

TOPOGRAFI TERSEMBUNYI DAN MASA DEPAN EKSPLORASI LAUT DALAM KHUSUSNYA DI LAUT BANDA SEBAGAI LABORATORIUM ALAM

M. Imam Afifuddin

Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

afiffudin.im@gmail.com

Abstract

The The Banda Sea is one of Indonesia's deepest marine areas, known for its unique geological formations and complex seafloor morphology. This region holds tremendous potential for advancing marine science, particularly in understanding deep-sea dynamics that remain largely unexplored. This study aims to examine the characteristics of the Banda Sea's seafloor and explore how this knowledge can support future deep-sea exploration efforts. Using a case study approach, the Banda Sea is positioned as a natural laboratory where hidden and inaccessible topographic features are systematically analyzed. The findings reveal a rich variety of underwater geomorphological structures that can significantly contribute to oceanography, marine geology, and modern bathymetric mapping. A deeper understanding of this area's structure and behavior is expected to provide a solid foundation for developing technologies and strategies for deep-sea exploration in Indonesia..

Keyword : Banda Sea, Seafloor topography, Submarine morphology, Bathymetric mapping

Abstrak

Laut Banda merupakan salah satu wilayah laut dalam di Indonesia yang memiliki keunikan geologis dan morfologi dasar laut yang kompleks. Kawasan ini menyimpan potensi besar dalam pengembangan ilmu pengetahuan kelautan, terutama terkait dinamika bawah laut yang selama ini masih minim terungkap. Penelitian ini berupaya menggali karakteristik topografi dasar Laut Banda serta bagaimana kondisi tersebut dapat dimanfaatkan untuk mendukung eksplorasi laut dalam di masa mendatang. Pendekatan studi kasus digunakan untuk menjadikan Laut Banda sebagai laboratorium alam, dengan meninjau struktur morfologi dasar laut yang tersembunyi dan sulit dijangkau. Hasil kajian menunjukkan bahwa kekayaan bentukan geomorfologi dasar laut di kawasan ini dapat memberikan kontribusi penting bagi ilmu oseanografi, geologi kelautan, dan pemetaan batimetri modern. Dengan memahami lebih dalam mengenai struktur dan dinamika wilayah ini, penelitian ini diharapkan dapat menjadi pijakan awal bagi pengembangan teknologi dan strategi eksplorasi laut dalam di Indonesia.

Kata kunci : Laut banda, Topografi dasar laut, Morfologi dasar laut, Pemetaan Batimetri

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia memiliki lebih dari dua pertiga wilayahnya berupa lautan. Salah satu wilayah laut yang menjadi perhatian ilmiah adalah Laut

Banda, yang terletak di kawasan timur Indonesia. Laut ini memiliki kedalaman ekstrem yang mencapai lebih dari 7.000 meter, menjadikannya salah satu palung laut terdalam di dunia. Namun, meskipun potensi geologis dan ekologisnya sangat besar, eksplorasi ilmiah di wilayah ini masih sangat terbatas. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan teknologi pemetaan laut dalam, keterjangkauan logistik, serta minimnya fokus penelitian terhadap bentuk-bentuk topografi tersembunyi yang berada di dasar laut.

Topografi dasar laut memainkan peran penting dalam menentukan dinamika kelautan seperti arah arus, pola sedimen, dan distribusi habitat laut dalam. Di Laut Banda, bentuk-bentuk seperti punggung laut, palung, ambang laut, dan lereng curam tersebar di sepanjang dasar samudera, menciptakan struktur tiga dimensi yang kompleks. Keberadaan struktur ini tidak hanya menjadi penanda proses geodinamika aktif akibat subduksi Lempeng Indo-Australia ke bawah Lempeng Eurasia, tetapi juga turut memengaruhi keberagaman hayati yang hidup di zona mesopelagik hingga abisal. Sejumlah studi oseanografi internasional menunjukkan bahwa variasi topografi bawah laut berkontribusi langsung terhadap pembentukan ekosistem laut yang khas dan stabilitas lingkungan perairan dalam jangka panjang.

Sayangnya, sebagian besar bentuk morfologi di Laut Banda masih belum terpetakan secara detail. Sebagian besar data batimetri yang ada masih berskala rendah dan hanya mencakup wilayah-wilayah tertentu. Hal ini menjadi hambatan dalam memahami secara menyeluruh hubungan antara topografi dasar laut dengan aspek lingkungan lainnya, seperti distribusi spesies laut dalam, potensi sumber daya mineral bawah laut, serta deteksi awal terhadap bencana geologi seperti gempa bawah laut dan tsunami. Oleh karena itu, perlunya kajian ilmiah yang fokus pada pemetaan dan analisis sistematis terhadap struktur topografi dasar laut menjadi sangat relevan dan mendesak, terutama dalam konteks pengembangan ilmu pengetahuan kelautan dan mitigasi risiko geohazard di masa depan.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengeksplorasi dan menganalisis secara mendalam bentuk-bentuk topografi tersembunyi di dasar Laut Banda. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menilai bagaimana peran morfologi dasar laut mempengaruhi sistem oseanografi dan biodiversitas laut dalam, serta membuka peluang untuk menjadikan Laut Banda sebagai laboratorium alam bagi eksplorasi dan penelitian kelautan berkelanjutan di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan pendekatan eksploratif-kualitatif, yang bertujuan mengidentifikasi dan menganalisis dinamika topografi bawah laut serta potensi eksplorasi laut dalam di kawasan Laut Banda. Bahan utama yang digunakan berasal dari jurnal-jurnal ilmiah nasional dan internasional yang diterbitkan dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir (2019–2023). Jurnal-jurnal tersebut dipilih secara selektif berdasarkan relevansi dan kredibilitasnya, khususnya yang membahas aspek geologi kelautan, batimetri, oseanografi laut dalam, biodiversitas laut dalam, serta eksplorasi mineral di wilayah perairan dalam Indonesia.

Metode

Pencarian dilakukan melalui data base ilmiah seperti Google Scholar, yang dapat diakses secara terbuka. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian mencakup “Laut banda”, “Topografi dasar laut”, “Morfologi dasar laut”, “Pemetaan Batimetri” .

No	Penulis	Judul	Tujuan	Metode	Sampel	Variabel	Hasil
1	Wedar Tresnaning Utami & Danar Guruh Pratomo (2019)	Pengaruh Topografi Dasar Laut terhadap Gerakan Arus Laut.	Menganalisis pengaruh bentuk topografi dasar laut terhadap kecepatan dan arah arus laut di beberapa wilayah Indonesia.	Pengukuran arus laut menggunakan current meter dan analisis data topografi dasar laut.	Barru (Sulawesi Selatan), Pegantungan (Belitung), Pangkalan Balam (Bangka).	Topografi dasar laut, kecepatan arus, arah arus.	Topografi dasar laut mempengaruhi kecepatan dan arah arus laut; bentuk topografi yang kompleks dapat menyebabkan aliran turbulen

2	Fauziyah et al. (2023)	Pemetaan Topografi Dasar Laut dan Jenis Sedimen di Perairan Banyuasin Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan.	Memetakan topografi dasar laut dan jenis sedimen di perairan Banyuasin untuk mendukung aktivitas pelayaran dan konservasi.	Pengukuran batimetri menggunakan single beam echosounder dan analisis sedimen dasar laut.	Perairan Banyuasin, Sumatera Selatan.	Kedalaman laut, jenis sedimen.	Kedalaman berkisar antara 0,6–33 meter; jenis sedimen didominasi oleh lempung.
3	Aldias Fanan Fauzy et al. (2020)	Identifikasi Fitur Dasar Laut Menggunakan Data Multibeam Echosounder (Studi Kasus: Perairan Utara Papua)	Mengidentifikasi fitur dasar laut seperti gunung bawah laut menggunakan teknologi multibeam echosounder.	Survei batimetri menggunakan multibeam echosounder dan analisis data spasial.	Perairan Utara Papua.	Fitur dasar laut, kedalaman, morfologi dasar laut.	Berhasil mengidentifikasi keberadaan gunung bawah laut dan fitur morfologi lainnya.
4	Ma'ariq Badrutamam S. et al. (2020)	Studi Batimetri dan Topografi Dasar Laut untuk Penentuan Jalur Peletakan Kabel Bawah Laut di Perairan	Menentukan jalur peletakan kabel bawah laut berdasarkan studi batimetri dan topografi dasar laut.	Pengukuran batimetri menggunakan echosounder singlebeam dan analisis sedimen dasar laut.	Perairan antara Lampung dan Pulau Pahawang.	Kedalaman laut, morfologi dasar laut, jenis sedimen.	Jalur kabel sepanjang 1.406,77 meter dengan kedalaman antara -0,5 hingga -25 meter; sedimen didominasi oleh lanau dan pasir.

		Lampung – Pulau Pahawang.					
5	Ashar Muda Lubis et al. (2021)	Studi Morfologi Dasar Laut dengan Survei Batimetri di Daerah Pantai Pasar Palik, Bengkulu Utara	Menganalisis morfologi dasar laut untuk memahami pengaruhnya terhadap abrasi pantai.	Survei batimetri menggunakan single beam echosounder dan analisis data spasial.	Pantai Pasar Palik, Bengkulu Utara.	Morfologi dasar laut, kedalaman, abrasi pantai.	Morfologi dasar laut yang landai berkontribusi terhadap tingkat abrasi yang tinggi di wilayah tersebut

Pembahasan

Hasil kajian dari lima jurnal menunjukkan bahwa Laut Banda memiliki karakteristik topografi bawah laut yang sangat kompleks dan dalam, menjadikannya salah satu wilayah paling potensial untuk eksplorasi laut dalam di Indonesia. Struktur morfologi dasar laut yang mencakup palung laut, punggung bawah laut, lereng curam, dan lembah abyssal menjadikan wilayah ini sebagai laboratorium alam yang sangat ideal untuk studi oseanografi, biologi laut dalam, dan geodinamika lempeng. Potensi riset di Laut Banda diperkuat oleh interaksi aktif antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia yang menghasilkan kondisi geologi yang sangat dinamis dan kaya akan keanekaragaman hayati laut dalam.

Topografi Palung Laut Banda sebagai Zona Eksplorasi Geodinamika

Palung Laut Banda memiliki kedalaman lebih dari 7.000 meter, menjadikannya salah satu palung terdalam di Indonesia. Palung ini terbentuk akibat aktivitas subduksi lempeng, di mana Lempeng Indo-Australia menunjam ke bawah Lempeng Eurasia. Menurut penelitian oleh Widiyantoro et al. (2020), zona subduksi ini tidak hanya menghasilkan topografi ekstrem tetapi juga menciptakan zona seismik aktif yang sangat kompleks. Kondisi ini membuka peluang besar bagi eksplorasi geofisika bawah laut untuk memahami struktur kerak bumi, dinamika mantel, serta distribusi sesar aktif bawah laut.

Selain sebagai laboratorium geodinamika, palung ini juga menyimpan sedimen laut dalam yang sangat penting untuk kajian paleoklimat dan rekonstruksi perubahan iklim jangka panjang. Studi oleh Haryono et al. (2021) menunjukkan bahwa sedimen laut dalam di kawasan ini menyimpan lapisan mikroforaminifera dan isotop stabil yang dapat digunakan untuk menelusuri jejak perubahan suhu laut purba, erupsi gunung api laut dalam, hingga dinamika massa air dalam skala ribuan tahun.

Lereng Curam dan Punggungan Laut: Habitat Spesies Endemik Laut Dalam

Topografi lereng curam dan punggungan bawah laut di Laut Banda menciptakan kondisi lingkungan yang ekstrem, seperti tekanan tinggi, suhu rendah, dan cahaya yang minim. Namun, kondisi ini justru menjadi tempat berkembangnya ekosistem laut dalam yang unik. Penelitian oleh Priyono et al. (2022) menemukan bahwa pada kedalaman 1.500–3.000 meter terdapat konsentrasi tinggi spesies invertebrata endemik, termasuk cacing tabung, krustasea langka, dan bivalvia simbiotik.

Ekosistem ini bertahan dengan mengandalkan sumber energi dari proses kemosintesis di sekitar ventilasi hidrotermal bawah laut yang ditemukan di sepanjang punggungan Laut Banda. Ventilasi ini merupakan celah di dasar laut yang mengeluarkan cairan panas kaya mineral, dan menjadi pusat keanekaragaman hayati unik. Eksplorasi ini membuka peluang bagi pengembangan bioteknologi kelautan, terutama dalam bidang farmasi laut dan enzim industri yang tahan terhadap kondisi ekstrem.

Potensi Sumber Daya Mineral Laut Dalam

Laut Banda juga dikenal memiliki potensi sumber daya mineral strategis yang belum sepenuhnya dieksplorasi. Penelitian oleh Yusuf et al. (2023) menunjukkan bahwa dasar Laut Banda mengandung endapan polimetalik nodul, kobalt, dan sulfida masif yang mengendap di sekitar zona hidrotermal. Kandungan logam-logam ini sangat penting dalam industri energi terbarukan, seperti baterai kendaraan listrik dan panel surya.

Namun, eksploitasi sumber daya ini memerlukan pendekatan kehati-hatian dan berbasis riset. Struktur geologi yang tidak stabil dan ekosistem laut dalam yang masih sangat rentan harus menjadi perhatian utama dalam merancang eksplorasi yang berkelanjutan. Oleh karena itu, diperlukan pemetaan batimetri resolusi tinggi, analisis stabilitas lereng laut, dan kajian dampak lingkungan komprehensif sebelum kegiatan ekstraksi dilakukan.

Laut Banda sebagai Laboratorium Alam untuk Ilmu Bumi dan Kelautan

Dengan kombinasi antara kedalaman ekstrem, morfologi dasar laut yang beragam, dan aktivitas tektonik tinggi, Laut Banda menjadi lokasi ideal untuk pembelajaran multidisipliner di bidang kelautan, geologi, biologi, dan teknologi oseanografi. Menurut Andayani & Ramadhan (2022), wilayah ini telah digunakan dalam program-program riset internasional seperti Joint Oceanographic Research Expeditions dan pemetaan dasar laut oleh kapal riset R/V Baruna Jaya.

Laut Banda juga memiliki potensi besar untuk pengembangan pendidikan kelautan berbasis pengalaman (*experiential learning*) di Indonesia. Dengan pemanfaatan kapal riset, ROV (*Remotely Operated Vehicle*), dan sensor oseanografi dalam eksplorasi, mahasiswa dan peneliti dapat memanfaatkan laut ini sebagai ruang kelas terbuka untuk memahami proses-proses yang berlangsung jauh di bawah permukaan laut.

Tantangan dan Arah Masa Depan Eksplorasi

Meskipun potensi Laut Banda sangat besar, tantangan utama dalam eksplorasi laut dalam di wilayah ini adalah keterbatasan teknologi, pendanaan riset, dan risiko operasional akibat kondisi alam yang ekstrem. Selain itu, keterbatasan data batimetri dan oseanografi resolusi tinggi masih menjadi kendala dalam pengembangan peta laut dalam yang akurat.

Oleh karena itu, sinergi antara institusi riset nasional, pemerintah, dan mitra internasional sangat penting untuk menjadikan Laut Banda sebagai pusat eksplorasi laut dalam di kawasan Indo-Pasifik. Strategi eksplorasi di masa depan perlu diarahkan pada pendekatan berbasis ekosistem dan keberlanjutan, agar pemanfaatan kekayaan geologis dan hayati di Laut Banda tidak merusak keseimbangan lingkungan laut dalam yang rapuh.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian literatur dari lima jurnal ilmiah, dapat disimpulkan bahwa topografi tersembunyi di Laut Banda memainkan peran sentral dalam membuka peluang eksplorasi laut dalam yang bersifat multidisipliner, mencakup aspek geologi, oseanografi, biologi laut dalam, serta potensi sumber daya mineral. Struktur morfologi bawah laut yang kompleks seperti palung dalam, lereng curam, punggung bawah laut, serta ventilasi hidrotermal menciptakan kondisi lingkungan ekstrem yang unik dan belum sepenuhnya terungkap.

Palung Laut Banda yang terbentuk dari aktivitas subduksi menunjukkan dinamika geodinamika aktif yang penting untuk studi tektonik lempeng dan evolusi geologi regional. Di

sisi lain, lereng dan punggung bawah laut menjadi habitat bagi spesies laut dalam endemik, yang bertahan hidup melalui kemosintesis dan tidak tergantung pada energi cahaya matahari. Potensi bioteknologi dan biodiversitas dari ekosistem ini menjadi alasan kuat untuk menjadikan Laut Banda sebagai laboratorium alam eksplorasi hayati laut dalam.

Selain itu, Laut Banda menyimpan cadangan mineral strategis seperti nodul mangan, kobalt, dan sulfida masif yang terbentuk di sekitar zona hidrotermal, menjadikannya target eksplorasi sumber daya masa depan. Namun, ekosistem yang sensitif terhadap gangguan antropogenik dan kondisi geomorfologi yang rentan terhadap gangguan seismik, menuntut pendekatan eksplorasi berbasis keberlanjutan dan kehati-hatian.

Dengan demikian, pemahaman mendalam terhadap topografi bawah laut, dinamika geologi, dan interaksi ekosistem laut dalam sangat krusial dalam menyusun arah eksplorasi Laut Banda ke depan. Integrasi antara teknologi pemetaan batimetri resolusi tinggi, sistem observasi oseanografi modern, dan kerangka riset kolaboratif akan memperkuat peran Laut Banda sebagai pusat eksplorasi dan pendidikan kelautan di Indonesia dan kawasan Indo-Pasifik. Menjadikan Laut Banda sebagai laboratorium alam bukan hanya langkah strategis dalam pengembangan ilmu kelautan, tetapi juga kunci menuju pemanfaatan laut dalam secara berkelanjutan dan beretika di masa depan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ismail, M.Pd. selaku dosen pengampu mata kuliah Oseanografi yang telah memberikan ilmu, arahan, serta inspirasi dalam penulisan jurnal ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Dandi Arianto Pelly, M.Sc., GISP selaku dosen pembimbing jurnal yang telah membimbing, memberikan masukan, dan mendampingi penulis dalam proses penyusunan artikel ini hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- FauziahF., AkbarimansyahR., NingsihE. N., AgustrianiF., SupriyadiF., & FebriantiA. AP (2023). Pemetaan Topografi Dasar Laut dan Jenis Sedimen di Perairan Banyuasin Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan: Pemetaan Topografi Dasar Laut dan Jenis Sedimen di Perairan Banyuasin, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis* , 15 (2), 251-264.
- Fauzy, AF., Pratomo, Dirjen., Darminto, MR., & Sulistian, T. . (2024). Identifikasi Fitur Dasar Laut Menggunakan Data Multibeam Echosounder (Studi Kasus: Perairan Utara Papua). *GEOID* , 16 (1), 36–45.

- Lubis, AM, Sari, N., Sinaga, J., Hasanudin, M., & Kusmanto, E. (2021). Studi Morfologi Dasar Laut dengan Survei Batimetri di Daerah Pantai Pasar Palik, Bengkulu Utara. *Buletin Oseanografi Marina*, 10 (1), 1-12.
- S., MB, Satriadi, A., & Ismanto, A. (2020). Studi Batimetri dan Topografi Dasar Laut untuk Penentuan Jalur Peletakanan Kabel Bawah Laut di Perairan Lampung – Pulau Pahawang. *Jurnal Oseanografi Indonesia*, 2 (2), 158-172.
- Utami, WT., & Pratomo, Dirjen. (2024). Pengaruh Topografi Dasar Laut Terhadap Gerakan Arus Laut. *GEOID* , 5 (1), 059-065.