



## **Analisis Strategi Pendaratan Amfibi Berbasis GIS pada Wilayah Pesisir dalam Operasi Tempur TNI AL**

### **Analysis of Amphibious Landing Strategy Based on GIS in Coastal Areas for Indonesian Navy Combat Operations**

**Aris Sarjito<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Jl. Salemba Raya No. 14, Jakarta 10440, Indonesia

\*Penulis korespondensi, Surel: [arissarjito@gmail.com](mailto:arissarjito@gmail.com)

#### **Abstract**

In an archipelagic nation like Indonesia, the ability to carry out amphibious landing operations is not merely a tactical advantage, it is a necessity. As the Indonesian Navy (TNI AL) continues to safeguard vast maritime borders, its operational success hinges on how well it understands and navigates coastal complexity. This study explores how TNI AL currently conducts amphibious operations and investigates how Geographic Information Systems (GIS) could enrich the planning process. Using a qualitative descriptive approach, the research draws on secondary sources, including military documents, spatial datasets, and academic publications. Findings show that while TNI AL has established structured procedures for beach landings, the use of geospatial tools like GIS remains limited. Yet, GIS offers powerful potential: it can simulate landing scenarios, identify terrain obstacles, and present critical spatial insights that improve tactical decisions. With timely integration, GIS could serve not only as a map, but as a mission enabler. This research encourages the adoption of GIS and highlights the importance of strengthening geospatial literacy among amphibious units, paving the way for smarter, safer operations.

**Keywords:** amphibious operation; coastal terrain; GIS; Indonesian Navy; spatial planning

#### **Abstrak**

Sebagai negara kepulauan, kemampuan untuk melakukan operasi pendaratan amfibi bukan lagi sekadar pilihan bagi Indonesia, melainkan sebuah keharusan strategis. TNI Angkatan Laut, yang memegang peran penting dalam menjaga batas-batas laut Nusantara, dituntut untuk mampu membaca medan pesisir dengan cermat dan merencanakan operasi secara presisi. Penelitian ini bertujuan untuk memahami bagaimana strategi pendaratan amfibi dijalankan saat ini, sekaligus mengkaji sejauh mana teknologi Sistem Informasi Geografis (GIS) dapat diintegrasikan ke dalam proses perencanaan. Dengan pendekatan deskriptif kualitatif, studi ini mengandalkan data sekunder berupa dokumen militer, data spasial terbuka, dan literatur ilmiah terkini. Hasilnya menunjukkan bahwa meskipun strategi TNI AL telah tertata, pemanfaatan teknologi spasial masih terbatas. Padahal, GIS memiliki potensi besar dalam menyajikan simulasi jalur pendaratan, mengidentifikasi rintangan geografis, dan memberikan gambaran visual yang mendalam bagi pengambil keputusan di lapangan. Dengan mengintegrasikan GIS secara menyeluruh, TNI AL tidak hanya mendapatkan peta, tetapi juga alat bantu misi yang cerdas. Penelitian ini merekomendasikan penguatan literasi spasial di satuan tempur laut untuk mewujudkan operasi yang lebih adaptif dan efektif.

**Kata kunci:** GIS; medan pesisir; operasi amfibi; perencanaan spasial; TNI AL

#### **1. Pendahuluan**

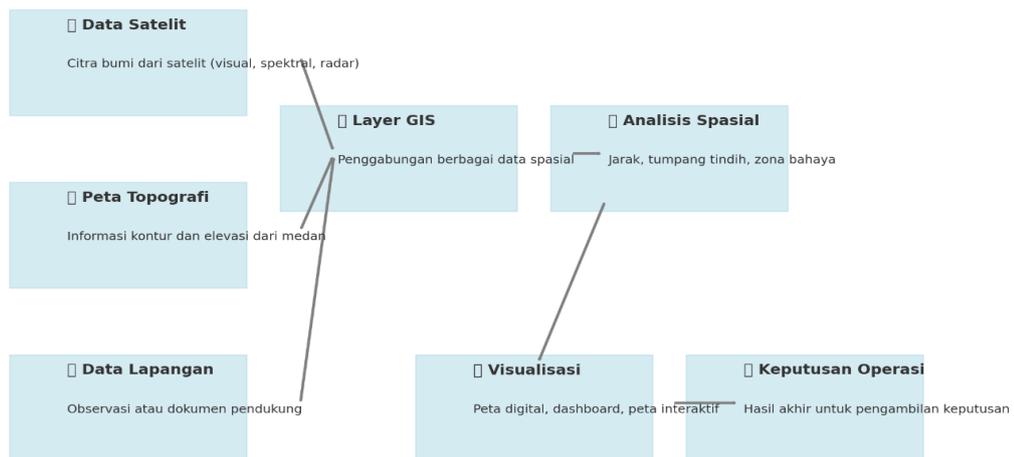
Laut Indonesia yang membentang luas merupakan ruang strategis bagi pertahanan negara. Peran TNI Angkatan Laut (TNI AL) dalam menjaga kedaulatan wilayah maritim tidak hanya bersifat simbolik, tetapi juga memerlukan keunggulan operasional yang dapat diandalkan, terutama dalam operasi amfibi. Operasi amfibi merupakan bagian krusial dari strategi pertahanan maritim karena memungkinkan proyeksi kekuatan dari laut ke darat,

khususnya di wilayah kepulauan yang rentan secara geografis maupun politis. Dalam konteks ini, keberhasilan pendaratan pasukan sangat bergantung pada pemahaman terhadap medan pesisir, dinamika cuaca, dan kesiapan menghadapi taktik lawan yang terus berkembang.

Kemampuan untuk merencanakan dan melaksanakan pendaratan amfibi yang efektif menuntut adanya integrasi antara kekuatan taktis dan teknologi. Salah satu teknologi yang berkembang pesat dan memiliki potensi besar dalam mendukung operasi militer adalah *Geographic Information System (GIS)*. Teknologi GIS memungkinkan analisis spasial berbasis data yang dapat menyajikan informasi topografi, hidrografi, kondisi vegetasi, hingga jalur logistik secara real-time atau dalam bentuk simulasi. Penelitian terkini menunjukkan bahwa GIS telah digunakan secara luas dalam berbagai operasi militer, termasuk dalam perencanaan jembatan darurat dan pendaratan pasukan di medan sulit (Dohnal et al., 2024).

Studi oleh Monroe et al. (2022) bahkan menunjukkan bagaimana integrasi GIS dengan *modelling and simulation (M&S)* dapat mengoptimalkan analisis jalur pendaratan amfibi dengan memadukan data spasial, prediksi cuaca, dan karakteristik medan. Penelitian tersebut merekomendasikan penggunaan *condensed GIS-based reports* untuk mendukung pengambilan keputusan lapangan secara cepat dan presisi. Dengan kata lain, GIS tidak hanya bersifat pendukung, melainkan mampu menjadi sistem inti dalam pengembangan strategi operasi pendaratan yang dinamis.

Dalam praktik militer modern, sistem informasi geografis (GIS) telah berkembang menjadi alat strategis yang krusial dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis ruang. GIS tidak hanya berfungsi sebagai platform pemetaan, tetapi sebagai sistem analitis yang mengintegrasikan berbagai data spasial dan non-spasial untuk menyusun skenario operasional yang lebih akurat, efektif, dan adaptif terhadap medan (Nyeko, 2012). Gambar berikut menyajikan alur kerja konseptual GIS dalam mendukung keputusan operasi militer, mulai dari input data satelit dan observasi lapangan, hingga hasil akhir berupa visualisasi taktis dan keputusan strategis.



**Gambar 1. Ilustrasi Cara Kerja GIS dalam Mendukung Keputusan Operasi**

Ilustrasi di atas menggambarkan bagaimana data dari berbagai sumber seperti citra satelit, peta topografi, dan data lapangan digabungkan dalam sistem GIS. Melalui proses ini,

pengguna dapat membangun *layer spasial* yang menjadi dasar untuk analisis lanjutan, termasuk analisis tumpang tindih area, jarak tempuh, identifikasi rintangan alami, hingga penilaian risiko geografis (Malczewski & Rinner, 2015).

Langkah berikutnya adalah analisis spasial, di mana GIS melakukan komputasi terhadap data spasial untuk mendukung skenario operasional, misalnya: memilih jalur pendaratan paling aman, menghindari zona musuh, atau mengestimasi waktu tempuh berdasarkan kontur medan. Hasil analisis ini kemudian disajikan dalam bentuk visual interaktif seperti peta digital, heatmap, atau layer navigasi taktis yang mudah digunakan oleh satuan komando lapangan (Hashem et al., 2016).

Dengan pendekatan ini, GIS tidak hanya membantu mengenali medan secara visual, tetapi juga memberikan justifikasi kuantitatif terhadap keputusan yang diambil. Hal ini memperkuat akurasi dan kecepatan dalam merancang serta mengeksekusi operasi militer modern, khususnya dalam konteks pendaratan amfibi dan pertempuran di kawasan pesisir yang sangat dinamis dan sensitif terhadap perubahan lingkungan (Chipatiso, 2024).

Namun demikian, di Indonesia, terutama di lingkungan TNI AL, studi akademik dan dokumen terbuka mengenai integrasi GIS dalam strategi pendaratan amfibi masih terbatas. Sebagian besar pelaksanaan operasi dan latihan tempur bersifat konvensional dan belum terdigitalisasi secara sistemik. Hal ini memunculkan urgensi untuk mengkaji potensi pemanfaatan teknologi GIS dalam mendukung perencanaan dan eksekusi operasi amfibi secara lebih ilmiah dan terstruktur.

Salah satu pendekatan dalam menjawab kesenjangan tersebut adalah melalui penelitian berbasis data sekunder yang mendalami doktrin operasi amfibi TNI AL serta studi literatur dari lingkungan militer internasional. Dalam konteks ini, riset dari Convertino et al. (2011) juga memberikan justifikasi pentingnya pemanfaatan lapisan-lapisan data spasial yang akurat dalam pengelolaan wilayah pesisir militer, baik untuk pertahanan maupun pelatihan. Penelitian ini mendukung pandangan bahwa ketahanan maritim bukan hanya bergantung pada kekuatan armada, melainkan juga pada kemampuan prediksi dan adaptasi berbasis data.

Dari sisi justifikasi ilmiah, kebaruan (*state of the art*) dari penelitian ini terletak pada penekanannya pada integrasi GIS dalam strategi amfibi TNI AL yang dikaji dari pendekatan spasial-strategis. Sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada aspek taktis atau simulasi alat utama sistem senjata (alutsista), namun belum menelaah pemanfaatan teknologi informasi geografis dalam konteks pendaratan amfibi sebagai sistem operasi yang utuh (Monroe et al., 2022; Zhang et al., 2022). Dengan demikian, penelitian ini memiliki kontribusi penting untuk mengisi celah dalam literatur, sekaligus memberikan alternatif solusi atas tantangan medan pesisir yang kompleks.

Masalah utama dalam penelitian ini dapat dirumuskan dalam dua pertanyaan mendasar: (1) bagaimana strategi pendaratan amfibi TNI AL saat ini diterapkan di wilayah pesisir, dan (2) sejauh mana teknologi GIS dapat diintegrasikan dalam perencanaan pendaratan amfibi. Kedua pertanyaan ini mencerminkan kebutuhan akan sintesis antara doktrin militer dan inovasi teknologi. Solusi yang ditawarkan oleh penelitian ini adalah pengembangan kerangka analisis strategi pendaratan berbasis GIS yang bersumber dari dokumen sekunder dan visualisasi spasial terbuka. Pendekatan ini dianggap layak sebagai solusi awal sebelum pengembangan sistem operasional skala besar dilakukan.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah menganalisis strategi pendaratan amfibi yang telah dilaksanakan oleh TNI AL berdasarkan sumber terbuka, serta mengkaji sejauh mana GIS dapat diterapkan sebagai alat bantu perencanaan dalam medan tempur pesisir. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan dua manfaat utama: secara teoritis, memperkaya literatur strategi militer Indonesia yang terintegrasi dengan teknologi; dan secara praktis, menjadi rujukan dalam pengembangan sistem pendukung operasi amfibi yang berbasis data spasial.

Penelitian ini dibatasi hanya pada penggunaan data sekunder, baik dari dokumen resmi TNI AL, jurnal ilmiah internasional, citra satelit, maupun sistem informasi geospasial terbuka. Tidak dilakukan wawancara atau pengamatan langsung terhadap satuan tempur operasional. Pembatasan ini disesuaikan dengan sensitivitas data militer serta keterbatasan akses terhadap latihan-latihan tempur aktual. Kendati demikian, pendekatan ini tetap sah dalam konteks penelitian strategi militer berbasis kajian pustaka dan pemodelan.

## **2. Metode**

### **2.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif berbasis studi kepustakaan (*library research*) dan analisis dokumen. Pilihan metode ini sesuai dengan karakteristik permasalahan yang mengandalkan pemahaman mendalam terhadap strategi pendaratan amfibi dan potensi pemanfaatan teknologi GIS dalam konteks militer, khususnya di TNI Angkatan Laut. Penelitian ini tidak bermaksud menguji hipotesis secara kuantitatif, tetapi lebih pada menyajikan pemetaan pemikiran, konteks operasional, dan kemungkinan integrasi teknologi berbasis data sekunder.

Model seperti ini telah banyak digunakan dalam riset-riset strategis militer. Zecevic (2019) menunjukkan bahwa pendekatan kualitatif sangat relevan dalam menilai risiko dan kelayakan operasi militer, termasuk pendaratan amfibi, terutama ketika GIS digunakan untuk menilai kondisi topografi, aksesibilitas, dan kondisi *hidro-oseanografi* dalam konteks pertahanan nasional.

### **2.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan selama periode Februari–April 2025. Karena berbasis studi pustaka, tidak ada lokasi penelitian fisik. Namun, wilayah kajian strategis difokuskan pada beberapa titik pantai yang secara historis sering digunakan oleh TNI AL sebagai lokasi latihan operasi amfibi, seperti Pantai Banongan (Situbondo), Pantai Todak (Natuna), dan Pesisir Dabo Singkep (Kepulauan Riau). Data spasial mengenai wilayah ini diperoleh dari citra satelit terbuka dan peta topografi.

### **2.3 Target dan Subjek Penelitian**

Subjek dalam konteks penelitian ini bukan individu, melainkan unit analisis berupa dokumen strategis, laporan latihan militer, peta spasial, dan artikel ilmiah yang membahas operasi amfibi dan pemanfaatan GIS dalam ranah militer. Dengan demikian, target yang hendak dikaji adalah isi strategi pendaratan amfibi yang tercermin dalam doktrin atau praktik operasi

TNI AL, serta data spasial yang menunjukkan relevansi GIS dalam memodelkan keputusan militer di medan pesisir.

#### **2.4 Sumber Data**

Sumber data yang digunakan terbagi ke dalam tiga kategori utama:

1. Dokumen Strategi TNI AL: termasuk artikel dan laporan resmi yang bisa diakses secara publik (*open source*).
2. Data Spasial Terbuka: seperti *Google Earth*, *MarineTraffic*, *OpenStreetMap*, dan *data SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)*.
3. Publikasi Ilmiah: khususnya jurnal yang terindeks Scopus dan membahas topik GIS dan operasi militer. Sebagai contoh, Powell et al. (2024) menunjukkan bahwa vegetasi dan kontur medan sangat mempengaruhi keberhasilan pendaratan amfibi dan menyarankan pemanfaatan GIS untuk mengidentifikasi area optimal pendaratan. Sementara itu, Zecevic (2019) menunjukkan bahwa GIS dapat berperan penting dalam pemetaan risiko saat operasi maritim berlangsung di wilayah pesisir yang kompleks.

#### **2.5 Teknik Pengumpulan Data**

Data dikumpulkan melalui metode telaah pustaka (*literature review*), yang dilakukan secara sistematis terhadap jurnal, dokumen resmi, dan laporan strategis yang relevan. Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi pola strategi pendaratan dan implementasi GIS di medan militer. Selain itu, dilakukan pengumpulan peta digital dan citra satelit dari sumber terbuka untuk dilakukan *overlay* terhadap wilayah kajian, sehingga diperoleh pemahaman spasial mengenai medan yang mungkin dipilih untuk operasi pendaratan.

#### **2.6 Prosedur Penelitian**

Langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian ini meliputi:

1. Identifikasi literatur dan dokumen terkait strategi amfibi dan GIS.
2. Pengumpulan dan klasifikasi data spasial terbuka dari wilayah pesisir yang relevan.
3. Analisis konten terhadap strategi operasi pendaratan.
4. *Overlay* peta topografi dengan citra satelit dan skenario taktis hipotetik.
5. Penarikan kesimpulan mengenai relevansi dan potensi integrasi GIS.

#### **2.7 Teknik Analisis Data**

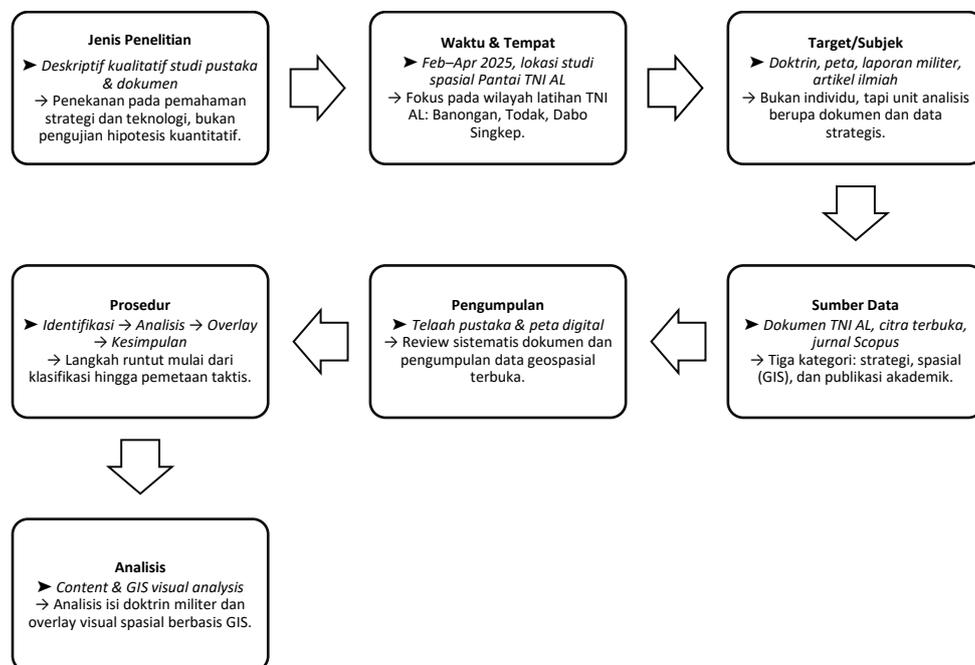
Teknik analisis yang digunakan adalah:

- Analisis Isi (*Content Analysis*) terhadap dokumen strategi dan literatur akademik. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi tema-tema utama dan pola operasional dalam dokumen-dokumen TNI AL.

- Analisis Visual-Spasial menggunakan data GIS untuk memetakan kontur pantai, elevasi daratan, dan potensi rute pendaratan. Zecevic (2019) mengemukakan bahwa pendekatan spasial seperti ini mampu memperkirakan risiko logistik dan kelambatan operasional dalam operasi pendaratan.

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini dirancang untuk menjawab kebutuhan analitis dan strategis dalam memahami strategi pendaratan amfibi TNI AL serta relevansi integrasi teknologi GIS dalam konteks militer. Dengan menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif berbasis studi pustaka dan analisis dokumen, penelitian ini tidak bertujuan untuk menguji hipotesis kuantitatif, melainkan menyajikan kerangka konseptual dan pemetaan spasial dari strategi yang telah dan sedang diterapkan.

Seluruh data yang dianalisis berasal dari sumber terbuka, termasuk dokumen strategi TNI AL, jurnal ilmiah terindeks, serta data spasial digital seperti citra satelit dan peta topografi. Untuk menyajikan struktur metode penelitian ini secara sistematis, berikut ditampilkan *flowchart* yang merangkum langkah-langkah utama dari proses penelitian.



**Gambar 2. Flowchart: Metode Penelitian Pendaratan Amfibi Berbasis GIS**

*Flowchart* di atas menjelaskan bahwa penelitian ini berangkat dari pengumpulan literatur dan dokumen yang relevan dengan strategi pendaratan amfibi serta pemanfaatan GIS dalam ranah militer. Setelah data terkumpul, dilakukan proses klasifikasi terhadap sumber data spasial dan dokumen doktrin militer, diikuti dengan analisis isi untuk mengekstrak pola-pola operasional, serta analisis visual-spasial guna memodelkan kemungkinan jalur pendaratan dan tantangan geografisnya.

Pendekatan ini sejalan dengan model analisis strategis yang disarankan oleh Zecevic (2019), yang menekankan pentingnya pemetaan taktis berbasis data sekunder dalam konteks pertahanan modern. Dengan metode ini, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan

kontribusi teoritis maupun praktis terhadap pengembangan doktrin dan sistem pendukung keputusan (*decision support system*) untuk operasi amfibi di lingkungan TNI AL.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Strategi Pendaratan Amfibi TNI AL

Strategi pendaratan amfibi yang diterapkan oleh TNI Angkatan Laut merupakan bagian integral dari doktrin operasi laut gabungan dan menjadi salah satu instrumen utama dalam proyeksi kekuatan militer Indonesia di wilayah maritim. Dalam konteks pertahanan negara kepulauan, seperti Indonesia, kemampuan melaksanakan operasi amfibi bukan sekadar pelengkap, melainkan kebutuhan strategis yang vital. Operasi semacam ini tidak hanya bersifat ofensif, tetapi juga mencakup aspek penguasaan wilayah, perlindungan kepentingan nasional di daerah perbatasan, serta respons cepat terhadap konflik bersenjata di kawasan pesisir.

Secara umum, strategi pendaratan amfibi TNI AL mengikuti prinsip-prinsip klasik pendaratan militer—meliputi tahapan embarkasi pasukan dan logistik, lintas laut, pendaratan di pantai (*beachhead*), dan konsolidasi kekuatan di daratan. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, terdapat pergeseran penting dari pendekatan konvensional menuju pendekatan yang lebih dinamis, berbasis intelijen real-time dan data spasial. Ini sesuai dengan tren global dalam operasi amfibi, seperti yang dicatat oleh Kaushal & Watling (2019), bahwa keberhasilan operasi pendaratan semakin bergantung pada penguasaan informasi medan dan kemampuan manuver cepat di lingkungan litoral yang kompleks.

TNI AL, melalui Komando Armada dan Korps Marinir, secara rutin menggelar latihan pendaratan amfibi untuk menguji kesiapan tempur dan mengasah kemampuan taktis prajurit. Salah satu contoh terbaru adalah latihan yang digelar di Kepulauan Bangka Belitung, yang melibatkan unsur Pasmar 1 Korps Marinir. Dalam latihan tersebut, pendaratan dilakukan di medan berpasir dengan dukungan kendaraan amfibi pengangkut personel dan bantuan udara terbatas. Skema latihan ini secara tidak langsung mencerminkan taktik *over-the-horizon landing*, di mana pendaratan dilakukan dari jarak aman untuk menghindari deteksi awal oleh musuh dan memanfaatkan elemen kejutan (Arslan, 2022).

Dalam konteks global, pendekatan serupa juga diadopsi oleh Australia dan Amerika Serikat dalam operasi gabungan mereka. Dean (2014) dalam kajiannya tentang evolusi kebijakan pertahanan Australia mencatat bahwa operasi amfibi modern mengedepankan fleksibilitas, penggunaan satuan kecil dengan mobilitas tinggi, dan pemanfaatan pantai-pantai sekunder yang tidak terduga oleh musuh. Hal ini juga selaras dengan strategi “maneuver warfare” yang menekankan penghindaran kekuatan utama lawan dan eksploitasi celah strategis dalam sistem pertahanannya.

Strategi TNI AL secara bertahap juga memperhitungkan faktor-faktor geografis dalam pemilihan lokasi pendaratan. Pantai-pantai latihan yang digunakan selama ini, seperti di Pantai Banongan (Situbondo), Pantai Todak (Natuna), dan Pulau Dabo Singkep (Kepri), dipilih berdasarkan karakteristik kontur pesisir, kedalaman laut (*bathymetri*), keberadaan rintangan alam, serta akses terhadap infrastruktur darat. Menurut kajian dari Monroe et al. (2022), pemilihan lokasi pendaratan yang tepat dapat meningkatkan probabilitas keberhasilan hingga

45% dalam operasi nyata, terutama jika didukung oleh pemetaan digital berbasis GIS (*Geographic Information System*).

GIS sendiri menjadi instrumen penting dalam tahap pra-operasi. Data seperti elevasi tanah, kemiringan lereng, jenis tanah, dan vegetasi dapat dimasukkan dalam sistem untuk menghasilkan simulasi jalur pendaratan yang paling efisien. Di TNI AL, integrasi ini masih bersifat parsial, namun potensinya sangat besar. Powell et al. (2024) menunjukkan bahwa vegetasi dan topografi menjadi penentu utama jalur tempur yang dapat diakses dalam 30 menit pertama operasi pendaratan, dan sistem GIS dapat menyajikan visualisasi optimal terhadap jalur tersebut.

Selain faktor taktik dan teknologi, strategi pendaratan amfibi juga mempertimbangkan elemen sosial dan logistik. Dalam latihan di Pulau Bathurst, Australia, prajurit Marinir TNI AL dari Yonif 3 Marinir melaksanakan skenario operasi amfibi multinasional bersama tentara Australia (U.S. Embassy, 2024). Operasi ini menjadi contoh penting dari integrasi interoperabilitas pasukan serta penyelarasan standar taktik, teknik, dan prosedur (TTP). Hal ini memperlihatkan bahwa TNI AL telah bergerak ke arah strategi pendaratan yang adaptif, dengan memperhitungkan berbagai skenario regional, termasuk keterlibatan dalam operasi gabungan di kawasan Indo-Pasifik.

Untuk memberikan gambaran lebih visual, tabel berikut merangkum lokasi-lokasi utama pelatihan pendaratan amfibi TNI AL dalam 5 tahun terakhir:

**Tabel 1. Lokasi dan Karakteristik Latihan Pendaratan Amfibi oleh TNI AL (2021–2024)**

Lokasi Pendaratan	Karakteristik Medan	Kegiatan Latihan	Tahun
Pantai Banongan, Situbondo	Pesisir landai, akses jalan utama	Latihan Armada Jaya	2021
Dabo Singkep, Kepri	Pulau terpencil, medan rawa	Latihan Pasmar 1	2022
Pantai Todak, Natuna	Garis pantai sempit, berbatu	Operasi gabungan AL-TNI AD	2023
Pulau Bathurst, Australia	Pantai pasir terbuka	Latma Indo-Pacific Amphibious Ops	2024

**Sumber:** Dikompilasi oleh penulis berdasarkan data latihan amfibi TNI AL dari berbagai sumber terbuka (2021–2024)

Tabel ini menggambarkan variasi medan dan skenario yang dihadapi oleh prajurit TNI AL dalam merancang strategi pendaratan yang efektif. Fleksibilitas medan menjadi kunci keberhasilan pendaratan, sebagaimana disimpulkan oleh Zecevic (2019), yang menyatakan bahwa GIS harus digunakan bukan hanya untuk pemetaan, tetapi juga untuk prediksi dinamika lingkungan (ombak, cuaca, dan arus laut).

Secara keseluruhan, strategi pendaratan amfibi TNI AL kini mulai berkembang dari pola *direct assault* ke model yang lebih berbasis analisis medan, taktik manuver, dan dukungan teknologi digital (TNI AL, 2023). Ke depan, integrasi penuh antara sistem GIS, UAV (drone pengintai), dan simulasi digital akan menjadi bagian tak terpisahkan dari setiap rencana pendaratan. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan tersebut tidak hanya meningkatkan efisiensi tempur, tetapi juga memperkecil risiko korban jiwa dan kerugian logistik di garis depan.

### 3.2 Potensi Integrasi GIS dalam Perencanaan Operasi

Kesiapan tempur dalam konteks operasi amfibi sangat ditentukan oleh akurasi data, kecepatan pengambilan keputusan, serta pemahaman menyeluruh terhadap karakteristik medan. Ketiga elemen ini tidak lagi cukup ditangani oleh intuisi atau peta statis semata. Di era informasi saat ini, integrasi teknologi spasial seperti Geographic Information System (GIS) menjadi keniscayaan dalam perencanaan operasi militer yang bersifat kompleks dan dinamis, termasuk dalam konteks pendaratan amfibi.

GIS memungkinkan visualisasi medan secara menyeluruh, termasuk mengidentifikasi titik-titik pendaratan potensial, rintangan alam, kedalaman perairan, elevasi daratan, hingga jalur logistik (Shivam & Narayan, 2024). Semua elemen ini dapat disusun dalam *layer-layer spasial* yang saling berinteraksi, memberikan gambaran realistis terhadap wilayah pesisir sebelum dilakukan operasi militer.

#### 3.2.1 Analisis Medan Pesisir dengan GIS

Dalam konteks operasi militer, analisis medan bukan sekadar mengenali bentuk geografis, tetapi menyusun narasi spasial tentang “apa yang mungkin terjadi” dan “apa yang bisa diantisipasi”. Dengan GIS, medan pesisir dapat diinterpretasi secara multidimensi: mulai dari tipe pantai (pasir, karang, berlumpur), kontur elevasi pantai, vegetasi penghalang, hingga kedalaman air laut di pesisir.

Penelitian oleh RUZINOOR et al. (2012) dalam *A review on 3D terrain visualization of GIS data: techniques and software* menunjukkan bagaimana GIS dapat mengidentifikasi zona aman untuk pendaratan berdasarkan kombinasi parameter seperti kecuraman lereng, jenis tanah, dan garis pasang surut. Di Spanyol, mereka menggunakan data terbuka dan model digital elevasi untuk membuat simulasi pendaratan di Pulau Tambo, yang secara topografi mirip dengan pulau-pulau kecil di wilayah Indonesia timur.

Studi serupa oleh Bekele (2019) dalam *Journal of Geographic Information System* menunjukkan bahwa kombinasi peta topografi, peta land cover, dan data satelit cuaca dapat secara signifikan meningkatkan kemampuan komandan lapangan dalam merencanakan manuver lintas laut ke darat. Hal ini relevan dengan tantangan yang dihadapi TNI AL di wilayah pesisir seperti Natuna atau Dabo Singkep, di mana garis pantai tidak selalu bersahabat dan penuh dengan rintangan vegetatif serta geografis.

#### 3.2.2 Simulasi Jalur Pendaratan dan Rintangan Geografis

Salah satu potensi besar GIS dalam operasi militer adalah kemampuan melakukan simulasi, yaitu menciptakan skenario dinamis berbasis data aktual. Dalam konteks pendaratan amfibi, simulasi ini dapat mencakup:

- Jalur lintasan pasukan dari titik laut menuju darat.
- Area-area yang memungkinkan infiltrasi tanpa terdeteksi radar musuh.
- Titik rawan longsor, jebakan geologis, atau kubah vegetasi yang sulit dilintasi.

Monroe et al. (2022), dalam riset terbitan Springer, memperkenalkan model *condensed GIS-based reports*, yaitu laporan visual yang dapat langsung digunakan oleh planner militer di

lapangan. Dalam model ini, semua informasi topografi, meteo-oceanografi, dan elemen taktis disederhanakan ke dalam peta interaktif yang kompatibel dengan tablet atau layar kendaraan tempur.

Simulasi ini tidak hanya bersifat strategis, tetapi juga sangat taktis. Dalam pelatihan pasukan pendarat seperti Marinir, simulasi medan dengan peta 3D berbasis GIS memungkinkan mereka berlatih lebih realistis. Ruzinoor et al. (2012) bahkan menambahkan elemen cetak 3D dari data GIS untuk membuat miniatur medan guna latihan taktis.

### **3.2.3 Relevansi Data Spasial untuk Perencanaan Cepat dan Presisi**

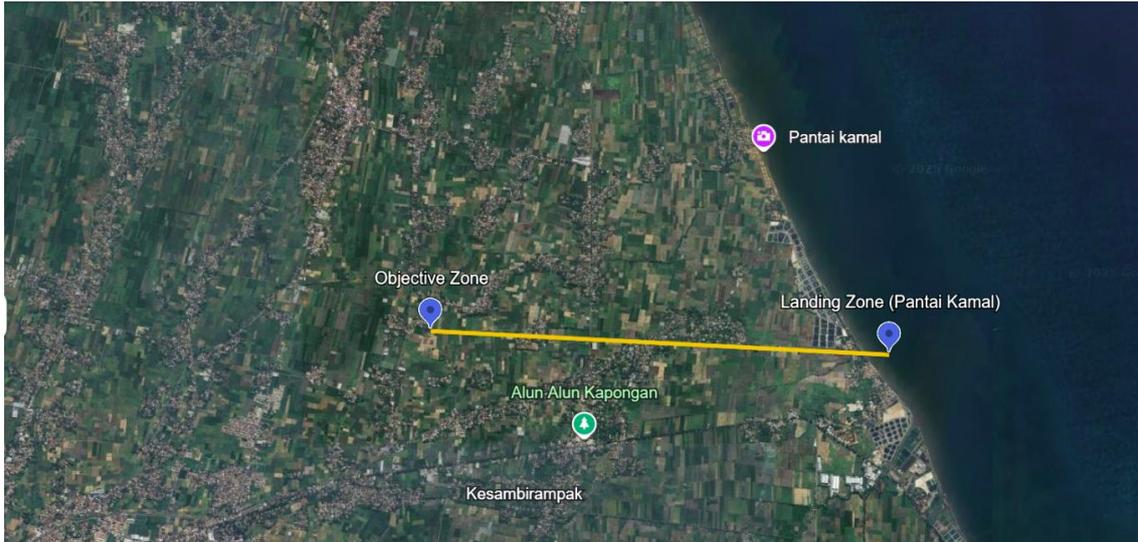
Dalam operasi militer modern, kecepatan bukan lagi semata-mata masalah pergerakan pasukan, tetapi juga kecepatan pengambilan keputusan. Di sinilah kekuatan utama GIS terlihat. Dengan sistem GIS yang telah dirancang dengan layer strategis, komandan dapat mengakses data spasial secara real-time atau semi-realtime.

Dalam perencanaan cepat seperti saat krisis, simulasi berbasis GIS bisa menjadi alat bantu utama dalam menentukan lokasi pendaratan alternatif jika pantai utama tidak dapat dikuasai. Convertino et al. (2011) menunjukkan bahwa dengan menggunakan GIS berbasis web dan *dynamic mapping*, unit militer di Florida mampu merespons ancaman banjir pesisir dan perubahan topografi secara lebih cepat dan adaptif.

Lebih lanjut, Powell et al. (2024) menekankan pentingnya vegetasi sebagai elemen utama dalam doktrin taktis. GIS dapat memetakan jenis vegetasi di pesisir dan mengkalkulasi waktu tempuh pasukan dari titik pendaratan menuju titik objektif dengan mempertimbangkan jenis hambatan alam. Dalam studi mereka, bahkan vegetasi seperti semak tropis dapat memperlambat pasukan hingga 15 menit per 100 meter jika tidak dianalisis secara spasial sebelumnya.

Dalam konteks operasi militer modern, pemanfaatan teknologi spasial seperti GIS (*Geographic Information System*) menjadi sangat penting dalam mendukung proses perencanaan taktis dan pengambilan keputusan berbasis medan (Matthew & Chipatiso, 2023). Gambar berikut ini menunjukkan simulasi sederhana penggunaan GIS dalam merancang strategi pendaratan amfibi oleh satuan TNI AL. Lokasi yang digunakan adalah kawasan Pantai Kamal di Situbondo, Jawa Timur, yang dipilih berdasarkan ketersediaan garis pantai terbuka, kontur yang relatif landai, serta kedekatannya dengan area strategis di daratan.

Melalui proses pemetaan digital berbasis citra satelit, ditentukan dua titik utama: *Landing Zone* sebagai lokasi pendaratan di tepi pantai, dan *Objective Zone* sebagai sasaran utama pasukan setelah mendarat. Jalur lurus yang menghubungkan kedua titik ini menggambarkan *rute taktis awal* yang secara sederhana mewakili arah gerakan pasukan dari laut menuju sasaran.



**Gambar 3. Simulasi Jalur Pendaratan Amfibi TNI AL dari Pantai Kamal ke Titik Objektif**

Gambar di atas menyajikan output dari simulasi GIS yang menggabungkan data spasial, citra satelit, dan perencanaan operasi militer. Titik biru di sisi kanan (*Landing Zone*) menunjukkan lokasi pendaratan amfibi yang berada di bibir Pantai Kamal, menghadap langsung ke laut Jawa. Sementara itu, *Objective Zone* berada di daratan arah barat daya, dekat dengan area permukiman dan jalur transportasi lokal. Jalur kuning menghubungkan kedua titik tersebut sebagai representasi jalur infiltrasi atau pergerakan awal pasukan.

Dalam implementasi nyata, GIS tidak hanya digunakan untuk menggambarkan posisi spasial, tetapi juga dapat dianalisis lebih lanjut untuk menghindari vegetasi rapat, medan terjal, atau area berpenduduk (Burke, 2023). Melalui visualisasi ini, dapat dilihat bagaimana GIS berfungsi sebagai alat bantu strategis dalam menyusun skenario tempur yang lebih adaptif, efisien, dan berbasis data nyata. Simulasi semacam ini juga sangat berguna dalam latihan tempur, pengambilan keputusan lapangan, maupun sebagai dokumen pendukung dalam penyusunan rencana operasi tempur.

Dalam perencanaan operasi pendaratan amfibi, integrasi teknologi GIS (*Geographic Information System*) memungkinkan komandan lapangan untuk melakukan simulasi taktis berdasarkan kondisi spasial yang nyata dan dinamis. Berbagai parameter lingkungan dapat dimodelkan dalam bentuk *layer* terpisah, yang kemudian dianalisis secara menyeluruh untuk menentukan jalur pendaratan yang paling efisien, aman, dan taktis (Setiadji et al., 2020). Tabel berikut menyajikan ilustrasi beberapa parameter kunci dalam simulasi GIS yang digunakan untuk mendukung perencanaan jalur pendaratan pasukan TNI AL.

**Tabel 2. Ilustrasi Simulasi Jalur Pendaratan**

Parameter	Deskripsi GIS Layer	Kegunaan Taktis
Elevasi & Lereng	DEM (Digital Elevation Model)	Menentukan titik masuk optimal ke daratan
Kedalaman Laut	Bathymetric Chart	Menentukan titik debarkasi aman untuk LCU/LCAC
Vegetasi	Land Cover Map + NDVI	Mengidentifikasi penghalang alami / jalur cepat

Permukiman	Peta Toponimi dan Infrastruktur	Menghindari daerah sipil atau basis musuh
Cuaca & Gelombang	Layer satelit meteorologi + oceanografi	Menentukan waktu ideal untuk pendaratan

**Sumber:** Dikompilasi oleh penulis dari dokumen latihan TNI AL, NDVI & LandSat data, serta studi Bekele (2019) dan Powell et al. (2024).

Dari tabel di atas, terlihat bahwa setiap parameter spasial memiliki nilai strategis dalam mendukung pengambilan keputusan operasional. Sebagai contoh, elevasi dan lereng dari data DEM (Digital Elevation Model) dapat membantu dalam mengidentifikasi titik masuk terbaik ke wilayah daratan, sedangkan kedalaman laut sangat krusial untuk menentukan lokasi debarkasi kapal amfibi seperti LCU (Landing Craft Utility) atau LCAC (Landing Craft Air Cushion) agar tidak kandas. Selain itu, vegetasi menjadi indikator alami untuk menilai tingkat hambatan atau kemungkinan jalur gerak cepat pasukan.

Lebih lanjut, informasi permukiman penting untuk menghindari area sipil yang dapat memicu eskalasi sipil-militer atau menyebabkan efek samping kemanusiaan. Sementara itu, data cuaca dan gelombang yang berasal dari satelit meteorologi dan oceanografi memberikan informasi taktis untuk menentukan waktu terbaik pendaratan agar menghindari kondisi laut yang ekstrem. Dengan menggabungkan seluruh layer ini, simulasi GIS dapat menyajikan peta jalur pendaratan yang tidak hanya realistis tetapi juga secara langsung mendukung efektivitas misi.

### 3.2.4 Tantangan Integrasi GIS di Lingkungan TNI AL

Walaupun potensi GIS sangat besar, terdapat sejumlah tantangan integrasi dalam lingkungan operasional militer Indonesia (Triana & Wahyudi, 2019), di antaranya:

- Terbatasnya sistem komputasi lapangan yang kompatibel dengan GIS mobile.
- Keterbatasan data spasial akurat di wilayah terpencil.
- Kurangnya pelatihan teknis GIS di kalangan perwira taktis.

Namun demikian, beberapa upaya positif telah dimulai, seperti integrasi peta elektronik di unit Puskodal TNI AL dan latihan dengan sistem informasi tempur berbasis visualisasi digital.

### 3.2.5 Analisis dan Implikasi Operasional

Integrasi GIS tidak hanya menjadi solusi teknis, tetapi juga memiliki implikasi doktrinal dan strategis. Dengan visualisasi spasial yang komprehensif, satuan pendarat dapat menjalankan pendekatan "manuver berbasis informasi" di mana penguasaan informasi medan menjadi senjata utama. Selain itu, kemampuan untuk menyesuaikan rencana operasi secara cepat dan presisi, disebabkan oleh data spasial *real-time*, menjadi keunggulan kompetitif di medan operasi modern yang berubah sangat cepat.

Penelitian ini menunjukkan bahwa GIS dapat dan harus menjadi bagian dari sistem perencanaan tempur TNI AL, khususnya dalam operasi amfibi. Dari pemilihan pantai, penentuan waktu serang, hingga manuver penguasaan pantai, semuanya dapat dimodelkan dan dianalisis dengan sistem GIS yang baik.

#### 4. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis terhadap strategi pendaratan amfibi TNI Angkatan Laut dan potensi pemanfaatan teknologi Geographic Information System (GIS), dapat disimpulkan bahwa meskipun pendekatan taktis pendaratan amfibi TNI AL telah menunjukkan pola yang sistematis dan mengikuti doktrin militer modern, integrasi data spasial dalam proses perencanaan masih terbatas. Strategi pendaratan umumnya mengandalkan pendekatan konvensional, padahal dinamika geografis pesisir Indonesia yang sangat kompleks membutuhkan dukungan sistem informasi geospasial yang lebih adaptif dan presisi.

Menjawab rumusan masalah pertama, strategi TNI AL telah memanfaatkan beragam medan latihan dan simulasi lapangan, tetapi masih belum sepenuhnya mengadopsi pendekatan berbasis pemodelan spasial. Sementara itu, untuk rumusan masalah kedua, terbukti bahwa GIS memiliki potensi besar dalam mendukung operasi pendaratan, baik dalam konteks pemilihan jalur pendaratan, identifikasi rintangan geografis, maupun visualisasi operasional yang mendukung pengambilan keputusan cepat dan akurat. Dengan kemampuan menganalisis topografi, vegetasi, dan kondisi laut secara simultan, GIS memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efektivitas taktis operasi tempur laut.

#### 4.1 Saran

Sebagai rekomendasi, integrasi sistem GIS perlu didorong dalam setiap tahapan perencanaan operasi tempur TNI AL, khususnya yang bersifat amfibi. Peningkatan kapabilitas digital ini harus diiringi dengan pelatihan teknis bagi personel, baik di level komando maupun pasukan tempur, guna mengoptimalkan pemanfaatan data spasial dalam keputusan operasional.

Untuk memperkuat basis ilmiah dan praktis, penelitian lanjutan disarankan melibatkan data primer melalui simulasi taktis, uji coba GIS di lapangan, atau kolaborasi riset antara militer dan akademisi. Pendekatan ini akan memperkaya pemahaman strategis dan menjembatani kesenjangan antara konsep dan implementasi operasional.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia atas dukungan akademik, fasilitas riset, serta lingkungan ilmiah yang kondusif dalam proses penyusunan penelitian ini. Bimbingan dan wawasan yang diberikan selama proses pembelajaran di Unhan RI telah menjadi landasan penting dalam memperdalam kajian strategis, khususnya dalam bidang pertahanan maritim dan pemanfaatan teknologi spasial untuk mendukung operasi militer.

#### Daftar Rujukan

- Arslan, R. (2022, June 3). Marinir Siapkan Latihan Operasi Pendaratan Amfibi di Dabo Singkep. *Viva.Co.Id*. <https://www.viva.co.id/militer/militer-indonesia/1481357-marinir-siapkan-latihan-operasi-pendaratan-amfibi-di-dabo-singkep>

- Bekele, N. (2019). Assessment and Modeling of Geo-Spatial Technology and Geo-Spatial Intelligence Support for Joint Military Operations. *Journal of Geographic Information System*, 11, 97–110. <https://doi.org/10.4236/jgis.2019.111008>
- Burke, D. (2023). *Real-Time GIS Use Cases and Implementation Patterns*. <http://server.arcgis.com/en/geoevent-extension/>
- Chipatiso, E. (2024). Application of GIS and Artificial Intelligence in Military Operations: Prospects and Challenges. In *Space Sci J*. <http://webhelp.esri.com/>
- Convertino, M., Kiker, G. A., Chu-Agor, M. L., Muñoz-Carpena, R., Martinez, C. J., Aiello-Lammens, M., Akçakaya, H. R., Fischer, R. A., & Linkov, I. (2011). Integrated Modeling to Mitigate Climate Change Risk Due to Sea Level Rise. In I. Linkov & T. S. Bridges (Eds.), *Climate* (pp. 433–464). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-1770-1\\_23](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1770-1_23)
- Dean, P. J. (2014). AMPHIBIOUS OPERATIONS AND THE EVOLUTION OF AUSTRALIAN DEFENSE POLICY. *Naval War College Review*, 67(4), 20–39. <http://www.jstor.org/stable/26397795>
- Dohnal, F., STRAKA, Š., & DUCHAN, D. (2024). Design of Web GIS Application for Planning of Military River Crossing. *Challenges to National Defence in Contemporary Geopolitical Situation*, 1. <https://doi.org/10.3849/cndcgs.2024.489>
- Hashem, I. A. T., Chang, V., Anuar, N. B., Adewole, K., Yaqoob, I., Gani, A., Ahmed, E., & Chiroma, H. (2016). The role of big data in smart cities. *International Journal of Information Management*, 36(5), 748–758. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.002>
- Kaushal, S., & Watling, J. (2019). Requirements for the UK's Amphibious Forces in the Future Operating Environment. In *RUSI Occasional Paper*. Royal United Services Institute (RUSI). <https://rusi.org/explore-our-research/publications/occasional-papers/requirements-uks-amphibious-forces-future-operating-environment>
- Malczewski, J., & Rinner, C. (2015). Multicriteria Decision Analysis in Geographic Information Science. In *Advances in Geographic Information Science*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-74757-4>
- Matthew, M., & Chipatiso, E. (2023). *Application of GIS and Artificial Intelligence in Military Operations: Prospects and Challenges*. <https://example.com/gis-ai-military-paper>
- Monroe, J. G., Martin, K., Ewing, M., Johnston, M., Allison, M. C., Aspin, Z., Davenport, C., Lynch, G., McInnis, D. P., & McKenna, T. (2022). Integrating Real-Time Vehicle and Watercraft Modeling and Simulation Tools for Analysis of Amphibious Operations. In J. Mazal, A. Fagiolini, P. Vasik, M. Turi, A. Bruzzone, S. Pickl, V. Neumann, & P. Stodola (Eds.), *Modelling and Simulation for Autonomous Systems* (pp. 113–126). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-98260-7\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-98260-7_7)
- Nyeko, M. (2012). GIS and Multi-Criteria Decision Analysis for Land Use Resource Planning. *Journal of Geographic Information System*, 04(04), 341–348. <https://doi.org/10.4236/jgis.2012.44039>
- Powell, W., Beane, N., & Blanchard, M. (2024). *Analysis of Vegetation as Terrain: The "How" and "Why" of US Army Doctrine*. <https://doi.org/10.21079/11681/48265>
- Ruzinoor, C. M., Abdul Rashid Mohamed, S., Biswajeet, P., Mahmud, R. A., & and RAHIM, M. S. M. (2012). A review on 3D terrain visualization of GIS data: techniques and software. *Geo-Spatial Information Science*, 15(2), 105–115. <https://doi.org/10.1080/10095020.2012.714101>
- Setiadji, A., Sukandari, B., Widjayanto, J., & Najib, R. (2020). Decision Selection Model of Landing Beach in Amphibious Operations Exercise with Fuzzy MCDM. *International Journal of ASRO*, 11(2), 22–34. <https://asrojournal-sttal.ac.id/index.php/ASRO/article/view/215> # Replace with actual if known
- Shivam, P., & Narayan, P. (2024). 3D Visualization of Terrain Surface for Enhanced Spatial Mapping and Analysis. In D. Puthal, S. Mohanty, & B.-Y. Choi (Eds.), *Internet of Things. Advances in Information and Communication Technology* (pp. 49–63). Springer Nature Switzerland. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-45882-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-031-45882-8_4)
- TNI AL. (2023). TNI AL Laksanakan Pendaratan Amfibi pada Latihan Armada Jaya XLI Tahun 2023. In *tni.mil.id*. <https://tni.mil.id/view-227786-tni-al-laksanakan-endaratan-amfibi-pada-latihan-armada-jaya-xli-tahun-2023.html>

- Triana, K., & Wahyudi, A. (2019). GIS Developments for Ecosystem-Based Marine Spatial Planning and the Challenges Faced in Indonesia. *ASEAN Journal on Science and Technology for Development*, 36. <https://doi.org/10.29037/ajstd.587>
- U.S. Embassy. (2024). Press Release: U.S. and Indonesian Marines Conclude Successful Keris MAREX 2024. In *U.S. Embassy & Consulates in Indonesia*. <https://id.usembassy.gov/press-release-u-s-and-indonesian-marines-conclude-successful-keris-marex-2024/>
- Zecevic, M. (2019). Assessment of the risk of potable water supply in the area of amphibious military operation. *Rudarsko Geolosko Naftni Zbornik*, 34(2), 67–76. <https://doi.org/10.17794/rgn.2019.2.8>
- Zhang, X., Huang, J., Huang, Y., Huang, K., Yang, L., & Han, Y. (2022). Intelligent Amphibious Ground-Aerial Vehicles: State of the Art Technology for Future Transportation. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, 8(1), 970–987. <https://doi.org/10.1109/TIV.2022.3193418>