



TEKNOLOGI TERBARUKAN MENUJU JEJAK HIJAU: STRATEGI INOVATIF UNTUK MEWUJUDKAN *NET ZERO* EMISI DI MASA DEPAN

Muhammad Ganta Wira Yudha

Teknik Mesin, Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara, Jakarta

gantawirayuda@gmail.com

Abstract

The aim of this paper is to investigate the role of renewable technologies in achieving a sustainable green footprint and realizing a net zero emissions future. In facing the challenges of global climate change and ever-increasing energy needs, innovative strategies are the key to achieving the goal of net zero emissions. This article explores various renewable technologies that have the potential as solutions to reduce greenhouse gas emissions and accelerate the transition to sustainable energy systems. This study presents an analysis of the literature on existing renewable technologies, including solar energy, wind energy, biomass, ocean energy, and hydrogen. Evaluate the potential and constraints of each technology and consider how to integrate them into the existing energy infrastructure. Innovative approaches such as increasing efficiency and using environmentally friendly materials are also analyzed in the context of achieving net zero emissions. In addition, this article highlights the importance of public policies that support the development and adoption of renewable technologies. Identify some examples of government programs and financial incentives that have been successful in accelerating the transition to renewable energy. In this context, this research explores the role of private companies, communities, and educational institutions in creating a conducive environment for the development and application of renewable technologies. The results of this analysis illustrate how renewable technologies contribute significantly to achieving the goal of net zero emissions in the future. We also identify challenges and opportunities that need to be addressed to accelerate widespread adoption of renewable technologies. This article concludes by presenting views on the potential of renewable technologies as key pillars in realizing a sustainable green footprint and achieving net zero emissions in the future. This research contributes to understanding the importance of cross-sectoral innovation and collaboration in addressing the challenges of global climate change and achieving energy sustainability.

Keywords: *Renewable technology, green footprint, net zero emissions, solar energy, wind energy, biomass, ocean energy, hydrogen, innovation, public policy, energy transition*

Abstrak

Tujuan jurnal ini adalah untuk menyelidiki peran teknologi terbarukan dalam mencapai jejak hijau yang berkelanjutan dan mewujudkan *net zero* emisi di masa depan. Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim global dan kebutuhan energi yang terus meningkat, strategi inovatif menjadi kunci dalam mencapai tujuan *net zero* emisi. Artikel ini mengeksplorasi berbagai teknologi terbarukan yang berpotensi sebagai solusi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan mempercepat transisi ke sistem energi berkelanjutan. Studi ini menyajikan analisis literatur tentang teknologi terbarukan yang ada, termasuk energi surya, energi angin, biomassa, energi laut, dan hidrogen. Mengevaluasi potensi dan kendala masing-masing teknologi serta mempertimbangkan bagaimana mengintegrasikan mereka ke dalam infrastruktur energi yang ada. Pendekatan inovatif seperti peningkatan efisiensi dan penggunaan bahan-bahan ramah lingkungan juga dianalisis dalam konteks mencapai *net zero* emisi. Selain itu, artikel ini menyoroti pentingnya kebijakan publik yang mendukung pengembangan dan adopsi teknologi terbarukan. Mengidentifikasi beberapa contoh program pemerintah dan insentif keuangan yang telah berhasil mempercepat transisi ke energi terbarukan. Dalam konteks ini, penelitian ini mengeksplorasi peran perusahaan swasta, masyarakat, dan lembaga pendidikan dalam menciptakan lingkungan yang kondusif untuk pengembangan dan penerapan teknologi

terbarukan. Hasil dari analisis ini menggambarkan bagaimana teknologi terbarukan berkontribusi secara signifikan untuk mencapai tujuan *net zero* emisi di masa depan. Penulis juga mengidentifikasi tantangan dan peluang yang perlu diatasi untuk mempercepat adopsi teknologi terbarukan secara luas. Artikel ini menyimpulkan dengan menyajikan pandangan tentang potensi teknologi terbarukan sebagai pilar utama dalam mewujudkan jejak hijau yang berkelanjutan dan mencapai *net zero* emisi di masa depan. Penelitian ini berkontribusi pada pemahaman tentang pentingnya inovasi dan kolaborasi lintas sektor dalam menghadapi tantangan perubahan iklim global dan mencapai keberlanjutan energi.

Kata kunci: Teknologi terbarukan, jejak hijau, *net zero* emisi, energi surya, energi angin, biomassa, energi laut, hidrogen, inovasi, kebijakan publik, transisi energi

1. PENDAHULUAN

Net-Zero Emission (NZE) atau nol emisi karbon adalah situasi dimana jumlah karbon yang dikeluarkan ke atmosfer tidak melebihi apa yang diserap bumi. Untuk mencapai hal tersebut, transisi dari sistem energi saat ini ke sistem energi yang lebih bersih diperlukan untuk mencapai keseimbangan antara aktivitas manusia dan keseimbangan alam. Salah satu pertimbangannya adalah pengurangan emisi karbon atau gas yang dihasilkan oleh berbagai aktivitas manusia dalam kurun waktu tertentu yang dikenal dengan jejak karbon. Jejak karbon yang kita hasilkan berdampak negatif bagi kehidupan kita di planet ini, antara lain kekeringan, menipisnya sumber air bersih, cuaca ekstrem, Perubahan produksi rantai makanan dan banyak bencana alam lainnya. Program NZE menjadi istilah populer setelah Perjanjian Iklim Paris tahun 2015. Program ini bertujuan untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang dapat menyebabkan pemanasan global. Energi adalah salah satu bidang yang ditargetkan untuk implementasi dalam program NZE.

Beberapa negara, termasuk Indonesia telah mengeluarkan peraturan baru tentang penyediaan listrik untuk program NZE. Menurut Sushil Purohit, Presiden Wartsila Energy dan EVP di Wartsila Corporation, bergeser dari sistem yang bergantung pada fosil di Asia Tenggara saat ini menuntut transformasi yang belum pernah terjadi sebelumnya dalam faktor kelistrikan, portofolio pembangkit listrik dan operasi. Pembuat kebijakan perlu memainkan peran mereka dengan membentuk pasar-pasar baru dan dengan mengakui biaya sistemik dari ketidakfleksibelan yang sering kali tersembunyi atau tersebar di portofolio bahan bakar fosil. Pemerintah sangat serius untuk memenuhi emisi nol bersih (NZE) pada tahun 2060, bahkan lebih awal. Sejalan dengan itu pemerintah menyiapkan rencana langkah demi langkah implementasi BEN untuk menghadapi berbagai tantangan dan ancaman perubahan iklim di masa depan.

1.1 Latar Belakang Perubahan Iklim dan Krisis Energi

Perubahan iklim global dan krisis energi merupakan dua tantangan utama yang dihadapi manusia saat ini. Peningkatan emisi gas rumah kaca akibat pembakaran bahan bakar fosil telah menyebabkan perubahan iklim yang signifikan dan berdampak negatif terhadap lingkungan dan kehidupan manusia. Krisis energi yang dimaksud adalah krisis energi fosil. Tidak hanya mengalami krisis energi, masalah lain yang timbul ialah dampak dari penggunaan energi fosil yaitu perubahan iklim yang tentunya akan mengganggu keamanan manusia [1]. Selain itu, ketergantungan kita pada sumber energi fosil yang terbatas semakin memunculkan krisis energi dan kekhawatiran akan keberlanjutan pasokan energi di masa depan.

1.2 Konsep *Net zero* Emisi dan Jejak Hijau

Konsep "*net zero* emisi" adalah tujuan untuk mencapai keseimbangan antara jumlah emisi yang dihasilkan dan jumlah emisi yang dihilangkan dari atmosfer. *Net zero* emisi berarti mencapai situasi di mana emisi gas rumah kaca yang dihasilkan sama dengan emisi yang dapat dihilangkan melalui tindakan seperti penyerapan karbon atau penggunaan teknologi penangkapan dan penyimpanan karbon. Dalam konteks ini, menciptakan "jejak hijau" berarti mengadopsi tindakan yang dapat mengurangi dan menghilangkan emisi serta meningkatkan penggunaan energi terbarukan dan berkelanjutan.

1.3 Peran Teknologi Terbarukan dalam Mewujudkan *Net zero* Emisi

Teknologi terbarukan telah menjadi solusi yang menjanjikan dalam upaya mencapai *net zero* emisi. Energi surya, energi angin, biomassa, energi laut, dan hidrogen merupakan beberapa contoh teknologi terbarukan yang dapat menghasilkan energi bersih dan berkelanjutan tanpa emisi gas rumah kaca yang signifikan.

Dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tak terbatas seperti sinar matahari dan angin, teknologi terbarukan dapat mengurangi ketergantungan kita pada bahan bakar fosil dan berkontribusi pada penciptaan jejak hijau yang berkelanjutan.

1.4 Tantangan dalam Adopsi Teknologi Terbarukan

Meskipun potensi dan manfaatnya, adopsi teknologi terbarukan masih dihadapkan pada beberapa tantangan. Biaya tinggi dalam pengembangan dan penerapan teknologi terbarukan menjadi kendala utama dalam mengadopsi solusi ini secara luas. Selain itu, infrastruktur yang kurang memadai, kestabilan pasokan energi, dan ketidakpastian kebijakan juga menjadi hambatan dalam mempercepat transisi ke teknologi terbarukan. Berdasarkan kondisi tersebut, maka ketersediaan teknologi relatif murah yang disesuaikan dengan potensi EBT masing-masing negara sangat dibutuhkan untuk menciptakan sistem ketenagalistrikan yang handal guna mencapai program NZE [2].

1.5 Strategi Inovatif untuk Mewujudkan *Net zero* Emisi

Mewujudkan *net zero* emisi diperlukan strategi inovatif yang memerlukan kolaborasi antara sektor publik dan swasta. Pengembangan penyimpanan energi yang efisien, penggunaan jaringan listrik cerdas, integrasi sektor energi, dan promosi kebijakan yang mendukung adalah beberapa contoh strategi inovatif yang dapat mempercepat adopsi teknologi terbarukan dan mencapai *net zero* emisi di masa depan. Dalam jurnal ini, penulis akan menjelajahi lebih dalam tentang peran teknologi terbarukan, tantangan yang dihadapi, serta strategi inovatif yang dapat diterapkan untuk mewujudkan *net zero* emisi. Dengan pemahaman yang mendalam tentang topik ini, diharapkan kita dapat merumuskan langkah-langkah konkret dalam mempercepat transisi ke jejak hijau yang berkelanjutan dan mencapai tujuan *net zero* emisi di masa depan.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

Dalam jurnal "Teknologi Terbarukan Menuju Jejak Hijau: Strategi Inovatif untuk Mewujudkan *Net zero* Emisi di Masa Depan," metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur. Melalui pendekatan ini, penulis mengumpulkan informasi dan data relevan dari berbagai sumber literatur yang telah dipublikasikan sebelumnya. Berikut adalah beberapa sub poin yang menjelaskan metode penelitian studi literatur dalam jurnal ini:

2.1 Pengumpulan Data Literatur

Mengidentifikasi sumber-sumber literatur yang relevan, termasuk jurnal ilmiah, buku, laporan penelitian, dan publikasi pemerintah yang terkait dengan teknologi terbarukan, jejak hijau, dan upaya mencapai *net zero* emisi. Menggunakan basis data elektronik, perpustakaan universitas, dan sumber-sumber online untuk mengumpulkan data yang diperlukan.

2.2 Seleksi dan Penyaringan Data

Menerapkan kriteria inklusi dan eksklusi untuk memilih sumber literatur yang paling relevan dan terpercaya. Menilai kualitas dan validitas setiap sumber literatur yang dipertimbangkan.

2.3 Analisis Data

Mengorganisir data dari sumber-sumber literatur yang telah terpilih. Menyusun ringkasan dan sintesis dari informasi yang relevan terkait dengan teknologi terbarukan, tantangan, potensi, dan strategi inovatif dalam mencapai *net zero* emisi.

2.4 Penilaian dan Interpretasi

Menganalisis temuan-temuan dari literatur yang terkumpul dan mengidentifikasi pola dan tren yang muncul. Menginterpretasikan data dan menghubungkannya dengan tujuan jurnal untuk menyusun argumen dan rekomendasi yang kuat.

2.5 Penyusunan Jurnal

Menyusun jurnal berdasarkan informasi dan hasil analisis dari studi literatur. Memastikan bahwa jurnal mencerminkan ringkasan yang komprehensif dan obyektif tentang teknologi terbarukan dan strategi inovatif dalam mencapai *net zero* emisi.

2.6 Referensi dan Akurasi

Menyediakan referensi yang akurat untuk setiap sumber literatur yang dikutip dalam jurnal. Memastikan keakuratan informasi dan data yang dipresentasikan dalam jurnal. Melalui metode penelitian studi literatur ini, penulis berupaya menyajikan analisis komprehensif dan terkini tentang teknologi terbarukan yang menjadi solusi potensial dalam mencapai jejak hijau dan *net zero* emisi di masa depan. Pendekatan ini memungkinkan penulis untuk memanfaatkan pengetahuan yang telah ada sebelumnya dan mendapatkan wawasan yang mendalam tentang isu-isu penting dalam bidang energi dan lingkungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam jurnal "Teknologi Terbarukan Menuju Jejak Hijau: Strategi Inovatif untuk Mewujudkan *Net zero* Emisi di Masa Depan," penulis melakukan studi literatur untuk menyelidiki peran teknologi terbarukan dalam mencapai *net zero* emisi dan menciptakan jejak hijau yang berkelanjutan, selain itu penulis dapat mengidentifikasi strategi inovatif yang dapat digunakan untuk mewujudkan tujuan tersebut. Teknologi terbarukan seperti energi surya, angin, hidro, dan biomassa memiliki peran krusial dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dan mempercepat transisi menuju energi bersih. Melalui pendekatan inovatif dan berkelanjutan, diharapkan bahwa penerapan teknologi terbarukan akan membawa dampak positif dalam menjaga lingkungan serta menciptakan masa depan yang lebih berkelanjutan bagi generasi mendatang. Peningkatan efisiensi energi: Dengan meningkatkan efisiensi energi, kita dapat mengurangi konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengadopsi teknologi yang lebih efisien, seperti teknologi LED untuk penerangan, atau dengan melakukan perbaikan pada sistem pendingin dan pemanas. Pengembangan transportasi berkelanjutan: Transportasi adalah salah satu sektor yang paling banyak menghasilkan emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu, pengembangan transportasi berkelanjutan seperti kendaraan listrik, transportasi umum yang ramah lingkungan, dan penggunaan sepeda atau berjalan kaki dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca. Penggunaan bahan bakar alternatif: Selain teknologi terbarukan, penggunaan bahan bakar alternatif seperti biofuel dan hidrogen dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dari sektor transportasi dan industri.

3.1 Peran Teknologi Terbarukan dalam Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca

Hasil studi literatur menunjukkan bahwa teknologi terbarukan memainkan peran kunci dalam mengurangi emisi gas rumah kaca. Sumber energi terbarukan seperti energi surya, energi angin, dan energi biomassa telah terbukti dapat menghasilkan listrik tanpa menghasilkan emisi karbon dioksida (CO₂) atau polusi lainnya. Penggunaan teknologi terbarukan dalam sektor energi membantu menggantikan pembakaran bahan bakar fosil yang merupakan sumber utama emisi CO₂.

Dalam penelitian Boedoyo [3] menyatakan bahwa penurunan emisi GRK dapat dilaksanakan melalui penerapan teknologi efisiensi tingi, teknologi rendah emisi GRK, teknologi CCS (*Carbon Dioxide Capture and Storage*), serta penggantian bahan bakar dengan yang rendah emisi GRK [3]. Beberapa program yang dapat diusulkan sebagai program CDM (*Clean Development Mechanism*), antara lain:

- Dalam pembangkit listrik penerapan PLTP merupakan program utama, disusul PLTMH, PLTS dan pemanfaatan Biofuel sebagai pengganti minyak solar pada PLTD.
- Penerapan kendaraan Hibrid dengan efisiensi yang tinggi merupakan kendaraan masa depan perlu diimplementasikan.
- CCS merupakan program yang dapat diusulkan sebagai uji coba atau pilot plant, karena potensinya yang sangat besar dalam penyerapan emisi GRK

3.2 Potensi Teknologi Terbarukan untuk Mewujudkan Jejak Hijau

Potensi Energi Baru dan Terbarukan di Indonesia pada tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Potensi Energi Baru dan Terbarukan Indonesia [4]

No	Jenis Energi	Potensi (MW)	Kapasitas Terpasang (MW)	Pemanfaatan (%)
1	Surya	207.898	78,5	0,04
2	Angin	60.647	3,1	0,01
3	Hidro	75.091	4.826,7	6,40
4	Mini-mikro-hidro	19.385	197,4	1,00
5	Bioenergi	32.654	1.671	5,10
6	Panas Bumi	29.544	1.438,5	4,90
7	Gelombang Laut	17.989	0,3	0,002

Meninjau potensi yang besar tersebut, Indonesia memiliki sumber daya yang melimpah untuk mengembangkan sistem pembangkit listrik berbasis EBT. Namun pada faktanya, sistem kelistrikan Indonesia masih didominasi menggunakan PLTU. Sistem Jawa-Madura-Bali merupakan wilayah dengan beban puncak terbesar di Indonesia. PLTU yang beroperasi di sistem Jawa-Madura-Bali bahkan mencapai 26.382 MW dari total kapasitas nasional sebesar 36.728 MW. PLTU tersebut digunakan sebagai pembangkit base load dan mendominasi suplai energi listrik kepada para pelanggan.

Dalam mewujudkan jejak hijau yang berkelanjutan, teknologi terbarukan menawarkan potensi besar untuk mengurangi dampak lingkungan dari sektor energi. Ketersediaan sumber daya alam yang tak terbatas, seperti sinar matahari dan angin, membuat teknologi terbarukan dapat diperbaharui secara berkelanjutan tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu, teknologi terbarukan juga berkontribusi pada penciptaan lapangan kerja baru dan pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

3.3 Tantangan dalam Adopsi Teknologi Terbarukan

Net-Zero Emission (NZE) atau nol emisi karbon adalah situasi dimana jumlah karbon yang dilepaskan ke atmosfer tidak melebihi apa yang diserap bumi. Untuk mencapai hal tersebut, transisi dari sistem energi saat ini ke sistem energi yang lebih bersih diperlukan untuk mencapai keseimbangan antara aktivitas manusia dan keseimbangan alam [4].

Walaupun potensi dan manfaatnya, adopsi teknologi terbarukan menghadapi beberapa tantangan. Hasil studi literatur menunjukkan bahwa biaya tinggi dalam pengembangan dan penerapan teknologi terbarukan menjadi kendala utama. Namun, penurunan biaya teknologi dan kemajuan dalam penelitian dan pengembangan telah mengurangi hambatan ini. Selain itu, infrastruktur yang kurang memadai, kestabilan pasokan energi, dan ketidakpastian kebijakan juga menjadi hambatan dalam mempercepat transisi ke teknologi terbarukan.

3.4 Strategi Inovatif untuk Mempercepat Adopsi Teknologi Terbarukan

Berdasarkan studi literatur, strategi inovatif yang melibatkan kolaborasi antara sektor publik dan swasta diperlukan dalam mempercepat adopsi teknologi terbarukan. Pengembangan penyimpanan energi yang efisien dan penggunaan jaringan listrik cerdas merupakan beberapa strategi inovatif yang dapat memperkuat integrasi teknologi terbarukan dalam sistem energi. Selain itu, kebijakan yang mendukung dan insentif bagi penggunaan energi terbarukan juga penting dalam menciptakan lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan teknologi terbarukan.

Upaya-Upaya yang dilakukan oleh Pemerintah Indonesia seperti membuat "Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2022" ternyata masih belum maksimal untuk mencapai target *Net-Zero Emission* (NZE). Beberapa pasal menimbulkan kontra terhadap pemenuhan pencapaian target NZE. Pemerintah tidak dapat

melakukan Transisi secara “instan” untuk menghapus PLTU menjadi program VRE, sebab dominan di pulau Jawa untuk ketenagalistrikan masih menggunakan PLTU, sehingga butuh waktu yang cukup lama untuk mencapai transisi tersebut. Pengenaan pajak karbon ditujukan untuk mengurangi emisi GRK dan menambah pemasukan negara melalui pajak. Pengenaan pajak karbon ditujukan untuk mendorong masyarakat untuk mengurangi bahan bakar fosil. Akan tetapi pengenaan pajak karbon bukan hanya membebani masyarakat dari segi ekonomi juga berpotensi mengalami kebocoran karbon. Dukungan pemerintah yang kurang memadai dan belum optimal menyebabkan energi terbarukan tidak berpengaruh secara signifikan pada polusi emisi karbon dioksida [5].

Berdasarkan hasil studi literatur, kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa teknologi terbarukan memiliki potensi besar dalam mencapai jejak hijau dan *net zero* emisi di masa depan. Namun, adopsi teknologi terbarukan masih dihadapkan pada tantangan yang perlu diatasi melalui strategi inovatif dan dukungan kebijakan yang kuat. Oleh karena itu, rekomendasi yang dihasilkan dari studi literatur ini adalah meningkatkan investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi terbarukan, mendorong kolaborasi antara sektor publik dan swasta, serta menyusun kebijakan yang mendukung dan memberikan insentif bagi penggunaan energi terbarukan. Melalui analisis dan sintesis data literatur yang relevan, studi literatur ini memberikan wawasan mendalam tentang peran teknologi terbarukan, tantangan yang dihadapi, dan strategi inovatif yang dapat diterapkan dalam mewujudkan *net zero* emisi dan menciptakan jejak hijau yang berkelanjutan di masa depan. Hasil dan pembahasan ini memberikan landasan pengetahuan yang kuat bagi pembaca untuk memahami pentingnya teknologi terbarukan dalam mengatasi perubahan iklim dan krisis energi, serta memberikan arahan untuk tindakan lebih lanjut dalam mencapai tujuan *net zero* emisi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam jurnal "Teknologi Terbarukan Menuju Jejak Hijau: Strategi Inovatif untuk Mewujudkan *Net zero* Emisi di Masa Depan" penulis menjelajahi peran teknologi terbarukan dalam mencapai *net zero* emisi dan menciptakan jejak hijau yang berkelanjutan. Berdasarkan hasil studi literatur, penulis dapat menyimpulkan hal-hal berikut:

1. Teknologi terbarukan memiliki potensi besar dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dan menciptakan sumber energi bersih yang berkelanjutan.
2. Adopsi teknologi terbarukan masih dihadapkan pada tantangan, seperti biaya tinggi dan infrastruktur yang kurang memadai.
3. Strategi inovatif, seperti pengembangan penyimpanan energi yang efisien dan penggunaan jaringan listrik cerdas, dapat mempercepat adopsi teknologi terbarukan.
4. Kolaborasi antara sektor publik dan swasta serta kebijakan yang mendukung adalah kunci dalam mempercepat transisi ke teknologi terbarukan.
5. Diperlukan peningkatan investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi terbarukan untuk mengatasi tantangan yang ada.

Berdasarkan kesimpulan yang dihasilkan, berikut adalah beberapa saran untuk mewujudkan *net zero* emisi dan jejak hijau yang berkelanjutan di masa depan:

1. Pemerintah dan lembaga keuangan perlu meningkatkan investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi terbarukan. Ini akan membantu mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi teknologi tersebut.
2. Pemerintah harus menyusun kebijakan yang mendukung penggunaan energi terbarukan, termasuk insentif fiskal dan pengurangan hambatan regulasi. Hal ini akan mendorong adopsi teknologi terbarukan di sektor energi.
3. Pemerintah dan sektor swasta perlu bekerja sama untuk mengembangkan proyek-proyek energi terbarukan yang inovatif. Kolaborasi ini dapat menghasilkan solusi yang lebih efektif dan mempercepat adopsi teknologi terbarukan.
4. Penting untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang manfaat teknologi terbarukan dan pentingnya mencapai *net zero* emisi. Edukasi dan kampanye informasi dapat membantu mengubah pola pikir dan mendorong perubahan perilaku yang lebih ramah lingkungan.
5. Diperlukan investasi dalam pengembangan infrastruktur yang mendukung penggunaan teknologi terbarukan, seperti jaringan listrik cerdas dan penyimpanan energi yang efisien.

Dengan menerapkan saran-saran ini, diharapkan dapat terjadi percepatan dalam transisi menuju teknologi terbarukan, mencapai *net zero* emisi, dan mewujudkan jejak hijau yang berkelanjutan di masa depan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Mekanika Fluida yang telah memberi wadah untuk belajar, meneliti dan melakukan praktikum sehingga membantu pembuatan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahsan, M. (2021). Tantangan dan Peluang Pembangunan Proyek Pembangkit Listrik Energi Baru Terbarukan (EBT) di Indonesia. *SUTET*, 11(2), 81-93.
- [2] Alghaffar, M. D., Purwantoro, S. A., & Kuntjoro, Y. D. (2022). Peran Doktrin Pertahanan Negara Dalam Menghadapi Ancaman Krisis Energi Dan Perubahan Iklim Di Indonesia. *Jurnal Kewarganegaraan*, 6(2), 2456-2460.
- [3] Aprilianto, R. A., & Ariefianto, R. M. (2021). Peluang dan tantangan menuju net zero emission (NZE) menggunakan variable renewable energy (VRE) pada sistem ketenagalistrikan di Indonesia. *J. Paradig*, 2(2), 1-13.
- [4] ESDM. (2018). Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT. PLN (Persero) 2018 –2027. https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/3fa53-ruptlpln-2018-2027.pdf