

Mengenal Sains dan Teknologi Eksplorasi Laut Dalam

¹Ahmad Muhlis Nuryadi, ²Nurul Abidin*, ¹Eddy Hamka, ²Sigit Prafiadi

Corresponding Author: * masroel86@gmail.com

¹ Universitas Muhammadiyah Kendari, Indonesia

² STKIP Muhammadiyah Manokwari, Indonesia

Abstrak

Eksplorasi laut dalam, didorong oleh teknologi ROV dan AUV, memainkan peran utama dalam pemahaman dan pelestarian keanekaragaman hayati di bawah laut. Kemajuan ini memungkinkan peneliti untuk menyelidiki lingkungan yang sulit dijangkau, memberikan wawasan mendalam tentang kehidupan laut dan topografi dasar laut. Sementara eksplorasi ini terus berkembang, perlunya pendekatan etis dalam menjalankannya semakin terang. Dengan memanfaatkan data dan pemahaman yang diperoleh, eksplorasi laut dalam berpotensi mendukung perancangan kebijakan pelestarian dan pengelolaan sumber daya laut yang berkelanjutan, meningkatkan keberlanjutan lingkungan laut, dan memperkaya pengetahuan kita akan ekosistem laut yang kompleks.

Kata kunci: Eksplorasi Laut Dalam, Keanekaragaman Hayati, Pelestarian Lingkungan, Pemetaan Bawah Laut, Teknologi AUV, Teknologi ROV, Topografi Dasar Laut.

Pendahuluan

Laut dalam merujuk pada area terendah dalam lautan, berada di bawah termoklin (lapisan di mana pemanasan dan pendinginan dari sinar matahari tidak lagi berpengaruh) dan di atas dasar laut [1]. Wilayah ini terletak lebih dari 1.000 depa atau setara dengan 1.800 meter kedalaman. Menjelajahi laut dalam menjadi tugas yang sulit karena kondisinya yang gelap selamanya, suhu yang sangat dingin (antara 0 derajat C dan 3 derajat C di bawah 3.000 meter), dan tekanan yang tinggi (15750 psi atau lebih dari 1.000 kali tekanan atmosfer standar di permukaan laut). Sejak zaman Pliny hingga akhir abad ke-19, pandangan umum menyatakan bahwa laut dalam merupakan daerah yang tak bernyawa. Namun, ilmuwan modern telah mengakui laut dalam sebagai habitat terbesar di planet ini [2]. Untuk menjelajahi lingkungan yang dingin, gelap, dan bertekanan ini, alat-alat khusus telah dikembangkan.



Fig. 1. Ilustrasi Laut Dalam Mariana (Sumber: <https://cdn.mos.cms.futurecdn.net/UV9nT2AKW6XNW09e4HWkzV-1200-80.jpg>)

Lautan adalah salah satu area paling misterius dan kurang terjamah di Bumi. Dalam usaha untuk mengungkap rahasia yang tersembunyi di kedalaman laut, ilmuwan dan insinyur telah mengembangkan berbagai teknologi eksplorasi laut dalam. Melalui penggunaan ilmu pengetahuan dan inovasi teknologi, eksplorasi laut dalam telah memberikan wawasan baru tentang kehidupan laut, geologi bawah laut, dan bahkan potensi sumber daya yang dapat dimanfaatkan. Bidang yang terlibat dalam eksplorasi laut dalam meliputi oseanografi, biologi, geografi, arkeologi, dan teknik [2]. Eksplorasi laut dalam merupakan upaya multi-disiplin yang melibatkan berbagai bidang ilmu tersebut untuk mengungkap rahasia yang tersembunyi di kedalaman laut dan memberikan wawasan baru tentang kehidupan laut, geologi bawah laut, dan bahkan potensi sumber daya yang dapat dimanfaatkan [2],[3].

Pembahasan

A. Keunikan Eksplorasi Laut Dalam

1. Biologi Laut Dalam

Eksplorasi laut dalam membuka pintu bagi ilmuwan untuk mendalaminya, memungkinkan mereka untuk mengamati dengan lebih detail kehidupan laut yang berkembang di lingkungan yang sangat kontras dengan permukaan laut. Organisme yang mendiami laut dalam sering mengalami perkembangan biologis yang sangat unik dan menarik, menjadi subjek penelitian yang mendalam dalam bidang biologi laut [4]. Pengungkapan rahasia kehidupan di kedalaman laut membuka wawasan baru tentang adaptasi dan strategi kelangsungan hidup yang unik, yang mungkin tidak dapat dipahami sepenuhnya di lingkungan laut yang lebih dangkal. Melalui eksplorasi ini, ilmuwan dapat merinci perilaku, ekologi, dan interaksi antarorganisme di dalam ekosistem laut dalam yang masih menjadi misteri [5]. Hal ini memberikan dasar untuk pemahaman yang lebih mendalam tentang kehidupan bawah laut dan berkontribusi pada pelestarian keanekaragaman hayati di lautan.



Fig. 2. Hewan dan Tumbuhan Laut Dalam (Sumber: <https://buggtimes.com/wp-content/uploads/2020/07/Los-Angeles-Times-1-e1594882125643.jpg>)

2. Geologi Dasar Laut

Dengan bantuan teknologi eksplorasi, penelitian geologi dasar laut dapat dilakukan dengan tingkat ketelitian yang lebih tinggi. Ilmuwan mampu memahami secara lebih mendalam proses pembentukan gunung bawah laut, lembah laut, dan aktivitas geologi lainnya yang terjadi di dasar laut. Penggunaan alat-alat canggih seperti sonar dan perangkat pemetaan bawah laut memungkinkan para peneliti untuk mencapai tingkat detail yang sebelumnya sulit diakses [6],[7]. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memahami evolusi dan dinamika geologi

bawah laut, membuka jendela wawasan terhadap kompleksitas struktur dan peristiwa geologis yang terjadi di kedalaman laut.

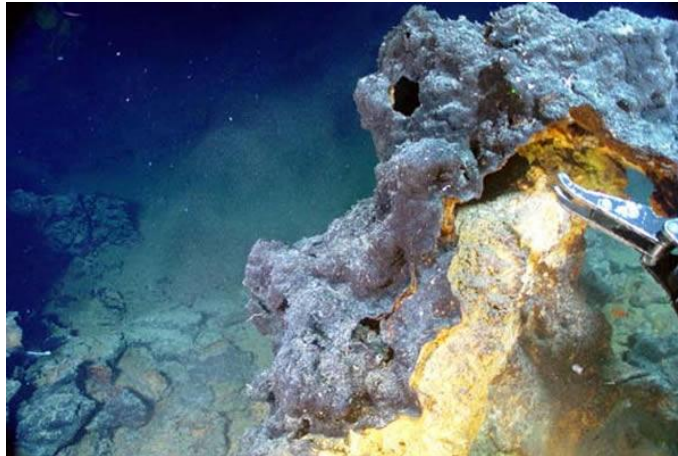


Fig. 3. Fenomena Geologis Laut Dalam (Sumber: https://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/02fire/logs/jul26/media/oldchmny_600.jpg)

B. Teknologi Eksplorasi Laut Dalam

1. *Remotely Operated Vehicles (ROV)*

ROV merupakan kendaraan bawah laut yang dapat dikendalikan dari permukaan laut [8]. Dilengkapi dengan kamera dan peralatan ilmiah, ROV memungkinkan para peneliti untuk melakukan pengamatan mendalam dan mengumpulkan sampel dari lingkungan laut dalam tanpa harus melakukan penurunan fisik ke dasar laut [9],[10]. Kemampuan kendali jarak jauh memberikan fleksibilitas dan keamanan dalam menjelajahi wilayah yang sulit diakses, sementara kamera dan peralatan ilmiah memungkinkan pengamatan visual dan pengambilan data yang sangat berharga [11]. ROV menjadi alat krusial dalam eksplorasi laut dalam, menyediakan akses yang vital untuk penelitian dan pemahaman lebih lanjut terhadap kehidupan dan geologi di kedalaman laut.



Fig. 4. *Remotely Operated Vehicles* (Sumber: <https://i.pinimg.com/originals/1b/e5/c6/1be5c60924d2c246862da97f624c1790.jpg>)

2. *Autonomous Underwater Vehicles (AUV)*

AUV merupakan kendaraan bawah laut yang mampu bergerak secara mandiri dan mengumpulkan data tanpa memerlukan bantuan dari permukaan laut [12],[13]. AUV seringkali diterapkan dalam survei lingkungan laut dalam dan melakukan pemetaan dasar laut [14]. Kemampuan autonomi AUV memungkinkannya untuk menjelajahi wilayah laut dalam dengan efisiensi, mengumpulkan informasi tentang karakteristik lingkungan, dan merinci topografi dasar laut tanpa keterlibatan manusia langsung. Penggunaan AUV dalam eksplorasi laut dalam memberikan kontribusi signifikan dalam pemahaman lebih baik tentang struktur bawah laut dan dinamika lingkungan di dalamnya [15],[16].



Fig. 5. *Autonomous Underwater Vehicles* (Sumber: <https://www.iatlantic.eu/wp-content/uploads/2021/06/Autosub6000.jpg>)

3. Sonar dan Pemetaan Bawah Laut

Pemanfaatan sonar dan teknologi pemetaan bawah laut memberikan kemampuan kepada ilmuwan untuk memahami secara lebih mendalam topografi dasar laut, melakukan pencarian sumber daya, dan bahkan melacak pergerakan makhluk laut [17], [18]. Dengan bantuan teknologi ini, peneliti dapat menghasilkan peta yang akurat tentang struktur bawah laut, termasuk gunung bawah laut dan lembah laut, yang mendukung pemahaman tentang geologi dasar laut [19]. Selain itu, sonar juga memungkinkan identifikasi dan pemantauan aktivitas makhluk laut, membuka peluang untuk penelitian perilaku dan migrasi spesies bawah laut. Penggabungan sonar dan teknologi pemetaan menjadi instrumen penting dalam eksplorasi laut dalam, memberikan data yang sangat berharga untuk berbagai disiplin ilmu.

C. Tantangan dan Potensi

1. Teknologi Tahan Tekanan

Kedalaman laut dalam menimbulkan tantangan teknis yang signifikan, terutama terkait dengan tekanan tinggi yang dapat mencapai tingkat yang ekstrem. Pengembangan teknologi yang dapat bertahan di lingkungan ini menjadi kunci utama dalam menjalankan eksplorasi laut dalam. Teknologi yang mampu mengatasi tekanan tinggi ini mencakup penggunaan bahan yang tahan terhadap tekanan ekstrem dan desain peralatan yang kokoh [20],[21]. Selain itu, peralatan eksplorasi harus

dapat beroperasi secara efektif dan aman dalam kondisi yang gelap dan dingin di kedalaman laut. Upaya terus-menerus dalam pengembangan teknologi menjadi pendorong utama dalam memahami dan mengungkapkan misteri di dalam lautan yang penuh tantangan ini.

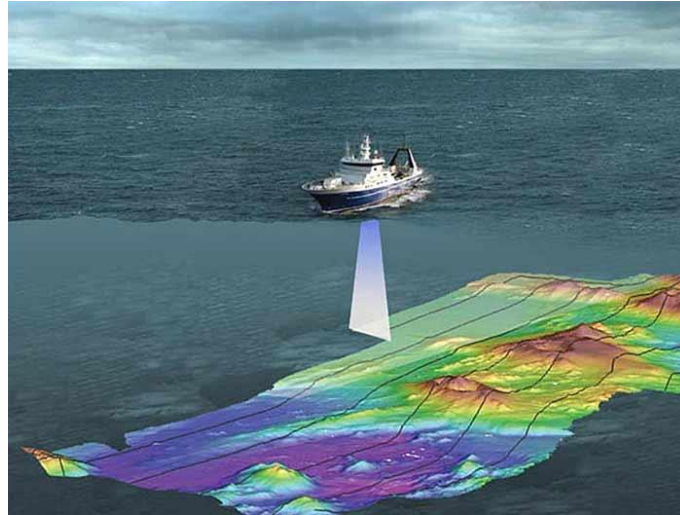


Fig. 6. Penggunaan Sonar dalam Pemetaan Dasar Laut (Sumber: <https://ambergriscaye.com/art5/39-Multi-beam-and-sea-seep-survey-diagram.jpg>)

2. Konservasi dan Etika

Eksplorasi laut dalam tidak hanya menghadirkan tantangan teknis, tetapi juga menimbulkan pertanyaan etika yang signifikan terkait dengan pelestarian lingkungan dan potensi dampak negatif terhadap kehidupan laut [22]. Dalam menjalankan penelitian di laut dalam, diperlukan pendekatan yang berkelanjutan dan etis guna memastikan bahwa kegiatan eksplorasi tidak merugikan lingkungan dan makhluk laut [23]. Perhatian terhadap prinsip-prinsip pelestarian biodiversitas, pengelolaan sumber daya, dan pengurangan dampak lingkungan harus menjadi prioritas dalam setiap upaya eksplorasi laut dalam. Dengan demikian, penelitian di kedalaman laut dapat memberikan manfaat ilmiah yang signifikan tanpa merugikan ekosistem laut dan keberlanjutan lingkungan laut secara keseluruhan.

Eksplorasi laut dalam terus berperan kunci dalam pemahaman dan pelestarian keanekaragaman hayati di bawah permukaan laut. Dengan kemajuan terus-menerus dalam teknologi, peluang untuk mengeksplorasi dan memahami aspek-aspek tersembunyi dari lautan semakin berkembang. Teknologi seperti ROV, AUV, dan perangkat pemetaan bawah laut memberikan akses yang lebih baik ke wilayah yang sebelumnya sulit dijangkau, memungkinkan peneliti untuk menyelidiki dan merekam berbagai bentuk kehidupan laut serta lingkungan mereka.

Dalam konteks ini, eksplorasi laut dalam juga memberikan landasan untuk pengembangan kebijakan pelestarian dan pengelolaan ekosistem laut. Data dan pengetahuan yang diperoleh dari eksplorasi ini dapat menjadi dasar untuk merancang strategi konservasi yang efektif. Dengan memahami dinamika dan keunikan kehidupan laut dalam, kita dapat bekerja menuju pelestarian sumber daya laut yang berkelanjutan.

Sementara teknologi terus berkembang, penting untuk menjalankan eksplorasi laut dalam dengan tanggung jawab dan kepedulian terhadap dampak lingkungan. Dengan pendekatan yang bijaksana dan etis, eksplorasi ini dapat terus memberikan wawasan baru, memelihara keberlanjutan lingkungan laut, dan meningkatkan pemahaman kita akan kehidupan bawah permukaan laut yang begitu kaya dan kompleks.

Kesimpulan

Eksplorasi laut dalam memainkan peran kunci dalam pemahaman dan pelestarian keanekaragaman hayati di bawah permukaan laut. Melalui kemajuan teknologi seperti ROV dan AUV, peneliti dapat mengakses wilayah yang sebelumnya sulit dijangkau, memungkinkan observasi dan pemetaan yang mendalam tentang kehidupan laut dan lingkungannya. Eksplorasi ini tidak hanya membuka wawasan tentang adaptasi unik organisme laut dalam, tetapi juga menyediakan dasar untuk kebijakan pelestarian dan pengelolaan ekosistem laut yang berkelanjutan. Meskipun teknologi terus berkembang, penting untuk menjalankan eksplorasi ini dengan tanggung jawab dan kepedulian terhadap dampak lingkungan. Data dan pengetahuan yang diperoleh dapat membantu merancang strategi konservasi yang efektif, sementara pemahaman tentang dinamika kehidupan laut dalam dapat memberikan dasar untuk pelestarian sumber daya laut yang berkelanjutan. Dengan pendekatan yang bijaksana dan etis, eksplorasi laut dalam berpotensi untuk terus memberikan wawasan baru, meningkatkan keberlanjutan lingkungan laut, dan mendalami pemahaman kita akan kehidupan bawah permukaan laut yang begitu kaya dan kompleks.

Referensi

- [1] Wahyuni, T. I. E., Sunusi, S., Jaya, I., & Senitriany, B. N. (2019). Analisis Perkembangan Transportasi Laut Dalam Wilayah Sulawesi Untuk Mendukung Tol Laut. *Jurnal Venus*, 7(13), 61-74.
- [2] Burhanuddin, A. I. (2018). *Pengantar Ilmu Kelautan dan Perikanan*. Deepublish.
- [3] Taylor, M. L., & Roterman, C. N. (2017). Invertebrate population genetics across Earth's largest habitat: The deep-sea floor. *Molecular Ecology*, 26(19), 4872-4896.
- [4] Danovaro, R., Snelgrove, P. V., & Tyler, P. (2014). Challenging the paradigms of deep-sea ecology. *Trends in ecology & evolution*, 29(8), 465-475.
- [5] Kohnen, W. (2009). Human exploration of the deep seas: Fifty years and the inspiration continues. *Marine Technology Society Journal*, 43(5), 42-62.
- [6] Aguzzi, J., Flexas, M. D. M., Flögel, S., Lo Iacono, C., Tangherlini, M., Costa, C.,... & Schodlok, M. P. (2020). Exo-ocean exploration with deep-sea sensor and platform technologies. *Astrobiology*, 20(7), 897-915.
- [7] Aguzzi, J., Flexas, M. D. M., Flögel, S., Lo Iacono, C., Tangherlini, M., Costa, C.,... & Schodlok, M. P. (2020). Exo-ocean exploration with deep-sea sensor and platform technologies. *Astrobiology*, 20(7), 897-915.
- [8] Humphris, S. E. (2009). Vehicles for deep sea exploration. *Elements of Physical Oceanography: A Derivative of the Encyclopedia of Ocean Sciences*, 197-209.
- [9] Capocci, R., Dooly, G., Omerdić, E., Coleman, J., Newe, T., & Toal, D. (2017). Inspection-class remotely operated vehicles—A review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 5(1), 13.
- [10] Petillot, Y. R., Antonelli, G., Casalino, G., & Ferreira, F. (2019). Underwater robots: From remotely operated vehicles to intervention-autonomous underwater vehicles. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 26(2), 94-101.
- [11] Christ, R. D., & Wernli Sr, R. L. (2013). *The ROV manual: a user guide for remotely operated vehicles*. Butterworth-Heinemann.
- [12] Von Alt, C. (2003, March). Autonomous underwater vehicles. In *Autonomous Underwater Lagrangian Platforms and Sensors Workshop* (Vol. 3, p. 2).

- [13] Bovio, E., Cecchi, D., & Baralli, F. (2006). Autonomous underwater vehicles for scientific and naval operations. *Annual Reviews in Control*, 30(2), 117-130.
- [14] Kwasnitschka, T., Köser, K., Sticklus, J., Rothenbeck, M., Weiß, T., Wenzlaff, E., ... & Greinert, J. (2016). DeepSurveyCam—a deep ocean optical mapping system. *Sensors*, 16(2), 164.
- [15] Iscar, E., Barbalata, C., Goumas, N., & Johnson-Roberson, M. (2018, October). Towards low cost, deep water AUV optical mapping. In *OCEANS 2018 MTS/IEEE Charleston* (pp. 1-6). IEEE.
- [16] Griffiths, G. (Ed.). (2002). *Technology and applications of autonomous underwater vehicles* (Vol. 2). CRC Press.
- [17] Purser, A., Marcon, Y., Dreutter, S., Hoge, U., Sablotny, B., Hehemann, L., ... & Boetius, A. (2018). Ocean Floor Observation and Bathymetry System (OFOBS): a new towed camera/sonar system for deep-sea habitat surveys. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 44(1), 87-99.
- [18] Giorli, G., Drazen, J. C., Neuheimer, A. B., Copeland, A., & Au, W. W. (2018). Deep sea animal density and size estimated using a Dual-frequency IDentification SONar (DIDSON) offshore the island of Hawaii. *Progress in Oceanography*, 160, 155-166.
- [19] Woock, P. (2011, June). Deep-sea seafloor shape reconstruction from side-scan sonar data for AUV navigation. In *OCEANS 2011 IEEE-Spain* (pp. 1-7). IEEE.
- [20] Le Gall, M., Choqueuse, D., Le Gac, P. Y., Davies, P., & Perreux, D. (2014). Novel mechanical characterization method for deep sea buoyancy material under hydrostatic pressure. *Polymer Testing*, 39, 36-44.
- [21] Song, W., & Cui, W. (2020). Review of deep-ocean high-pressure simulation systems. *Marine Technology Society Journal*, 54(3), 68-84. Wu, X., Gao, Y., Wang, Y., Fan, R., Ali, Z., Yu, J., ... & Shao, W. (2021). Recent developments on epoxy-based syntactic foams for deep sea exploration. *Journal of Materials Science*, 56, 2037-2076.
- [22] Schwartz, J. S., & Milligan, T. (2017). Some ethical constraints on near-earth resource exploitation. *Yearbook on space policy 2015: Access to space and the evolution of space activities*, 227-239.
- [23] Johnson, E. R. (2022). Ethical, extractive and geopolitical intimacies with nonhuman marine life. *The Routledge Handbook of Ocean Space*.

Penulis



Ahmad Muhlis Nuryadi adalah dosen Agribisnis di Universitas Muhammadiyah Kendari. Ia memperoleh gelar Doktor (S3) dari Universitas Halu Oleo pada tahun 2019, melengkapi gelar Magister (S2) dan Sarjana (S1) dalam Ilmu Pertanian yang diperoleh pada tahun 2008 dan 2005, secara berturut-turut, dari universitas yang sama. Dengan latar belakang akademis yang kuat dan komitmen terhadap pendidikan, beliau aktif terlibat dalam kegiatan pengajaran dan penelitian. Keterlibatannya yang berkelanjutan mencerminkan dedikasinya untuk meningkatkan pengetahuan dan menciptakan lingkungan belajar yang kondusif. (email: muhlis.nuryadi@umkendari.ac.id).



Nurul Abidin adalah dosen di Prodi Pendidikan Biologi STKIP Muhammadiyah Manokwari. Alumni (S1) Universitas Papua dan (S2) Biologi Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Indonesia. Beliau memiliki keahlian pada Genetika dan metodologi Penelitian. Beliau sudah banyak mempublikasikan karyanya di jurnal nasional dan internasional. (email: masroel86@gmail.com).



Eddy Hamka adalah dosen tetap Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan di Universitas Muhammadiyah Kendari, Sulawesi Tenggara. Ia memiliki latar belakang pendidikan S2 di bidang Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan dari Institut Pertanian Bogor (2013). Sebelumnya, ia meraih gelar S1 di bidang yang sama dari Universitas Hasanuddin (2008). Ia memiliki minat khusus dalam pemanfaatan sumber daya perikanan, dan berdedikasi untuk mentransfer pengetahuannya kepada mahasiswa. (email: eddy.hamka@umkendari.ac.id).



Sigit Prafiadi adalah dosen di Prodi Pendidikan Biologi STKIP Muhammadiyah Manokwari. Alumni (S1) Universitas Papua dan (S2) Biologi Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Indonesia. Beliau memiliki keahlian pada Genetika dan metodologi Penelitian. Beliau sudah banyak mempublikasikan karyanya di jurnal nasional dan internasional. (email: sigitprafiadi@gmail.com).

