perbatasan." *Jurnal Keamanan Nasional*.
- Pusat Intelijen Angkatan Darat. 2022. *Laporan Evaluasi Penggunaan UAV Satgas Pamtas*. Jakarta: Pusat Intelijen Angkatan Darat.
- Rahmadani, dan Yusuf. 2022. "Efektivitas Drone dalam Mendukung Pengawasan Wilayah Perbatasan." *Jurnal Teknologi Pertahanan*.
- Rahmawati. 2022. "Interoperabilitas Teknologi Pengawasan dalam Mendukung Keamanan Nasional." *Jurnal Keamanan Nasional*.
- Republik Indonesia. 2002. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara*. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2004. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2004 tentang Tentara Nasional Indonesia*. Jakarta.
- Rosyida. 2024. "Pemanfaatan Drone dalam Mendukung Pengawasan Wilayah Maritim." *Jurnal Strategi Maritim*.
- Singh, R., & Chatterjee, A. (2018). "Night Surveillance Enhancement through DRONE-based Thermal Imaging." *Journal of Defence Technology*, 14(2), 117–130. Diakses dari: <https://doi.org/10.1016/j.deftec.2018.03.005>
- Spires, David N. 1997. *Beyond Horizons: A Half Century of Air Force Space Leadership*. Washington, D.C.: Air Force Space Command.
- Sugiyono. 2022. *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Supriyadi, dan Kurniawan. 2020. "Integrasi Teknologi Pengawasan dalam Mendukung Operasi Keamanan." *Jurnal Ilmu Pertahanan*.
- U.S. Department of Defense. (2021). *Unmanned Systems Integrated Roadmap 2020–2040*. Washington, D.C.: DoD. Diakses dari: <https://www.defense.gov/publications>.
- Valavanis, Kimon P., ed. 2007. *Advances in Unmanned Aerial Vehicles: State of the Art and the Road to Autonomy*. Dordrecht: Springer.
- Yin, Robert K. 2017. *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. 6th ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.