

KINERJA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS GELOMBANG SEDERHANA DI PELABUHAN RORO DOMPAK TANJUNG PINANG

Nidya Cihur R Ujung *¹
Dian Novita Sinambela ²
Rijon Rafael Lumban Gaol ³

^{1,2,3} Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji
*e-mail: 2101010038@student.umrah.ac.id

Abstrak

Energi terbarukan merupakan aspek krusial dalam upaya memenuhi kebutuhan listrik secara global dan mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem Pembangkit Listrik Tenaga Arus Gelombang Laut (PLTAGL) yang sederhana, yang dilaksanakan di Pelabuhan Roro Dompok, Tanjungpinang, Kepulauan Riau. Dengan mempertimbangkan potensi gelombang laut yang cukup besar di wilayah tersebut, PLTAGL diharapkan mampu menghasilkan energi bersih yang dapat memenuhi kebutuhan listrik di area pelabuhan. Melalui analisis yang mendalam mengenai efektivitas dan efisiensi sistem dalam mengonversi energi gelombang menjadi listrik, penelitian ini menunjukkan bahwa alat berfungsi dengan baik. Namun, output tegangan maksimum yang tercatat hanya mencapai 4,27 V, menandakan adanya tantangan dalam desain sistem dan kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi kinerjanya. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini merekomendasikan pengoptimalan desain turbin dan penerapan teknologi terbaru guna meningkatkan efisiensi serta kinerja keseluruhan sistem di masa depan.

Kata kunci : Energi, Gelombang, Tegangan, Listrik.

Abstract

Renewable energy is a crucial aspect in efforts to meet global electricity needs and reduce dependence on fossil energy. This research aims to evaluate the performance of a simple Ocean Wave Power Generation (PLTAGL) system, which was implemented at Roro Dompok Harbor, Tanjungpinang, Riau Islands. By considering the potential for quite large sea waves in the area, PLTAGL is expected to be able to produce clean energy that can meet electricity needs in the port area. Through in-depth analysis of the system's effectiveness and efficiency in converting wave energy into electricity, this research shows that the device functions well. However, the maximum voltage output recorded was only 4.27 V, indicating challenges in the system design and environmental conditions that could affect its performance. To overcome this problem, this research recommends optimizing the turbine design and applying the latest technology to increase the efficiency and performance of the entire system in the future.

Keywords : Energy, Waves, Voltage, Electricity

PENDAHULUAN

Energi terbarukan semakin menjadi fokus utama dalam upaya memenuhi kebutuhan listrik dunia yang terus meningkat serta mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil. Di antara berbagai sumber energi terbarukan, energi laut, khususnya energi gelombang, menawarkan potensi yang signifikan untuk dikembangkan. Gelombang laut merupakan sumber energi yang dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan dan memiliki dampak lingkungan yang relatif rendah dibandingkan dengan pembangkit listrik konvensional. [1]

Pembangkit Listrik Tenaga Arus Gelombang Laut (PLTAGL) merupakan salah satu teknologi yang dapat memanfaatkan energi kinetik dari gelombang laut untuk menghasilkan listrik. Penelitian yang dilakukan di Pelabuhan RORO Dompok, Kepulauan Riau ini bertujuan untuk mengkaji kinerja sistem PLTAGL sederhana yang dirancang untuk daerah pesisir. Dengan kondisi geografis yang strategis, Kepulauan Riau memiliki potensi gelombang yang cukup besar, sehingga pengembangan PLTAGL di wilayah ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap penyediaan energi bersih.

Sistem PLTAGL yang sederhana ini diharapkan dapat menghasilkan energi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik di area pelabuhan, sekaligus menjadi contoh penerapan teknologi energi terbarukan di Indonesia. Penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis efektivitas dan efisiensi sistem dalam mengkonversi energi gelombang menjadi energi listrik, serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Potensi Energi Gelombang Laut

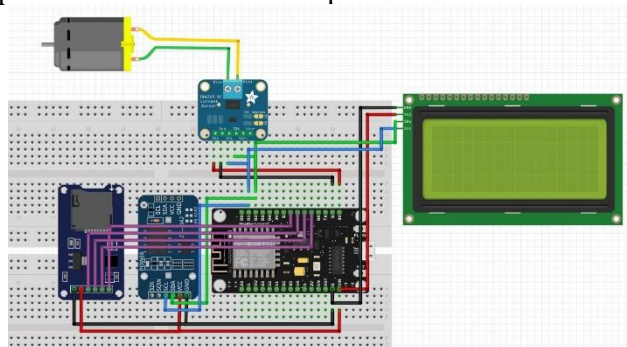
Beberapa studi menunjukkan bahwa potensi energi gelombang laut di Indonesia sangat signifikan. Mardiansyah et al. (2014) mengungkapkan bahwa sistem Oscillating Water Column (OWC) dapat mengubah energi gelombang laut menjadi energi listrik dengan efisiensi yang baik, dengan potensi kerapatan energi gelombang tahunan mencapai $7600,64 \text{ joule/m}^2$ di Pantai Bengkulu. Selain itu, Kurniawan et al. (2017) menemukan potensi energi arus laut di sepanjang pantai selatan Jawa mencapai $10\text{-}20 \text{ kW/m}$, yang menunjukkan peluang besar untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang [2].

B. Keunggulan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang

Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang memiliki keunggulan ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas rumah kaca yang rendah. Menurut Prasetyo et al. (2023), teknologi ini dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan berkontribusi pada upaya global dalam mengatasi perubahan iklim [3].

C. Pembangkit Listrik Tenaga Arus Gelombang Laut (PLTAGL)

Pembangkit Listrik Tenaga Arus Gelombang Laut (PLTAGL) adalah salah satu teknologi inovatif yang memanfaatkan energi dari gelombang laut untuk menghasilkan listrik. Energi gelombang memiliki potensi besar, khususnya di negara kepulauan seperti Indonesia, di mana pergerakan air laut dapat dimanfaatkan secara optimal.



Gambar 1 Rangkaian Simulasi

METODE PENELITIAN

A. WAKTU DAN TEMPAT

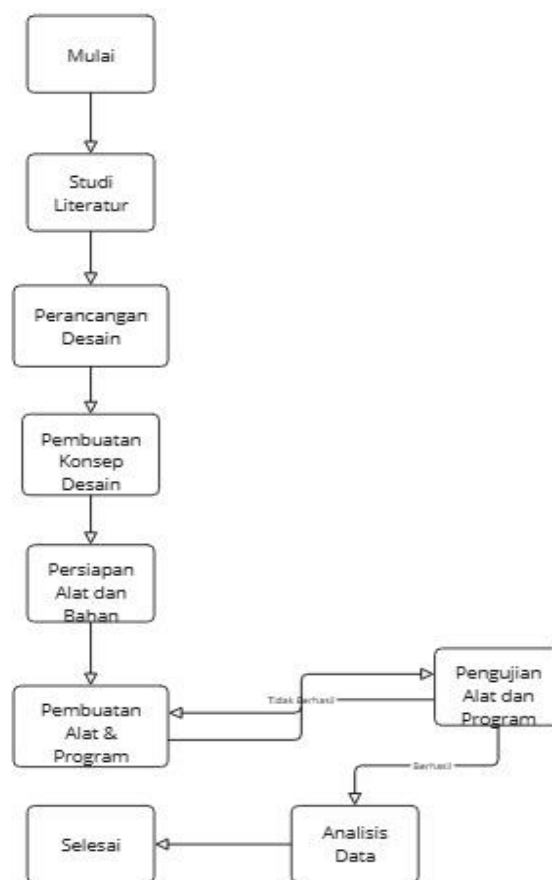
Penelitian ini dilaksanakan di Pelabuhan Roro Dompok, yang terletak di kota Tanjungpinang provinsi Kepulauan Riau, Indonesia pada tanggal 19 November 2024.



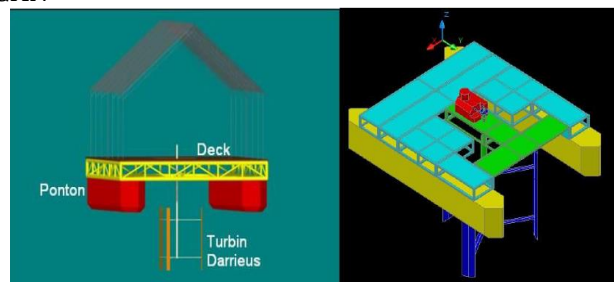
Gambar 2 Peta Lokasi

B. DIAGRAM PERANCANGAN

Berdasarkan gambar 2, diagram ini disusun menggunakan simbol grafis (*flowchart*) untuk merepresentasikan proses kerja dan algoritma mengenai gambaran sistem perancangan.



C. DESIGN PERANCANGAN

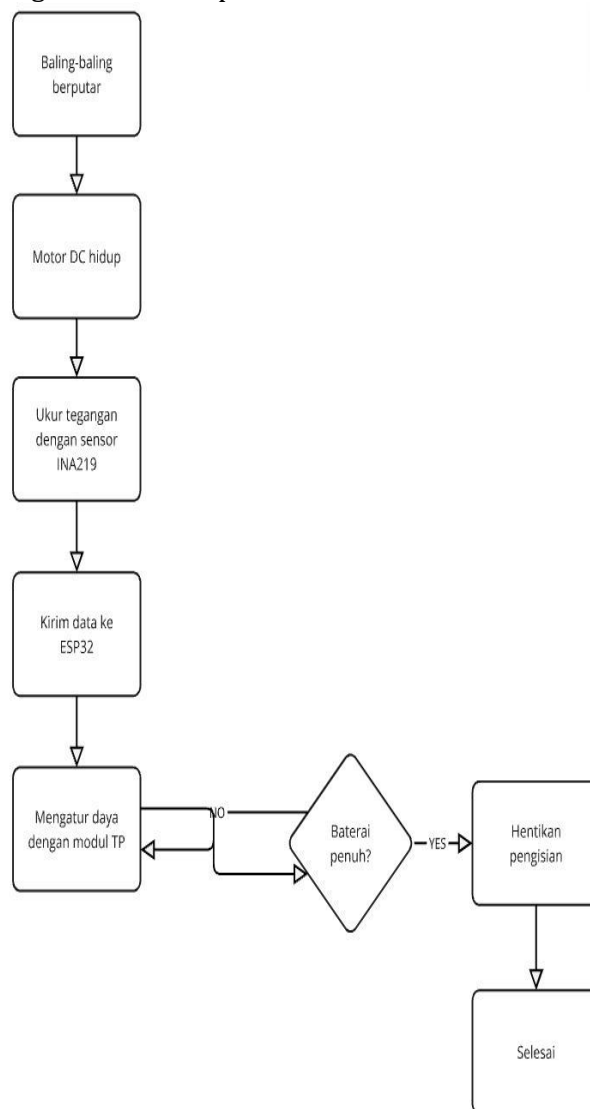


Gambar 3 a. tampak depan

b.tampak atas

Desain ini dirancang berdasarkan pada analisis potensi energi gelombang yang dilakukan di lokasi penelitian. Desain sistem Pembangkit Listrik Tenaga Arus Gelombang Laut akan mencakup beberapa aspek penting, seperti pemilihan teknologi yang tepat untuk konversi energi gelombang menjadi listrik, serta penentuan komponen-komponen utama yang dibutuhkan dalam sistem. Ini termasuk pemilihan jenis turbin yang sesuai, sistem penyimpanan energi, dan infrastruktur pendukung lainnya. Faktor lingkungan dan kondisi geografis lokasi juga akan dipertimbangkan untuk memastikan sistem berfungsi dengan optimal dan berkelanjutan [5].

Proses desain ini tidak hanya akan berfokus pada efisiensi energi, tetapi juga memperhatikan dampak lingkungan dan aspek ekonomis dari penerapan sistem. Dengan demikian, rancangan yang dihasilkan diharapkan dapat diimplementasikan secara praktis dan berkontribusi pada pengembangan energi terbarukan di Indonesia. Melalui pendekatan yang sistematis dan berbasis data, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan solusi inovatif yang dapat meningkatkan pemanfaatan potensi energi laut secara optimal.



Gambar 4. Sistematika Kerja Alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL PENGUKURAN

Sistem pembangkit listrik tenaga arus gelombang laut menunjukkan kinerja yang cukup memuaskan. Pengambilan data dilakukan secara sistematis dengan mengambil rata-rata setiap 15 menit, dimulai dari pukul 14.00 hingga 20.00.

Rata-rata = jumlah semua data ÷ banyak data

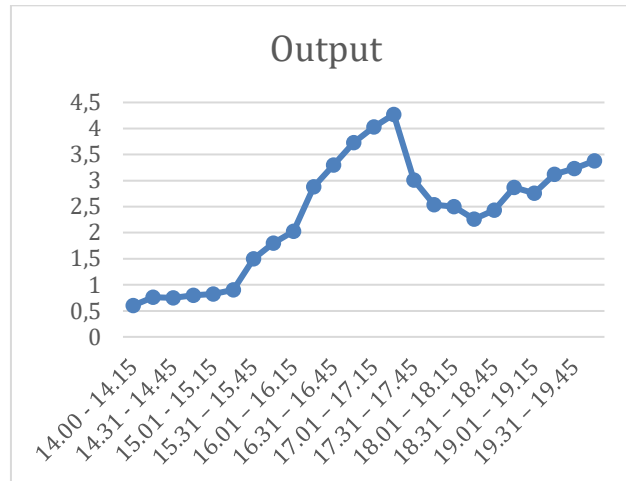
Table 1 Data pengukuran

Time	Voltage
14.00 – 14.15	0.6 v
14.16 – 14.30	0.76 v
14.31 – 14.45	0.75 v
14.46 – 15.00	0.8 v
15.01 – 15.15	0.82 v
15.16 – 15.30	0.9 v
15.31 – 15.45	1.5 v
15.46 – 16.00	1.8 v
16.01 – 16.15	2.03 v
16.16 – 16.30	2.88 v
16.31 – 16.45	3.3 v
16.46 – 17.00	3.73 v
17.01 – 17.15	4.03 v
17.16 – 17.30	4.27 v
17.31 – 17.45	3.01 v
17.46 – 18.00	2.54 v
18.01 – 18.15	2.5 v
18.16 – 18.30	2.26 v
18.31 – 18.45	2.43 v
18.46 – 19.00	2.87 v
19.01 – 19.15	2.76 v
19.16 – 19.30	3.12 v

19.31 – 19.45	3.23 v
19.46 – 20.00	3.38 v

B. ANALISIS

Berdasarkan hasil pengujian lapangan dan analisis data yang telah dilaksanakan membuktikan bahwa alat bekerja cukup baik. Pola kinerja ini mencerminkan peningkatan tegangan secara bertahap, diikuti oleh penurunan setelah mencapai nilai maksimum. Pengukuran tegangan dilakukan dari pukul 14.00 hingga 20.00 WIB, menghasilkan nilai rata rata pada data yang menunjukkan variasi tegangan dari 0.6 V pada awal pengukuran hingga mencapai puncaknya di 4.27 V.



Gambar 5. Grafik rata rata nilai pada data

pada proses implementasi pembangkit listrik tenaga arus gelombang menghadapi beberapa tantangan, meskipun kondisi lingkungan di lokasi pengembangan cukup baik dengan potensi gelombang yang konsisten. Meskipun alat beroperasi dengan stabil, output tegangan maksimum yang tercatat hanya 4,27 V, menunjukkan bahwa ada ruang untuk perbaikan dalam desain dan pengoperasian sistem. Faktor desain turbin yang mungkin belum optimal serta fluktuasi kecepatan arus menjadi kendala utama dalam konversi energi. Penelitian dan pengembangan berkelanjutan diperlukan untuk meningkatkan kinerja, termasuk pengoptimalan desain turbin dan penerapan teknologi terbaru [5].

Selain itu, kondisi cuaca yang buruk dapat menyebabkan kerusakan pada alat yang digunakan untuk pengujian, berpotensi mengurangi efisiensi dan umur pakai komponen. Kerusakan ini tidak hanya berdampak pada kinerja sistem, tetapi juga dapat menyebabkan penundaan dalam proyek dan kehilangan data penting. Oleh karena itu, desain yang tahan cuaca dan pelatihan tim untuk menghadapi kondisi ekstrem sangat penting untuk meminimalkan risiko kerusakan dan memastikan keberhasilan pengujian. terutama turbin dan komponen lainnya.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem Pembangkit Listrik Tenaga Arus Gelombang Laut (PLTAGL) yang sederhana dapat berfungsi dengan baik dalam menghasilkan listrik dari energi gelombang. Meskipun output tegangan maksimum yang tercatat hanya mencapai 4,27 V, sistem ini menunjukkan potensi yang signifikan untuk menghasilkan energi bersih di daerah pesisir, khususnya di Pelabuhan Roro Dompok, yang memiliki potensi gelombang yang cukup besar.

Namun, terdapat tantangan dalam desain sistem dan kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi kinerjanya. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan pengoptimalan desain turbin dan penerapan teknologi terbaru untuk meningkatkan efisiensi serta kinerja

keseluruhan sistem di masa depan. Dengan pendekatan yang tepat, PLTAGL dapat menjadi solusi inovatif dalam pemanfaatan energi terbarukan di Indonesia, yang pada gilirannya dapat berkontribusi pada penyediaan energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Penulisan daftar pustaka menggunakan Format APA dengan urutan secara alphabetic. Sumber pustaka yang ditulis dalam daftar pustaka sebelumnya harus pernah diacu dalam naskah. Disarankan menggunakan tools seperti Mendeley, Zotero maupun *reference management tools* yang lain.

- Ahmad, J., Hasan, A. ul, Naqvi, T., & Mubeen, T. (2019). A Review on Software Testing and Its Methodology. *Manager's Journal on Software Engineering*, 13(1), 32–38. <https://doi.org/10.26634/jse.13.3.15515>
- Aljawarneh, S., Aldwairi, M., & Yassein, M. B. (2018). Anomaly-based intrusion detection system through feature selection analysis and building hybrid efficient model. *Journal of Computational Science*, 25(1), 152–160. <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2017.03.006>
- Guo, Y., Han, S., Li, Y., Zhang, C., & Bai, Y. (2018). K-Nearest Neighbor combined with guided filter for hyperspectral image classification. *International Conference On Identification, Information and Knowledge in the Internet of Things*, 159–165.
- Handoko, D. (2016). Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Penentuan Penerima Beasiswa Dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW). In *Program Studi Teknik Informatika* (Vol. 5, Issue 2). Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kurniawan, Y. I., Rahmawati, A., Chasanah, N., & Hanifa, A. (2019). Application for determining the modality preference of student learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1367(1), 1–11. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1367/1/012011>
- Kurniawan, Y. I., Soviana, E., & Yuliana, I. (2018). Merging Pearson Correlation and TAN-ELR algorithm in recommender system. *AIP Conference Proceedings*, 1977. <https://doi.org/10.1063/1.5042998>
- Low, C. (2015). *NSL-KDD Dataset*. https://github.com/defcom17/NSL_KDD
- Shams, E. A., & Rizaner, A. (2018). A novel support vector machine based intrusion detection system for mobile ad hoc networks. *Wireless Networks*, 24(5), 1821–1829. <https://doi.org/10.1007/s11276-016-1439-0>
- Sridevi, M., Aishwarya, S., Nidheesha, A., & Bokadia, D. (n.d.). *Anomaly Detection by Using CFS Subset and Neural Network with WEKA Tools*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-1747-7>