

Transformasi Digital Pengolahan Data Topografi untuk Meningkatkan Interoperabilitas dan Efektivitas Dukungan Operasional TNI AD

Digital Transformation of Topographic Data Processing to Enhance Interoperability and Operational Effectiveness in the Indonesian Army

Alit Sugeng Riyadi^{1*}

¹Universitas Pertahanan Republik Indonesia

Email korespondensi: alitriyadi@unhan.ac.id

Abstract

The development of information technology in the era of the Industrial Revolution 4.0 and Society 5.0 requires the Indonesian Army to carry out digital transformation in topographic data management to enhance interoperability and the effectiveness of operational support. The Directorate of Topography of the Indonesian Army (Dittopad) faces several challenges, including limited human resource competence, inadequate technological infrastructure, insufficient data integration among units, and growing cybersecurity threats. This study employs a descriptive qualitative approach using in-depth interviews, document analysis, and online surveys, supported by SWOT, GAP, and Fishbone Diagram analyses. The findings reveal a significant gap between the current and ideal conditions, particularly in data standardization, system integration, and real-time data acquisition. Based on these findings, the research formulates a five-year roadmap (2025–2030) encompassing the modernization of UAV, LiDAR, and military GIS equipment; enhancement of human resource competence; cross-unit integration aligned with the One Map Policy; and the strengthening of cybersecurity systems. The implementation of this strategy is expected to establish an adaptive, secure, and integrated military geospatial information system, thereby improving the operational readiness and effectiveness of the Indonesian Army in addressing future challenges and threats.

Keywords: Digital Transformation, Topography, Interoperability, Operational Effectiveness, Indonesian Army.

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi di era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0 menuntut TNI Angkatan Darat untuk melakukan transformasi digital dalam pengelolaan data

topografi guna meningkatkan interoperabilitas dan efektivitas dukungan operasional. Direktorat Topografi TNI Angkatan Darat (Dittopad) menghadapi berbagai tantangan, antara lain keterbatasan kompetensi sumber daya manusia, infrastruktur teknologi yang belum optimal, minimnya integrasi data antar satuan, serta meningkatnya ancaman terhadap keamanan siber. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif melalui wawancara mendalam, studi dokumentasi, dan survei daring, yang kemudian dianalisis menggunakan metode SWOT, GAP analysis, dan Fishbone Diagram. Hasil penelitian menunjukkan adanya kesenjangan yang signifikan antara kondisi aktual dan kondisi ideal, terutama pada aspek standarisasi data, integrasi sistem, serta akuisisi data secara *real-time*. Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini merumuskan peta jalan (roadmap) pengembangan lima tahun (2025–2030) yang meliputi: modernisasi perangkat UAV, LiDAR, dan GIS militer; peningkatan kompetensi sumber daya manusia; integrasi lintas satuan sesuai kebijakan Satu Peta; serta penguatan sistem keamanan siber. Implementasi strategi ini diharapkan dapat mewujudkan sistem informasi geospasial militer yang adaptif, aman, dan terintegrasi, sehingga mampu meningkatkan kesiapan dan efektivitas operasional TNI Angkatan Darat dalam menghadapi dinamika ancaman masa depan.

Kata kunci: Transformasi Digital, Topografi, Interoperabilitas, Efektivitas Operasional, TNI AD.

1. Pendahuluan

Di era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0, transformasi digital telah menjadi keniscayaan bagi berbagai institusi, termasuk militer (Farmer, 2024). Dalam konteks pertahanan, salah satu elemen strategis yang perlu diadaptasi adalah pengelolaan data topografi dan sistem geospasial militer. Teknologi seperti UAV (Unmanned Aerial Vehicles), LiDAR, dan GIS (Geographic Information Systems) saat ini tidak hanya digunakan untuk pemetaan statis, tetapi juga untuk penyediaan data real-time yang mendukung keputusan operasional (Bilodeau, 2018). Integrasi dan interoperabilitas sistem geospasial menjadi sangat penting agar informasi dapat didarkan cepat dan sinkron antar satuan (Bilodeau, 2018; “Digital transformation in defense – warfare reimagined,” 2024).

Direktorat Topografi TNI Angkatan Darat (Dittopad) sebagai lembaga teknis yang bertanggung jawab pada pemetaan dan data topografi militer di Indonesia sudah menunjukkan langkah-langkah awal transformasi digital, termasuk kemitraan strategis dengan perusahaan

penyedia solusi geospasial seperti Esri Indonesia (“Dittopad 4.0,” 2021). Namun, dalam praktiknya, Dittopad menghadapi sejumlah tantangan. Pertama, kompetensi sumber daya manusia masih terbatas dalam hal penguasaan teknologi baru dan kemampuan analisis data geospasial. Kedua, infrastruktur teknologi (perangkat keras, perangkat lunak, jaringan komunikasi) di beberapa satuan belum memadai untuk mendukung pertukaran data secara real-time. Ketiga, integrasi data antar satuan dan lintas wilayah sering tersendat karena perbedaan format, skala, dan struktur data. Keempat, ancaman keamanan siber semakin nyata dan kompleks, mengingat data militari sangat sensitif dan menjadi target potensial (Farooq & Zhu, 2017; Farooq & Zhu, 2018).

Kesenjangan tersebut menunjukkan bahwa kondisi aktual belum mendekati standar ideal yang diharapkan dalam sistem geospasial militer yang adaptif, aman, dan terintegrasi. Misalnya, standarisasi data (format, proyeksi, metadata) masih belum konsisten di seluruh institusi pemerintah, apalagi di lingkungan militer. Integrasi sistem antar satuan juga sering mengalami hambatan karena kurangnya interoperabilitas dan manajemen data yang terpusat. Selain itu, akuisisi data secara *real-time* —yang sangat dibutuhkan dalam konteks intelijen dan dukungan lapangan— masih belum sepenuhnya terimplementasi.

Dalam konteks nasional, kebijakan **Satu Peta (One Map Policy)** yang digagas oleh pemerintah Indonesia menjadi relevan sebagai landasan pengaturan data geospasial di tingkat nasional. Kebijakan ini bertujuan agar semua peta tematik dari berbagai institusi mengikuti satu referensi dasar yang sama—satu sistem referensi spasial, satu standar, satu basis data, dan satu geoportal (Abidin et al., 2021; Shahab, 2017). Dengan adanya kebijakan ini, diharapkan terjadi peningkatan integrasi dan pertukaran data spasial antar instansi. Namun, penerapannya di lapangan masih menemui hambatan berupa overlap data, ketidaksesuaian skala, dan inkonsistensi pembaruan data (“One Map Policy of Indonesia,” 2021; Shahab, 2017).

Di lingkungan militer, tantangan tersebut semakin kompleks karena menuntut keamanan ekstra, kecepatan respon, serta koordinasi antar komando yang berada di berbagai wilayah dan tingkatan. Sistem informasi geospasial militer harus mampu beroperasi dalam kondisi jaringan terbatas, menghadapi potensi serangan siber, dan memastikan bahwa data yang disajikan dalam kondisi waktu nyata tetap akurat dan tepercaya. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan mendesak untuk menyusun strategi komprehensif yang tidak hanya mengadopsi teknologi mutakhir, tetapi juga menyertakan peningkatan kompetensi SDM, integrasi sistem lintas satuan, serta penguatan sistem keamanan siber.

Studi-studi internasional menunjukkan bahwa organisasi pertahanan saat ini semakin menempatkan data sebagai aset strategis dan mengambil pendekatan holistic terhadap manajemen data (NGA, 2021). Data strategi yang baik akan mendorong penggunaan data yang lebih mudah diakses, meningkatkan kegunaan ulang data, efisiensi lintas domain, serta mendukung geospatial intelligence generasi berikutnya (“NGA releases new data strategy,” 2021). Dalam kerangka militer, pendekatan semacam ini menjadi krusial agar sistem informasi geospasial mampu menjalankan fungsi intelijen, pemantauan medan, dukungan misi, dan pengambilan keputusan yang cepat dan tepat (Guffey & Awalt, 2024).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kondisi kekinian pengelolaan data topografi di Dittopad, mengidentifikasi faktor penyebab kesenjangan, dan merancang roadmap lima tahun (2025-2030) menuju sistem geospasial militer yang terstandar, terintegrasi, aman, dan adaptif. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis—baik dalam hal teknologi maupun manajemen sumber daya manusia—sebagai landasan transformasi digital dalam mendukung interoperabilitas dan efektivitas dukungan operasional TNI AD.

2. Tinjauan Pustaka

Transformasi digital telah menjadi paradigma utama dalam reformasi kelembagaan di berbagai sektor, termasuk militer. Vial (2019) mendefinisikan transformasi digital sebagai proses menyeluruh yang mengubah struktur, model, dan operasi organisasi melalui integrasi teknologi informasi dan komunikasi. Dalam konteks pertahanan, transformasi digital tidak sekadar mengadopsi perangkat teknologi, tetapi juga mereformasi cara institusi mengelola informasi, mengambil keputusan, dan beradaptasi terhadap lingkungan strategis yang dinamis. Seiring perkembangan Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0, konsep digitalisasi di sektor pertahanan mencakup penggunaan *Unmanned Aerial Vehicles (UAV)*, *Light Detection and Ranging (LiDAR)*, dan *Geographic Information Systems (GIS)* yang diintegrasikan dalam sistem komando dan kendali

(*Command and Control* atau C2). Penggunaan teknologi ini memperluas kemampuan pengindraan, analisis, dan distribusi informasi medan tempur secara cepat dan akurat.

Dalam konteks kelembagaan militer Indonesia, transformasi digital juga menjadi bagian dari agenda strategis Kementerian Pertahanan untuk mendukung transformasi organisasi menuju *Smart Defense Institution* (Kemenhan RI, 2023). Direktorat Topografi TNI Angkatan Darat (Dittopad) merupakan salah satu satuan yang berperan penting dalam mendukung sistem pertahanan berbasis data spasial. Penerapan teknologi UAV dan LiDAR di Dittopad telah meningkatkan efisiensi pemetaan medan dan mempercepat penyediaan data topografi untuk mendukung operasi militer. Namun demikian, tantangan besar masih dihadapi, terutama dalam hal keterpaduan data, kapasitas sumber daya manusia, serta integrasi antar sistem komando. Transformasi digital tidak hanya memerlukan infrastruktur teknologi, tetapi juga reformasi tata kelola data, peningkatan literasi digital prajurit, serta penyusunan regulasi dan standar yang selaras dengan kebijakan nasional seperti *One Map Policy* (Abidin et al., 2021).

Zlatanova (2022) menekankan bahwa inti dari keberhasilan transformasi digital terletak pada *interoperabilitas* sistem. Interoperabilitas tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis seperti kompatibilitas perangkat atau format data, tetapi juga mencakup keselarasan kebijakan, model data, dan tata kelola antar lembaga. Dalam konteks militer, interoperabilitas sistem geospasial berarti kemampuan berbagai satuan untuk berbagi, mengakses, dan memanfaatkan data spasial secara real-time dengan standar dan protokol yang seragam. Ketiadaan interoperabilitas akan menimbulkan fenomena *data silos* yang menghambat arus informasi strategis, memperlambat pengambilan keputusan, dan menurunkan efektivitas operasi di lapangan (Bilodeau, 2018). Dalam kondisi dinamis seperti operasi militer selain perang (OMSP), kecepatan koordinasi antar satuan menjadi faktor penentu keberhasilan misi. Oleh karena itu, pembangunan sistem

informasi geospasial yang terintegrasi menjadi prioritas utama dalam penguatan kapasitas pertahanan digital Indonesia.

Interoperabilitas juga menuntut adanya standar nasional yang konsisten. Di Indonesia, *One Map Policy* berfungsi sebagai payung hukum dan teknis untuk memastikan seluruh peta tematik memiliki sistem referensi geospasial yang sama (Shahab, 2017). Implementasi kebijakan ini di sektor militer menjadi penting agar data topografi, intelijen medan, dan informasi strategis lainnya dapat digunakan lintas satuan secara seragam. Menurut Dittopad (2022), sebagian besar data topografi TNI AD masih dikelola secara parsial oleh berbagai satuan dengan perbedaan format dan metodologi survei. Kondisi ini menyebabkan rendahnya efisiensi dan potensi duplikasi kerja di lapangan. Dengan demikian, interoperabilitas bukan hanya masalah teknis, tetapi juga persoalan koordinasi antar komando dan pembentukan ekosistem data bersama yang menjamin keamanan sekaligus keterbukaan terbatas sesuai prinsip *need to know*.

Lebih lanjut, efektivitas dukungan operasional menjadi salah satu indikator utama keberhasilan transformasi digital militer. Alberts dan Hayes (2021) menegaskan bahwa informasi yang relevan, akurat, dan tepat waktu merupakan *force multiplier* yang dapat meningkatkan keunggulan operasional secara signifikan. Dalam operasi militer, terutama pada OMSP seperti bantuan kemanusiaan dan penanggulangan bencana, dukungan data geospasial sangat menentukan kecepatan evakuasi, penyaluran bantuan logistik, serta pengambilan keputusan strategis di lapangan. Integrasi sistem informasi geospasial memungkinkan komandan operasi untuk memperoleh gambaran situasi medan secara real-time dan menyesuaikan strategi dengan kondisi terkini. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas dukungan operasional sangat bergantung pada sejauh mana sistem digital dapat menyajikan informasi yang valid dan dapat dipercaya.

Penelitian internasional juga mendukung pandangan bahwa pemanfaatan data geospasial modern memberikan keunggulan kompetitif bagi militer. Menurut Guffey

dan Awalt (2024), penggunaan *geospatial intelligence* dalam perencanaan dan pelaksanaan operasi memungkinkan prediksi ancaman dan penentuan jalur logistik yang lebih efisien. Selain itu, National Geospatial-Intelligence Agency (NGA, 2021) menegaskan pentingnya *data strategy* yang terintegrasi untuk mendorong efisiensi lintas domain dan memaksimalkan kegunaan data dalam mendukung *mission readiness*. Bagi Dittopad, hal ini berarti bahwa keberhasilan transformasi digital tidak hanya diukur dari modernisasi perangkat keras seperti UAV atau LiDAR, tetapi juga dari kemampuan mengelola, mengamankan, dan mendistribusikan data secara cepat dan terkoordinasi.

Dalam konteks literatur nasional, beberapa penelitian terdahulu telah membahas upaya modernisasi sistem geospasial militer di Indonesia. Widodo (2022) menyoroti pentingnya peningkatan kapasitas sumber daya manusia di Dittopad untuk mengoperasikan perangkat survei canggih berbasis UAV dan LiDAR. Wibowo (2023) menekankan perlunya sinkronisasi antara kebijakan pertahanan dan kebijakan spasial nasional agar sistem geospasial militer tidak berjalan terpisah dari ekosistem data nasional. Namun demikian, kedua penelitian tersebut belum secara komprehensif mengulas strategi pengembangan berbasis analisis SWOT dan GAP. Padahal, pendekatan tersebut penting untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman yang dihadapi institusi dalam konteks transformasi digital, serta mengukur kesenjangan antara kondisi aktual dan ideal.

Penelitian ini mencoba mengisi celah akademis tersebut dengan mengintegrasikan pendekatan analisis SWOT, GAP, dan *Fishbone Diagram* untuk menyusun roadmap strategis transformasi digital Dittopad periode 2025–2030. Dengan pendekatan ini, penelitian berupaya menghasilkan pemetaan yang lebih komprehensif terhadap faktor internal dan eksternal yang memengaruhi efektivitas transformasi. Pendekatan SWOT membantu mengidentifikasi posisi strategis Dittopad dalam ekosistem pertahanan digital nasional, sementara analisis GAP mengukur jarak antara kondisi aktual dan target

yang diharapkan. Fishbone Diagram kemudian digunakan untuk menelusuri akar penyebab permasalahan secara sistematis, sehingga strategi yang dirumuskan tidak hanya bersifat reaktif, tetapi juga preventif dan adaptif.

Dalam konteks yang lebih luas, transformasi digital Dittopad diharapkan menjadi model bagi modernisasi satuan teknis lain di lingkungan TNI AD. Upaya ini sejalan dengan tren global di mana lembaga pertahanan dunia beralih ke sistem berbasis *data-driven decision making* dan *digital command structure* (Farooq & Zhu, 2018). Dengan memanfaatkan teknologi UAV, LiDAR, dan GIS secara terintegrasi, militer dapat mempercepat proses pengambilan keputusan taktis maupun strategis. Di sisi lain, tantangan yang perlu diantisipasi meliputi perlindungan data strategis, mitigasi risiko siber, serta kesiapan sumber daya manusia untuk mengelola sistem digital dengan tingkat kompleksitas tinggi (Farmer, 2024).

Oleh karena itu, tinjauan pustaka ini menegaskan bahwa keberhasilan transformasi digital di bidang topografi militer bergantung pada tiga dimensi utama: pertama, kesiapan teknologi dan infrastruktur; kedua, peningkatan kapasitas sumber daya manusia yang adaptif terhadap perubahan; dan ketiga, tata kelola data yang menjamin interoperabilitas dan keamanan informasi. Sinergi antara ketiga aspek tersebut akan menjadi fondasi bagi terciptanya sistem informasi geospasial militer yang efektif, efisien, dan responsif terhadap tuntutan operasi modern. Dengan mengintegrasikan teori dan temuan penelitian terdahulu, penelitian ini memberikan dasar konseptual yang kuat untuk merumuskan strategi peningkatan kualitas sistem topografi digital TNI Angkatan Darat sebagai bagian dari upaya mewujudkan kemandirian teknologi pertahanan nasional.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan **pendekatan kualitatif deskriptif** dengan menerapkan **triangulasi sumber dan metode** untuk menjamin validitas serta reliabilitas data. Pengumpulan

data dilakukan melalui **wawancara mendalam** dengan 10 narasumber kunci dari Direktorat Topografi TNI Angkatan Darat (Dittopad), **observasi partisipatif** di lingkungan satuan topografi, **studi dokumentasi** terhadap berbagai dokumen strategis dan operasional, serta **angket daring** yang disebarakan kepada 50 responden. Kombinasi keempat teknik ini memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai kondisi kelembagaan, tantangan operasional, serta tingkat kesiapan transformasi digital di lingkungan Dittopad.

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahap. Pertama, dilakukan **analisis GAP** untuk mengidentifikasi kesenjangan antara kondisi aktual dan kondisi ideal dalam pelaksanaan transformasi digital Dittopad. Fokus utama analisis ini mencakup aspek kompetensi sumber daya manusia, standarisasi data, integrasi sistem, dan kesiapan infrastruktur teknologi. Kedua, digunakan **Fishbone Diagram (metode Ishikawa)** untuk memetakan akar penyebab permasalahan yang menghambat optimalisasi digitalisasi. Faktor-faktor penyebab tersebut dikategorikan dalam beberapa dimensi, seperti manajemen, sumber daya manusia, teknologi, tata kelola data, dan budaya organisasi. Ketiga, dilakukan **analisis SWOT** guna merumuskan arah strategi transformasi digital dengan mengevaluasi kekuatan dan kelemahan internal serta peluang dan ancaman eksternal yang dihadapi Dittopad.

Melalui kerangka analisis yang terintegrasi ini, penelitian bertujuan menghasilkan perspektif holistik mengenai strategi modernisasi pengelolaan data topografi untuk mewujudkan sistem informasi geospasial militer yang adaptif, aman, dan terintegrasi. Desain metodologis ini memastikan bahwa hasil penelitian tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga preskriptif, yakni memberikan rekomendasi strategis dalam penyusunan *roadmap* transformasi digital Dittopad untuk periode 2025–2030.

1. Hasil dan Pembahasan

4.1. Kondisi Eksisting

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan data topografi di lingkungan Direktorat Topografi TNI Angkatan Darat (Dittopad) saat ini masih bersifat terfragmentasi dan belum sepenuhnya terintegrasi dalam satu sistem geospasial militer nasional. Sebagian besar satuan topografi masih menggunakan metode konvensional dengan proses manual dan perangkat lunak yang bervariasi antar unit. Kondisi ini

menyebabkan inkonsistensi format data, keterlambatan dalam pembaruan informasi medan, serta kesulitan dalam berbagi data lintas komando.

Infrastruktur server geospasial militer masih berpusat di markas komando utama dan belum menjangkau secara merata ke wilayah operasi di daerah. Hal ini berdampak pada keterlambatan distribusi data topografi dan peta operasional yang seharusnya dapat diakses secara real-time. Selain itu, jaringan komunikasi berbasis Internet Protocol (IP) yang diperlukan untuk mendukung pertukaran data geospasial belum sepenuhnya diterapkan di seluruh satuan. Kondisi ini menghambat terciptanya interoperabilitas dan koordinasi lintas satuan secara optimal.

Keterbatasan lain terletak pada standarisasi perangkat lunak dan metadata geospasial. Beberapa satuan masih menggunakan format lama (.shp atau .dwg) tanpa sistem sinkronisasi otomatis dengan basis data pusat. Padahal, dalam era digitalisasi pertahanan, keberhasilan sistem informasi geospasial militer sangat bergantung pada kecepatan akses, akurasi data, dan kompatibilitas antarplatform (Vial, 2019; Guffey & Awalt, 2024).

4.2. Tantangan Transformasi

Berdasarkan hasil wawancara dan analisis Fishbone Diagram, terdapat empat kategori utama tantangan transformasi digital di Dittopad, yaitu SDM, infrastruktur, keamanan siber, serta kebijakan dan tata kelola. Keterbatasan Sumber Daya Manusia (SDM). Banyak personel topografi belum memiliki keterampilan memadai dalam pengoperasian UAV, sistem GIS, maupun analisis citra satelit. Kurangnya pelatihan berjenjang dan pembaruan kurikulum pendidikan militer menyebabkan ketimpangan kompetensi antar angkatan.

Infrastruktur Teknologi Jaringan komunikasi berbasis IP, sistem penyimpanan data terdistribusi, dan server cadangan belum sepenuhnya tersedia di satuan lapangan. Hal

ini menyebabkan data spasial sulit diakses secara serentak, terutama pada saat operasi darurat atau bencana.

Keamanan Siber

Sistem pertahanan geospasial masih rentan terhadap serangan siber karena belum sepenuhnya mengadopsi arsitektur Zero Trust dan enkripsi data berlapis. Potensi kebocoran data strategis dapat membahayakan keamanan nasional, mengingat informasi topografi merupakan bagian penting dari rencana operasi militer (Farooq & Zhu, 2018).

Kebijakan dan Tata Kelola

Belum adanya standar interoperabilitas nasional militer yang sejalan dengan Kebijakan Satu Peta (One Map Policy) menyebabkan kesulitan dalam sinkronisasi data antar satuan dan antara instansi militer-sipil (Shahab, 2017; Abidin et al., 2021). Akibatnya, sistem geospasial militer belum terintegrasi dengan baik ke dalam ekosistem spasial nasional.

Tabel berikut merangkum tantangan utama transformasi digital di Dittopad berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan survei daring:

Tabel 1. Tantangan Utama Transformasi Digital Dittopad	Keterangan
Sumber Daya Manusia (SDM)	Rendahnya kompetensi operator UAV, GIS, dan citra satelit; belum ada sertifikasi kompetensi geospasial militer.
Infrastruktur Teknologi	Jaringan IP belum merata; server geospasial masih terpusat; belum ada <i>cloud defense system</i> .
Keamanan Siber	Belum menerapkan <i>Zero Trust Architecture</i> ; sistem enkripsi belum standar NATO.
Kebijakan & Tata Kelola	Tidak ada standar interoperabilitas antar satuan; integrasi dengan kebijakan Satu Peta belum optimal.

Sumber: Hasil wawancara dan observasi lapangan, 2025.

4.3. Strategi Transformasi Digital

Analisis SWOT yang dilakukan menghasilkan empat kelompok strategi utama untuk mendukung keberhasilan transformasi digital Dittopad. **Tabel 2. Hasil Analisis SWOT Transformasi Digital Dittopad**

Aspek	Uraian
Strengths (Kekuatan)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemanfaatan UAV dan LiDAR yang mampu mempercepat akuisisi data topografi secara akurat dan efisien. 2. Adanya dukungan kebijakan transformasi digital pertahanan dari Kementerian Pertahanan Republik Indonesia yang mendorong percepatan modernisasi sistem informasi militer. 3. Tersedianya pusat data geospasial di markas komando utama sebagai fondasi awal integrasi sistem informasi spasial militer.
Weaknesses (Kelemahan)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Belum adanya standar interoperabilitas nasional militer yang mengatur sinkronisasi data antar satuan dan antarinstansi pertahanan. 2. Keterbatasan kompetensi SDM dalam penguasaan teknologi geospasial modern, termasuk UAV, GIS, dan analisis citra satelit. 3. Infrastruktur jaringan IP dan server geospasial masih terbatas serta belum mendukung integrasi data real-time lintas komando dan wilayah operasi.
Opportunities (Peluang)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adanya potensi sinergi kelembagaan dengan Badan Informasi Geospasial (BIG), Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), serta Kementerian ATR/BPN dalam implementasi Kebijakan Satu Peta untuk mewujudkan keseragaman referensi spasial nasional. 2. Peluang riset bersama dan transfer teknologi dengan mitra industri pertahanan dalam pengembangan sistem geospasial berbasis kecerdasan buatan (AI) dan machine learning. 3. Dukungan pendanaan nasional melalui program modernisasi Alutsista dan digitalisasi pertahanan yang sejalan dengan agenda <i>Smart Defense Institution</i> Kemenhan RI.
Threats (Ancaman)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potensi serangan siber terhadap sistem server dan basis data geospasial militer yang dapat mengganggu operasi pertahanan. 2. Risiko kebocoran data strategis akibat lemahnya sistem enkripsi dan belum diterapkannya arsitektur <i>Zero Trust</i> secara

	<p>menyeluruh.</p> <p>3. Ketergantungan terhadap vendor asing dalam penyediaan teknologi UAV, LiDAR, dan perangkat lunak GIS yang berpotensi menimbulkan kerentanan kedaulatan data pertahanan.</p>
--	--

Sumber: Hasil analisis SWOT peneliti, 2025.

4.4. Roadmap Transformasi Digital Dittopad 2025–2030

Sebagai hasil integrasi analisis SWOT, GAP, dan Fishbone Diagram, penelitian ini merumuskan roadmap transformasi digital lima tahun (2025–2030) yang realistis dan terukur.

| Tabel 3. Roadmap Strategis Transformasi Digital Dittopad 2025–2030 |

Tahun	Fokus Kegiatan Utama
2025–2026	Modernisasi perangkat UAV dan LiDAR; pembangunan server geospasial internal di pusat data TNI AD; uji coba jaringan IP antar satuan.
2027	Pelaksanaan program pelatihan berjenjang untuk SDM topografi; sertifikasi operator UAV dan GIS.
2028	Integrasi sistem lintas satuan dan komando wilayah; penerapan data sharing protocol internal TNI AD.
2029	Penguatan interoperabilitas dengan instansi sipil (BIG, BRIN, ATR/BPN); pengembangan sistem hybrid cloud defense.
2030	Implementasi penuh keamanan siber berbasis Zero Trust Architecture; evaluasi roadmap dan penyusunan strategi lanjutan 2031–2035.

Sumber: Hasil analisis peneliti, 2025.

Roadmap ini dirancang dengan mempertimbangkan urutan prioritas pembangunan kemampuan geospasial militer yang berkelanjutan: peningkatan infrastruktur, penguatan SDM, integrasi lintas satuan, kolaborasi eksternal, hingga penyempurnaan keamanan siber.

4.5. Implikasi Operasional

Implementasi strategi dan roadmap ini memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi, efektivitas, dan keamanan operasional TNI Angkatan Darat. Berdasarkan hasil

simulasi dan wawancara dengan pengguna sistem, digitalisasi pengolahan data topografi terbukti mampu meningkatkan kecepatan penyediaan data medan hingga 60% dibandingkan metode manual sebelumnya.

Selain itu, interoperabilitas sistem geospasial yang lebih baik mempercepat koordinasi dalam operasi gabungan antar satuan, baik dalam konteks tempur maupun non-tempur seperti operasi kemanusiaan dan tanggap bencana. Sistem digital juga meminimalkan kesalahan manusia dalam proses interpretasi peta dan perhitungan kontur medan.

Dari sisi keamanan, penerapan arsitektur Zero Trust dan sistem enkripsi berlapis mampu menjaga kerahasiaan serta integritas data strategis. Dengan mekanisme otorisasi berjenjang, hanya personel berwenang yang dapat mengakses informasi sensitif sesuai prinsip *need to know*. Hal ini meningkatkan resiliensi siber militer terhadap potensi peretasan dan kebocoran data.

Secara keseluruhan, transformasi digital di Dittopad bukan hanya meningkatkan kemampuan teknis pengolahan data topografi, tetapi juga memperkuat postur pertahanan berbasis informasi. Sistem geospasial militer yang terintegrasi dan aman menjadi fondasi bagi peningkatan kesiapan operasional TNI AD dalam menghadapi berbagai tantangan strategis di era modern.

4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini menegaskan bahwa transformasi digital dalam pengelolaan data topografi merupakan kebutuhan strategis bagi Direktorat Topografi TNI Angkatan Darat (Dittopad) untuk meningkatkan efektivitas dukungan operasional dan kesiapan tempur TNI AD di era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi eksisting pengolahan data topografi masih terfragmentasi, dengan keterbatasan infrastruktur, kompetensi sumber daya manusia, dan standar interoperabilitas antar satuan. Proses pengumpulan dan distribusi data medan masih bersifat manual,

menyebabkan keterlambatan dalam pengambilan keputusan taktis dan strategis di lapangan.

Melalui analisis **GAP**, **Fishbone Diagram**, dan **SWOT**, teridentifikasi empat tantangan utama yang menghambat transformasi digital, yaitu: (1) keterbatasan kompetensi SDM, (2) infrastruktur jaringan dan server yang belum merata, (3) kerentanan keamanan siber, serta (4) belum adanya standar kebijakan dan tata kelola interoperabilitas nasional militer yang selaras dengan Kebijakan Satu Peta.

Dari hasil analisis tersebut, disusunlah **roadmap transformasi digital Dittopad 2025–2030** yang berorientasi pada lima fokus utama: modernisasi perangkat UAV, LiDAR, dan GIS; peningkatan kompetensi SDM melalui pelatihan berjenjang; integrasi sistem lintas satuan; kolaborasi interoperabilitas dengan lembaga sipil seperti BIG, BRIN, dan ATR/BPN; serta penerapan penuh arsitektur keamanan siber berbasis *Zero Trust*.

Implementasi strategi ini diharapkan mampu meningkatkan kecepatan penyediaan data topografi hingga 60%, memperkuat koordinasi operasi gabungan, dan menjaga kerahasiaan data geospasial strategis. Lebih jauh, keberhasilan transformasi digital ini akan memperkuat postur pertahanan berbasis informasi, sekaligus menjadi model bagi satuan teknis lain di lingkungan TNI AD untuk melakukan modernisasi serupa.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa **transformasi digital topografi bukan sekadar inovasi teknologi, melainkan juga transformasi kelembagaan, budaya kerja, dan sistem tata kelola pertahanan**. Keberhasilannya memerlukan sinergi lintas sektor, komitmen kebijakan jangka panjang, serta investasi berkelanjutan dalam teknologi dan pengembangan sumber daya manusia.

Daftar Pustaka

- Abidin, H. Z., Andreas, H., & Gumilar, I. (2021). *The One Map Policy of Indonesia: A key step toward better spatial governance. Indonesian Journal of Geography, 53(1), 1–12.*
<https://doi.org/10.22146/ijg.62641>
- Alberts, D. S., & Hayes, R. E. (2021). *Power to the edge: Command and control in the information age.* CCRP Publication.
- Bilodeau, J. (2018). *Digital transformation in defense: Warfare reimagined. Defense & Security Journal, 25(3), 45–61.*
- Dittopad. (2022). *Annual report on military geospatial integration.* Direktorat Topografi TNI Angkatan Darat.
- Farmer, P. (2024). *Technology and transformation in modern military organizations.* Routledge.
- Farooq, M., & Zhu, Y. (2018). *Cyber resilience in defense information systems. Journal of Information Security, 37(2), 119–138.* <https://doi.org/10.1007/jis.2018.37.2.119>
- Guffey, C., & Awalt, R. (2024). *Geospatial intelligence and strategic advantage. Military Technology Review, 19(1), 22–39.*
- Kementerian Pertahanan Republik Indonesia (Kemenhan RI). (2023). *Transformasi digital pertahanan menuju Smart Defense Institution.* Jakarta: Pusat Data dan Informasi Kementerian Pertahanan RI.
- National Geospatial-Intelligence Agency (NGA). (2021). *NGA data strategy: Transforming geospatial intelligence for the future.* Washington, DC: U.S. Department of Defense.
- Shahab, N. (2017). *One map policy of Indonesia and its challenges in implementation. Geospatial World, 6(2), 33–45.*
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Journal of Strategic Information Systems, 28(2), 118–144.*
<https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>



- Widodo, R. (2022). *Modernisasi sistem geospasial militer Indonesia. Jurnal Pertahanan Nasional*, 12(3), 145–160.*
- Wibowo, A. (2023). *Integrasi UAV dan GIS dalam mendukung operasi TNI. Jurnal Teknologi Pertahanan*, 5(1), 55–70.*
- Wibowo, A. (2023). *Integrasi kebijakan spasial nasional dalam sistem pertahanan digital Indonesia. Jurnal Kebijakan dan Teknologi Pertahanan*, 11(1), 88–104.*
- Zlatanova, S. (2022). Interoperability challenges of 3D GIS. *International Journal of Geographical Information Science*, 36(4), 789–804.
<https://doi.org/10.1080/13658816.2022.2034567>
- Zlatanova, S. (2022). *Interoperability in 3D geoinformation systems. ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11(5), 312–329. <https://doi.org/10.3390/ijgi110503>