

TELEKONEKSI INDUSTRI MIGAS DAN STRATEGI PERTAHANAN BAWAH AIR UNTUK PENINGKATAN PERTAHANAN LAUT INDONESIA

TELECONNECTION AMONG THE OIL GAS INDUSTRY AND UNDERWATER DEFENSE STRATEGIES TO IMPROVE INDONESIAN SEA DEFENSE

I Wayan Sumardana E. Putra^{1,2,4}, Agus Saleh Atmadipoera¹, Henry Munandar Manik¹, Gentio Harsono², Adi Purwandana³, M.Rizal Keulana⁴, D.Handoko⁴, Johar Setiyadi⁴, & Widodo S. Pranowo⁴

¹Prodi Ilmu Kelautan, Departemen Ilmu dan Teknologi, Institut Pertanian Bogor

²Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut

³ Pusat Riset Oseanografi, BRIN

**⁴Prodi Oseanografi Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut
email: sumardanai@apps.ipb.ac.id**

ABSTRAK

Sistem pertahanan negara hendaknya beradaptasi dengan perkembangan teknologi dan sains. Pengaplikasian teknologi akustik merupakan kunci dalam mengimplementasikan kebijakan pemerintah mengenai “Tujuh Pilar Poros Maritim Dunia” yang menuntut adanya sinergitas dari berbagai sektor yang berkecimpung di bidang kelautan. Bidang industri minyak dan gas (migas) menerapkan penggunaan peralatan seismik yang merupakan salah satu peralatan berbasis hidroakustik untuk kegiatan eksplorasi sumber daya alam dengan metode seismik refleksi, dimana metode ini dapat memberikan informasi geospasial kolom air hingga lapisan dibawah dasar laut, sedangkan pada bidang pertahanan memerlukan informasi pada kolom air hingga dasar perairan yang bertujuan untuk menunjang keselamatan navigasi bagi kegiatan patroli kapal selam dan pemuthakiran data batimetri. Penelitian ini bertujuan memberikan gambaran tentang sinkronisasi antara sektor industri migas dan pertahanan dalam mewujudkan kebijakan pemerintah dengan penerapan metode Seismik Oseanografi (SO) yaitu metode inversi data yang menggunakan hasil survei seismik untuk mengidentifikasi fenomena oseanografi kolom air seperti: pergerakan massa air, kenaikan massa air dan gelombang internal di perairan Indonesia yang dapat ditelekoneksi menjadi Peta *Additional Military Layer* (AML) untuk menunjang strategi pertahanan laut, dimana akibat adanya fenomena oseanografi tersebut dapat merubah karakteristik variabel massa air laut. Metode dalam artikel ini adalah deskriptif kualitatif dengan telaah pustaka dan analisa SWOT yang menunjukkan pentingnya harmonisasi penggunaan data seismik. Diharapkan dengan adanya harmonisasi pemanfaatan data seismik dapat dirumuskan suatu informasi hidro-oseanografi spasial (hidros spasial) yang termutakhir , khususnya pada bidang pertahanan sehingga dapat menjadi cahaya kejayaan dan kedaulatan maritim Indoneisa serta akan memberikan keuntungan dan nilai strategis dari

kegiatan survei seismik dalam bidang eksplorasi, stabilitas keamanan pertahanan dan kesejahteraan sosial perekonomian.

Kata kunci: pertahanan, industri migas, seismik oseanografi, kolom air, kapal selam, aml.

ABSTRACT

The national defense system should adapt to technological and scientific developments. The application of acoustic technology is the key in implementing the government's policy regarding the "Seven Pillars of the World Maritime Axis" which demands synergy from various sectors involved in the marine sector. The oil and gas industry applies the use of seismic equipment which is one of the hydroacoustic-based equipment for natural resource exploration activities with the reflection seismic method, this method can provide geospatial information from the water column to the layer below the seabed, on the other hand the defense sector requires that information on the water column to the bottom of the water which aims to support navigational safety for submarine patrol activities and updating bathymetry data. This study aims to provide an overview of the synchronization between the oil/gas and defense industry sectors in realizing government policies by applying the Seismic Oceanography (SO) method, which is a data inversion method that uses seismic survey results to identify water column oceanographic phenomena such as: movement of water masses, upwelling and internal waves in Indonesian waters that can be teleconnected into an Additional Military Layer (AML) Map to support marine defense strategies, due to the oceanographic phenomenon can change the characteristics of seawater mass variables. The method in this article is a qualitative descriptive with a literature review and SWOT analysis which shows the importance of harmonization of the use of seismic data. It is hoped that the harmonization of using seismic data can be implemented as the newest hydro-oceanographic spatial information (hydros spatial), especially in the defense sector, so it can become a light of Indonesia's maritime glory and sovereignty and will provide strategic benefits and value from seismic survey activities in the field of exploration, defense security stability and socio-economic welfare.

Keywords: defense, oil and gas industry, seismic oceanography, water column, submarines, aml.

PENDAHULUAN

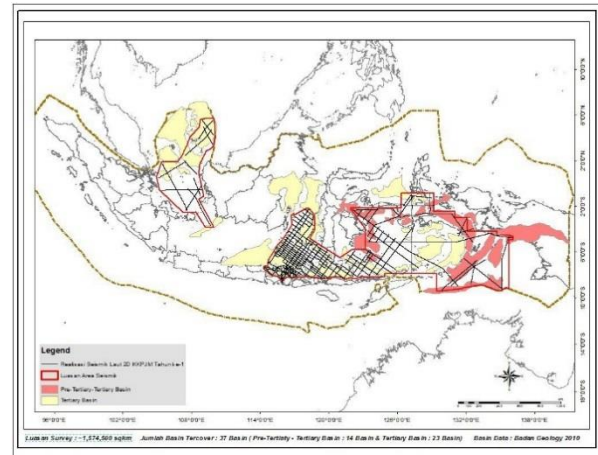
Sistem pertahanan negara hendaknya beradaptasi dengan perkembangan teknologi dan sains. Dukungan dari berbagai sektor merupakan pilar penting untuk mewujudkan keamanan dan pertahanan

yang kokoh. Hal ini sejalan dengan kebijakan "Tujuh Pilar Poros Maritim Dunia" yang tertuang pada Peraturan Presiden (PP) Nomor 16 Tahun 2017. Tujuh pilar tersebut antara lain: pengelolaan sumber daya kelautan dan pengembangan sumber daya manusia; pertahanan, keamanan, penegakan

hukum, dan keselamatan di laut; tata kelola dan kelembagaan kelautan; ekonomi dan infrastruktur kelautan dan peningkatan kesejahteraan; pengelolaan ruang laut dan perlindungan lingkungan laut; budaya bahari; dan diplomasi maritim. Terdapat dua pilar yang saat ini akan dikaji adalah telekoneksi antara pengelolaan sumber daya kelautan dan pertahanan di laut.

Proses eksplorasi sumber daya kelautan khususnya dalam bidang hidrokarbon (minyak dan gas) tentunya membutuhkan teknologi canggih dan biaya yang tidak murah dalam mengidentifikasi cekungan hidrokarbon yang berada dalam perut bumi di bawah laut, pengaplikasian peralatan seismik untuk kegiatan eksplorasi minyak/gas umumnya menggunakan metode penembakan seismik refleksi dan seismik refraksi (Hasanudin, 2005). Refleksi seismik di kolom perairan pada umumnya dianggap sebagai derau sehingga sering kali tidak digunakan. Namun beberapa penelitian dalam dekade terakhir menunjukkan bahwa refleksi di kolom perairan menyimpan informasi penting. Studi seismik di kolom perairan selanjutnya dikenal sebagai “Seismik Oseanografi” (Holbrook *et al.*, 2003). Terjadinya tragedi tenggelamnya KRI Nanggala 402 di Perairan Bali pada 21 April 2021 yang diduga akibat efek gelombang internal yang kerap terjadi di perairan Indonesia (Atmadipoera *et al.* 2022; Chonnaniyah *et al.*, 2021; Ningsih *et al.* 2010; Purwandana & Cuypers, 2022; Purwandana, Cuypers, and Bouruet-Aubertot 2021; Stepanyants 2021; Susanto *et al.*, 2005; Wang *et al.* 2022) dan ditemukannya beberapa peralatan

drone selam (Sucipto *et al.*, 2021) merupakan bentuk kerugian yang cukup berarti dalam perwujudan “Tujuh Pilar Poros Maritim Dunia” disektor pertahanan dan keamanan.



Gambar 1. Peta Survei Seismik 2D di Perairan Indonesia. (Sumber: Media Indonesia. 2020)

Figure 1. Map of 2D Seismic Survey in Indonesian Waters. (Source: Media Indonesia. 2020)

Berdasarkan peta hasil capaian survei seismik di Indonesia yang dipublikasikan oleh Satuan Kerja Khusus Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi (SKK Migas) hampir seluruh perairan Indonesia telah dilaksanakan pengambilan data seismik (Gambar 1), hal ini tentunya merupakan suatu keuntungan untuk sektor pertahanan dan keamanan, dimana data seismik tersebut dapat dimanfaatkan guna mendukung ketersediaan data kolom air untuk proses identifikasi fenomena oseanografi di kolom air, seperti gelombang internal/*internal wave* dalam upaya peningkatan pertahanan dan keselamatan bernavigasi pada kolom air dengan pengaplikasian metode Seismik Oseanografi (SO).

Masih terbatasnya pemanfaatan dan pemahaman penggunaan metode inversi data seismik guna menggali dan mengidentifikasi fenomena oseanografi merupakan tantangan yang harus dipercahkan, mengingat nilai keekonomisan dari hasil survei seismik dan biaya yang cukup mahal dalam pelaksanaan kegiatan surveinya mengakibatkan sulitnya mengakses data tersebut, sehingga pengaplikasian data seismik untuk dapat dijadikan sebagai informasi spasial kelautan dalam bidang pertahanan juga terbatas. Akan tetapi bila data seismik dapat diakses secara mudah akan menjadi suatu peluang yang dapat diwujudkan di masa mendatang, khususnya data di kolom air hingga dasar laut. Digunakannya data seismik untuk pemutakhiran data batimetri laut dan kolom air merupakan jalan dalam mewujudkan strategi pertahanan laut.

Pada artikel ini akan mencoba mentelekoneksikan secara kualitatif penggunaan data seismik pihak industri minyak dan gas (migas) yang dapat mencitrakan fenomena oseanografi di kolom air dengan pengaplikasian metode SO, dimana hal tersebut berguna sebagai data *input* informasi geospasial pada sistem pertahanan bawah air Indonesia sesuai yang digariskan dalam pembuatan Peta AML.

METODE

Penelitian ini akan menggunakan metode penelitian deskriptif kualitatif yaitu penelitian yang lebih menekankan pada pengamatan fenomena guna mempelajari hubungan atau interaksi antara beberapa variabel penelitian dengan tujuan untuk memahami peristiwa yang sedang diteliti

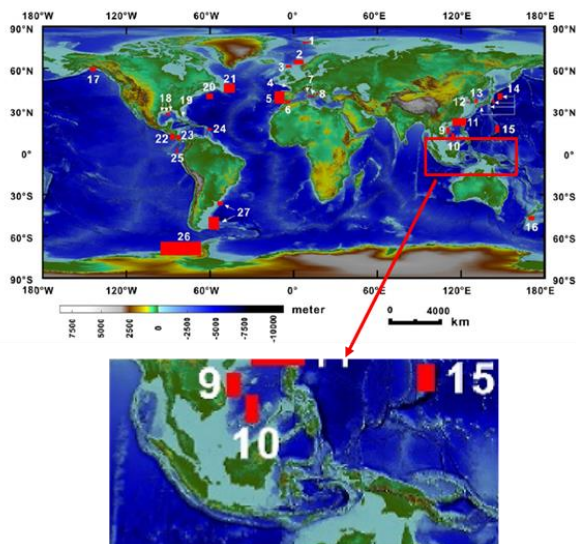
serta studi kasus dengan dasar teori tertentu yang bersumber dari telaah pustaka berupa jurnal, makalah dan buku (Montolalu, 2022) dan analisis SWOT digunakan untuk merencanakan sebuah strategi maupun menganalisis suatu persoalan yang mungkin dihadapi dalam penggunaan data seismik di Perairan Indonesia dengan pengaplikasian metode SO dan diharapkan dapat berkontribusi dan berkorelasi dengan penelitian ini yang bertujuan mewujudkan kesinambungan antara sektor migas dan pertahanan dalam wadah informasi hidro-oseanografi spasial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seismik Oseanografi

Seismik Oseanografi (SO) adalah perpaduan multidisiplin keilmuan yaitu antara seismologi dan oseanografi fisik (Song *et al.*, 2021), penerapan metode ini dipublikasikan secara luas oleh Holbrook *et al.*, 2003, pada pemrosesan data seismik seringkali menghilangkan data pada kolom air karena dianggap sebagai derau (*noise*) dan lebih berfokus pada interpretasi hasil untuk lapisan dibawah dasar laut, akan tetapi seiring dengan perkembangan teknologi dan metode analisis, interpretasi data kolom air hasil akuisisi data seismik dimanfaatkan untuk pencitraan dan identifikasi fenomena oseanografi kolom air dikarenakan sebagian gelombang seismik akan dipantulkan kembali ketika ada kontras impedansi akustik yang akan diterima oleh hidropn pada jarak tertentu dari sumber gelombang seismik. Sinyal yang diterima tersebut menyimpan informasi kolom perairan dan bawah dasar perairan (Manik & Hadi. 2011). Pengolahan data seimik

guna mengidentifikasi fenomena oseanografi di kolom air dikenal dengan inversi data seismik. Inversi data seismik dilakukan untuk menentukan karakteristik fisika yang menyebabkan refleksi di kolom air, dalam hal ini impedansi akustik sebagai fungsi dari kecepatan suara dan densitas digunakan untuk menentukan seberapa besar kuat/nilai dari pantulan suatu objek, *trace* seismik dari akusisi data survei seismik dirubah menjadi kecepatan suara (Firdaus *et al.*, 2021; Holbrook *et al.*, 2003; Song *et al.*, 2021).

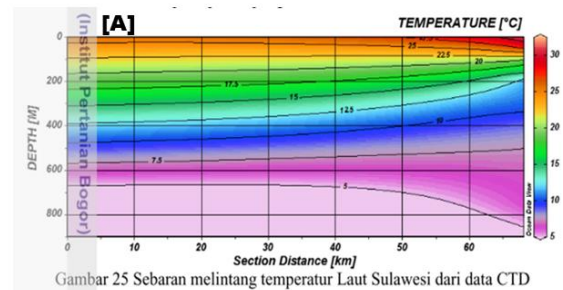


Gambar 2. Lokasi Penelitian tentang Seismik Oseanografi (di adaptasi dari Song *et al.*, 2021)

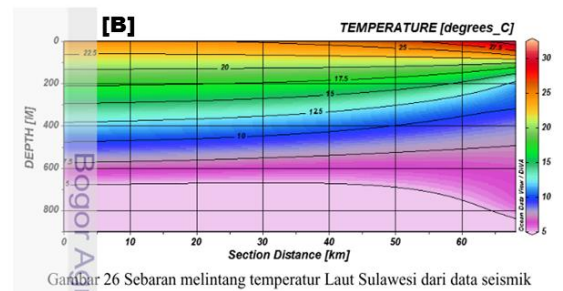
Figure 2. Research Locations on Seismic Oceanography (adapted from Song *et al.* 2021)

Menurut Song *et al.* 2021 pengaplikasian metode SO di seluruh dunia telah dilakukan pada 27 perairan, terlihat pada wilayah Indonesia masih belum terdapatnya penelitian menggunakan sejenis, akan tetapi sejatinya telah terdapat 3 penelitian yang telah mengaplikasikan metode SO di perairan Indonesia, yaitu: Wirda *et al.*

(2016) menjelaskan penggunaan SO dalam mendeteksi suhu di Perairan Timur Waigeo Papua, Fajaryanti *et al.* (2017) menampilkan stratifikasi struktur halus (*thermocline layer*) kolom air di Laut Sulawesi dan Firdaus *et al.* (2021) menampilkan stratifikasi suhu dengan pengaplikasian inversi nilai data seismik di Perairan Laut Maluku (Gambar 2). Masih jarangnya penelitian fenomena oseanografi kolom air dengan SO membuka peluang emas dan kebaruan dalam penggunaan metode tersebut dikarenakan hal ini berbanding terbalik dengan capaian hasil survei seismik yang telah dilakukan oleh SKK Migas.



Gambar 25 Sebaran melintang temperatur Laut Sulawesi dari data CTD



Gambar 26 Sebaran melintang temperatur Laut Sulawesi dari data seismik

Gambar 3. Pebandingan hasil data CTD (a) dan hasil inversi data seismik (b) di Laut Sulawesi menggunakan metode SO (Sumber: Fajaryanti *et al.*, 2018)

Figure 3. Comparison of CTD data results (a) and seismic data inversion results (b) in the Sulawesi Sea using the SO method. (Source: Fajaryanti *et al.* 2018)

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Fajaryanti *et al.* (2018)

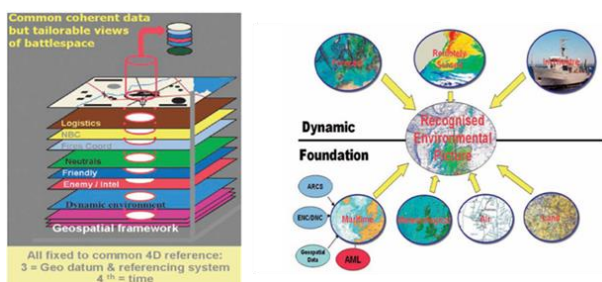
pada Gambar 3 diatas menunjukkan suhu dari data CTD/ XBT yang di ambil saat pelaksanaan akusisi data CTD dibandingkan dengan data inversi seismik (metode SO) untk mencari nilai suhu di Perairan Sulawesi (sisi Barat Manado) didapatkan korelasi pola sebaran suhu vertikal yang cukup baik dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,7. Didapatkannya sebaran suhu secara vertical maka pembagaian batas untuk lapisan tercampur (*mixed layer*), lapisan termoklin (*thermocline layer*) dan lapisan dalam (*deep layer*) dapat teridentifikasi. Identifikasi lapisan dan sebaran suhu vertikal kolom air dapat dijadikan salah satu varibalel identifikasi *shadow zone* (Suharyo *et al.*, 2018). Disamping dapat digunakannya data seismik untuk mengetahui karakteristik massa air, pengolahan data seismik di Perairan Indonesia yang telah dilakukan oleh Wirda *et al.* (2016), Fajaryanti *et al.* (2017) dan Firdaus *et al.* (2021) juga mengindikasikan adanya fenomena oseanografi kolom air lainnya seperti: gelombang internal, pertemuan massa air (*water mass front*) dan pergerakan massa air yang lebih dikenal dengan Arus Lintas Indonesia (Arlindo) serta dapat digunakannya luaran berupa data batimetri hasil survei seismik menambah keuntungan juga dalam proses pemutakhiran Peta Laut Indonesia (PLI). Merujuk pada kejadian tenggelamnya KRI Nanggala 402 di perairan Bali yang diduga akibat gelombang internal (Gong *et al.*, 2022; Stepanyants, 2021; Wang *et al.*, 2022), implementasi metode SO merupakan peluang emas untuk proses identifikasi karakteristik dan sebaran dari gelombang internal di Indonesia sehingga dapat

menjamin keselamatan navigasi kapal selam di kolom air.

Informasi geospasial hidro-oseanografi untuk kepentingan militer

Benua Maritim (BM) adalah *chokepoint* lintang rendah dari lautan dunia dengan Arlindo yang menghubungkan lautan Indo-Pasifik, mempengaruhi sirkulasi laut global, iklim, dan biogeokimia (Lee *et al.*, 2019). Kebijakan sistem pertahanan nasional yang tertuang pada PP. Nomor 8 Tahun 2021 tentang Kebijakan Umum Pertahanan Negara Tahun 2020-2024 menuntut adanya pembangunan wilayah pertahanan yang diselenggarakan dengan berbasis tata ruang dengan memberdayakan data dan informasi geospasial. Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki 3 pintu masuk utama melalui laut yang dikenal sebagai Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI), dimana jalur ini menjadikan perairan Indonesia sebagai jalur komunikasi dan jalur transportasi laut bagi dunia internasional, serta juga sebagai perlintasan kepentingan nasional berbagai negara di dunia. Kondisi ini menimbulkan berbagai jenis ancaman yang berimplikasi pada pertahanan negara baik secara fisik maupun nonfisik yaitu jenis ancaman yang berupa ancaman militer, nonmiliter, dan hibrida. Di sisi lain kompleksitas topografi dasar laut (Hinschberger *et al.*, 2003), jalur sirkulasi termohalin yang lebih dikenal dengan *Great Conveyor Belt* (GCB), yaitu sirkulasi global yang mensirkulasikan massa air lautan di dunia dengan mentransferkan massa air dari Samudera Pasifik dan Samudera Hindia (Hermansyah *et al.*, 2018) menjadikan

informasi geospasial di bidang hidro-oseanografi menjadi sangat penting guna menjamin keselamatan navigasi kapal baik di permukaan terlebih di kolom air. Tersediannya informasi geospasial kolom air yang kontinyu dan *terupdate* menjadi faktor penting dalam pembuatan peta navigasi untuk manuver kapal selam. *Additional Military Layer* (AML) merupakan *layer* tambahan berupa sekumpulan produk digital geospasial untuk peta laut yang berisikan data untuk memenuhi kebutuhan pertahanan di laut, di luar peta laut atau peta navigasi (Fadhilah *et al.*, 2020; Hadi *et al.*, 2016). Berdasarkan *North Atlantic Treaty Organization* (NATO) *AML Handbook* (2016), peta AML setidaknya memuat informasi geospasial mengenai: *Contour Line Bathymetry* (CLB); *Environment, Seabed and Beach* (ESB); *Large Bottom Objects* (LBO); *Maritime Foundation and Facilities* (MFF); *Small Bottom Objects* (SBO); *Routes, Areas and Limits* (RAL); *Integrated Water Column* (IWC); *Atmospheric and Meteorological Climatology* (AMC); *Network Model Bathymetry* (NMB); dan *Gridded Sediment – Environment, Seabed and Beach* (GS-ESB).



Gambar 4. Komponen pembuatan AML (NATO, 2016)
Figure 4. Components of AML creation (NATO, 2016)

Berdasarkan komponen dalam pembuatan AML yaitu IWC dan AMC, ketersediaan informasi data perairan sangat dipengaruhi oleh interaksi lautan dan atmosfer dengan variabilitas musiman, tahunan ataupun antar tahunan guna menggambarkan kondisi yang mungkin ditemukan dalam kolom air, hal ini merupakan suatu tantangan mengingat kompleksitas dinamika perairan Indonesia yang dinamis, menurut Hadi *et al.* (2016) setidaknya ada beberapa data yang perlu diakuisisi dan dianalisa guna dapat digunakan untuk mengisi informasi pada AML IWC dan AMC meliputi: sifat fisik (suhu, salinitas, kecepatan suara dan densitas), arus (Armansyah *et al.*, 2019), tegangan angin, pasang surut dan adanya fitur samudera seperti gelombang internal, *front* (pertemuan massa air) dan eddies (pusaran).

Telekoneksi Industri Migas dan Sektor Pertahanan Laut

Bertolak dari Pasal 5 ayat 6 pada Peraturan Menteri (Permen) Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2022 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri ESDM Nomor 7 Tahun 2019 Tentang Pengelolaan dan Pemanfaatan Data Minyak dan Gas Bumi yang menyatakan bahwa “Data yang diperoleh dari pelaksanaan kegiatan Survei Umum oleh Unit Pelaksana dapat diakses secara terbuka oleh pihak lain setelah Data diserahkan kepada Pusdatin ESDM”. Berdasarkan hal tersebut mengindikasikan bahwa data hasil survei seismik yang dilakukan oleh pihak SKK Migas dapat digunakan dalam konteks penelitian ataupun pemenuhan kebutuhan data geospasial, seperti pemenuhan

dalam bidang pertahanan, dengan adanya aturan dan tujuan yang jelas dalam pemanfaatan data seismik dapat menjadikan keuntungan yang berlebih dan diharapkan terjadinya telekoneksi dan sinergitas dalam mewujudkan “Tujuh Pilar Poros Maritim Dunia” sehingga impian menuju Indonesia Emas pada tahun 2045 dapat terwujud. Perkembangan teknologi di bidang militer membutuhkan informasi geospasial yang *terupdate*, cepat dan akurat (Mahendro *et al.*, 2020), tentunya hal tersebut menuntut ketersediaan data pendukung guna mewujudkan adanya suatu produk seperti AML IWC, oleh karenanya itu pengaplikasian metode SO di perairan Indonesia pada kesempatan kali ini merupakan peluang emas yang wajib dimanfaatkan.

Strength	Opportunity
<ul style="list-style-type: none"> Dapat menunjang Update Data PLI. Pemenuhan data Oseanografi Taktis. Membantu keselamatan navigasi kapal selam. Identifikasi fenomena kolom air (<i>Internal Wave</i>). Merunjang strategi pertahanan bawah air di perairan ALKI II (IKN). 	<ul style="list-style-type: none"> Dibuatnya MOU antara TNI AL dan SKK MIGAS Adanya pemanfaatan data seismik untuk kepentingan pertahanan, pendidikan dan industri.
Weakness	Threat
<ul style="list-style-type: none"> SDM untuk proses data seismik (TNI AL). Pelaksanaan akuisisi data seismik membutuhkan teknologi canggih, personel dan biaya besar. Peralatan seismik dan software pengolahan mahal. Kebutuhan tempat penyimpanan data (<i>storage database</i>) memerlukan keamanan digital dan memori besar. 	<ul style="list-style-type: none"> Peluang sabotase bawah air melalui <i>chocke point</i> ALKI Indonesia yg menganggu stabilitas pertahanan dan keamanan jika pemahaman tentang kolom air tidak segera diresalisasikan. Terbayanya pengumpulan data observasi <i>in situ</i> kolom air Indonesia. Sulitnya deteksi bawah air akibat terbatasnya pemahaman karakteristik dan identifikasi bawah air, contohnya penemuan <i>Sea Glider</i> di beberapa lokasi <i>chocke point</i> ALKI

Gambar 5. Analisa SWOT
(Sumber: Penulis, 2022)
Figure 5. SWOT analysis.
(Source: Author, 2022)

Pada Gambar 5 diatas merupakan bagan analisa SWOT yang merupakan keuntungan dan hambatan bilamana penerapan dan telekoneksi antara industri migas dan bidang pertahanan dengan jembatan metode SO tidak segera dapat menjawab kebutuhan informasi geospasial kolom air di wilayah Indonesia.

• **Kekuatan (*strenght*)** yang akan didapatkan dengan adanya telekoneksi

pemanfaatan data seismik bagi dunia pertahanan adalah dapat terpenuhinya data oseanografi untuk kepentingan taktis yang disertai dengan kedalaman yang *terupdate* yang berefek kepada keselamatan navigasi, selain itu pembuatan kajian strategis untuk mendukung *masterplan* pengamanan dan pertahanan Ibu Kota Negara (IKN) baru yang notabennya berada di ALKI II Indonesia.

• **Hambatan (*threath*)** dengan dipenuhinya informasi geospasial kolom air di wilayah pertahanan Indonesia ancaman sabotase dan kejahatan transnasional yang mungkin saja menggunakan wilayah laut sebagai daerah operasi dapat ditangkal, dikarenakan ALKI merupakan *choke point* yang memegang peran vital, disamping itu penerapan metode SO ini akan menambah pemahaman karakteritik kolom air di wilayah Indonesia.

• **Peluang (*opportunity*)** dengan dibukannya kesempatan yang telah berkekuatan hukum tetap seperti yang tertuang pada Permen ESDM Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2022 menjadikan pemanfaatan data seismik untuk kepentingan industri, pertahanan dan pendidikan akan terjadi sinergi yang harmonis guna perwujudan stabilitas keamanan, keadilan sosial dan adaptasi ilmu dan teknologi.

• **Kelemahan (*weakness*)** peningkatan Sumber Daya Manusia (SDM) yang beradaptasi dengan sains dan teknologi merupakan suatu hal yang berjalan selaras dengan dinamika dan perkembangan jaman, tentunya hal ini sangat berpengaruh guna pelaksanaan pengolahan data seismik, disamping itu

pula mahalhnya pelaksanaan survei seismik juga menjadi kendala yang harus dihadapi.

Berdasarkan PP. Nomor 8 Tahun 2021 tentang Kebijakan Umum Pertahanan Negara Tahun 2020-2024 juga mensyaratkan perlunya digitalisasi informasi geospasial, khususnya informasi hidro-oseanografi guna mempercepat analisa dalam menentukan arah pengambilan kebijakan dan keputusan bidang maritim, sebagai contoh adalah rencana pemerintah dalam pembangunan IKN, dimana dengan tersedianya informasi yang menyeluruh dan akurat, hal ini merupakan faktor vital keberhasilan dalam suatu permasalahan dan penangkalan dari serangan lawan, kombinasi informasi dan analisa ini adalah penentu bagi keberhasilan suatu strategi, khususnya dalam bidang keamanan dan pertahanan (*Mahendro et al., 2020*). Terdeteksinya fenomena oseanografi di kolom air, seperti gelombang internal dan karakteristik massa air dengan mengaplikasikan metode SO (*Wirda et al., 2016; Fajaryanti et al., 2018; Firdaus et al., 2021*) seperti yang dijabarkan pada penelitian sebelumnya diharapkan dapat menjawab permasalahan yang dikemukakan pada analisa SWOT diatas, sehingga dalam pemenuhan informasi hidro-oseanografi spasial di kolom air dapat terwujud secara bertahap, bertingkat dan berkelanjutan sesuai dengan standart yang digariskan pada AML IWC (*Armansyah et al., 2019; Hadi et al., 2016*), oleh karena itu adanya telekoneksi antara indutri migas dan pertahanan mutlak untuk diimplementasikan di perairan Indonesia.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengaplikasian metode SO di perairan Indonesia mutlak dibutuhkan dalam mewujudkan kebijakan pemerintah dengan wadah informasi hidro-oseanografi spasial (Peta AML) dengan pemanfaatan hasil survei seismik untuk bidang pertahanan dan keamanan. Hal tersebut dapat dilaksanakan dengan telekoneksi antara pihak industri migas dan lembaga pertahanan, dimana hubungan (*linkage*) tersebut dijumpai oleh adanya pemanfaatan data seismik, dengan mengimplementasikan metode inversi data seismik(SO), hal ini merupakan jawaban yang dibutuhkan dalam pemenuhan dan *input* data informasi geospasial bidang militer guna dijadikan dasar dalam pembuatan strategi pertahanan khususnya di kolom air perairan Indonesia. Pelaksanaan survei seismik saat ini tidak hanya dapat mengungkapkan banyaknya kandungan minyak dan gas di dalam perut bumi melainkan dapat menunjang dalam memenuhi aspek pertahanan dan keamanan guna meningkatkan stabilitas negara, keselamatan navigasi dan perwujudan “Tujuh Pilar Poros Maritim Dunia”. Sehingga nantinya dapat dirumuskan suatu informasi hidro-oseanografi spasial (hidros spasial), khususnya pada bidang pertahanan yang nantinya dapat menjadi cahaya kejayaan dan kedaulatan maritim Indoneisa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan bagian dari proses penyusunan proposal riset disertai I Wayan Sumardana E. Putra, dengan berdiskusi ilmiah bersama M.Rizal

Keulana, Dadang Handoko, Johar Setiadi dan Widodo S. Pranowo di Laboratorium Hidro-Oseanografi STTAL. Saran dan masukan dari para reviewer demi penyempurnaan makalah ini sangat kami hargai.

DAFTAR PUSTAKA

- Armansyah, D., Sukoco, N. B., Adrianto, D., Dewantono, L., & S. Pranowo, W. (2019). Purwarupa Dukungan Data Arus Laut Operasional Bersumber Dari Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) Dalam Format Aml Iwc Arus Laut untuk TNI AL. *Jurnal Chart Datum*, 5(1), 1–16. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v5i1.142>
- Atmadipoera, A. S., Koch-Larrouy, A., Madec, G., Grelet, J., Baurand, F., Jaya, I., & Dadou, I. (2022). Part I: Hydrological properties within the eastern Indonesian throughflow region during the INDOMIX experiment. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 182(April 2022), 103735. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2022.103735>
- Chonnaniyah, Karang, I. W. G. A., & Osawa, T. (2021). Internal solitary waves propagation speed estimation in the northern-part of Lombok Strait observed by Sentinel-1 SAR and Himawari-8 images. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 944(1), 012042. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/944/1/012042>
- Fadhilah, A., Amarona, Q., & Bahrodin, I. (2020). Kajian Peta Militer Digital untuk Duduk Kapal Selam (Studi Kasus Survei Area Latihan Kapal Selam Kangean). *Jurnal Chart Datum*, 5(1), 85–95. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v5i1.148>
- Fajaryanti, R., Manik, H. M., & Purwanto, C. (2018). Application of multichannel seismic reflection method to measure temperature in Sulawesi Sea. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 176(1), 012044. <https://doi.org/10.1088/17551315/176/1/012044>
- Firdaus, R., Manik, H. M., Atmadipoera, A. S., Zuraida, R., & Purwanto, C. (2021). Pencitraan Struktur Halus Termohalin Menggunakan Seismik Refleksi Multikanal di Utara Laut Maluku. *J. Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(1), 151–162.
- Gong, Y., Xie, J., Xu, J., Chen, Z., He, Y., & Cai, S. (2022). Oceanic internal solitary waves at the Indonesian submarine wreckage site. *Acta Oceanologica Sinica*, 41(3), 109–113. <https://doi.org/10.1007/s13131-021-1893-0>
- Hadi, P. N., Trismadi, T., Budi Lesmana, N., & Prahasta, E. (2016). Visualisasi dan Analisis Peta Laut Militer untuk Pengembangan Strategi Pertahanan di Laut (Studi Kasus Perairan Pulau Baai Bengkulu). *Jurnal Chart Datum*, 2(1), 47–56. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v2i1.74>
- Hinschberger, F., Malod, J. A., Réhault, J. P., & Burhanuddin, S. (2003). Apport de la bathymétrie et de la géomorphologie à la géodynamique des mers de l'Est-indonésien. *Bulletin de La Societe Geologique de France*, 174(6), 545–560. <https://doi.org/10.2113/174.6.545>

- Holbrook, W. S., Páramo, P., Pearse, S., & Schmitt, R. W. (2003). Thermohaline fine structure in an oceanographic front from seismic reflection profiling. *Science*, 301(5634), 821–824. <https://doi.org/10.1126/science.1085116>
- Lee, T., Fournier, S., Gordon, A. L., & Sprintall, J. (2019). Maritime Continent water cycle regulates low-latitude chokepoint of global ocean circulation. *Nature Communications*, 10(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10109-z>
- Manik, H. M., & Hadi, S. (2010). Application of Seismic Data Processing for Seabed Imaging. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, 7(1), 96-100. <http://dx.doi.org/10.30536/j.ijreses.2010.v7.a1545>
- Mahendro Y, A., Suryo W, K., Prahasta, E., & Hadi P, N. (2020). Analisa Pembuatan Additional Military Layers (AML) Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Perairan Selat Madura). *Jurnal Chart Datum*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v1i1.4>
- Media Indonesia. (2020). Indonesia Rampungkan Survei Seismik 2D Terpanjang di Asia Pasifik. m.mediaindonesia.com/ekonomi/334106/indonesia-rampungkan-survei-seismik-2d-terpanjang-di-asia-pasifik
- NATO. (2016). NATO AML Handbook Additional Military Layers Information superiority in the maritime environment. <https://assets.admiralty.co.uk/public/202112/AML%20Handbook.pdf?VersionId=1GOQmuUg91eymXJ4IWPqa7HBxok4WHmg>.
- Ningsih, S. N., Rachmayani, R., Hadi, S., & Brodjonegoro, I. S. (2010). Internal Waves Dynamics in the Lombok Strait Studied By a Numerical Model. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 5(1). <https://doi.org/10.30536/j.ijreses.2008.v5.a1226>.
- Purwandana, A., Cuypers, Y., Bourgault, D., Bouruet-Aubertot, P., & Santoso, P. D. (2022). Fate of internal solitary wave and enhanced mixing in Manado Bay, North Sulawesi, Indonesia. *Continental Shelf Research*, 245(1 Agustus 2022), 104801. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2022.104801>
- Purwandana, A., Cuypers, Y., & Bouruet-Aubertot, P. (2021). Observation of internal tides, nonlinear internal waves and mixing in the Lombok Strait, Indonesia. *Continental Shelf Research*, 216(1 March), 104358. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2021.104358>
- Song, H., Chen, J., Pinheiro, L. M., Ruddick, B., Fan, W., Gong, Y., & Zhang, K. (2021). Progress and prospects of seismic oceanography. *Deep Sea Research Part I Oceanographic Research Papers* 177(4), 103631.

<https://doi.org/10.1016/j.dsr.2021.103631>

Untuk Pengukuran Temperatur Di Perairan Timur Waigeo, Papua.
Skripsi. Fakultas PIK: IPB Bogor.

Stepanyants, Y. (2021). How internal waves could lead to wreck American and Indonesian submarines? 39(3), 469–480.
<http://www.riss.kr/link?id=A107730980>

Sucipto., Pakpahan, F., & Kiswondari. (2021). Ancaman Serius Pertahanan RI. SINDOnews.com: Hankam. Diakses pada 29 September 2022, dari
<https://nasional.sindonews.com/read/291482/14/ancaman-serius-pertahanan-ri-1609887691?showpage=all>.

Suharyo, O. S., Adrianto, D., & Hidayah, Z. (2018). Pengaruh Pergerakan Massa Air Dan Distribusi Parameter Temperatur, Salinitas Dan Kecepatan Suara Pada Komunikasi Kapal Selam. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 11(2), 104.
<https://doi.org/10.21107/jk.v11i2.4521>

Susanto, R. D., Mitnik, L., & Zheng, Q. (2005). Ocean internal waves observed in the Lombok Strait. *Oceanography*, 18(SPL.ISS. 4), 81–87.
<https://doi.org/10.5670/oceanog.2005.08>

Wirda, A., & Manik, H. M. (2016). *Penerapan Metode Seismik Refleksi*