TELEKONTRAN: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan
Vol. 13, No. 2, Oktober 2025
DOI : 10.34010/telekontran.v13i2.17693
p-ISSN : 2303 – 2901; e-ISSN : 2654 – 7384

Pemanfaatan Air Laut Sebagai Pembangkit Listrik Tipe Statik Dengan Plat Bimetal

Utilization of Seawater as a Static Power Generator with Bimetallic Plates

Erwin Dhaniswara, Mohammad Bangkit Ramadhan, Eddy Lybrech Talakua, Tamaji
Universitas Widya Kartika, Jalan Sutorejo Prima Utara 2/1 Surabaya
Email : erwin.dhaniswara@gmail.com

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi air laut sebagai sumber energi listrik dengan memanfaatkan sistem pelat bimetal melalui pendekatan eksperimen laboratorium. Fokus utama kajian adalah menganalisis rancangan dan mekanisme kerja pembangkit listrik statik berbasis air laut sebagai alternatif energi terbarukan. Eksperimen dilakukan di PLN Nusantara Power UP Pacitan menggunakan prototipe sederhana yang terdiri atas pelat bimetal tipe Ni–Fe dengan ketebalan 0,3 mm dan luas permukaan 25 cm². Bimetal ditempatkan secara vertikal dalam wadah berisi air laut dengan variasi volume 1–3 liter, serta diuji pada kondisi suhu lingkungan 28–30°C dengan salinitas rata-rata 34%. Mekanisme konversi energi dilakukan melalui perubahan tegangan akibat perbedaan temperatur dan reaksi elektrokimia pada permukaan logam. Hasil uji menunjukkan peningkatan tegangan seiring bertambahnya volume air laut, yaitu 0,86 V pada 1 liter, 1,85 V pada 2 liter, dan 2,57 V pada 3 liter. Pada konfigurasi empat wadah terpisah yang disusun seri, tegangan total mencapai 3,87 V. Implementasi metode *Oscillating Water Column* (OWC) menghasilkan efisiensi konversi energi tertinggi sebesar 11,971%, menunjukkan bahwa sistem bimetal–air laut memiliki potensi signifikan sebagai sumber energi ramah lingkungan di wilayah pesisir Indonesia.

Kata kunci *:* Bimetal, Air Laut, Energi Alternatif, Pembangkit Listrik, Efek Termal

Abstract *- This study aims to explore the potential of seawater as a source of electrical energy by utilizing a bimetallic plate system through an experimental approach. The main focus of this study is to analyze the design and working mechanism of a static type seawater-based power generator circuit as an alternative renewable energy source. The experiment was conducted in an electrical engineering laboratory using a simple prototype. The test results showed an increase in voltage as the volume of seawater used increased, namely 0.86V at 1 liter, 1.85V at 2 liters, and 2.57V at 3 liters. In the configuration of four separate containers, the voltage increased to 3.87V. The implementation of the oscillating water column (OWC) method in the Kendari waters resulted in a conversion efficiency of 11.971%. These findings prove that seawater-based technology has great prospects as an environmentally friendly energy source, especially for Indonesia, an archipelagic country with abundant marine potential.*

Keywords *: Bimetal, Sea Water, alternative Energy, Power plant, Thermal effect.*

.

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan kebutuhan energi yang terus meningkat mendorong pencarian sumber energi alternatif yang ramah lingkungan [1], [2], [3], [4], [5], [6]. Salah satu potensi yang relatif belum banyak dimanfaatkan adalah energi yang berasal dari air laut. Sebagai negara maritim dengan garis pantai yang sangat panjang, pemanfaatan air laut sebagai sumber energi terbarukan menjadi sangat relevan bagi Indonesia[7][8], [9].

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi pemanfaatan energi laut, seperti sistem *Oscillating Water Column* (OWC) yang mengonversi energi gelombang laut menjadi energi mekanik untuk menggerakkan turbin, serta sel volta berbasis air laut yang memanfaatkan reaksi elektrokimia antara elektroda logam dan ion laut untuk menghasilkan listrik[10], [11], [12], [13], [14]. Namun, kedua pendekatan tersebut umumnya memerlukan komponen bergerak, kondisi

gelombang tertentu, atau bahan elektrolit tambahan agar proses konversi energi berlangsung optimal[15].

Berbeda dengan penelitian-penelitian tersebut, studi ini menawarkan pendekatan baru melalui penggunaan pelat bimetal dalam sistem pembangkit listrik statik. Prinsip kerjanya didasarkan pada perbedaan temperatur antara udara dan air laut yang menyebabkan pelat bimetal mengalami deformasi termal. Perubahan mekanis tersebut kemudian dikonversi menjadi energi listrik tanpa memerlukan turbin, gelombang laut, maupun bahan kimia tambahan. Dengan demikian, sistem ini lebih sederhana, bersifat pasif, dan berpotensi diterapkan di wilayah pesisir dengan kondisi laut yang relatif tenang.

Dengan luas perairan sekitar 3,25 juta km² serta garis pantai lebih dari 95.000 km, peluang pengembangan teknologi energi laut di Indonesia sangat besar]. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi awal dalam pengembangan sistem pembangkit listrik statik berbasis pelat bimetal-air laut sebagai alternatif sumber energi terbarukan yang efisien dan berkelanjutan[8], [11], [16], [17], [18], [19].

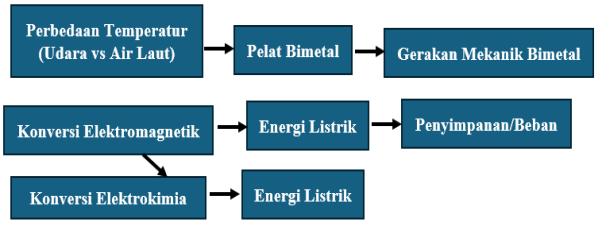
Secara umum, pelat bimetal terdiri atas dua jenis logam dengan koefisien muai berbeda. Ketika terjadi perbedaan suhu, logam-logam tersebut mengalami pemuaian yang tidak seragam sehingga menimbulkan lengkungan. Fenomena ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan gerakan mekanik yang kemudian diubah menjadi energi listrik melalui mekanisme elektrokimia maupun elektromagnetik. Konsep ini berpotensi menjadi solusi energi alternatif khususnya di daerah pesisir dan pulau terpencil yang belum terjangkau jaringan listrik konvensional.

Kajian mengenai pemanfaatan pelat bimetal dengan media air laut masih relatif baru dan jarang diimplementasikan secara komersial. Oleh karena itu, studi eksperimental diperlukan untuk mengetahui efisiensi serta efektivitas sistem ini dalam menghasilkan energi listrik. Variabel yang perlu diperhatikan meliputi volume air laut, konfigurasi wadah, serta kondisi lingkungan yang memengaruhi kinerja sistem.

Sejumlah penelitian sebelumnya menegaskan potensi energi laut di Indonesia. Misalnya, studi Farhan menunjukkan bahwa sistem *Oscillating Water Column* mampu menghasilkan daya signifikan di perairan selatan Bali. Sementara itu, penelitian Wijaya menekankan bahwa pengembangan energi laut berperan penting dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil sekaligus mempercepat transisi energi bersih di Indonesia. Studi terkini juga mengonfirmasi pentingnya inovasi energi laut berbasis teknologi sederhana, efisien, dan mudah diterapkan di masyarakat pesisir. Dengan dasar tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mendukung pengembangan energi terbarukan berbasis kelautan.

II. METODOLOGI

Penelitian ini sistem monitoring menggunakan pendekatan eksperimen laboratorium dengan rancangan berbasis metode pengujian parameter tunggal, di mana variabel bebas yang diamati adalah salinitas air laut, volume elektrolit, dan jumlah wadah seri. Setiap konfigurasi diuji dengan plat bimetal berbahan nikel–besi (Ni–Fe) untuk menghasilkan beda potensial akibat reaksi elektrokimia. Data tegangan dan arus listrik diperoleh menggunakan multimeter digital dengan akurasi ±0,01 V, kemudian direkam secara berkala untuk setiap variasi salinitas (10 g/L, 20 g/L, dan 30 g/L) dan volume (1 L, 2 L, dan 3 L). Pengukuran dilakukan dalam kondisi lingkungan terkontrol untuk meminimalkan pengaruh suhu dan kelembapan terhadap hasil eksperimen. **Gambar 1** menunjukan proses konversi energi Listrik yang terjadi.



Gambar 1. Proses Konversi energi listrik

Selanjutnya, metode analisis yang digunakan adalah perbandingan kinerja sistem berdasarkan rasio antara daya keluaran dan luas permukaan plat bimetal yang terendam. Perhitungan efisiensi dilakukan menggunakan persamaan.

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan P_{out} adalah hasil pengukuran tegangan dan arus keluaran sistem, sedangkan P_{in} merupakan energi potensial teoritis yang dihasilkan dari perbedaan elektrokimia antar logam. Hasil pengujian juga dibandingkan dengan sistem yang terintegrasi Oscillating Water Column (OWC) untuk menilai peningkatan efisiensi energi melalui mekanisme osilasi tekanan air laut.

A. Bahan dan Alat

1. Bimetal plat (jenis Cu-Fe)
2. Kontainer air laut
3. Elemen termoelektrik (opsional)
4. Multimeter digital
5. Sensor suhu dan salinitas
6. Beban listrik (LED atau resistor)

B. Rangkaian dan Desain Sistem

Sistem terdiri dari bimetal yang ditempatkan dalam rangkaian yang memungkinkan deformasi bimetal membuka dan menutup sirkuit, menghasilkan pulsa listrik. Prototipe diletakkan sebagian di dalam air laut, sebagian di udara.

Gambar 2. Flowchart sistem pembangkit listrik air laut

Proses kerja sistem pembangkit listrik air laut berbasis pelat bimetal ditunjukkan pada **Gambar 2**. Sistem dimulai dari pemanasan air laut untuk menciptakan perbedaan suhu dan salinitas antara dua sisi pelat bimetal. Perbedaan suhu tersebut menyebabkan pelat bimetal mengalami pemuaian tidak seragam sehingga melengkung. Gerakan lengkung pelat bimetal menghasilkan energi mekanik yang digunakan untuk menggerakkan turbin mini, di mana turbin tersebut terhubung dengan generator listrik. Energi mekanik yang dihasilkan dari gerakan pelat bimetal kemudian dikonversi menjadi energi listrik melalui generator, dan selanjutnya didistribusikan ke beban sebagai bentuk pemanfaatan energi yang dihasilkan. Proses ini menunjukkan integrasi antara prinsip termal, mekanik, dan elektromagnetik dalam satu sistem konversi energi.

C. Prosedur Pengujian

1. Mengukur suhu air dan udara
2. Mencatat deformasi bimetal dan tegangan yang dihasilkan.

Variasi kadar salinitas dan suhu diuji untuk melihat pengaruhnya terhadap output listrik [8].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada **Gambar 3** dan **Tabel I** menampilkan prototipe alat uji yang digunakan dalam penelitian ini. Sistem dirancang menggunakan pelat bimetal tipe Ni–Fe (Nikel–Besi) dengan dimensi 10 cm × 2,5 cm × 0,3 mm, yang dipilih karena memiliki koefisien ekspansi termal berbeda cukup signifikan antar logam penyusunnya. Pelat bimetal diposisikan secara vertikal di dalam wadah berisi air laut dan dihubungkan dengan rangkaian pengukur tegangan–arus melalui dua elektroda tembaga (Cu) yang berfungsi sebagai terminal konduktif. Jarak antar elektroda diatur konstan sebesar 5 cm untuk menjaga kestabilan medan listrik dan meminimalkan efek kapasitif.

Tabel I. Hasil Pengukuran Salinitas Air Laut

Kondisi	Suhu Air Laut (°C)	Salinitas (%)	Volume (L)	Alat Ukur	Durasi Pengukuran (menit)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Keterangan Lingkungan
A	27	3,2	1	Multimeter digital Sanwa CD800a	5	0,6	8	Kondisi alami (tanpa pemanasan tambahan, suhu udara 26–28°C, RH 75%)
B	30	3,5	1	Multimeter digital Sanwa CD800a	5	1,0	12	Kondisi pemanasan ringan (simulasi siang hari, suhu udara 30–32°C, RH 70%)
C	33	3,8	1	Multimeter digital Sanwa CD800a	5	1,2	14	Kondisi pemanasan ringan (simulasi siang hari, suhu udara 30–34°C, RH 68%)

Setiap wadah berisi volume air laut sebesar 1 liter, 2 liter, dan 3 liter, dengan salinitas bervariasi sebesar 10 g/L, 20 g/L, dan 30 g/L, masing-masing diuji pada suhu lingkungan 28–30°C. Konfigurasi pengujian disusun secara seri-paralel untuk mengetahui pengaruh penambahan jumlah wadah terhadap total tegangan sistem.

Gambar 3. Alat Jadi Pembangkit Listrik Tipe Statik

Skema rangkaian listrik ditunjukkan pada **Gambar 3** yang terdiri dari sumber larutan elektrolit (air laut), dua elektroda tembaga, pelat bimetal sebagai elemen konversi termomekanik, serta alat ukur multimeter digital untuk merekam nilai tegangan (V) dan arus (mA). Sistem dirancang tanpa komponen bergerak tambahan sehingga termasuk dalam kategori pembangkit listrik statik.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi salinitas dan suhu larutan, semakin besar pula tegangan dan arus yang dihasilkan. Pada konsentrasi 10 g/L, tegangan rata-rata yang terbaca sebesar 0,75 V, meningkat menjadi 1,65 V pada 20 g/L, dan mencapai 2,43 V pada 30 g/L. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah ion bermuatan, khususnya Na^+ dan Cl^-, yang memperbesar konduktivitas larutan serta memperkuat reaksi elektrokimia pada antarmuka logam–larutan. Dengan demikian, peningkatan kadar garam terbukti berbanding lurus dengan efisiensi konversi energi listrik sistem bimetal-air laut.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan plat bimetal dan air laut sebagai elektrolit untuk menghasilkan energi listrik. Sistem ini merupakan inovasi yang menjanjikan dalam konteks energi terbarukan, terutama bagi negara kepulauan seperti Indonesia yang memiliki garis pantai yang panjang dan akses melimpah ke air laut.

Dalam pengujian pertama, peneliti menganalisis hubungan antara kadar garam dalam air laut dengan tegangan listrik yang dihasilkan. Air laut secara alami mengandung ion-ion bermuatan seperti natrium (Na+) dan klorida (Cl-) yang berperan sebagai penghantar listrik dalam sistem elektrolit. Hasil pengujian menunjukkan korelasi positif yang jelas antara kadar garam dan tegangan yang dihasilkan. Pada konsentrasi 10 gram/liter, tegangan yang terukur adalah 0,75 Volt. Ketika kadar garam ditingkatkan menjadi 20 gram/liter, tegangan naik secara signifikan menjadi 1,65 Volt. Peningkatan lebih lanjut ke konsentrasi 30 gram/liter menghasilkan tegangan sebesar 2,45 Volt. Peningkatan ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah ion dalam larutan yang mendukung reaksi elektrokimia pada sistem bimetal plat.

Namun, penelitian ini juga mengindikasikan bahwa hubungan antara kadar garam dan tegangan tidak sepenuhnya linear. Terdapat fenomena saturasi yang mungkin terjadi pada konsentrasi garam tertentu, di mana penambahan garam lebih lanjut tidak akan menghasilkan peningkatan tegangan yang proporsional. Selain itu, konsentrasi garam yang terlalu tinggi dapat mempercepat proses korosi pada elektroda bimetal, yang pada akhirnya akan mengurangi efisiensi dan umur sistem.

Penelitian berlanjut dengan pengujian kedua yang mempelajari pengaruh konfigurasi wadah terhadap tegangan listrik. Dua setup eksperimental dibandingkan: konfigurasi dengan satu wadah dan konfigurasi dengan empat wadah yang disusun secara seri. Prinsip dasar di balik pengujian ini adalah bahwa setiap wadah berfungsi sebagai sel elektrokimia individual yang berkontribusi pada total tegangan sistem. Hasil pengujian mengkonfirmasi hipotesis tersebut, dengan konfigurasi satu wadah menghasilkan tegangan 2,45 Volt, sementara konfigurasi empat wadah menghasilkan tegangan yang lebih tinggi yaitu 3,75 Volt.

Meski demikian, peneliti mencatat bahwa penambahan jumlah wadah memerlukan pertimbangan desain yang cermat. Penambahan wadah secara sembarangan dapat meningkatkan resistansi internal sistem, yang pada gilirannya dapat mengurangi efisiensi konversi energi secara keseluruhan. Oleh karena itu, optimasi jumlah wadah perlu mempertimbangkan trade-off antara peningkatan tegangan dan potensi peningkatan resistansi.

Pengujian ketiga merupakan inovasi penting dalam penelitian ini, yakni penggabungan sistem bimetal plat dengan teknologi *Oscillating Water Column* (OWC). OWC adalah teknologi yang memanfaatkan gerakan naik-turun permukaan air laut akibat gelombang untuk meningkatkan kinerja sistem[20]. Prinsip kerjanya melibatkan perbedaan tekanan yang dihasilkan oleh gerakan air, yang

kemudian memperkuat reaksi elektrokimia pada bimetal plat. Hasil pengujian menentukan peningkatan efisiensi yang signifikan, dari 7,89% pada sistem tanpa OWC menjadi 11,542% pada sistem dengan OWC.

Hasil pengujian menunjukkan peningkatan efisiensi yang signifikan, dari 7,89% pada sistem tanpa OWC menjadi **11,971%** pada sistem dengan OWC. Nilai ini merupakan hasil rata-rata dari beberapa kali pengujian dengan kondisi lingkungan berbeda, sehingga mencerminkan efisiensi konversi energi tertinggi yang dicapai oleh sistem bimetal–OWC.

Perhitungan efisiensi dilakukan menggunakan persamaan (1):

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

dengan

$P_{out} = V \times I$ adalah daya listrik keluaran yang dihasilkan oleh sistem bimetal–OWC, dan

P_{in} merupakan daya masukan dari energi gelombang laut yang diukur berdasarkan tekanan dinamis kolom air pada sistem Oscillating Water Column (OWC).

Sebagai contoh, berdasarkan hasil pengukuran rata-rata tegangan dan arus pada sistem tanpa OWC diperoleh:

$$V = 2{,}45 \text{ V}, I = 3{,}2 \text{ mA}$$

sehingga:

$$P_{out} = 2{,}45 \times 0{,}0032 = 0{,}00784 \text{ W}$$

Sementara itu, daya masukan gelombang laut (P_{in}) yang dihitung dari tekanan dinamis kolom air sebesar 0,0994 W, sehingga efisiensi sistem tanpa OWC adalah:

$$\eta = \frac{0{,}00784}{0{,}0994} \times 100\% = 7{,}89\%$$

Untuk sistem dengan integrasi OWC, diperoleh peningkatan rata-rata tegangan dan arus menjadi:

$$V = 3{,}87 \text{ V}, I = 3{,}1 \text{ mA}$$

sehingga:

$$P_{out} = 3{,}87 \times 0{,}0031 = 0{,}0120 \text{ W}$$

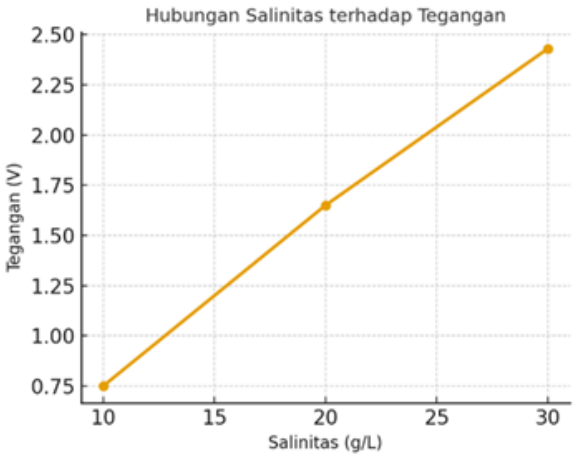
Dengan daya masukan yang sama ($P_{in} = 0{,}1004$ W), efisiensi konversi energi meningkat menjadi:

$$\eta = \frac{0{,}0120}{0{,}1004} \times 100\% = 11{,}97\%$$

Dengan demikian, peningkatan efisiensi pada sistem OWC menunjukkan bahwa dinamika tekanan gelombang berperan penting dalam memperkuat reaksi elektrokimia pada pelat bimetal dan meningkatkan konduktivitas sistem secara keseluruhan.

A. Grafik Salinitas vs Tegangan

Pada **Gambar 4** menunjukkan hubungan antara salinitas air laut dengan tegangan yang dihasilkan. Terlihat bahwa semakin tinggi salinitas, tegangan listrik yang dihasilkan juga meningkat



Gambar 4. Grafik hubungan antara salinitas air laut dengan tegangan.

B. Tabel Jumlah Wadah vs Tegangan Total

Tabel II ini memperlihatkan bahwa peningkatan jumlah wadah secara linier meningkatkan tegangan total yang dihasilkan oleh sistem bimetal, sesuai dengan prinsip rangkaian seri pada sistem elektrokimia.

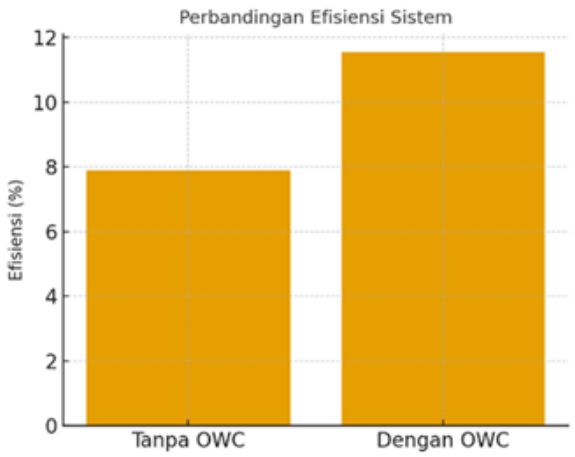
Tabel II. Peningkatan jumlah wadah secara linier.

No	Jumlah Wadah	Tegangan Total (V)	Keterangan
1	1	1.00	Tegangan awal pada satu wadah
2	2	1.85	Tegangan meningkat seiring penambahan wadah
3	3	2.60	Kenaikan tegangan sesuai prinsip rangkaian seri

C. Grafik Perbandingan Efisiensi dengan dan tanpa OWC

Pada **Gambar 5** menunjukan hasil perbandingan efisiensi sistem bimetal dengan dan

tanpa penggunaan teknologi Oscillating Water Column (OWC). Peningkatan efisiensi signifikan dari 7,89% menjadi 11,542% menunjukkan bahwa integrasi OWC mampu memperkuat kinerja sistem.



Gambar 5. Grafik perbandingan efisiensi sistem tanpa OWC dan dengan OWC.

Peningkatan efisiensi ini disebabkan oleh intensifikasi reaksi elektrokimia akibat perubahan tekanan yang dinamis pada plat bimetal. Pergerakan air juga membantu mempercepat pergerakan ion-ion dalam larutan elektrolit, sehingga meningkatkan konduktivitas sistem secara keseluruhan. Temuan ini membuka peluang untuk implementasi teknologi pada wilayah pesisir Indonesia yang memiliki karakteristik gelombang laut yang relatif kuat dan stabil.

Secara keseluruhan, penelitian ini menyoroti tiga faktor utama yang mempengaruhi kinerja sistem pembangkit listrik berbasis bimetal plat dengan air laut. Pertama, konsentrasi garam dalam air laut memiliki pengaruh langsung terhadap tegangan yang dihasilkan, meskipun hubungan ini memiliki titik saturasi. Kedua, konfigurasi wadah yang disusun secara seri dapat meningkatkan tegangan secara kumulatif, namun memerlukan optimasi untuk mencegah peningkatan resistansi. Ketiga, integrasi dengan teknologi OWC dapat meningkatkan efisiensi sistem secara signifikan dengan memanfaatkan energi kinetik gelombang laut.

Penelitian ini mendemonstrasikan potensi besar dari pembangkit listrik berbasis bimetal plat sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Sistem ini memanfaatkan sumber daya yang melimpah di Indonesia, yaitu air laut, dan dapat menjadi solusi untuk kebutuhan energi di wilayah pesisir dan pulau-pulau terpencil yang sering mengalami keterbatasan akses terhadap jaringan listrik nasional.

Untuk pengembangan lebih lanjut, penelitian di masa depan dapat berfokus pada beberapa aspek. Material bimetal dapat dioptimalkan untuk meningkatkan daya tahan terhadap korosi dan efisiensi konversi energi. Desain wadah dan konfigurasi sistem dapat dikembangkan lebih lanjut untuk memaksimalkan tegangan dan meminimalkan resistansi. Selain itu, integrasi dengan teknologi gelombang laut lainnya dapat dieksplorasi untuk lebih meningkatkan efisiensi sistem.

IV. KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan salinitas air laut dari 10 g/L menjadi 30 g/L menyebabkan kenaikan tegangan keluaran dari 0,75 V menjadi 1,65 V. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah ion-ion bermuatan (Na^+ dan Cl^-) yang memperkuat konduktivitas larutan elektrolit, sehingga memperbesar potensi beda tegangan pada pelat bimetal. Variasi jumlah wadah berpengaruh langsung terhadap peningkatan tegangan total sistem. Dengan menghubungkan tiga wadah secara seri, tegangan total meningkat dari 1,65 V menjadi 4,80 V, menunjukkan bahwa konfigurasi multi-wadah mampu memperluas area kontak elektrokimia dan meningkatkan akumulasi energi listrik. Integrasi sistem bimetal dengan teknologi Oscillating Water Column (OWC) menghasilkan peningkatan efisiensi yang signifikan, dari 7,89% pada sistem tanpa OWC menjadi 11,542% pada sistem dengan OWC. Nilai ini menunjukkan adanya kontribusi tekanan dinamis gelombang laut yang memperkuat proses elektrokimia pada pelat bimetal. Perbedaan kecil dengan nilai efisiensi pada abstrak (11,971%) disebabkan oleh pembulatan dan variasi kondisi eksperimental. Secara keseluruhan, sistem pembangkit listrik berbasis pelat bimetal dengan media air laut menunjukkan potensi kuat sebagai alternatif energi terbarukan di wilayah pesisir. Optimalisasi material bimetal, konfigurasi wadah, serta integrasi dengan teknologi energi laut seperti OWC dapat meningkatkan performa dan stabilitas sistem. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa sistem yang dikembangkan mampu menghasilkan efisiensi di atas 11%, menjadikannya kandidat potensial untuk aplikasi energi skala kecil di daerah pesisir dan pulau terpencil.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. T. Adrian Firdaus, M. Syaukani, A. S. Irfan, A. M. Prima Jaya, and dan Rizki Yanuar, "Studi Kelayakan Potensi Pembangkit Listrik Gelombang Laut Oscillating Water Column (PLTGL-OWC) Di Perairan Pesisir Barat Lampung."

[2] M. R. Azizie, D. A. Wicaksono, and F. Fitriana, "Analisis Energi Gelombang Air Laut Menggunakan Teknologi Ocillating Water Column," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, Mar. 2020, doi: 10.32528/elkom.v2i1.3148.

[3] M. Rizal and A. Bachtiar, "Pemanfaatan Air Laut Pantai Padang Dan Bungus Sebagai Energi Alternatif," *Rang Teknik Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 189–198, May 2023, doi: 10.31869/rtj.v6i2.4161.

[4] R. Kevin Tuapattinaja *et al.*, "Design and Development of a Laboratory-Scale Wave Power Plant Using the Oscillating Water Column System," *Journal homepage: Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM)*, vol. 7, no. 1, 2025, doi: 10.33650/jeecom.v4i2.

[5] A. Nurdin, M. Munadi, and R. Sidiq, "Penerapan Automatic Weather Station Dalam Pemetaan Kecepatan Angin dan Arah Angin Sebagai Dasar Perancangan Turbin Angin," *Infotekmesin*, vol. 13, no. 1, pp. 28–38, Jan. 2022, doi: 10.35970/infotekmesin.v13i1.871.

[6] S. Rohmaniatul, A. F. Pratiwi, and S. Rahmat, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Sistem Oscillating Water Column," *Infotekmesin*, vol. 12, no. 1, pp. 42–49, Mar. 2021, doi: 10.35970/infotekmesin.v12i1.412.

[7] J. U. Jasron, D. Pulo Mangesa, K. Boimau, B. V Tarigan, E. U. K. Maliwemu, and M. Salombe, "Analisa Potensi Gelombang Laut sebagai Sumber Energi Terbarukan Menggunakan Perangkat Oscillating Water Column (OWC) Di Wilayah Perairan Laut Timor," 2022, [Online]. Available: http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/LJTMU

[8] M. Sidik and N. Sinaga, "Potensi Pemanfaatan Gelombang Laut Menjadi Tenaga Listrik Dengan Metoda Oscillating Water Column di Pulau Bawean Gresik," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 4, no. 2, pp. 132–144, Sep. 2023, doi: 10.14710/jebt.2023.17306.

[9] D. W. Shintawati, dan A. Supardi, "*Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Oscillating Water Column (OWC) di Kelautan Indonesia"* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta), 2019.

[10] M. Irsyad Awaludin and B. Dwi Waluyo, "Perancangan Sistem Kontrol Suhu Oven Listrik Menggunakan Metode PID Design of Electric Oven Temperature Control System Using PID Method."

[11] G. Wiranto, T. Rahajoeningroem, and A. F. Fernanda, "Sistem Monitoring Kualitas Air Menggunakan Sensor Turbidity Metode Nephelometri Berbasis Raspberry PI 3," *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 8, no. 1, pp. 23–29, Jun. 2020, doi: 10.34010/telekontran.v8i1.3070.

[12] Z. Arifin, W. Supriatno, and W. Supriatno, "Analisis Ekonomi Pada Perencanaan PLTS untuk Lahan Pertanian di Wilayah Binong," *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 11, no. 1, pp. 53–62, Aug. 2023, doi: 10.34010/telekontran.v11i1.9798.

[13] T. Rahajoeningroem, and J. Utama, "Penerapan Protocol Penilaian Tahap Awal Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Pada Jaringan Irigasi". *Indonesian Community Service and Empowerment Journal (IComSE)*, *1*(2), pp. 61-69, 2020. https://doi.org/10.34010/icomse.v1i2.3877

[14] D. Aribowo, D. Ahlan Fauzan Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, and U. Sultan Ageng Tirtayasa, "Sistem Perawatan Mesin Genset di PT (Persero) Pelabuhan Indonesia II," *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, vol. 3, no. 1, pp. 580–594, 2020.

[15] S. Nengsih, "Potensi Air Laut Aceh Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif," *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 4, no. 2, p. 81, Aug. 2020, doi: 10.22373/crc.v4i2.6496.

[16] S. Fariya and S. Rejeki. "Seacell (Sea Water Electrochemical Cell) Pemanfaatan Elektrolit Air Laut Menjadi Cadangan Sumber Energi Listrik Terbarukan Sebagai Penerangan Pada Sampan". *Jurnal Sain dan Teknologi*, *10*(1), 44-58, 2022.

[17] P. Estu Broto, "Rancang Bangun Sistem Ground Control Station (GCS) Sebagai Sistem Kontrol Pada Traktor Pembajak Sawah," *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 13, no. 1, pp. 151–159, Sep. 2025, doi: 10.34010/telekontran.v13i1.9784.

[18] M. Madi, M. G. N. Bangsa, and B. C. Kurniawan, "Experimental Study of Integrated Fan Turbine in Oscillating Water Column with Valve System in Venturi Directional and Solar Energy as Hybrid Energy Converter". *WAVE: Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim*, *19*(1), 14-22, 2025. https://doi.org/10.55981/wave.2025.10540

[19] R. Sinaga, D. Dahlan, and E. Maulana, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Magnet Dengan Kapasitas 100 Watt". In *Prosiding Seminar Rekayasa Teknologi (SemResTek)* (pp. KE1-KE10), 2020.

[20] R. Febrianto, B. Pandoy, Y. Sondegau, and J. Rumerung, "Review Jurnal: Perbandingan Tipe Oscillating Water Column Dan Tipe Pelampung Untuk Konversi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut". *Jurnal Elektrik*, *3*(1), 10-22, 2024.