

## Analisa Pemanfaatan *Light Detection and Ranging* (LIDAR) Dalam Operasi Pendaratan Amfibi

Kridha Budhi Handaya\*<sup>1</sup>, M. B. Pandjaitan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut

E-mail: kridhabudhi@gmail.com\*<sup>1</sup>, pandjaitan2001@gmail.com<sup>2</sup>

**Abstrak.** Operasi pendaratan amfibi merupakan operasi militer perang yang bertujuan untuk menguasai wilayah pantai yang dikendalikan musuh sehingga memerlukan data lingkungan yang akurat untuk memastikan keberhasilan misi. Metode survei konvensional yang menggunakan kapal survei sering kali memakan waktu, tidak praktis di daerah terpencil, dan menimbulkan risiko keamanan. Studi ini mengeksplorasi pemanfaatan teknologi *Light Detection and Ranging* (LIDAR) dalam melakukan survei pendaratan amfibi, memanfaatkan kemampuannya untuk memberikan data tiga dimensi resolusi tinggi dari topografi bawah air, fitur pantai, dan hambatan. Dengan menggunakan pendekatan studi kasus kualitatif, penelitian ini mengevaluasi implementasi LIDAR dalam survei hidrografi yang dilakukan oleh Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut (*Pushidrosal*). Data dikumpulkan melalui wawancara dengan para *expert* selanjutnya diolah menggunakan tools Nvivo 15 dan di analisa menggunakan analisa SWOT untuk menilai kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi LIDAR menawarkan keunggulan secara signifikan, antara lain akuisisi data yang lebih cepat, cakupan yang luas, dan kemampuan integrasi dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Namun, tantangan seperti keterbatasan keahlian sumber daya manusia, ketergantungan pada kondisi lingkungan, dan kendala infrastruktur menghambat pemanfaatannya secara optimal. Rekomendasi strategis meliputi peningkatan pelatihan personel, investasi dalam infrastruktur teknologi, dan menjalin kolaborasi dengan lembaga penelitian untuk meningkatkan pengetahuan tentang LIDAR. Analisa SWOT menyarankan strategi "Turn Around" di mana strategi ini berorientasi mengatasi kelemahan dan memanfaatkan peluang serta memastikan penerapan LIDAR yang efektif dalam mendukung operasi amfibi. Studi ini menyoroti potensi transformatif LIDAR dalam survei hidrografi militer modern, menekankan perlunya peningkatan kapasitas dan perencanaan strategis untuk memaksimalkan manfaatnya.

**Kata kunci:** LIDAR, Pemanfaatan, Operasi pendaratan amfibi, Survei hidrografi, Operasi militer perang, Sistem Informasi Geografis.

**Abstract.** The amphibious landing operation is a critical military activity aimed at securing enemy-controlled coastal areas, requiring accurate environmental data to ensure mission success. Traditional survey methods using survey vessels are often time-consuming, impractical in remote areas, and pose safety risks. This study explores the effectiveness of Light Detection and Ranging (LIDAR) technology in conducting amphibious landing surveys, leveraging its ability to provide high-resolution three-dimensional data of underwater topography, coastal features, and obstacles. Using a qualitative case study approach, this research evaluates the implementation of LIDAR in hydrographic surveys conducted by the Indonesian Navy Hydro-Oceanographic Center (*Pushidrosal*). The data was collected through interviews with experts, then processed using NVivo 15 and analyzed using SWOT analysis to assess strengths, weaknesses, opportunities, and threats. Findings indicate that LIDAR offers significant

advantages, including rapid data acquisition, broad coverage, and integration with Geographic Information Systems (GIS). However, challenges such as limited human resource expertise, dependence on environmental conditions, and infrastructure constraints hinder its optimal utilization. Strategic recommendations include enhancing personnel training, investing in technological infrastructure, and fostering collaborations with research institutions to improve LIDAR adoption. The SWOT analysis suggests a "Turn Around" strategy to address weaknesses and capitalize on opportunities, ensuring LIDAR's effective application in supporting amphibious operations. This study highlights the transformative potential of LIDAR in modern military hydrographic surveys, emphasizing the need for capacity-building and strategic planning to maximize its benefits.

**Keywords:** LIDAR, amphibious landing operation, hydrographic survey, military operations, Geographic Information Systems.

## **1. Pendahuluan**

Berdasarkan Keputusan Panglima TNI No Kep/1065/XII/2020 tanggal 30 Desember 2020 tentang Petunjuk Penyelenggaraan Operasi Amfibi dalam Operasi Militer Perang, Operasi pendaratan amfibi dilaksanakan untuk mendaratkan pasukan pendarat (pasrat) dari laut ke darat guna merebut dan/atau menguasai suatu daerah di pantai musuh dan/atau pantai yang dikuasai musuh dalam rangka melaksanakan operasi tempur (opspur) selanjutnya atau opspur lainnya. Operasi ini memiliki kompleksitas tinggi karena melibatkan dinamika lingkungan pantai yang tidak stabil, seperti topografi bawah air, pasang surut, gelombang, serta hambatan alamiah atau buatan. Kegagalan dalam memahami kondisi medan dapat mengakibatkan kerugian material maupun personel, hal tersebut terbukti dalam sejarah operasi amfibi pada Perang Dunia II di Tarawa, di mana ketidaktahuan tentang lokasi karang mengakibatkan kerugian besar. Banyak *Landing Craft* Amerika Serikat yang terjebak di terumbu karang, menyebabkan pasukan yang berusaha mendarat terperangkap dan menjadi sasaran tembakan pasukan Jepang [21]. Oleh karena itu, kemampuan untuk memperoleh data akurat tentang lingkungan pendaratan menjadi faktor penentu kesuksesan misi.

Pada kondisi saat ini, pelaksanaan survei pantai pendaratan masih menggunakan metode konvensional yaitu dengan kapal survei atau wahana apung lainnya yang dilengkapi dengan peralatan survei dan peralatan pendukung lainnya. Pelaksanaan survei ini membutuhkan waktu yang tidak singkat dan sering kali tidak praktis di wilayah terpencil bahkan membahayakan keselamatan personel survei. Semakin dangkal area yang disurvei, maka lebar sapuan/*beam* peralatan akan semakin kecil, hal ini menyebabkan metode konvensional yang digunakan untuk melaksanakan survei pantai pendaratan menjadi tidak efektif.

*Light Detection and Ranging* (LIDAR) adalah teknologi pengindraan jauh yang menggunakan sinyal laser untuk mengukur jarak dan mampu menghasilkan model tiga dimensi permukaan dengan presisi tinggi. Sinyal LIDAR mampu menembus kolom air sampai dengan 30 meter sehingga dapat memetakan topografi dasar laut, garis pantai, serta struktur bawah air seperti karang, beting pasir, atau rintangan buatan [16]. Kemampuan ini sangat vital untuk menentukan lokasi pendaratan yang aman bagi kendaraan amfibi, menghindari *grounding*, dan memastikan akses cepat dan aman ke daratan. Penggunaan LIDAR telah diadopsi oleh *U.S. Army Geospatial Center's* (AGC) di mana LIDAR AGC merupakan alat yang sangat penting bagi keberhasilan operasi karena mampu menyediakan data geospasial tiga dimensi beresolusi tinggi yang tidak dapat disaingi oleh satelit komersial lainnya [19].

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif untuk dapat mengetahui efektivitas penggunaan LIDAR dalam survei pemetaan operasi pendaratan amfibi. Diharapkan melalui penelitian ini dapat memberikan inovasi yang merepresentasikan konvergensi antara teknologi mutakhir dengan kebutuhan operasional militer dalam operasi pendaratan amfibi bagi Pushidrosal.

## **2. Metode**

Penelitian yang akan dilaksanakan akan menggunakan jenis penelitian kualitatif yaitu desain studi kasus. Penelitian kualitatif adalah penelitian yang bermaksud untuk mengetahui fenomena tentang apa yang dialami oleh subjek penelitian misalnya perilaku, persepsi, motivasi, tindakan, dan lain-lain secara holistik dan dengan cara deskripsi dalam bentuk kata-kata dan bahasa, pada suatu konteks khusus yang alamiah dan dengan memanfaatkan berbagai metode ilmiah, [3] yang digunakan untuk meneliti pada

kondisi objek alamiah, di mana peneliti merupakan instrumen kunci, perbedaannya dengan penelitian kuantitatif adalah penelitian ini berangkat dari data, memanfaatkan teori yang ada sebagai bahan penjabar dan berakhir dengan sebuah teori. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan memanfaatkan studi kasus, pendekatan studi kasus dirasa cocok karena penelitian ini ingin mencari lebih dalam dengan menggunakan pertanyaan seputar “bagaimana dan mengapa”. Terlebih dari itu, saat peneliti hanya memiliki peluang kecil untuk mengatur peristiwa-peristiwa yang menjadi fokus penelitiannya serta fokus penelitiannya terletak pada kehidupan nyata dengan fenomena masa kini (kontemporer)

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Kegiatan Pushidrosal pada penggunaan data LIDAR dalam mendukung Survei Pantai Pendaratan Amfibi.

LIDAR (*Light Detection and Ranging*) merupakan teknologi canggih untuk pemetaan daerah pantai yang menggunakan sistem pemindaian laser dari pesawat udara atau *drone*. Teknik ini menghasilkan data yang akurat dalam format tiga dimensi (x, y, z) dan mampu merepresentasikan kontur dasar perairan secara detail dalam bentuk peta 2D maupun model 3D. Sistem LIDAR bekerja dengan memancarkan dua jenis laser yaitu laser hijau yang mampu menembus kolom air hingga kedalaman tertentu dan laser inframerah untuk pemetaan permukaan. Teknologi ini sangat efektif untuk memetakan perairan dangkal hingga kedalaman 20 meter di wilayah pesisir, muara sungai, dan area terumbu karang yang sulit dijangkau oleh perahu perum.

Keunggulan utama LIDAR terletak pada efisiensi waktu dan akurasi yang tinggi. Penggunaan LIDAR sangat luas dan telah digunakan oleh berbagai instansi baik dalam maupun luar negeri, mencakup pemetaan bahaya navigasi, studi perubahan garis pantai, perencanaan infrastruktur kelautan, serta penelitian ekosistem pesisir. Kelebihan lainnya adalah kemampuannya melakukan survei topografi dan batimetri secara simultan, serta menjangkau area berbahaya atau terlalu dangkal untuk kapal survei. Dengan resolusi spasial tinggi antara 0.5-2 meter, teknologi ini menjadi solusi efektif untuk pemetaan hidrografi modern yang membutuhkan data akurat dengan cakupan area luas dalam waktu relatif singkat.

#### 3.2. Pengolahan Data.

Peneliti menentukan kriteria penggunaan metode LIDAR dalam survei pantai pendaratan sebagai berikut:

**Tabel 1.** Kriteria yang dimunculkan

No.	Kriteria	Pengertian/Parameter Penilaian
1	Tingkat Sumber daya Manusia	Analisa keterampilan dan pengetahuan SDM dalam mengimplementasikan teknologi LIDAR
2	Efisiensi Penggunaan LIDAR	Perbandingan efisiensi pengambilan dan pengolahan data LIDAR dengan pengukuran langsung serta evaluasi tingkat akurasi data yang diperoleh dari teknologi LIDAR akan memberikan wawasan mengenai keunggulan dan keterbatasan masing-masing metode
3	Implementasi Data LIDAR	Penggunaan data LIDAR untuk pemetaan pantai pendaratan yang diaplikasikan untuk tujuan militer serta memberikan manfaat strategis dalam operasi militer terutama operasi pendaratan amfibi.

(sumber: hasil pengolahan peneliti, Tahun 2025)

Pada tabel 1 di atas merupakan kriteria yang diangkat dalam penelitian di antaranya membahas tingkat sumber daya manusia, efisiensi penggunaan dan implementasi data LIDAR. *Tools* pengolahan data menggunakan Nvivo 15 untuk mendeteksi kata kunci, frasa, atau konsep yang sering muncul (*word frequency query*) seperti pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Penggunaan Word Frequency Query

Pada Gambar 1, kata yang sering digunakan dalam data wawancara pada kriteria tingkat sumber daya manusia antara lain teknologi, lidar, infrastruktur dan sumber daya manusia. Pada kriteria efisiensi penggunaan LIDAR kata yang sering digunakan adalah efisien waktu, validasi LIDAR dan persaingan. Pada kriteria implementasi data, kata yang sering digunakan adalah pemetaan, teknologi LIDAR dan data militer. Pengolahan data tersebut digunakan untuk pembobotan dalam analisis SWOT.

Salah satu keunggulan dari LIDAR adalah data yang dihasilkan dapat diintegrasikan dengan berbagai platform SIG. Sesuai Teori SIG Integrasi ini memungkinkan penggabungan data batimetri dengan informasi geospasial lainnya, seperti data navigasi, intelijen, dan oseanografi, yang sangat bermanfaat dalam penentuan arah data navigasi dan pengambilan keputusan strategis. SIG dapat menyajikan model kedalaman laut dangkal yang nantinya menghasilkan ekstraksi garis pantai. Implementasi ini sangat berguna dalam pemetaan laut dan operasi militer, di mana informasi yang akurat dan cepat sangat penting.

Dalam Teori Survei dan Pemetaan laut, Teknologi LIDAR ini dapat diintegrasikan dengan wahana otomatis, seperti *Autonomous Underwater Vehicles (AUV)* dan *Unmanned Aerial Vehicles (UAV)* sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi kedangkalan dan sangat berguna dalam investigasi, pemetaan daerah yang sulit terjangkau atau yang belum terpetakan serta mendukung operasi militer, di mana pemahaman yang mendalam tentang medan laut sangat penting untuk perencanaan dan eksekusi misi. Operasi pendaratan amfibi memerlukan pemahaman yang sangat detail tentang kondisi dasar laut di sekitar area pendaratan untuk memastikan keamanan dan keberhasilan operasi. Data LIDAR dapat memberikan informasi yang sangat penting mengenai kedalaman perairan, jenis substrat dasar laut, dan potensi rintangan bawah air.

### 3.3. Pembahasan Strategi Dalam Penggunaan LIDAR.

Penentuan strategi dalam penggunaan LIDAR untuk pemetaan pantai pendaratan guna mendukung operasi pendaratan amfibi menggunakan analisa metode SWOT. Berikut adalah analisa SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) terkait penggunaan LIDAR untuk mendukung operasi pantai pendaratan amfibi. Analisa ini bertujuan untuk mengevaluasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman yang mungkin dihadapi dalam mengimplementasikan teknologi LIDAR dalam konteks militer, khususnya untuk operasi pendaratan amfibi. Melalui analisa ini, dapat diidentifikasi faktor-faktor kunci yang perlu diperhatikan untuk memaksimalkan manfaat dan mengurangi risiko dalam penggunaan teknologi ini.

#### a. *Strengths* (Kekuatan)

- Efisiensi Waktu : Penggunaan teknologi LIDAR memungkinkan pengumpulan data yang lebih cepat dibandingkan dengan metode pengukuran langsung. Hal ini sangat penting dalam situasi darurat dan operasi militer yang memerlukan informasi cepat.
- Cakupan Luas: Teknologi LIDAR mampu mencakup area yang lebih luas dan memungkinkan pemetaan area yang sulit dijangkau oleh metode konvensional. Hal ini sangat berguna dalam operasi pendaratan amfibi yang memerlukan pemetaan cepat dan menyeluruh.
- Integrasi dengan GIS: Data LIDAR dapat diintegrasikan dengan platform Sistem Informasi Geografis (GIS), memungkinkan penggabungan data dengan informasi geospasial lainnya untuk analisa yang lebih komprehensif.

- Pengurangan Risiko: Menggunakan data LIDAR mengurangi risiko yang terkait dengan pengiriman personel dan peralatan ke lapangan, terutama di wilayah yang mungkin berbahaya atau tidak stabil.
- b. *Weaknesses* (Kelemahan)
- Kemampuan Sumber Daya Manusia : LIDAR merupakan teknologi baru yang belum pernah digunakan sehingga belum adanya personil ahli yang dapat mengoptimalkan kemampuan LIDAR.
  - Ketergantungan pada Kondisi Lingkungan: Kualitas data LIDAR sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan kejernihan air. Hal tersebut dapat memengaruhi kualitas data yang dihasilkan.
  - Ketersediaan Infrastruktur: Ketersediaan infrastruktur untuk pemrosesan data masih terbatas, membutuhkan investasi besar dalam perangkat keras dan perangkat lunak.
  - Kebutuhan Validasi Lapangan: Meskipun secara teori data satelit LIDAR dapat digunakan sebagai sumber data, validasi lapangan tetap diperlukan untuk memastikan akurasi data, yang memerlukan waktu dan sumber daya tambahan.
- c. *Opportunities* (Peluang)
- Kebutuhan Data 3 Dimensi: Data 3 dimensi dapat memberikan gambaran secara detail kepada penggunaannya sehingga penggunaan LIDAR dapat memenuhi kebutuhan tersebut.
  - Kolaborasi Antar Institusi: Kerja sama dengan perguruan tinggi, lembaga penelitian, dan instansi pemerintah dapat memperluas kemampuan dan aplikasi teknologi ini, serta mempercepat transfer pengetahuan dan peningkatan kapasitas SDM.
  - Peningkatan Kapasitas SDM: Program pelatihan dan pengembangan keahlian dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan teknis SDM, memungkinkan pemanfaatan teknologi secara lebih efektif.
  - Mitigasi Bencana Alam: Pemanfaatan teknologi ini dapat meningkatkan kemampuan mitigasi bencana alam terutama di darat dan lingkungan pesisir pantai sehingga dapat memberikan keuntungan di bidang kemanusiaan.
- d. *Threats* (Ancaman)
- Masalah Privasi dan Regulasi: Penggunaan *drone*/UAV sebagai wahana LIDAR pada area tertentu diperlukan perizinan yang ketat sehingga dapat menghambat pengumpulan data
  - Kondisi Lingkungan yang Berubah: Perubahan lingkungan perairan, seperti peningkatan kekeruhan atau perubahan kondisi cuaca, dapat memengaruhi kualitas data LIDAR.
  - Persaingan Teknologi: Kemajuan teknologi di bidang yang lain, seperti citra satelit dapat mengurangi ketergantungan pada teknologi LIDAR.
  - Keterbatasan Anggaran: Keterbatasan dana untuk investasi dalam infrastruktur dan pengembangan teknologi dapat menghambat adopsi dan pemanfaatan teknologi LIDAR secara optimal.

Berdasarkan faktor-faktor dalam analisa SWOT di atas, maka faktor- faktor tersebut digunakan untuk merumuskan strategi yang disusun dalam bentuk tabel sebagai kelanjutan dari hasil analisa terhadap faktor-faktor yang terdapat di dalam SWOT tersebut. Penulis merumuskan suatu penyelesaian masalah dengan menganalisis faktor internal (*strengths* dan *weakness*) dengan faktor eksternal (*opportunity* dan *threats*) sehingga dapat menentukan suatu langkah yang tepat dan ditujukan terhadap objek dan subjek dalam penelitian, sebagaimana tergambar dalam tabel sebagai berikut:

**Tabel 2.** Faktor Internal (*Internal Factors Analysis Summary / IFAS*)

<b>Faktor – Faktor Internal</b>	
<i>Strength</i>	<i>Weakness</i>
Efisiensi Waktu	Kemampuan SDM

<b>Faktor – Faktor Internal</b>			
<i>Strength</i>		<i>Weakness</i>	
Cakupan Luas	Ketergantungan	pada	Kondisi
	Lingkungan		
Integrasi dengan GIS	Ketersediaan Infrastruktur		
Pengurangan Risiko	Kebutuhan Validasi Lapangan		

(Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, Tahun 2025)

**Tabel 3.** Faktor Eksternal (*External Factors Analysis Summary* / EFAS)

<b>Faktor – Faktor Eksternal</b>	
<i>Opportunities</i>	<i>Threats</i>
Kebutuhan Data 3 Dimensi	Masalah Privasi dan Regulasi
Kolaborasi Antar Institusi	Kondisi Lingkungan yang Berubah
Peningkatan Kapasitas SDM	Persaingan Teknologi
Mitigasi Bencana Alam	Keterbatasan Anggaran

(Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, Tahun 2025)

Selanjutnya dilaksanakan pembobotan faktor-faktor internal dan eksternal, Setiap faktor SWOT diberi bobot berdasarkan tingkat kepentingannya (skala 0.0 sampai 1.0, dengan total bobot untuk masing- masing kategori *Strengths* + *Weakness* dan *Opportunities* + *Threats* adalah 1.0). Setiap faktor juga diberi penilaian (*rating*) dari 1 sampai 5, di mana 1 adalah yang paling tidak berpengaruh dan 5 adalah yang paling berpengaruh. Selanjutnya melakukan perhitungan *Internal Factor Analysis Summary* (IFAS) dan *External Factor Analysis Summary* (EFAS), sebagai berikut:

**Tabel 4.** *Internal Factor Analysis Summary* (IFAS)

No	<i>Internal factor Analysis Summary</i> (IFAS)	Bobot	Rating	Skor
<i>Strength</i>				
1.	Efisiensi Waktu	0.25	3	0.75
2.	Cakupan Luas	0.25	3	0.75
3.	Integrasi dengan GIS	0.20	4	0.80
4.	Pengurangan Risiko	0.30	4	1.20
	Total <i>Strength</i>	1.00		3.50
<i>Weakness</i>				
1.	Kemampuan SDM	0.30	5	1.50
2.	Ketergantungan pada Kondisi Lingkungan	0.25	3	1.00
3.	Ketersediaan Infrastruktur	0.20	4	0.60

No	<i>Internal factor Analysis Summary (IFAS)</i>	Bobot	Rating	Skor
4	Kebutuhan Validasi Lapangan	0.25	4	1.00
	Total <i>Weakness</i>	1.00		4.10

(Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, Tahun 2025)

**Tabel 5.** *External Factor Analysis Summary (EFAS)*

No	<i>External factor Analysis Summary (EFAS)</i>	Bobot	Rating	Skor
<i>Opportunity</i>				
1.	Kebutuhan Data 3 Dimensi	0.25	4	1.00
2.	Kolaborasi Antar Institusi	0.25	4	1.00
3.	Peningkatan Kapasitas SDM	0.25	4	1.00
4.	Mitigasi Bencana Alam	0.25	4	1.00
	Total <i>Opportunity</i>			4.00
<i>Threat</i>				
1.	Masalah Privasi dan Regulasi	0.25	3	0.75
2.	Kondisi Lingkungan yang Berubah	0.25	3	0.75
3.	Persaingan Teknologi	0.25	3	0.75
4.	Keterbatasan Anggaran	0.25	4	1.00
	Total <i>Threat</i>			3.25

(Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, Tahun 2025)

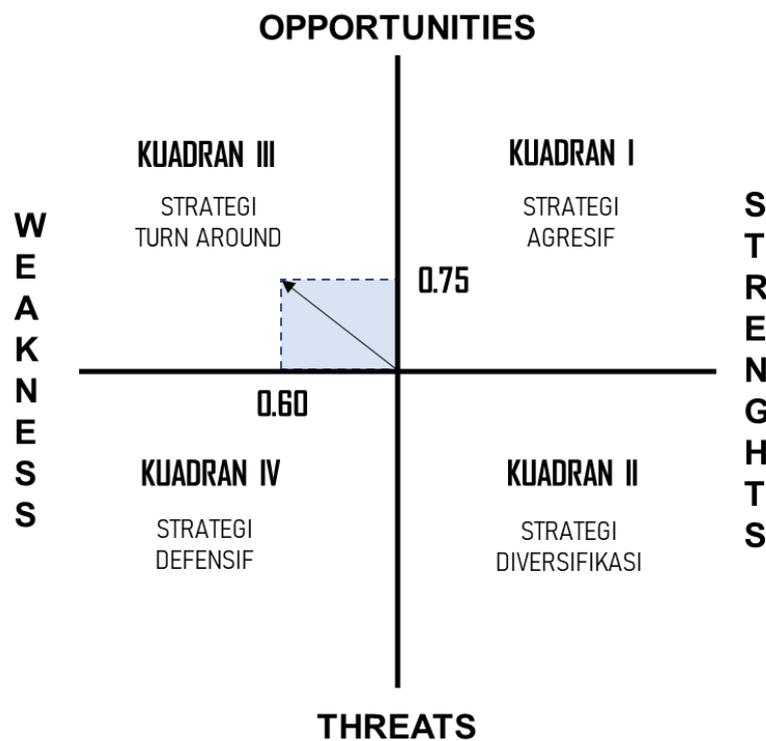
Dari hasil analisa strategi SWOT pada keterangan di atas maka masih perlu dibutuhkan strategi-strategi yang menjadi prioritas. Dari aspek- faktor internal dan faktor eksternal maka dilakukan koordinat SWOT menggunakan matriks, Adapun tabel perhitungan kuadran sebagai berikut:

**Tabel 6.** Perhitungan Kuadran

INTERNAL (X)	NILAI	EKSTERNAL (Y)	NILAI
<i>Strength</i>	3.50	<i>Opportunity</i>	4.00
<i>Weakness</i>	4.10	<i>Threat</i>	3.25
Selisih	0.60	Selisih	0.75

(Sumber: Hasil Pengolahan Peneliti, Tahun 2025)

Dari hasil analisa faktor-faktor yang mempengaruhi, baik dari internal maupun eksternal, maka dapat diketahui kuadran strategi terpilih dan matriks strategi untuk digunakan sebagai pemecahan masalah, seperti terlihat pada gambar di bawah berikut ini:



Gambar 2. Diagram Kuadran SWOT

Dari hasil analisa SWOT diketahui bahwa hasil perhitungan berada pada Kuadran III (W – O), sehingga strategi yang baik digunakan adalah model Strategi *Turn Around*. Strategi ini berorientasi untuk mengatasi kelemahan agar dapat meraih peluang.

Berdasarkan analisa SWOT ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan LIDAR dalam rangka mendukung operasi pendaratan amfibi memiliki kelemahan yang besar, terutama dalam kemampuan sumber daya manusia, ketersediaan infrastruktur, kebutuhan validasi data serta ketergantungan terhadap kondisi lingkungan seperti cuaca atau kabut. Meskipun demikian, ada beberapa kelebihan yang dimiliki, seperti efisiensi waktu dan biaya, cakupan area yang luas, dan integrasi dengan GIS. Dengan mengatasi kelemahan dan ancaman serta memanfaatkan peluang yang ada, teknologi ini dapat menjadi alat yang andal dan efektif dalam mendukung operasi militer terutama operasi pendaratan amfibi.

### 3. Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilaksanakan oleh penulis berdasarkan teori yang digunakan dalam penelitian ini dengan hasil sebagai berikut:

- Tingkat pemahaman personel *Pushidrosal* terhadap teknologi LIDAR masih kurang. Hal ini disebabkan oleh teknologi yang masih baru serta keterbatasan infrastruktur dan pelatihan pendukung. Untuk mengatasi hal tersebut, kapasitas sumber daya manusia dapat ditingkatkan melalui program pelatihan intensif dan kerja sama dengan institusi dan universitas yang terkait.
- Teknologi LIDAR lebih efisien dari segi waktu dan biaya, namun perlu dilaksanakan validasi dengan data langsung di lapangan untuk memastikan keakuratan data yang dihasilkan.
- Data LIDAR dapat diimplementasikan dengan mengintegrasikan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai data pelengkap dalam operasi militer, termasuk pendaratan amfibi, sebagai contoh dalam penentuan garis pantai, rintangan atau hambatan yang ada pada lokasi pendaratan, dasar laut dan perhitungan gradien pantai awal.
- Strategi untuk meningkatkan pemanfaatan LIDAR berdasarkan analisa SWOT adalah Strategi *Turn Around*. Strategi ini berorientasi untuk mengatasi kelemahan agar dapat meraih peluang meliputi pengembangan SDM melalui pelatihan, peningkatan infrastruktur teknologi, dan kolaborasi antar lembaga..

#### 4. Referensi

- [1] Colwell, R.N. 1984. *The Visible Portion of Spectrum*, In: *Remote Sensing of Equipment*. London: J. Lints Jr and D.S Simonett, Addison-Wesley Publishing of Company, Inc
- [2] Doneus, Michael. Et al., "Airborne Laser Bathymetry for Documentation of Submerged Archaeological Sites in Shallow Water." *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XL-5/W5* (2021): 99–107
- [3] Moleong, Lexy J. *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosdakarya Offset, 2017.
- [4] Mutaqim, Abdul Aziz, Muhammad Yazid, and Qisthi Amarona. "Generasi Baru Peta Laut." *Buletin Dewan Hidrografi Indonesia*. Jakarta, September 2018.
- [5] NASA, *The Thematic Mapper*, <https://landsat.gsfc.nasa.gov/article/the-thematic-mapper/>.
- [6] National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). "What is bathymetry?" *National Ocean Service*, <https://oceanservice.noaa.gov/facts/bathymetry.html>
- [7] Parson, Larry E. et al., "Use of Lidar Technology for Collecting Shallow Water Bathymetry of Florida Bay," *Journal of Coastal Research* 13, no. 4 (Autumn 1997): 1173-1180, <https://www.jstor.org/stable/4298726>.
- [8] Pau Leedy et al. 2019. *Practical Research: Palnning and Design*, 12th ed. Harlow: Pearson.
- [9] Putrawan, I Made. 2021. *Prinsip-Prinsip Logis Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Edited by Tim Sadari.
- [10] Poerbandono dan Eka Djunarsjah, *Survei Hidrografi* (PT. Refika Aditama, 2005)
- [11] Pondok Surveyor, "Survei Hidrografi Menggunakan Multibeam Echosounder", <https://pondoksurveyor.com/survei-hidrografi-menggunakan-multibeam-echosounder/>
- [12] Prahasta, Eddy. 2009. *Sistem Informasi Geografis: Konsep-Konsep Dasar* (Preseptif Geodesi & Geomatika). Bandung: Informatika.
- [13] Prahasta, Eddy. 2016. *Peran Nyata dan Penerapan Hidrografi di dalam Konteks Pengembangan Tol Laut di Indonesia & Poros Maritim Dunia*, LKTI Dishidros TNI-AL.
- [14] Rangkuti, Freddy. 2013. *Teknik Membedah Kasus Bisnis Analisa SWOT Cara Perhitungan Bobot, Rating, dan OCAI*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [15] Rusydi, Alfi Nur, dan Ferryati Masitoh. 2023. *Teknologi Pengindraan Jauh untuk Pengelolaan Lingkungan Perairan*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- [16] Shan, J., & Toth, C. K. 2018. *Topographic Laser Ranging and Scanning: Principles and Processing*, 2nd Edition. CRC Press.
- [17] "Spatial Data Infrastructures 'The Marine Dimension.'" C-17 C-17, no. 2.0 (2017): [https://www.iho.int/iho\\_pubs/CB/C-17\\_Ed2.0.0\\_EN.pdf](https://www.iho.int/iho_pubs/CB/C-17_Ed2.0.0_EN.pdf).
- [18] S-32 IHO Hydrographic Dictionary, Hydrographic Dictionary Working Group (HDWG) - 2019, <http://iho-ohi.net/S32/indView.php?page=2>
- [19] U.S. Army Geospatial Center, *The Strategic Importance of the Army Geospatial Center's LIDAR Collection Capability*, <https://www.agc.army.mil/Media/Fact-Sheets/Fact-Sheet-Article-View/Article/3961840/the-strategic-importance-of-the-army-geospatial-centers-lidar-collection-capabi/>.
- [20] Wang, Cheng et al. 2024. *Introduction to LIDAR Remote Sensing*. Boca Raton: CRC Press.
- [21] Wukovits, John. *One Square Mile of Hell: The Battle for Tarawa*. New York: NAL Caliber, 2007.