

Meninjau Proyek Solwara 1: Sebuah Refleksi Bagi Indonesia dalam Pengembangan *Deep Seabed Mining*

Agnes Ariningtyas¹ Rachma Indriyani²

^{1,2} Fakultas Hukum, Universitas Sebelas Maret

Informasi Artikel

Abstract

Penulis Korespondensi:

agnes.tyas05@gmail.com

Proses:

Submisi: 24-05-2024

Revisi: 11-05-2025

Diterima: 26-06-2025

Copyright © 2025

by Jurnal Pro Natura

This work is licensed under a

[Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International
\(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

The Solwara 1 project is the world's first seafloor mining initiative aimed at exploiting Seafloor Massive Sulfides (SMS) in waters offshore Papua New Guinea. The project poses significant challenges regarding the application of the precautionary principle, given the not yet fully understood potential environmental impacts on sensitive deep-sea ecosystems. This article examines the Solwara 1 project to provide important insights for Indonesia in the development of seabed mining by demonstrating how the application of the precautionary principle in the project encompasses a range of mitigation measures and rigorous risk management strategies. However, it also identifies challenges in implementing this principle, particularly related to the limited scientific data on the target ecosystem and the uncertainty surrounding long-term impacts. Additionally, local stakeholder engagement and transparency in decision-making require improvement to ensure the project's equity and sustainability. For Indonesia, the implications of these findings underscore the importance of the precautionary principle and the development of more sophisticated regulations and technologies to support responsible and sustainable seabed mining.

Keywords: *Solwara 1 Project, seabed mining, precautionary principle*

Abstrak

Proyek Solwara 1 adalah inisiatif pertambangan dasar laut pertama di dunia yang bertujuan untuk mengeksploitasi Endapan Sulfida Masif Dasar Laut (SMS) di perairan lepas pantai Papua New Guinea. Proyek ini menghadapi tantangan signifikan terkait penerapan prinsip kehati-hatian, mengingat dampak lingkungan potensial yang belum sepenuhnya dipahami terhadap ekosistem laut dalam yang sensitif. Artikel ini mengkaji proyek Solwara 1 untuk memberikan wawasan penting bagi Indonesia dalam pengembangan penambangan dasar laut dengan menunjukkan bagaimana penerapan prinsip kehati-hatian dalam proyek tersebut mencakup berbagai langkah mitigasi dan strategi manajemen risiko yang ketat. Namun, artikel ini juga mengidentifikasi tantangan dalam menerapkan prinsip ini, terutama terkait dengan data ilmiah yang terbatas tentang ekosistem target dan ketidakpastian mengenai dampak jangka panjang. Selain itu, keterlibatan pemangku kepentingan lokal dan transparansi dalam pengambilan keputusan perlu ditingkatkan untuk memastikan keadilan dan keberlanjutan proyek. Bagi Indonesia, implikasi temuan ini menyoroti pentingnya prinsip kehati-hatian dan pengembangan regulasi serta teknologi yang lebih canggih untuk mendukung penambangan dasar laut yang bertanggung jawab dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Proyek Solwara 1, pertambangan dasar laut, prinsip kehati-hatian

A. PENDAHULUAN

Lautan memiliki peran penting dalam rangka menjaga kelestarian lingkungan di mana ekosistem laut berperan dalam menjaga iklim dunia. Tidak hanya itu, lautan juga telah menyuplai empat kali lipat dari oksigen yang dikeluarkan hutan di daratan.¹ Selain itu, bertambahnya permintaan manusia dalam berbagai sektor seperti perdagangan, ekonomi, bisnis, dan mineral menyebabkan mineral yang ada di daratan semakin menipis. Oleh karena itu, pertambangan bawah laut atau *Deep Seabed Mining* (DSM) menjadi salah satu alternatif dalam memenuhi kebutuhan mineral manusia. Setelah puluhan tahun melakukan antisipasi, inovasi teknologi dan eksplorasi, DSM tidak lagi menjadi wacana, tetapi menurut industri pertambangan dan pendukung lainnya, hal ini dapat menjadi kenyataan.² Perdebatan tentang DSM seringkali terjadi akibat permintaan akan kebutuhan sumber daya mineral yang semakin meningkat demi memenuhi kebutuhan manusia, tapi di sisi lain para pemerhati lingkungan juga telah memperkirakan dampaknya. Ketertarikan mengeksplorasi mineral dasar laut, seperti bintil-bintil logam yang mengandung nikel, tembaga, kobalt, dan mangan didorong oleh permintaan logam untuk pembuatan baterai untuk mobil listrik, pembuatan *smartphone*, atau penyimpanan energi matahari dan angin. Oleh karena itu, pemerintah berupaya mendiversifikasi pasokan untuk mengamankan keuntungan dan produksi di masa depan. Permintaan ini yang merupakan faktor pendorong utama di balik minat dalam aktivitas DSM, minat yang sebelumnya sempat kehilangan perhatian pada tahun 1980-an.³

Seafloor massive sulfides (SMS) adalah deposit mineral yang berada di dasar laut akibat aktivitas hidrotermal di sepanjang punggung samudera dan membutuhkan waktu jutaan tahun untuk terbentuk.⁴ Deposit ini mengandung banyak bahan mentah seperti mineral yang bisa digunakan secara komersial dan telah menarik minat beberapa pihak di sektor mineral. United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS) 1982 menyediakan kerangka hukum komprehensif terkait penggunaan laut dan samudra, juga mendorong negara untuk mengeksplorasi dan mengeksplorasi daerah dasar laut dengan menerapkan pembagian keuntungan (*benefit sharing*) serta melibatkan negara maju dan berkembang dalam prosesnya. Dalam konteks eksplorasi sumber daya mineral di luar wilayah yurisdiksi nasional, Bagian XI UNCLOS 1982 mendefinisikan wilayah tersebut sebagai “the Area” dan mendeskripsikannya sebagai warisan umat manusia (*common heritage of humankind*/CMH). Berdasarkan ketentuan tersebut, pemberian izin untuk segala aktivitas yang dilakukan di *the Area* hanya bisa diberikan oleh International Seabed Authority (ISA). Sampai saat ini, ISA telah meneliti tiga jenis sumber daya mineral di area dasar laut yang memiliki kepentingan komersial, yaitu:⁵

- 1) *Polymetallic nodules* mengandung konsentrasi tinggi mangan, nikel, tembaga, dan kobalt. Mineral-mineral ini banyak ditemukan di beberapa cekungan laut, terutama di Clarion-Clipperton Zone (CCZ) yang merupakan sebuah dataran runtunan yang terletak di kedalaman 4.000 - 6.000 meter di bawah permukaan laut di Samudera Pasifik Timur;

¹ Jinpeng Wang, Wenqi Jiang, Chuanjuan Wang, and Dahai Liu, “Taking Precautionary Approaches to the Governance of Commercial Deep Seabed Mining: Law-Making of International Seabed Authority and Multi-Subject Participation,” *Sustainability* 15, no. 8 (2023): 1–17, <https://doi.org/10.3390/su15086414>.

² MM Santos, et. al., “The Last Frontier: Coupling Technological Developments with Scientific Challenges to Improve Hazard Assessment of Deep-Sea Mining,” *Science of the Total Environment* 627, (2018): 1505–1514, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.221>.

³ Ole Sparenberg, “A Historical Perspective on Deep-Sea Mining for Manganese Nodules, 1965–2019,” *The Extractive Industries and Society* 6, no. 3 (2019): 842–854, <https://doi.org/10.1016/j.exis.2019.04.001>.

⁴ KA Miller, et.al., “Challenging the Need for Deep Seabed Mining From the Perspective of Metal Demand, Biodiversity, Ecosystems Services, and Benefit Sharing,” *Frontiers in Marine Science* 8 (2021): 1–7, <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.706161>.

⁵ Ilham Putuhena, “Urgensi Pengaturan Mengenai Eksplorasi Dan Eksploitasi Pertambangan Di Area Dasar Laut Internasional (International Seabed Area),” *Rechtsvinding* 8, no. 2 (2019): 167–183. <http://dx.doi.org/10.33331/rechtsvinding.v8i2.316>.

- 2) *Polymetallic sulfides*, merupakan mineral yang banyak ditemukan di daerah aktivitas vulkanik dasar laut dan terdistribusi di kedalaman 1.000 - 4.000 meter di bawah permukaan laut. Endapan mineral ini sering ditemukan di dekat batas lempeng tektonik di mana ventilasi hidrotermal melepaskan larutan kaya mineral yang sangat panas yang mendingin dan membentuk endapan;
- 3) *Cobalt crusts*, mineral ini banyak ditemukan di sisi dan puncak gunung dasar laut pada kedalaman 800 - 2.500 meter di bawah permukaan laut. Kerak ini dapat mencapai ketebalan 25 sentimeter, tetapi endapan yang lebih kaya mineral hanya setebal 10 - 15 sentimeter.

Lebih dari 1,5 juta km² Samudera Pasifik berada di bawah hak guna usaha eksplorasi DSM. Aktivitas DSM yang dipopulerkan oleh para pengusaha dijadikan jawaban atas *green transition*. Dasar laut biasanya didefinisikan sebagai wilayah di bawah 200 m adalah dunia yang ekstrem. Bagian terdalam adalah Palung Mariana di Samudera Pasifik yang mencapai kedalaman lebih dari 11.000 m. Suhu di dekat dasar laut di banyak tempat mendekati 0 °C, hampir tidak ada cahaya, dan tekanan yang besar tapi tetap ada kehidupan yang berkembang di daerah tersebut. Sampai saat ini memang belum ada penambangan skala komersial di dasar laut (sekitar 200 – 6.000 m di bawah permukaan laut) yang dilakukan, meskipun sudah ada beberapa proyek di dasar laut yang lebih dangkal di dalam perairan yurisdiksi negara.⁶ Namun demikian, ISA badan PBB yang bertanggung jawab mengatur laut dalam di luar yurisdiksi nasional, hingga saat ini telah memberikan 30 kontrak eksplorasi dengan 21 kontraktor berbeda. Sesuai dengan UNCLOS, aktor terdiri dari perusahaan negara dan perusahaan swasta yang mendapat sponsor dari negara kewarganegaraannya. Kontrak tersebut berjangka waktu lebih dari 15 tahun dan telah disetujui oleh negara-negara seperti Tiongkok, Jepang, Jerman, Rusia, Prancis, dan Inggris.⁷

Terlepas dari dampak lingkungan yang tidak dapat diubah, dan ketidakpastian besar mengenai skala dan tingkat kerusakannya, industri DSM semakin menonjol, didukung oleh narasi yang dirancang dengan cermat yang bertujuan untuk memposisikan operasi yang diusulkan sebagai pilihan yang layak untuk memasok sumber daya mineral murni.⁸ Kelompok masyarakat sipil semakin vokal dalam menentang penambangan laut dalam, dan terdapat seruan bagi industri untuk mempertimbangkan ikatan budaya dan spiritual yang mendalam yang dimiliki banyak negara kepulauan terpencil dengan laut. Aktivitas DSM akan menyebabkan kerusakan besar dan dampak jangka panjang terhadap ekosistem laut.⁹ Ekosistem laut telah mengalami kombinasi tekanan yang belum pernah terjadi sebelumnya, termasuk perubahan iklim, pengasaman, deoksigenasi, polusi, dan eksploitasi berlebihan terhadap sumber daya hayati laut.¹⁰

Aktivitas DSM akan menyebabkan kerusakan yang tidak dapat dihindari dan tidak dapat diperbaiki lagi terhadap ekosistem laut dalam dan membahayakan ekosistem lautan yang lebih luas, tekanan lain muncul dalam berbagai bentuk polusi (sampah, kebisingan, dan bahan kimia), pengelolaan perikanan yang buruk, dan perubahan iklim. Dampak pertambangan mencakup polusi cahaya dan suara, gumpalan sedimen, dan hilangnya keanekaragaman hayati akibat fragmentasi habitat yang

⁶ Miller, et.al., Loc.Cit.

⁷ Isabel Feichtne, "Sharing the Riches of the Sea: The Redistributive and Fiscal Dimension of Deep Seabed Exploitation," *European Journal of International Law* 3, no. 2 (2019): 601–633, <https://doi.org/10.1093/ejil/chz022>.

⁸ John Childs, "Greening the Blue? Corporate Strategies for Legitimising Deep Sea Mining," *Political Geography* 74, no. 102060 (2019): 1–12, <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2019.102060>.

⁹ T.R Vonnahme, et.al., "Effects of a Deep-Sea Mining Experiment on Seafloor Microbial Communities and Functions after 26 Years," *Science Advances* 6, no. 18 (2020), <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz5922>.

¹⁰ Roberto Danovaro, et. al., "Ecological Variables for Developing a Global Deep-Ocean Monitoring and Conservation Strategy," *Nature Ecology & Evolution* 4, no. 2 (2020): 181–192. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1091-z>.

meluas.^{11,12} Aktivitas DSM menimbulkan risiko yang signifikan terhadap ekosistem perairan tengah, yang mewakili lebih dari 90% biosfer, mengandung biomassa ikan 100 kali lebih besar dari tangkapan ikan tahunan global, menghubungkan ekosistem laut dangkal dan laut dalam, serta memainkan peran penting dalam ekspor karbon dan regenerasi nutrisi. Ekosistem perairan dalam dan tengah dapat terkena dampak negatif dari kembalinya gumpalan sedimen, yang diperkirakan akan dibuang pada kedalaman sekitar 1.200 m, yang dapat bertahan hingga ratusan kilometer.¹³

Memitigasi dampak DSM atau pemulihan ekosistem pasca-tambang akan sangat sulit dan tidak akan pernah bisa tercapai sepenuhnya.¹⁴ Bahkan untuk memahami potensi hilangnya keanekaragaman hayati yang dapat disebabkan oleh DSM akan memerlukan pengetahuan dasar yang jauh lebih besar dibandingkan yang ada saat ini, serta pengetahuan tentang teknologi yang akan digunakan serta dampak langsung serta tidak langsungnya.¹⁵ Kesenjangan pengetahuan mendasar tentang lautan, khususnya spesies laut dalam yang rentan seperti karang air dingin, kepiting, dan udang.¹⁶ Selain itu, perubahan iklim telah memberikan dampak besar terhadap kimia dan suhu laut, bahkan di bagian terdalam lautan dan mungkin berkontribusi terhadap perubahan distribusi atau migrasi spesies, hilangnya habitat, dan ketersediaan pangan.

Di Indonesia, belum ada secara spesifik peraturan yang mengatur tentang DSM. Akan tetapi, Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2014 tentang Kelautan (UU 32/2014) mengenali eksistensi dari *deep seabed* di luar wilayah yurisdiksi nasional yang memungkinkan kerja sama internasional untuk melakukan kegiatan tersebut. Namun, undang-undang tersebut tidak memberikan mekanisme yang jelas untuk memulai aktivitas DSM, alih-alih ia mengarahkan pemerintah Indonesia untuk memberlakukan undang-undang baru mengenai kegiatan tersebut. Pada tahun 2020, Undang-Undang Nomor 4 tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara (UU 4/2009) diamandemen menjadi Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara (UU 3/2020). Dalam amandemen ini, definisi dari wilayah hukum pertambangan diperluas untuk mencakup wilayah dasar laut. Pasal 17 UU 3/2020 mengizinkan Wilayah Izin Usaha Pertambangan dapat ditetapkan di laut dan dapat berlaku efektif di bawah koordinasi kementerian dengan otoritas terkait. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa undang-undang ini tidak menutup kemungkinan bahwa aktivitas DSM dapat dilakukan di bawah kewenangan Indonesia.

Di sisi lain, negara tetangga kita, Papua Nugini, telah melaksanakan aktivitas DSM yang disebut sebagai Proyek Solwara 1 yang dioperasikan oleh Nautilus Minerals. Proyek ini bertujuan untuk menambang nodul polimetalik yang kaya akan logam berharga seperti tembaga, emas, dan perak dari dasar laut dalam. Namun, aktivitas penambangan laut dalam ini menimbulkan kekhawatiran serius mengenai potensi dampak lingkungan, termasuk kerusakan ekosistem laut, polusi laut, dan hilangnya keanekaragaman hayati. Dengan perkembangan yang terjadi di Papua Nugini, Indonesia sebagai negara berkembang juga tidak menutup kemungkinan akan melakukan aktivitas DSM di masa depan.

¹¹ Carlos M Duarte, et. al., "The Soundscape of the Anthropocene Ocean." *Science* 371, no. 6529 (2021): 1–10, <https://doi.org/10.1126/science.aba4658>.

¹² Daniel O.B Jones, et.al, "Environmental Considerations for Impact and Preservation Reference Zones for Deep-Sea Polymetallic Nodule Mining," *Marine Policy* 118 (August 2020), <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.10.025>.

¹³ Jeffrey C Drazen, et. al., "Midwater Ecosystems Must Be Considered When Evaluating Environmental Risks of Deep-Sea Mining," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 117, no. 30 (2020): 17455–17460, <https://doi.org/10.1073/pnas.2011914117>.

¹⁴ Holly J Niner, et. al., "Deep-Sea Mining With No Net Loss of Biodiversity—An Impossible Aim." *Frontiers in Marine Science* 5, no. 53 (2018): 1–12, <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00053>.

¹⁵ Malcolm R Clark, Jennifer M Durden, and Sabine Christiansen, "Environmental Impact Assessments for Deep-Sea Mining: Can We Improve Their Future Effectiveness?," *Marine Policy* 114 (2020): 1–9, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.11.026>.

¹⁶ Danie Wagner, et. al., "Coral Reefs of the High Seas: Hidden Biodiversity Hotspots in Need of Protection," *Frontiers in Marine Science* 7, no. 567428 (2020): 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.567428>.

Berdasarkan pada latar belakang tersebut, artikel ini mengkaji proyek Solwara 1 untuk memberikan wawasan penting bagi Indonesia dalam pengembangan penambangan dasar laut dengan menunjukkan bagaimana penerapan prinsip kehati-hatian dalam proyek tersebut mencakup berbagai langkah mitigasi dan strategi manajemen risiko yang ketat. Namun, artikel ini juga mengidentifikasi tantangan dalam menerapkan prinsip ini, terutama terkait dengan data ilmiah yang terbatas tentang ekosistem target dan ketidakpastian mengenai dampak jangka panjang. Bagi Indonesia, implikasi temuan ini menyoroti pentingnya prinsip kehati-hatian dan pengembangan regulasi serta teknologi yang lebih canggih untuk mendukung penambangan dasar laut yang bertanggung jawab dan berkelanjutan.

B. PROYEK SOLWARA 1

Sejak tahun 1985, wilayah perairan Papua Nugini telah dieksplorasi dan ditemukan situs-situs yang mengandung sumber mineral sulfida. Secara spesifik, situs Solwara 1 ditemukan oleh Organisasi Penelitian Ilmiah dan Industri Persemakmuran Australia, pada tahun 1996, di Laut Bismarck.¹⁷ Sejak tahun itu, penelitian telah dilakukan di situs tersebut terutama oleh Nautilus Minerals, sebuah perusahaan mineral Kanada yang berspesialisasi dalam eksplorasi dasar laut yang sejak awal menunjukkan minatnya terhadap kemungkinan penambangan komersial di situs tersebut. Nautilus awalnya merupakan perusahaan Australia yang berkantor pusat di Kanada, dengan fokus pada wilayah laut sekitar Papua Nugini. Pada bulan Oktober 2008, Nautilus Minerals, yang bermaksud untuk mencapai tujuan mendapatkan izin lingkungan untuk pengembangan Proyek Solwara 1, menyusun *Environmental Impact Statement* (EIS) untuk mengajukan *Environmental Permit*, dan memperolehnya pada bulan November 2009 dari Pemerintah Papua Nugini. Namun, setelah izin untuk mengembangkan Proyek Solwara 1 diberikan, beberapa masalah ekonomi menyebabkan perlambatan proyek bahkan setelah Nautilus memperoleh izin penambangan untuk lokasi tersebut. Hal terakhir ini memerlukan beberapa konsultasi dengan Pemerintah Papua Nugini, terutama mengenai persyaratan konsesi, tetapi izin tersebut akhirnya diperoleh pada tahun 2010, ketika Perdana Menteri Papua Nugini, Michael Somare, memberikan izin penambangan selama 20 tahun.¹⁸

Persetujuan sewa pertambangan ini menimbulkan kekhawatiran warga sehingga memutuskan untuk memulai Kampanye Penambangan Laut Dalam, pada tahun 2011. Kampanye ini mengumpulkan warga dari Papua Nugini, Australia dan Kanada, yang prihatin dengan dampak DSM terhadap ekosistem.¹⁹ Kampanye ini aktif melalui penciptaan materi dan kajian untuk membuktikan bahwa penambangan laut dalam berbahaya bagi lingkungan dan masyarakat. Meskipun terdapat penolakan yang kuat, banyak negara seperti Jepang, Tiongkok, Korea, Inggris, Amerika Serikat, Kanada, Jerman, Australia dan Rusia menunggu untuk melihat apakah Solwara 1 akan sukses sebelum mengambil risiko untuk memulai proyek serupa di wilayah lain. Khususnya Tiongkok tampaknya sangat tertarik dan telah melakukan banyak upaya dalam industri pertambangan dasar laut, dengan 39 ekspedisi samudera, dan bercita-cita untuk berinvestasi lebih banyak guna mempertahankan keunggulannya di pasar mineral.²⁰

¹⁷ Jonas Michael Dombrowsky, "Resource and Reserve Classification of a Solwara 1 Type Deposit at an Arctic Mid Ocean Ridge," (Skripsi, Norwegian University of Science and Technology, 2018). Diakses dari https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2558332/16321_FULLTEXT.pdf?sequence=1&isAllowed=y

¹⁸ Christine Ottery, "Papua New Guinea Gives Green Light to Deep-Sea Mineral Mine." *The Guardian*, <https://www.theguardian.com/environment/2010/oct/21/papua-new-guinea-mine>, diakses tanggal 21 Oktober 2010.

¹⁹ Peter Neill. "Deep Sea Mining and the Controversial Solwara 1 Project in Papua New Guinea." Huffpost, https://www.huffpost.com/entry/deep-sea-mining-and-the-controversial-solwara-1-in_b_5964dbe9e4b0deab7c646bb5, diakses tanggal 11 Juli 2017.

²⁰ Jinkai Yu, and Wenxin Cui, "Explore China's Stakeholders in the Exploration and Exploitation of Mineral Resources in Deep Seabed Areas: Identification, Challenges and Prospects," *Ocean & Coastal Management* 1, no. 106712 (2023): 1–11, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106712>.

Proyek Solwara 1 direncanakan untuk menambang SMS di dasar laut, ventilasi hidrotermal kaya yang dibentuk oleh gumpalan air panas, asam, dan kaya mineral di dasar Laut Bismarck.²¹ Solwara 1 meliputi area seluas 0,112 km², diberikan sebagian sewa pertambangan yang meliputi area seluas 59 km², 30 km lepas pantai pada kedalaman 1.600 m. Proyek ini diproyeksikan berumur 25 tahun dan akan fokus pada ekstraksi tembaga, emas, perak, dan seng. Berfokus pada penambangan tembaga dan emas, Proyek Solwara 1 menggunakan metode yang dapat diterima secara sosial, bertanggung jawab terhadap lingkungan, dapat dicapai secara teknologi, dan layak secara ekonomi. Proyek ini akan menerapkan kebijakan pengembangan sumber daya Papua Nugini dengan cara yang konsisten dengan undang-undang dan tujuan nasional saat ini. Deposit SMS di Solwara 1 dikaitkan dengan sistem sulfida polimetalik bermutu tinggi dan dianggap analog modern dari endapan *Volcanogenic Massive Sulfida* (VMS) terestrial, yang merupakan sumber utama tembaga, seng, emas, dan perak dunia. Secara khusus, Proyek ini bertujuan untuk menambang deposit tembaga dan emas bermutu tinggi. Proyek ini terdiri dari dua tahap dan diusulkan untuk dikembangkan sebagai berikut:

a. Fase Pertama

Fase pertama, pada tahap ini memiliki umur tambang nominal 30 bulan melibatkan penambangan dan ekspor bijih SMS kaya tembaga dan emas utuh dari dasar laut menggunakan *Seafloor Mining Tool* (SMT) yang dikerahkan dari *Mining Support Vessels* (MSV). Bijih yang ditambang oleh SMT dipompa ke MSV melalui sistem *riser* dan *lift* (RALS). Di permukaan, bijih akan dikeringkan dan diangkut dengan tongkang ke fasilitas penyimpanan sementara di Pelabuhan Rabaul dan kemudian dikirim ke luar negeri ke fasilitas pemrosesan dan peleburan.

b. Fase Kedua

Tahap kedua melibatkan pengolahan bahan-bahan yang diperoleh kembali secara lokal di Papua Nugini dan studi kelayakan akan dimulai ketika Fase Pertama telah menunjukkan proses ekstraksi dan pemulihan dan Proyek telah berhasil mencapai produksi komersial. Bijih kering yang ditambang dari dasar laut akan diangkut dengan tongkang ke konsentrator (lokasi pilihan di Papua Nugini masih belum diselesaikan) untuk diproses dan konsentrasinya kemudian dikirim ke pabrik peleburan di luar negeri.

Diluncurkan dengan harapan yang tinggi, Proyek Solwara 1 diharapkan menjadi tonggak baru dalam eksploitasi sumber daya laut dalam. Nautilus Minerals menginvestasikan sumber daya yang signifikan dalam pengembangan teknologi pertambangan yang diperlukan untuk operasi di kedalaman laut yang ekstrim. Teknologi ini mencakup kapal dan peralatan pertambangan khusus yang dirancang untuk mengangkat nodul polimetalik dari dasar laut. Namun sejak awal pelaksanaannya, Proyek Solwara 1 menghadapi berbagai tantangan yang akhirnya berujung pada kegagalan. Misalnya saja beban finansial, teknologi yang belum mumpuni, regulasi dan tekanan Lingkungan, serta konflik kepentingan.

Proyek Solwara 1 mengalami banyak kesulitan keuangan yang pada akhirnya menyebabkan kegagalannya. Beberapa faktor utama mempengaruhi masalah keuangan Nautilus Minerals, perusahaan di belakang proyek tersebut, termasuk pendanaan yang tidak memadai, biaya tinggi, ketidakpastian investor, dan tantangan dalam mengumpulkan dana tambahan. Permasalahan teknologi juga menjadi salah satu faktor penentu kegagalan proyek ini di mana DSM membutuhkan peralatan yang sangat khusus yang mampu beroperasi di bawah tekanan ekstrim dan dalam kondisi bawah laut yang keras. Dalam Proyek Solwara 1, Nautilus Minerals mengembangkan dan mengoperasikan beberapa teknologi canggih. Namun, teknologi DSM masih berada dalam tahap awal pengembangan dan belum sepenuhnya teruji. Proses teknis yang kompleks dan mahal menciptakan hambatan yang signifikan.

²¹ Jonathan Mesulam and Nat Lowrey, "Alliance of Solwara Warriors: Our Culture, Our Heritage, Our Future," *Chain Reaction*, no. 141 (2021): 24–25, <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.319866550025837>.

Meskipun proyek ini mendapatkan izin dari pemerintah Papua Nugini, ada banyak kritik dari organisasi lingkungan dan komunitas lokal. Mereka khawatir tentang dampak negatif terhadap ekosistem laut dalam yang sensitif dan keanekaragaman hayati. Potensi dampak kegiatan pertambangan terhadap ekosistem laut dalam, termasuk kerusakan habitat dan hilangnya keanekaragaman hayati, menimbulkan keprihatinan lingkungan yang signifikan. Dengan terbatasnya pemahaman mengenai lingkungan laut dalam, terdapat risiko bahwa kegiatan pertambangan dapat menyebabkan kerusakan yang tidak dapat dipulihkan. Ketidakpastian ini meningkatkan risiko lingkungan yang dirasakan terkait dengan proyek. Kurangnya data ilmiah yang memadai tentang dampak penambangan dasar laut menambah ketidakpastian dan resistensi terhadap proyek ini.

Komunitas pesisir dan organisasi non-pemerintah menentang proyek ini, khawatir akan dampak jangka panjang terhadap lingkungan dan mata pencaharian mereka. Penolakan dari berbagai pihak menciptakan tekanan sosial dan politik yang memperburuk situasi bagi Nautilus Minerals. Organisasi dan aktivis lingkungan hidup menentang proyek tersebut dengan lantang, dengan alasan adanya potensi kerusakan ekologis yang signifikan. Mereka berkampanye menentang proyek tersebut, meningkatkan kesadaran publik dan memberikan tekanan kepada para pembuat kebijakan dan perusahaan. Masyarakat di Papua Nugini, terutama yang bergantung pada sumber daya laut, menyatakan keprihatinannya akan dampak potensial terhadap mata pencaharian dan lingkungan mereka. Penolakan mereka menambahkan dimensi sosial pada tekanan lingkungan yang dihadapi oleh proyek tersebut. Kegagalan Proyek Solwara 1 mencerminkan tantangan besar yang dihadapi dalam penambangan dasar laut dalam. Meskipun menjanjikan keuntungan ekonomi yang signifikan, proyek-proyek semacam ini harus dikelola dengan sangat hati-hati untuk mengatasi tantangan finansial, teknis, regulasi, sosial, dan lingkungan. Pelajaran dari kegagalan Solwara 1 harus digunakan sebagai panduan untuk masa depan, memastikan bahwa penambangan dasar laut dilakukan secara bertanggung jawab dan berkelanjutan.

The Deep Sea Mining Campaign (DSMC) berdiri sebagai sebuah organisasi yang berbasis di Australia dan Kanada, telah mengikuti kisah Solwara 1, yang diusulkan oleh Nautilus Minerals untuk lepas pantai Papua Nugini yang terus mencari pendanaan dari tahun ke tahun sejak 2011. Pada tahun 2011, Kampanye DSM merilis laporan “*Out of our Depth: Mining the Ocean Floor*” yang memberikan gambaran umum tentang DSM secara umum dan Proyek Solwara 1, sehingga menimbulkan banyak kekhawatiran mengenai kesenjangan dalam bidang lingkungan hidup. Pada tahun 2012 perusahaan pertambangan tersebut diberikan izin untuk memulai eksplorasi. Warga yang peduli mengorganisir kampanye akar rumput yang mengumpulkan 24.000 tanda tangan yang menentang proyek tersebut. Salah satu organisasi akar rumput yang menentang Nautilus adalah *Alliance of Solwara Warriors*. Pada bulan Desember 2012, DSMC mengirim surat kepada Perdana Menteri Papua Nugini, Peter O’Neill, untuk meminta dikeluarkannya dokumen-dokumen penting tentang Proyek Solwara 1. Kelompok lain, *Mas Kagin Tapani Association* (MAKATA), yang didirikan pada tahun 2010, telah menyatakan keprihatinan atas potensi dampak proyek terhadap populasi penyu laut yang terancam punah.

Pada bulan Desember 2017, masyarakat pesisir meluncurkan proses hukum terhadap Pemerintah Papua Nugini untuk mendapatkan dokumen penting terkait perizinan dan dampak lingkungan, kesehatan, dan ekonomi dari Proyek Solwara 1. Masyarakat sipil di Papua Nugini telah meminta informasi ini selama empat tahun terakhir. Meskipun ada kampanye advokasi, semuanya sudah disiapkan untuk memulai penambangan pada tahun 2018. Perusahaan tersebut melancarkan pertarungan hukum yang panjang dengan pemerintah Papua Nugini mengenai pembayaran saham, yang kemudian menunda seluruh usahanya. Seorang investor korporat utama menarik diri dan hal ini juga membuat Nautilus Minerals menuju kebangkrutan. Pada tahun 2019 percobaan tersebut akhirnya gagal dan pada bulan Februari 2019, Nautilus akhirnya mengajukan perlindungan pengadilan dari kreditur berdasarkan *Canadian Companies’ Creditors Arrangement Act*. Namun, bagi masyarakat Papua Nugini, ini

bukanlah sebuah kemenangan. Pada tahun 2019, warga Papua Nugini menyerukan larangan penuh terhadap penambangan dasar laut. Karena meningkatnya tekanan dari perusahaan DSM (Prancis, Kanada, AS, dan Tiongkok), pada tahun 2019, Presiden Fiji (Frank Bainimarama) dan Perdana Menteri Vanuatu mengusulkan moratorium penambangan dasar laut selama 10 tahun untuk melakukan penelitian lebih lanjut terlebih dahulu. Pada bulan September 2019, Papua Nugini bergabung dengan Fiji dan Vanuatu dalam menyuatkan moratorium. Pada bulan Mei 2020 sekelompok Aliansi Pejuang Solwara bersama dengan Pusat Hukum Lingkungan dan Hak Masyarakat Marie Mondu bekerja sama dengan beberapa kelompok Katolik dan Caritas meminta Pemerintah untuk membatalkan izin lingkungan dan izin pertambangan yang diberikan kepada Nautilus Minerals.

C. INDONESIA DAN AKTIVITAS PERTAMBANGAN DASAR LAUT

Indonesia terkenal sebagai negara kepulauan terbesar di dunia dengan lebih dari 17.000 pulau, di mana hanya sekitar 7.000 pulau yang berpenghuni. Tidak mengherankan apabila pemerintah Indonesia menjadikan laut sebagai salah satu aspek penting dalam upaya pembangunan ekonomi di Indonesia.²² Dalam upaya mengembangkan perekonomiannya, Pasal 6 UU 32/2014 memberikan izin bagi Pemerintah Indonesia untuk mengeksplorasi dan mengeksploitasi dasar laut internasional. Selanjutnya, pada Pasal 12 undang-undang tersebut juga tidak menutup kemungkinan bagi Pemerintah Indonesia untuk membuat perjanjian internasional dengan organisasi internasional yang relevan di dalam pengaturan wilayah dasar laut. Undang-undang ini juga merekomendasikan Pemerintah Indonesia untuk merumuskan undang-undang lain terkait pengaturan kegiatan di wilayah dasar laut. Berdasarkan hal tersebut, UU 3/2020 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara memberikan definisi yang lebih luas terkait wilayah hukum pertambangan yang mencakup wilayah dasar laut. UU 3/2020 memberikan beberapa perubahan dari undang-undang sebelumnya. Topik utama dari amandemen ini adalah sentralisasi proses perizinan yang memberikan sebagian besar kewenangan kepada pemerintah pusat. Undang-undang ini juga memperkenalkan enam jenis perizinan pertambangan baru, sedangkan UU 4/2009 hanya memiliki tiga jenis izin pertambangan.

Berdasarkan UU 3/2020, semua izin pertambangan hanya dapat dilakukan di wilayah teritorial yang tercakup dalam “Wilayah Pertambangan.” Selanjutnya, wilayah ini harus dispesifikasikan dalam hal ruang lingkup pertambangan yang mana pada UU 3/2020 tidak hanya mencakup wilayah darat dan laut Indonesia, tetapi juga kolom air dan dasar laut. UU 3/2020 juga tidak menutup kemungkinan bagi pihak luar untuk terlibat dalam aktivitas pertambangan laut. Akan tetapi, sesuai Pasal 17(2) UU 3/2020 pihak tersebut harus mendapatkan izin terlebih dahulu melalui kementerian terkait, dalam hal ini melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). Berdasarkan penjelasan tersebut, UU 32/2014 tentang Kelautan dan UU 3/2020 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara memberikan dasar hukum untuk Indonesia memulai aktivitas pertambangan dasar laut. Hal ini selaras dengan ketentuan UNCLOS 1982 dan peraturan ISA yang mengizinkan negara untuk mengeluarkan izin penambangan melalui kebijakan yang relevan seperti mengadopsi dasar laut sebagai wilayah pertambangan Indonesia. Akan tetapi, sebelum memutuskan apakah Indonesia akan melakukan aktivitas DSM, perlu diperhatikan bahwa amandemen dari UU 4/2009 menuai kontroversi dari pemerhati lingkungan. Kekhawatiran mereka muncul didasarkan kepada perlindungan lingkungan laut. Meskipun amandemen UU 4/2009 merupakan suatu progres yang baik dalam hal Indonesia melakukan DSM, tetapi Indonesia tetap harus belajar melalui Proyek Solwara 1 dengan mempertimbangkan dari berbagai aspek termasuk penerapan prinsip kehati-hatian (*precautionary principle*).

²² Humas, “Presiden Jokowi Nyatakan Komitmen Indonesia Dalam Perlindungan Laut, <https://Setkab.Go.Id/Presiden-Jokowi-Nyatakan-Komitmen-Indonesia-Dalam-Perlindungan-Laut/>,” diakses pada 20 Mei 2025.

Dengan adanya regulasi tersebut, Indonesia memang bisa mengeluarkan izin aktivitas DSM di wilayahnya, tetapi dalam memastikan aktivitas DSM berjalan dengan baik juga harus mempertimbangkan dari berbagai aspek, sedangkan undang-undang yang ada dirasa belum cukup untuk mengakomodir masalah aktivitas DSM. Hal ini disebabkan karena DSM tidak hanya sebatas urusan administratif, tetapi juga melibatkan kepentingan banyak pihak, memastikan bagaimana hak dan kewajiban serta tanggung jawab negara yang harus dipertanggungjawabkan. Selain itu, salah satu alasan utama adalah Indonesia sebagai negara berkembang belum memiliki teknologi yang cukup mumpuni dalam aktivitas DSM. Mengingat faktor teknologi juga menjadi salah satu faktor terhambatnya Proyek Solwara 1. Selanjutnya, apabila Indonesia ingin terlibat aktif dalam penambangan dasar laut, Indonesia perlu mengatasi hambatan-hambatan yang sebelumnya terjadi dalam Proyek Solwara 1 melalui investasi dalam teknologi dan infrastruktur, pengembangan regulasi yang komprehensif, peningkatan penelitian, serta memperkuat kerja sama internasional dan menarik investasi asing.

Meskipun sampai saat ini Indonesia masih absen dalam aktivitas DSM, sejak pertama kali terpilih, Joko Widodo mengusung sembilan poin rencana pengembangan atau lebih dikenal sebagai Nawacita. Rencana tersebut bertujuan untuk membantu masyarakat miskin, termasuk meningkatkan pelayanan publik, melaksanakan reformasi pertanahan, mengembangkan perumahan yang terjangkau, menekan korupsi, dan mempermudah pelaksanaan bisnis. Doktrin Global Maritime Fulcrum (GMF) atau juga dikenal sebagai doktrin Joko Widodo bertujuan untuk meningkatkan identitas maritim Indonesia dengan memanfaatkan wilayah maritim di sekitar kepulauan Indonesia dengan tujuan meningkatkan perekonomian negara.²³ Doktrin ini diperkenalkan ketika Joko Widodo mulai menjabat pada tahun 2014.²⁴ Alasan mengapa doktrin ini dianggap telah berkontribusi dalam penyusunan DSM karena terdiri dari tujuh pilar, dua di antaranya yang menekankan pada pengembangan infrastruktur dan teknologi laut, dan peningkatan partisipasi Indonesia dalam organisasi internasional.

Dalam konteks kemaritiman, Presiden saat ini, Prabowo Subianto, sesungguhnya tidak memiliki visi maritim yang jelas.²⁵ Oleh karena itu, dalam pemerintahan ini diharapkan memiliki visi untuk memperkuat kedaulatan maritim dan mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya alam yang berkelanjutan. Dalam konteks ini, DSM menjadi salah satu sektor strategis yang diharapkan dapat mendukung visi tersebut. Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan luas wilayah maritim yang signifikan, memiliki potensi besar untuk terlibat dalam aktivitas penambangan dasar laut. Apabila Indonesia mampu memanfaatkan potensi tersebut, maka dapat mendorong pertumbuhan ekonomi, mengembangkan teknologi dan inovasi, melindungi lingkungan, memperkuat kerjasama internasional, dan memberdayakan masyarakat lokal. Indonesia memang belum sepenuhnya siap untuk melakukan DSM. Meskipun memiliki potensi besar dalam sumber daya mineral di dasar laut, Indonesia masih memerlukan peraturan hukum yang lebih jelas dan spesifik untuk mengatur aktivitas ini. Saat ini, tidak ada undang-undang nasional yang khusus mengatur DSM di wilayah yurisdiksi nasional Indonesia. Oleh karena itu, Indonesia perlu mengembangkan peraturan hukum yang lebih detail.

D. PENERAPAN PRINSIP KEHATI-HATIAN (PRECAUTIONARY PRINCIPLE)

1. Definisi Prinsip Kehati-hatian (*Precautionary Principle*)

UNCLOS mendeskripsikan bahwa *the Area* sebagai CMH yang menjadikan setiap sumber daya dari *the*

²³ David Scott, "Indonesia Grapples with the Indo-Pacific: Outreach, Strategic Discourse, and Diplomacy," *Journal of Current Southeast Asian Affairs* 38, no. 2 (2019): 192–215, <https://doi.org/10.1177/1868103419860669>.

²⁴ Anthony Milner, "Repositioning Indonesia – Thoughts on the Indo-Pacific," *Journal of Asean Studies* 7, no. 1 (19AD): 58–72, <https://doi.org/10.21512/jas.v7i1.5748>.

²⁵ Siswanto Rusdi, "Meraba Arah Kebijakan Maritim Pemerintahan Prabowo." Kumparan, <https://kumparan.com/siswanto-rusdi/meraba-arrah-kebijakan-maritim-pemerintahan-prabowo-22h0uEcEd0g>, diakses tanggal 7 Mei 2024.

Area dimanfaatkan untuk kepentingan umum internasional.²⁶ Dalam mewujudkan hal tersebut, UNCLOS 1982 membentuk ISA untuk mengatur dan mengendalikan segala kegiatan di *the Area*. Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa baik negara berkembang maupun negara maju memiliki kesempatan yang sama untuk berpartisipasi dan menerima keuntungan dari kegiatan tersebut.²⁷ Sebagai negara berkembang yang belum familiar dengan aktivitas DSM, Indonesia perlu memperhatikan prinsip kehati-hatian sebelum memutuskan untuk terjun ke dalam aktivitas DSM. Mendefinisikan apa yang dimaksud dengan prinsip kehati-hatian terlebih dahulu diperlukan sebagai upaya perlindungan lingkungan laut. Prinsip kehati-hatian mendorong penundaan keputusan yang berpotensi merugikan dan mengambil tindakan proaktif untuk membatasi risiko hingga hubungan sebab akibatnya diketahui dengan lebih baik.

Banyak literatur yang menjelaskan berkaitan dengan penerapan prinsip kehati-hatian. Akan tetapi, penulis akan menggunakan analisis paling terstruktur dan komprehensif yang diberikan oleh Trouwborst yang mengilustrasikan *precautionary principle* dapat diterapkan apabila terdapat tiga komponen yang telah disepakati, yaitu:

- a) Ancaman terhadap lingkungan (*Threat of Environmental Harm*)
Prospek kerusakan lingkungan mendorong pengembangan pendekatan kehati-hatian. Terlepas dari aspek-aspek yang menjanjikan dari DSM, dunia menghadapi pertentangan yang didorong oleh kekhawatiran atas kerusakan lingkungan dan ketidakpastian yang melekat pada DSM. Meskipun para peneliti memuji nilai potensial industri DSM, mereka menggarisbawahi perlunya teknologi dan peraturan yang tepat untuk mencegah kerusakan pada kehidupan laut dan ekosistem.
- b) Ketidakpastian (*Uncertainty*)
Berbagai instrumen internasional memiliki ambang batas yang berbeda untuk probabilitas kerugian; beberapa hanya mensyaratkan potensi bahwa kerugian mungkin, mungkin, atau dapat terjadi. Trouwborst melakukan pemeriksaan menyeluruh dan menyimpulkan bahwa, agar hukum adat dapat diterapkan, harus ada “alasan yang masuk akal untuk dikhawatirkan,” atau lebih dari sekadar kemungkinan teoritis tetapi “kurang dari bukti probabilitas kerusakan,” bahwa kerusakan lingkungan dapat terjadi.
- c) Tindakan (*Action*)
Dua persyaratan mendasar perlu ditekankan. Persyaratan pertama dan paling penting untuk tindakan pencegahan adalah efektivitasnya. Tujuannya adalah untuk merancang kebijakan yang cukup fleksibel untuk mengakomodasi modifikasi ketika informasi baru tersedia dan cukup rinci untuk dapat dimengerti dan signifikan. Kedua, proporsionalitas: tingkat perlindungan yang harus sesuai dengan tindakan pencegahan.

2. Penerapan Prinsip Kehati-hatian dalam Proyek Solwara 1

Prinsip kehati-hatian adalah salah satu prinsip fundamental dalam hukum lingkungan internasional, yang menyatakan bahwa tindakan pencegahan harus diambil ketika ada ancaman serius atau tidak dapat diubah terhadap lingkungan, meskipun tidak ada kepastian ilmiah yang lengkap mengenai dampak tersebut. Prinsip ini tertuang dalam berbagai instrumen internasional, seperti Principle 15 dalam *United Nations Conference on Environment and Development* (Rio Declaration) 1992, yang menyatakan bahwa “...where there are threats of serious or irreversible damage, lack of full scientific certainty shall not be used as a reason for postponing cost-effective measures to prevent environmental degradation.” Dalam konteks, DSM prinsip kehati-hatian tidak secara eksplisit disebutkan di UNCLOS 1982. Akan tetapi, prinsip ini ditemukan

²⁶ *Vide* Pasal 36 The United Nations Convention on the Law of the Sea.

²⁷ Axle Hallgren and Anders Hansson, “Conflicting Narratives of Deep Sea Mining,” *Sustainability* 13, no. 9 (2021): 1–20, <https://doi.org/10.3390/su13095261>.

dalam *ISA's Exploration Regulations, Draft Exploitation Regulations*, dan diskusi dalam *Seabed Advisory Opinion*. Meskipun terdapat langkah-langkah yang telah diambil, potensi dampak lingkungan dari proyek ini tetap menjadi perhatian yang signifikan. Prinsip kehati-hatian menyarankan agar proyek tidak dilanjutkan kecuali risiko yang terkait dengannya dapat dimitigasi secara memadai. Dalam hal ini, pengembang proyek belum memberikan bukti yang cukup untuk menunjukkan bahwa mereka dapat memitigasi risiko secara efektif, dan oleh karena itu, proyek tidak boleh dilanjutkan sampai informasi lebih lanjut tersedia.

Penerapan prinsip kehati-hatian dalam Proyek Solwara melibatkan kebutuhan untuk melakukan penilaian dampak lingkungan yang komprehensif dan transparan. EIA harus mencakup evaluasi menyeluruh terhadap potensi dampak ekologis, termasuk efek terhadap spesies endemik dan ekosistem dasar laut yang belum sepenuhnya dipahami. Salah satu tantangan utama dalam penerapan prinsip kehati-hatian adalah kurangnya data ilmiah yang lengkap tentang ekosistem laut dalam. Dalam konteks Proyek Solwara 1, ini berarti bahwa keputusan harus dibuat dengan mempertimbangkan ketidakpastian ilmiah dan potensi risiko jangka panjang terhadap lingkungan laut. Berdasarkan prinsip kehati-hatian, Nautilus Minerals dan pihak berwenang harus mengembangkan dan mengimplementasikan langkah-langkah pencegahan untuk meminimalkan dampak lingkungan. Ini bisa mencakup teknologi penambangan yang lebih ramah lingkungan, pemantauan lingkungan yang berkelanjutan, dan rencana kontingensi untuk mitigasi dampak jika terjadi kerusakan lingkungan yang tidak terduga.

Apabila di masa depan Indonesia memutuskan untuk turut serta berpartisipasi aktif dalam aktivitas DSM, maka Indonesia harus memastikan prinsip kehati-hatian yang melibatkan semua pemangku kepentingan terlibat aktif, termasuk komunitas lokal, ilmuwan, dan organisasi lingkungan. Proses partisipatif ini memastikan bahwa berbagai perspektif dan kekhawatiran diperhitungkan dalam pengambilan keputusan. Pengawasan yang ketat dan mekanisme penegakan hukum yang kuat diperlukan untuk memastikan bahwa langkah-langkah pencegahan yang telah direncanakan benar-benar diterapkan. Ini termasuk audit lingkungan reguler dan peninjauan berkelanjutan terhadap data pemantauan. Penerapan prinsip kehati-hatian merupakan langkah krusial untuk memastikan bahwa penambangan dasar laut dilakukan secara bertanggung jawab dan berkelanjutan. Dengan mengakui ketidakpastian ilmiah dan potensi risiko lingkungan, serta dengan mengimplementasikan langkah-langkah pencegahan yang komprehensif, kita dapat bekerja menuju eksploitasi sumber daya laut dalam yang tidak mengorbankan kesehatan ekosistem laut dan kesejahteraan generasi mendatang.

E. KESIMPULAN

Kegagalan Proyek Solwara 1 mencerminkan kompleksitas dan tantangan yang dihadapi dalam penambangan dasar laut dalam. Meskipun terdapat potensi ekonomi yang signifikan, berbagai faktor seperti kesulitan keuangan, teknologi yang belum teruji, tantangan regulasi, dan tekanan lingkungan serta sosial menjadi penghalang utama. Pelajaran dari kegagalan ini memberikan panduan penting bagi pengembangan proyek-proyek serupa di masa depan, menekankan perlunya pendekatan yang lebih berkelanjutan, bertanggung jawab, dan terencana dengan baik. Indonesia sebagai negara berkembang tidak menutup partisipasinya dalam aktivitas DSM di masa depan. Dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi kegagalan Proyek Solwara 1, Indonesia diharapkan mempertimbangkan banyak aspek terlebih dahulu terutama prinsip kehati-hatian sebelum memutuskan untuk terjun dalam aktivitas DSM. Beberapa aspek yang perlu diperhatikan oleh Indonesia di antaranya dalam aspek regulasi, aspek teknologi, aspek ekonomi, aspek sumber daya manusia, serta aspek kerja sama internasional dalam mendukung terwujudnya DSM.

Di samping itu, Proyek Solwara 1 menunjukkan bahwa kurangnya penerapan prinsip kehati-hatian dapat menyebabkan kegagalan proyek yang signifikan dan berpotensi merusak lingkungan.

Ketidakpastian ilmiah dan risiko lingkungan yang tinggi seharusnya mendorong pendekatan yang lebih hati-hati dan terukur. Pelajaran dari Proyek Solwara 1 menekankan pentingnya prinsip kehati-hatian dalam pengelolaan risiko lingkungan, khususnya dalam proyek-proyek yang melibatkan teknologi baru dan lingkungan yang sensitif. Prinsip ini harus menjadi panduan utama dalam perencanaan dan pelaksanaan aktivitas penambangan dasar laut di masa depan untuk memastikan keberlanjutan dan kesejahteraan ekosistem laut.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Childs, John. "Greening the Blue? Corporate Strategies for Legitimising Deep Sea Mining." *Political Geography* 74, no. 102060 (2019): 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2019.102060>
- Clark, Malcolm R, Jennifer M Durden, and Sabine Christiansen. "Environmental Impact Assessments for Deep-Sea Mining: Can We Improve Their Future Effectiveness?" *Marine Policy* 114 (2020): 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.11.026>
- Danovaro, Roberto, Emanuela Fanelli, Jaccopo Aguzzi, David Billett, Laura Carugati, Cinzia Corinaldesi, Antonio Dell'ano, et al. "Ecological Variables for Developing a Global Deep-Ocean Monitoring and Conservation Strategy." *Nature Ecology & Evolution* 4, no. 2 (2020): 181–92. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1091-z>
- Dombrowsky, Jonas Michael. "Resource and Reserve Classification of a Solwara 1 Type Deposit at an Arctic Mid Ocean Ridge." Norwegian University of Science and Technology, 2018.
- Drazen, Jeffrey C, Craig R Smith, Kristina M Gjerde, Steven H Haddock, Gleen S Carter, C A Choy, Malcolm R Clark, et al. "Midwater Ecosystems Must Be Considered When Evaluating Environmental Risks of Deep-Sea Mining." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 117, no. 30 (2020): 17455–60. <https://doi.org/10.1073/pnas.2011914117>
- Duarte, Carlos M, Lucille Chapuis, Shaun P Collin, Daniel P Costa, Reny Devassy, Victor Eguiluz, Christine Erbe, et al. "The Soundscape of the Anthropocene Ocean." *Science* 371, no. 6529 (2021): 1–10. <https://doi.org/10.1126/science.aba4658>.
- Feichtner, Isabel. "Sharing the Riches of the Sea: The Redistributive and Fiscal Dimension of Deep Seabed Exploitation." *European Journal of International Law* 3, no. 2 (2019): 601–33. <https://doi.org/10.1093/ejil/chz022>
- Hallgren, Axel, and Anders Hansson. "Conflicting Narratives of Deep Sea Mining." *Sustainability* 13, no. 9 (2021): 1–20. <https://doi.org/10.3390/su13095261>
- Humas. "Inilah Poin-Poin Dokumen Kebijakan Kelautan Indonesia Read More: <https://Setkab.Go.Id/Inilah-Poin-Poin-Dokumen-Kebijakan-Kelautan-Indonesia/>." Sekretariat Kabinet Republik Indonesia, March 1, 2017.
- . "Presiden Jokowi Nyatakan Komitmen Indonesia Dalam Perlindungan Laut Read More: <https://Setkab.Go.Id/Presiden-Jokowi-Nyatakan-Komitmen-Indonesia-Dalam-Perlindungan-Laut/>." Sekretariat Kabinet Republik Indonesia, February 11, 2022.
- . "Sekilas Tentang Indonesia." Kementerian Luar Negeri Republik Indonesia, n.d.
- Jones, Daniel O.B., Jeff A. Ardron, Ana Colaço, and Jennifer M. Durden. "Environmental Considerations for Impact and Preservation Reference Zones for Deep-Sea Polymetallic Nodule Mining." *Marine Policy* 118 (August 2020). <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.10.025>.
- Mesulam, Jonathan, and Nat Lowrey. "Alliance of Solwara Warriors: Our Culture, Our Heritage, Our Future." *Chain Reaction*, no. 141 (2021): 24–25. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.319866550025837>
- Miller, KA, K Bridgen, D Santillo, D Currie, P Johnston, and KF Thompson. "Challenging the Need for Deep Seabed Mining From the Perspective of Metal Demand, Biodiversity, Ecosystems Services, and Benefit Sharing." *Frontiers in Marine Science* 8 (July 2021): 1–7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.706161>
- Milner, Anthony. "Repositioning Indonesia – Thoughts on the Indo-Pacific." *Journal of Asean Studies* 7, no. 1 (19AD): 58–72. <https://doi.org/10.21512/jas.v7i1.5748>
- Mining Intelligence and News. "Solwara 1 Project," 2024.
- Neill, Peter. "Deep Sea Mining and the Controversial Solwara 1 Project in Papua New Guinea."

- Huffpost, July 11, 2017. https://www.huffpost.com/entry/deep-sea-mining-and-the-controversial-solwara-1-in_b_5964dbe9e4b0deab7c646bb5
- Niner, Holly J, Jeff A Ardron, Elva G Escobar, Matthew Gianni, Aline Jaeckel, Daniel OB Jones, Lisa A Levin, et al. “Deep-Sea Mining With No Net Loss of Biodiversity—An Impossible Aim.” *Frontiers in Marine Science* 5, no. 53 (2018): 1–12. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00053>
- Ottery, Christine. “Papua New Guinea Gives Green Light to Deep-Sea Mineral Mine.” *The Guardian*, October 21, 2010. <https://www.theguardian.com/environment/2010/oct/21/papua-new-guinea-mine>
- Undang – Undang Nomor 32 Tahun 2014 tentang Kelautan
- Undang – Undang Nomor 3 Tahun 2020 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara
- Putuhena, Ilham. “Urgensi Pengaturan Mengenai Eksplorasi Dan Eksploitasi Pertambangan Di Area Dasar Laut Internasional (International Seabed Area).” *Rechtsvinding* 8, no. 2 (2019): 167–83. <http://dx.doi.org/10.33331/rechtsvinding.v8i2.316>
- Rusdi, Siswanto. “Meraba Arah Kebijakan Maritim Pemerintahan Prabowo.” *Kumparan*, May 7, 2024. <https://kumparan.com/siswanto-rusdi/meraba-arrah-kebijakan-maritim-pemerintahan-prabowo-22h0uEcEd0g>
- Santos, MM, PAS Jorge, J Coimbra, C Vale, M Caetano, L Bastos, I Iglesias, et al. “The Last Frontier: Coupling Technological Developments with Scientific Challenges to Improve Hazard Assessment of Deep-Sea Mining.” *The Last Frontier: Coupling Technological Developments with Scientific Challenges to Improve Hazard Assessment of Deep-Sea Mining* 627 (2018): 1505–14. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.221>
- Scott, David. “Indonesia Grapples with the Indo-Pacific: Outreach, Strategic Discourse, and Diplomacy.” *Journal of Current Southeast Asian Affairs* 38, no. 2 (2019): 192–215. <https://doi.org/10.1177/1868103419860669>
- Sparenberg, Ole. “A Historical Perspective on Deep-Sea Mining for Manganese Nodules, 1965–2019.” *The Extractive Industries and Society* 6, no. 3 (2019): 842–54. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2019.04.001>
- The United Nations Convention on the Law of the Sea (1982).
- Vonnahme, T.R., M Molari, F Janssen, F Wenzhöfer, M Haeckel, J Titschack, and A Boetius. “Effects of a Deep-Sea Mining Experiment on Seafloor Microbial Communities and Functions after 26 Years.” *Science Advances* 6, no. 18 (2020). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz5922>
- Wagner, Daniel, Alan M Friedlander, Richard L Pyle, Cassandra M Brooks, Kristina M Gjerde, and T’aulani Wilhelm. “Coral Reefs of the High Seas: Hidden Biodiversity Hotspots in Need of Protection.” *Frontiers in Marine Science* 7, no. 567428 (2020): 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.567428>
- Wang, Jinpeng, Wenqi Jiang, Chuanjuan Wang, and Dahai Liu. “Taking Precautionary Approaches to the Governance of Commercial Deep Seabed Mining: Law-Making of International Seabed Authority and Multi-Subject Participation.” *Sustainability* 15, no. 8 (2023): 1–17. <https://doi.org/10.3390/su15086414>
- Yu, Jinkai, and Wenxin Cui. “Explore China’s Stakeholders in the Exploration and Exploitation of Mineral Resources in Deep Seabed Areas: Identification, Challenges and Prospects.” *Ocean & Coastal Management* 1, no. 106712 (2023): 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106712>