



## Implementasi Energi Baru Terbarukan pada Armada Kapal PT XYZ

Maulana Harry Pratomo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

\* Korespondensi Email : [maulanaharryp@gmail.com](mailto:maulanaharryp@gmail.com)

**Abstract.** *This research aims to explore the potential implementation of new and renewable energy (NRE) on the fleet of PT XYZ as part of the company's energy transition strategy towards Net Zero Emission (NZE) target by 2060. The maritime transportation sector is the main focus, given its high fossil fuel consumption and significant greenhouse gas emissions. This research uses a qualitative approach with a case study method, involving secondary data analysis, field observations on the installation and operation of solar power generation systems (PLTS) on Crew Boat vessels, and interviews with PT XYZ management, ship technicians, and relevant regulators. Problem identification is done through Pareto analysis and fishbone diagrams to find the root causes of high fuel consumption. The research results show that dependence on fossil fuel-based auxiliary engines, lack of renewable energy alternatives, and low operational efficiency are the main factors. As a solution, PT XYZ develops an NRE system consisting of 4 units of 550 Wp solar panels (PV String), 2.16 kWp DC / 2 kW AC inverter, and 10 kWh lithium battery. The implementation of this innovation results in significant fuel savings of up to IDR 463.37 million per year and CO2 emission reduction of 43.64 tons per year, as well as increased operational efficiency of the vessel. This research provides strategic recommendations for PT XYZ in realizing the company's sustainability vision and makes an important contribution to global efforts to reduce the impact of climate change.*

**Keywords:** *New and Renewable Energy (NRE), Net Zero Emission, PLTS, Energy Efficiency*

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi implementasi energi baru terbarukan (EBT) pada armada kapal PT XYZ sebagai bagian dari strategi transisi energi perusahaan menuju target Net Zero Emission (NZE) pada tahun 2060. Sektor transportasi laut menjadi fokus utama mengingat konsumsi bahan bakar fosil yang tinggi dan emisi gas rumah kaca yang signifikan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus, melibatkan analisis data sekunder, observasi lapangan pada pemasangan dan operasi sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di kapal Crew Boat, serta wawancara dengan manajemen PT XYZ, teknisi kapal, dan regulator terkait. Identifikasi masalah dilakukan dengan analisis Pareto dan diagram *fishbone* untuk menemukan akar penyebab tingginya konsumsi bahan bakar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketergantungan pada auxiliary engine berbahan bakar fosil, kurangnya alternatif energi terbarukan, dan efisiensi operasional yang rendah menjadi faktor utama. Sebagai solusi, PT XYZ mengembangkan sistem EBT yang terdiri dari panel surya (PV String) berkapasitas 550 Wp sebanyak 4 unit, inverter 2,16 kWp DC / 2 kW AC, dan baterai lithium 10 kWh. Penerapan inovasi ini menghasilkan penghematan bahan bakar signifikan hingga 463,37 juta rupiah per tahun dan reduksi emisi CO2 sebesar 43,64 ton per tahun, serta peningkatan efisiensi operasional kapal. Penelitian ini memberikan rekomendasi strategis bagi PT XYZ dalam mewujudkan visi keberlanjutan perusahaan dan menjadi kontribusi penting dalam upaya global mengurangi dampak perubahan iklim.

**Kata kunci:** Energi Baru Terbarukan, Net Zero Emission, PLTS, Efisiensi Energi

### 1. LATAR BELAKANG

Transisi energi merupakan langkah strategis yang diambil PT XYZ untuk mencapai target Net Zero Emission (NZE) pada tahun 2060 (Rachmania et al. 2025). Langkah ini menjadi bagian dari komitmen global terhadap pengurangan emisi karbon, yang bertujuan menjaga kenaikan suhu bumi tidak melebihi 2°C sesuai Perjanjian Paris (Hulu, Nau, and Seba 2024). Peningkatan jumlah emisi karbon yang semakin besar mendorong Pemerintah Indonesia meratifikasi Perjanjian Paris melalui Undang-Undang No. 16 Tahun 2016 Tentang Pengesahan Paris Agreement to The United Nations Framework Convention on Climate Change (Persetujuan Paris Atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai

Perubahan Iklim) untuk mencapai Net Zero Emission (NZE) pada tahun 2060 (Hermawan and Prabhawati 2024). Dalam penelitian ini, sektor transportasi laut menjadi salah satu fokus utama karena konsumsi bahan bakar fosil yang tinggi dan emisi gas rumah kaca yang signifikan (Marsudi, Maulana, and Wahyudi 2024).

Sebagai perusahaan besar di Indonesia, PT XYZ menghadapi tantangan besar dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, terutama dalam operasional armada kapal. Kapal-kapal yang beroperasi di sektor ini menyumbang emisi karbon dalam jumlah besar, sehingga inovasi teknologi menjadi kebutuhan mendesak untuk mendukung keberlanjutan lingkungan. Salah satu solusi yang diusulkan adalah penerapan energi baru terbarukan (EBT) melalui sistem pembangkit listrik tenaga surya (Aprilianto and Ariefianto 2021).

Pembangkit listrik tenaga surya menawarkan potensi besar untuk mengurangi konsumsi bahan bakar fosil. Teknologi panel surya dapat dipasang pada kapal untuk menghasilkan energi listrik dari radiasi matahari (Prayogi and Dewantara 2022). Sistem ini tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga memberikan efisiensi operasional dengan penghematan biaya jangka Panjang. Implementasi teknologi ini sejalan dengan visi PT XYZ untuk berkontribusi dalam pencapaian NZE sekaligus meningkatkan daya saing perusahaan melalui inovasi energi terbarukan.

Selain tenaga surya, PT XYZ juga dapat mempertimbangkan integrasi teknologi lain seperti pemanfaatan energi angin dan gelombang laut. Kombinasi berbagai sumber energi terbarukan ini memungkinkan kapal untuk beroperasi dengan lebih efisien dan berkelanjutan (Ratnawati, Subandri, and Afridon 2023). Contoh penerapan serupa telah dilakukan pada kapal pinisi tradisional Indonesia, yang menggabungkan turbin angin dan boya gelombang untuk menghasilkan daya Listrik. Pendekatan ini menunjukkan potensi besar bagi kapal modern untuk memanfaatkan sumber daya alam tanpa merusak lingkungan.

Namun, implementasi EBT pada armada kapal bukan tanpa tantangan. Investasi awal yang tinggi dan kebutuhan akan infrastruktur pendukung menjadi kendala utama. PT XYZ perlu melakukan kajian ekonomi mendalam untuk memastikan bahwa teknologi yang diterapkan memberikan nilai tambah bagi perusahaan (Priambudy, Sugirianta, and Yasada 2023). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa investasi panel surya dapat menghasilkan penghematan signifikan setelah beberapa tahun operasional, sehingga strategi ini layak dipertimbangkan sebagai solusi jangka Panjang (Sechan, Ramadhan, and Soeroto 2024).

Selain aspek teknis dan finansial, keberhasilan implementasi EBT juga bergantung pada dukungan kebijakan pemerintah dan regulasi yang mendukung transisi energi (Mudhoffar and Magriasti 2024). Pemerintah Indonesia telah menetapkan target ambisius untuk meningkatkan

porsi energi terbarukan hingga 31% pada tahun 2050. Kebijakan ini memberikan peluang bagi perusahaan seperti PT XYZ untuk mendapatkan insentif dan dukungan dalam mengembangkan teknologi ramah lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi implementasi EBT pada armada kapal PT XYZ sebagai bagian dari strategi transisi energi perusahaan. Dengan pendekatan kualitatif dan metode deskriptif, penelitian ini akan menganalisis manfaat, tantangan, serta dampak lingkungan dari penggunaan energi terbarukan pada kapal (Nurpalah and Abdillah 2024). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi strategis bagi PT XYZ dalam mewujudkan visi keberlanjutan perusahaan.

Melalui inovasi teknologi dan komitmen terhadap keberlanjutan, PT XYZ memiliki peluang besar untuk menjadi pelopor dalam industri transportasi laut berbasis energi terbarukan di Indonesia. Langkah ini tidak hanya mendukung pencapaian NZE tetapi juga memperkuat posisi perusahaan sebagai pemimpin dalam inovasi hijau di sektor maritim (Hutajulu et al. 2024). Dengan demikian, penelitian ini menjadi kontribusi penting dalam upaya global mengurangi dampak perubahan iklim sekaligus meningkatkan efisiensi operasional industri transportasi laut.

## **2. KAJIAN PUSTAKA**

Penerapan inovasi energi baru terbarukan (EBT) pada armada kapal PT XYZ tidak terlepas dari berbagai regulasi dan kebijakan yang mendukung transisi energi di Indonesia. Salah satu landasan penting adalah Surat Perintah Direktur Utama Pertamina No. Print-01/C00000/2022-S0, yang mengatur penyusunan roadmap Net Zero Emission (NZE) 2022-2060. Roadmap ini menjadi panduan strategis bagi perusahaan dalam mencapai dekarbonisasi secara bertahap, termasuk melalui implementasi teknologi berbasis EBT di sektor transportasi laut. Langkah ini sejalan dengan target nasional untuk mengurangi emisi karbon secara signifikan pada tahun 2060.

Selain itu, Notulen Rapat No. NR-008/L30100/2022-S9 juga menjadi acuan penting dalam akselerasi pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di lingkungan Pertamina Group. Target implementasi sebesar 200 MWp menunjukkan komitmen kuat untuk memanfaatkan energi surya sebagai alternatif bahan bakar fosil. Kebijakan ini relevan dengan upaya PT XYZ dalam mengurangi emisi karbon dari operasional armada kapal melalui instalasi PLTS yang efisien dan ramah lingkungan. Pemanfaatan PLTS tidak hanya membantu menekan emisi gas rumah kaca tetapi juga menciptakan efisiensi biaya operasional jangka Panjang (Mahendra et al. 2024).

Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional juga menjadi dasar hukum utama dalam pengembangan EBT di sektor transportasi (Setyono and Kiono 2021). Regulasi ini mendorong penggunaan energi terbarukan untuk mendukung keberlanjutan operasional, termasuk di sektor maritim. Dalam konteks ini, PT XYZ dapat memanfaatkan kebijakan tersebut untuk mengintegrasikan teknologi berbasis energi bersih pada armada kapalnya, sehingga mendukung pencapaian target nasional dalam peningkatan kontribusi EBT hingga 23% pada tahun 2025.

Selanjutnya, Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No. 50 Tahun 2017 mengatur mekanisme pemanfaatan energi baru dan terbarukan guna mendukung efisiensi energi dalam industri (Modjo 2019). Regulasi ini memberikan panduan teknis dan insentif bagi perusahaan yang ingin beralih ke energi terbarukan, termasuk di sektor pelayaran. PT XYZ dapat memanfaatkan peraturan ini untuk mendapatkan dukungan finansial dan teknis dalam implementasi teknologi EBT, seperti PLTS atau sistem hybrid berbasis baterai pada kapalnya.

Terakhir, Standar Desain BKI Part 3 Vol. 08 memberikan pedoman keselamatan dan kelayakan teknis instalasi energi listrik berbasis PLTS pada kapal. Standar ini memastikan bahwa inovasi teknologi yang diterapkan memenuhi persyaratan keselamatan operasional sekaligus mendukung efisiensi energi (Syarifuddin et al. 2021). Dengan mengikuti standar ini, PT XYZ dapat memastikan bahwa instalasi PLTS pada armada kapalnya tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga aman dan sesuai dengan regulasi internasional di sektor maritim. Kombinasi berbagai regulasi ini memberikan landasan kuat bagi PT XYZ untuk menjalankan transisi energi secara efektif dan berkelanjutan.

### **3. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif dengan menggunakan pendekatan studi kasus.

#### **1. Analisis Data Sekunder**

Menggunakan dokumen teknis, laporan konsumsi bahan bakar kapal, serta evaluasi kinerja PLTS yang telah diterapkan.

#### **2. Observasi Lapangan**

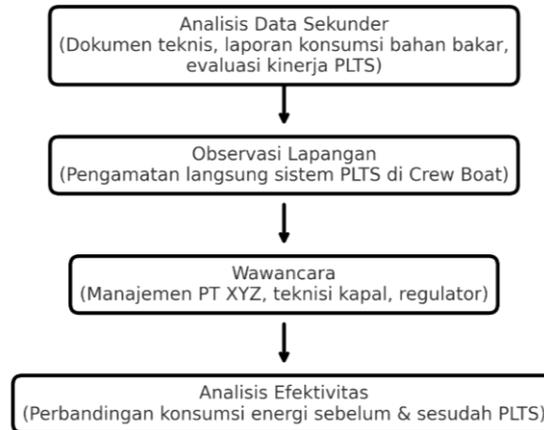
Pengamatan langsung terhadap pemasangan dan operasi sistem PLTS di kapal berjenis Crew Boat.

#### **3. Wawancara**

Dilakukan dengan manajemen PT XYZ, teknisi kapal, serta regulator terkait untuk memperoleh perspektif mengenai manfaat dan kendala implementasi.

#### 4. Analisis Efektivitas

Menggunakan data pemantauan konsumsi energi sebelum dan sesudah implementasi PLTS untuk menilai dampak efisiensi.



Gambar 1. *Flowchart* Metode Penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Net Zero Emission atau yang disingkat dengan NZE adalah kondisi ketika semua gas rumah kaca yang bersumber dari aktivitas manusia dihilangkan dengan menyerapnya kembali hingga level yang seimbang (Nestle' 2024). Konsep ini menekankan keseimbangan antara emisi yang dilepaskan ke atmosfer dan kemampuan alam dalam menyerapnya kembali. Proses penyerapan oleh ekosistem ini sangat penting karena mencegah terlepasnya karbon ke atmosfer, yang dapat memperburuk efek gas rumah kaca dan memicu peningkatan suhu global. Dengan demikian, NZE bertujuan untuk mengurangi dampak perubahan iklim dengan menciptakan kesetaraan antara emisi yang dihasilkan dan yang dapat diserap oleh lingkungan (Adhariani et al. 2024).

Dalam penelitian ini terkait identifikasi masalah dilakukan dengan menggunakan analisis Pareto dan diagram *Fishbone*. Diagram pareto dibuat untuk menemukan masalah atau penyebab yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan (Rosyidi 2021) serta diagram *fishbone* / sebab akibat adalah sebuah alat yang berguna untuk mengidentifikasi penyebab dan sub penyebab masalah (Mangindara, Rahmadani and Devi 2022). Langkah-langkah yang dilakukan dengan identifikasi masalah diagram petro adalah

1. Identifikasi masalah dengan masalah yang akan dianalisis untuk menentukan akar penyebabnya sekaligus mencari solusi yang tepat.

2. Pengumpulan dan analisis seluruh faktor yang berkontribusi terhadap masalah. Metode yang digunakan dapat bervariasi, seperti pengamatan lapangan, studi literatur, atau data sekunder.
3. Kualifikasi penyebab.  
Setiap faktor penyebab kemudian dihitung frekuensi kemunculannya dan dikonversi ke dalam bentuk angka serta persentase untuk memudahkan analisis.
4. Kemudian pembuatan model sumbu X dan Y.
5. Visualisasi dengan diagram batang.  
Setiap faktor penyebab divisualisasikan dalam bentuk diagram batang untuk mempermudah interpretasi data.
6. Pengurutan berdasarkan frekuensi  
Faktor-faktor penyebab diurutkan secara descending, dimulai dari yang memiliki frekuensi tertinggi hingga terendah.
7. Akumulasi persentase  
Pada bagian kanan sumbu X, dilakukan akumulasi persentase kumulatif hingga mencapai 100%. Setiap batang dihubungkan dengan titik persentase kumulatifnya, lalu ditarik garis lurus hingga titik 100% untuk memperjelas tren dominansi faktor penyebab.

Sedangkan langkah-langkah yang dilakukan dengan identifikasi masalah diagram *fishbone* adalah

1. Membuat bentuk kerangka diagram *fishbone*
2. Perumusan masalah inti atau utama.  
Permasalahan inti didefinisikan sebagai kesenjangan (gap) antara kondisi nyata dengan target kinerja yang diharapkan. Dalam diagram *fishbone* (tulang ikan), masalah utama ini ditempatkan pada kepala ikan sebagai fokus analisis.
3. Kategorisasi penyebab  
Melalui teknik brainstorming, faktor-faktor penyebab dikelompokkan ke dalam 6 kategori utama (6M) yaitu bahan baku (material), mesin dan peralatan (machine), sumber daya manusia (man), metode kerja (method), lingkungan (environment), pengukuran (measurement)
4. Identifikasi akar penyebab  
Untuk setiap kelompok faktor (6M), dilakukan identifikasi lebih mendalam untuk menemukan penyebab spesifik. Penyebab-penyebab detail ini kemudian ditempatkan sebagai duri-duri kecil yang bercabang dari masing-masing sirip ikan.
5. Visualisasi diagram *fishbone*

Setelah seluruh elemen (masalah utama, kategori, dan akar penyebab) teridentifikasi, langkah terakhir adalah menggambarkannya secara visual dalam bentuk diagram *fishbone* yang lengkap untuk memudahkan analisis lebih lanjut.

Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan beberapa faktor utama yang menyebabkan tingginya konsumsi bahan bakar pada kapal PT XYZ.

1. Ketergantungan penuh pada auxiliary engine berbahan bakar fosil

Ketergantungan pada auxiliary engine menjadi penyebab utama pemborosan energi, terutama ketika kapal dalam kondisi standby. Auxiliary engine (AE) merupakan motor bantu atau generator. Bekerja untuk menghasilkan tenaga Listrik, Tenaga listrik ini di gunakan untuk memasok pesawat yang memerlukan termasuk penerangan kapal (Lukas, 2023). Hal ini juga sejalan dengan penelitian (Krisna, Prayogi, & Sarwito, 2021) pemilihan jumlah auxiliary engine terlalu banyak juga akan berdampak pada pemeliharaannya sehingga kurang ekonomis.

Dalam kondisi ini, mesin pembantu tetap beroperasi meskipun tidak ada aktivitas yang membutuhkan tenaga, sehingga menyebabkan konsumsi bahan bakar yang tidak efisien. Hal ini menunjukkan perlunya solusi alternatif untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan meningkatkan efisiensi energi.

2. Kurangnya alternatif energi terbarukan pada armada kapal PT XYZ

Hal ini berkontribusi signifikan terhadap tingginya emisi CO<sub>2</sub>. Tanpa adanya sistem energi terbarukan yang memadai, kapal tetap bergantung pada bahan bakar fosil, yang menghasilkan emisi gas rumah kaca yang tinggi. Ini menjadi tantangan besar dalam konteks global untuk mencapai target pengurangan emisi dan keberlanjutan lingkungan. Oleh karena itu, implementasi inovasi energi terbarukan sangat diperlukan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

3. Ketiga, efisiensi operasional yang rendah

Selama idle time juga menjadi masalah krusial. Waktu di mana kapal tidak beroperasi atau dalam keadaan diam sering kali dimanfaatkan dengan kurang optimal, sehingga meningkatkan biaya bahan bakar dan potensi kerusakan pada auxiliary engine. Ketidakefisienan ini tidak hanya berdampak pada biaya operasional tetapi juga dapat mengurangi umur mesin dan meningkatkan risiko kegagalan teknis. Oleh karena itu, perlu adanya solusi yang dapat meningkatkan efisiensi operasional selama periode tersebut.

Sebagai solusi inovatif, PT XYZ mengembangkan sistem energi terbarukan yang terdiri dari panel surya (PV String) berkapasitas 550 Wp sebanyak 4 unit. Panel surya ini dirancang untuk menangkap energi matahari dan mengubahnya menjadi listrik yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan daya kapal. Dengan memanfaatkan sumber daya alam yang

melimpah ini, diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan menurunkan emisi karbon secara signifikan.

Selain panel surya, sistem ini juga dilengkapi dengan inverter berkapasitas 2,16 kWp DC / 2 kW AC yang berfungsi untuk mengonversi daya DC dari panel surya menjadi daya AC yang dapat digunakan oleh peralatan di kapal. Inverter ini memastikan bahwa energi listrik yang dihasilkan dapat digunakan secara efisien dan efektif. Selain itu, baterai lithium berkapasitas 10 kWh disertakan sebagai penyimpanan energi untuk memastikan suplai listrik tetap stabil selama kapal dalam kondisi standby. Dengan adanya sistem penyimpanan ini, kapal dapat memanfaatkan energi terbarukan secara maksimal tanpa tergantung pada mesin pembantu.

Setelah penerapan inovasi ini, dampak signifikan terhadap efisiensi energi kapal CB.Transko Pari 01 dapat diamati.

1. Penghematan bahan bakar yang signifikan

yaitu hingga 463,37 juta rupiah per tahun. Penghematan ini melampaui target awal sebesar 149%, menunjukkan bahwa implementasi sistem energi terbarukan sangat efektif dalam menekan biaya operasional kapal. Penghematan biaya ini tidak hanya memberikan keuntungan finansial bagi perusahaan tetapi juga mendukung upaya keberlanjutan lingkungan.

2. Reaksi emisi CO<sub>2</sub>

Inovasi ini berhasil mereduksi emisi CO<sub>2</sub> sebesar 43,64 ton per tahun, mencapai pencapaian sebesar 125,2% dari target awal. Penurunan emisi karbon ini merupakan langkah penting dalam mendukung komitmen PT XYZ terhadap transisi energi dan pencapaian target Net Zero Emission (NZE). Dengan menurunnya emisi gas rumah kaca, perusahaan turut berkontribusi dalam menjaga kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat.

3. Efisiensi operasional kapal

Efisiensi operasional juga meningkat secara signifikan. Kapal kini dapat menggunakan listrik dari PLTS selama rata-rata 15,03 jam per hari, yang berarti pengurangan ketergantungan pada auxiliary engine secara substansial. Hal ini tidak hanya mengurangi konsumsi bahan bakar tetapi juga memperpanjang umur mesin serta mengurangi risiko kegagalan teknis akibat penggunaan yang tidak efisien.

4. Peningkatan keselamatan

Penerapan sistem energi terbarukan juga memberikan dampak positif terhadap keselamatan operasi kapal. Dengan menghilangkan ketergantungan pada auxiliary

engine untuk sumber daya listrik saat kapal dalam kondisi standby, risiko kegagalan mesin akibat pemborosan bahan bakar dapat diminimalisir. Ini menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman bagi awak kapal dan meningkatkan keandalan operasional secara keseluruhan.

#### 5. Peningkatan motivasi pekerja

Terakhir, hasil survei menunjukkan peningkatan motivasi pekerja hingga 107,3% dibandingkan dengan kondisi sebelum implementasi inovasi. Pekerja merasa lebih termotivasi karena mereka berkontribusi pada proyek yang mendukung keberlanjutan lingkungan dan efisiensi operasional perusahaan. Peningkatan motivasi ini dapat berdampak positif terhadap produktivitas dan kinerja tim secara keseluruhan.

Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan energi baru terbarukan melalui sistem PLTS pada armada kapal PT XYZ tidak hanya memberikan manfaat ekonomi tetapi juga mendukung tujuan lingkungan dan sosial perusahaan. Keberhasilan implementasi inovasi ini menjadi contoh nyata bagaimana teknologi hijau dapat diintegrasikan ke dalam industri maritim untuk mencapai keberlanjutan jangka panjang serta memenuhi tuntutan regulasi lingkungan global

### **5. KESIMPULAN**

Penerapan energi terbarukan di kapal berjenis crew boat telah menunjukkan efektivitas yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi dampak lingkungan. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa inovasi energi baru terbarukan, khususnya melalui penggunaan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), tidak hanya berhasil menekan konsumsi bahan bakar tetapi juga berkontribusi pada pengurangan emisi karbon. Dengan demikian, langkah-langkah yang diambil oleh PT XYZ dalam menerapkan teknologi ini patut dicontoh dan direplikasi di armada kapal lainnya.

Rekomendasi pertama adalah replikasi inovasi ini ke armada kapal lainnya, terutama kapal crew boat dan oil barge yang memiliki idle time tinggi. Kapal-kapal ini sering kali mengalami waktu diam yang cukup lama, sehingga penerapan sistem PLTS dapat memberikan manfaat yang sama dalam hal penghematan biaya operasional dan pengurangan emisi. Dengan memperluas penggunaan teknologi ini, PT XYZ dapat lebih jauh mengoptimalkan efisiensi energi dan berkontribusi pada upaya nasional untuk mencapai target Net Zero Emission (NZE) pada tahun 2060.

Selanjutnya, integrasi sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) menjadi langkah strategis untuk meningkatkan pemantauan konsumsi energi dan kinerja PLTS secara real-time. Dengan adanya sistem monitoring ini, PT XYZ dapat mengumpulkan data yang

akurat mengenai penggunaan energi, sehingga memungkinkan analisis yang lebih mendalam terkait efisiensi operasional. Data yang diperoleh juga dapat digunakan untuk melakukan perbaikan berkelanjutan terhadap sistem, serta memberikan informasi yang diperlukan untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dalam pengelolaan armada.

Pendaftaran hak paten atas inovasi ini juga merupakan langkah penting untuk melindungi hak kekayaan intelektual PT XYZ. Dengan mendaftarkan paten, perusahaan tidak hanya melindungi inovasi yang telah dikembangkan, tetapi juga mendorong pengembangan lebih lanjut dari teknologi ini. Perlindungan hak kekayaan intelektual akan memberikan keunggulan kompetitif bagi PT XYZ di pasar, serta mendorong investasi lebih lanjut dalam penelitian dan pengembangan solusi energi terbarukan di sektor maritim.

Kesimpulannya, penerapan energi baru terbarukan pada armada kapal PT XYZ telah membuktikan efektivitasnya dalam meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi dampak lingkungan. Melalui replikasi inovasi ke armada lain, integrasi sistem monitoring berbasis IoT, dan pendaftaran hak paten, PT XYZ dapat memperkuat posisinya sebagai pelopor dalam transisi energi di industri maritim. Langkah-langkah ini tidak hanya mendukung keberlanjutan lingkungan tetapi juga memberikan manfaat ekonomi jangka panjang bagi perusahaan dan masyarakat luas.

## DAFTAR REFERENSI

- Adhariani, D., A. R. Hariani, D. Hartanti, and A. H. Mutiha. 2024. *Manajemen Dan Pelaporan Keberlanjutan*. Penerbit Salemba.
- Aprilianto, R. A., and R. M. Ariefianto. 2021. "Peluang Dan Tantangan Menuju Net Zero Emission (NZE) Menggunakan Variable Renewable Energy (VRE) Pada Sistem Ketenagalistrikan Di Indonesia." *Journal Paradigma* 2(2):1–13.
- Hermawan, L. T., and A. Prabhawati. 2024. "Implementasi Just Energy Transition Partnership Indonesia Menuju Net Zero Emissions Tahun 2060." *JEBT: Jurnal Energi Baru & Terbarukan* 28–38.
- Hulu, H. B., N. U. W. Nau, and R. O. C. Seba. 2024. "Analisis Efektivitas Paris Agreement Terhadap Indonesia Sebagai Anggota G20 Dalam Menangani Climate Change." *Jurnal Niara* 17(2):280–98.
- Hutajulu, H., P. C. H. Runtunuwu, L. Judijanto, A. F. N. Ilma, A. P. Ermanda, F. Fitriyana, and D. H. A. Wardhana. 2024. *Sustainable Economic Development: Teori Dan Landasan Pembangunan Ekonomi Berkelanjutan Multi Sektor Di Indonesia*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Krisna, J. S., U. Prayogi, and S. Sarwito. 2021. "Perubahan Auxiliary Engine (AE) Pada Kapa Perintis KM Sabuk Nusantara 79." Universitas Hang Tuah.
- Lukas, D. R. 2023. "STUDI ANALISA KERUSAKAN PUSH ROD AUXILIARY ENGINE GENERATOR DI KAPAL CS LIMIN VENTURE." POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR.
- Mahendra, G. S., L. Judijanto, U. Tahir, R. Nugraha, A. D. Dwipayana, I. Nuryanneti, and D. P. Rakhmadani. 2024. *Green Technology: Panduan Teknologi Ramah Lingkungan*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Mangindara, Rahmadani, S., and S. Devi. 2022. *Manajemen Jaminan Mutu Kesehatan*. Sulawesi Tengah: CV. Feniks Muda Sejahtera.
- Marsudi, S., G. H. Maulana, and M. R. B. Wahyudi. 2024. "Analisis Dampak Penggunaan Teknologi

- Propulsi Berbasis Bahan Bakar Alternatif Pada Emisi Gas Rumah Kaca: Kasus Kapal Feri Rute Pendek.” Pp. 178–85 in *Seminar Nasional Transportasi dan Keselamatan*.
- Modjo, S. 2019. “PLN vs Energi Terbarukan: Peraturan Menteri ESDM Terkait Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap.” *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia* 6(1):19–40.
- Mudhoffar, K., and L. Magriasti. 2024. “Ekonomi Politik Energi Terbarukan: Peluang Dan Tantangan Di Indonesia.” *Multiverse: Open Multidisciplinary Journal* 3(1):47–52.
- Nestle’, I. 2024. “Apa Itu Net Zero Emission?”
- Nurpalah, M. R., and H. Abdillah. 2024. “ANALISIS KOMPETENSI YANG DIBUTUHKAN NELAYAN DALAM MENGHADAPI PERKEMBANGAN TEKNOLOGI KAPAL PROPULSI LISTRIK.” *Accurate: Journal of Mechanical Engineering and Science* 5(1):32–42.
- Prayogi, U., and B. Y. Dewantara. 2022. “Perancangan Tata Letak Mesin Pendingin Dan Instalasi Panel Surya Sebagai Supply Daya Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan KM. Jaya Putra.” *Jurnal Teknik Elektro Uniba (JTE UNIBA)* 7(1):255–60.
- Priambudy, F. A., I. B. K. Sugirianta, and G. Yasada. 2023. “Analisis Teknis Dan Ekonomis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Rooftop Rumah Tinggal Di Hayam Wuruk Residence–Denpasar Menggunakan Homer Pro.” Politeknik Negeri Bali.
- Rachmania, Z., L. Auqilla, F. D. Natasya, and A. A. Rahmaputri. 2025. “Fakta vs Komitmen: Rintangan Indonesia Menyambut Perwujudan Net Zero Emission 2060 Di Tengah Pembangunan PLTU.” *Nature: Jurnal Lingkungan Dan Kelautan Internasional* 1(1):78–100.
- Ratnawati, F., M. A. Subandri, and M. Afridon. 2023. “Sistem Monitoring Keselamatan Kapal Nelayan Berbasis Internet of Things.” *INOVTEK Polbeng-Seri Informatika* 8(2):464–71.
- Rosyidi, R. M. 2021. *Pengendalian & Penjaminan Mutu*. Malang: Ahlimedia Press.
- Sechan, M., D. V. Ramadhan, and W. M. Soeroto. 2024. “Analisis Kelayakan Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Dengan Sistem Off-Grid Pada Indekos Di Kota Surabaya.” *Action Research Literate* 8(4):716–24.
- Setyono, A. E., and B. F. T. Kiono. 2021. “Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak Dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020–2050.” *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan* 2(3):154–62.
- Syarifuddin, A., T. Irmiyana, F. Awal, and E. Arianti. 2021. “Desain Rescue Boat Kelas III Berbahan Fiberglass Reinforced Plastics Di Perairan Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara Berdasarkan BKI Volume 5 Rules For FRP Tahun 2016.” *Jurnal Inovtek Polbeng* 11(2).