



The 5th Conference on Innovation and Application of Science and Technology
(CIASTECH)

Website Ciastech 2022 : <https://ciastech.widyagama.ac.id>

Open Conference Systems : <https://ocs.widyagama.ac.id>

Proceeding homepage : <http://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/ciastech/index>

P-ISSN : 2622-1276

E-ISSN: 2622-1284

KONVERSI GELOMBANG LAUT MENJADI ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN METODE CANTILEVER PIEZOELECTRIC

Ahmad Rusli Wahyu Setiawan^{1*)}, Gigih Priyandoko²⁾, Mohammad Mukhsim³⁾

^{1,2,3)} Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

INFORMASI ARTIKEL

Data Artikel :

Naskah masuk, 15 Agustus 2022

Direvisi, 7 September 2022

Diterima, 10 Oktober 2022

Email Korespondensi :

ahmadrusli988@gmail.com

ABSTRAK

Energi terbarukan memiliki peran penting dalam keberlangsungan makhluk hidup saat ini, energi terbarukan yang memiliki peluang terbesar adalah gelombang laut. pada penilitain ini dibuat sebuah prototipe alat konversi gelombang laut yang mampu mengatasi masalah nelayan penangkap ikan dengan metode *light fishing*. *piezoelectric* digunakan karena memiliki kemampuan untuk membangkitkan potensial listrik dengan hanya memberikan tekanan pada permukaannya. Energi yang dihasilkan simulator diteruskan oleh pelampung bola yang terhubung dengan roda gigi rack pinion sehingga dapat merubah gerak translasi gelombang laut menjadi rotasi. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran tegangan menggunakan Avometer dan sensor tegangan. Pada saat pengujian digunakan variasi periode gelombang laut berturut turut adalah 1,2 detik, 0,85 detik, 0,80 detik, 0,75 detik, dan 0,70 detik. Dari hasil pengujian manual menggunakan avometer didapati pada saat nilai tegangan tertinggi diangka 5,1 V dan terendah diangka 2,3 V. kemudian hasil pengujian menggunakan simulator didapati pada saat periode gelombang laut $\geq 0,85$ detik nilai rata rata tegangan ≤ 2 V sedangkan pada saat periode gelombang laut $\leq 0,80$ detik, nilai rata-rata tegangan menunjukkan angka ≥ 2 V.

Kata Kunci : Energi listrik, cantilever piezoelectric, gelombang laut, energi terbarukan.

1. PENDAHULUAN

Indonesia dengan garis pantai terbesar kedua memiliki potensi yang sangat besar untuk dimanfaatkan menjadi sesuatu yang memiliki *value* bagi masyarakat. potensi tersebut dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan sumber energi terbarukan yang ada di Indonesia[1]. Seperti yang kita ketahui bersama sebagian besar kebutuhan tenaga listrik di Indonesia masih dipasok dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil yang mana dapat mengakibatkan polusi udara dan juga dapat merusak lingkungan yang ada disekitarnya[2]. Minyak Bumi masih menduduki peringkat tertinggi dalam penggunaannya, kemudian diikuti gas alam dengan presentase 51,66%,

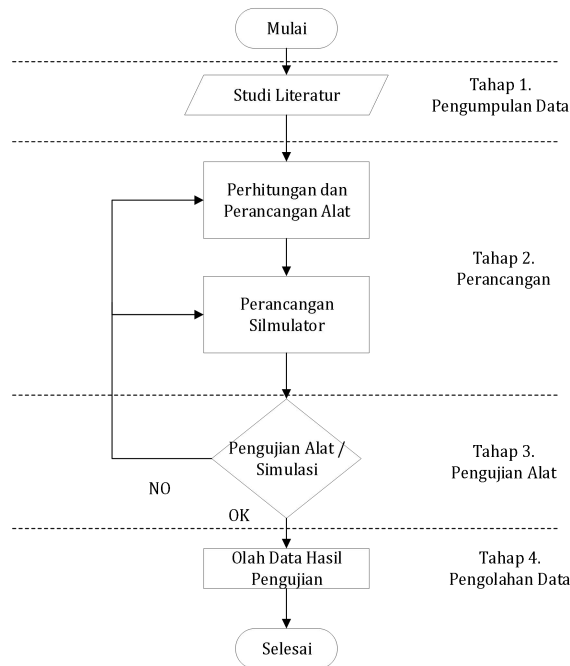
sisanya dipasok dari energi minyak sebesar 28,57% dan energi terbarukan 4,43%[3]. Dengan adanya energi terbarukan yang dihasilkan dari potensi laut di Indonesia maka presentasi penggunaan minyak bumi akan semakin berkurang dan digantikan oleh energi terbarukan, hal tersebut dapat membantu persoalan persediaan energi yang terjadi di daerah utara pesisir pantai Jawa dimana beberapa nelayan menangkap ikan menggunakan cahaya untuk menarik perhatian ikan agar mendekati jala nelayan atau biasa disebut sebagai metode *light fishing*. Pemanfaatan gelombang laut sangat jarang dilakukan di Indonesia hal tersebut dikarenakan minimnya daya energi listrik yang dihasilkan oleh gelombang laut[4]. Indonesia memiliki potensi gelombang laut yang sangat besar dengan kerapatan mencapai 20 kW/m^2 gelombang laut [5]. Proses konversi gelombang laut menjadi energi listrik memiliki beberapa metode diantaranya menggunakan metode pelampung dengan variasi dimensi pelampung dan panjang lengan, metode tersebut mengubah energi gelombang laut menjadi energi mekanik yang kemudian digunakan untuk menggerak atau memutar generator[6]. Kemudian Sistem *Oscillating Water Column*[7], metode ini menggunakan udara yang terkompresi disebuah ruangan yang dihasilkan dari lengan gelombang dengan penggerak motor *power window* untuk menggerakkan turbin yang terhubung dengan generator[8].

Metode konversi gelombang laut menjadi energi listrik yang lainnya adalah *Cantilever Piezoelectric* [9] dengan mekanisme pelampung bola, mekanisme *Energy Harvester* ini dibuat dengan memanfaatkan pelampung bola yang dapat menggerakkan roda gigi guna meningkatkan frekuensi *cantilever piezoelectric* hingga mendekati frekuensi resonansi, pada ujung roda gigi dipasangkan roda pemukul pemukul yang nantinya memberikan gaya pukul pada salah satu ujung *cantilever piezoelectric*. pada penelitian yang telah dilakukan didapatkan daya tertinggi sebesar $3,476 \times 10^{-7}$ Watt, dengan jumlah *piezoelectric* 3 dan amplitudo gelombang 4,7 cm[10][11]. Adapun penelitian dengan metode yang sama hanya saja memiliki tipe pelampung yang berbeda, yaitu pelampung silinder, prinsip kerja dari metode ini adalah dengan memanfaatkan gerakan pelampung silinder yang disebabkan oleh gelombang laut kemudian gerakan pelampung digunakan untuk menggerakkan roda gigi, berbeda dengan metode *cantilever piezoelectric* tipe pelampung bola, roda gigi yang digunakan pada metode *cantilever piezoelectric* tipe pelampung silinder memiliki mekanisme yang lebih rumit, daya terbesar terjadi saat frekuensi 1 Hz dengan jumlah *piezoelectric* 5 buah adalah 4.92×10^{-6} Watt[12].

Dari penelitian yang sudah dilakukan metode *Cantilever Piezoelectric* pelampung bola memiliki sistem mekanisme roda gigi yang lebih praktis dengan output gerakan roda pemukul yang sama, dikarenakan lengan bola bergerak secara vertikal. dengan memodifikasi mekanisme roda gigi metode ini mampu memberikan output yang lebih baik, sehingga energi listrik yang dihasilkan dapat digunakan nelayan untuk menarik perhatian ikan menggunakan lampu penerangan, oleh karena itu metode *Cantilever Piezoelectric* pelampung bola dengan mekanisme roda gigi yang telah dimodifikasi dan mengganti tipe *piezoelectric* yang digunakan, diharapkan dengan kondisi cuaca yang kurang baik metode *light fishing* tetap dapat dilakukan oleh nelayan tanpa menghabiskan banyak waktu dikarenakan harus melakukan pengecasan di daratan.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, ada beberapa tahapan metode penelitian, dimulai dari pengumpulan data, perancangan, pengujian alat, dan pengolahan data.



2.1. Pengumpulan Data

Tahapan awal dalam proses penelitian ini adalah melakukan pengumpulan data agar dapat mendapatkan pemahaman tentang teori dasar ataupun khusus dengan harapan agar memperoleh informasi pendukung yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Tahapan pengumpulan data dilakukan dengan mencari buku dan jurnal penelitian yang berhubungan dengan proses penelitian yang dilakukan dengan memanfaatkan perpustakaan maupun internet.

2.2. Perancangan

Tahapan selanjutnya adalah proses pemodelan sistem dari hasil pengumpulan data yang telah dilakukan, dalam tahap perancangan dibagi menjadi dua bagian yaitu:

a. Perhitungan dan Perancangan Alat

Tegangan dan Arus yang dihasilkan *piezoelectric* berbanding lurus dengan gaya yang diberikan dan berbanding terbalik dengan luas penampang bidang.

$$Q = d_{33} \times F \quad (1)$$

Keterangan :

Q = Muatan Arus (Ampere.s)

F = Gaya (N)

d_{33} = Konstanta Charge Piezoelectric (pC/N)

$$V = \frac{g_{33} \times T \times F}{A} \quad (2)$$

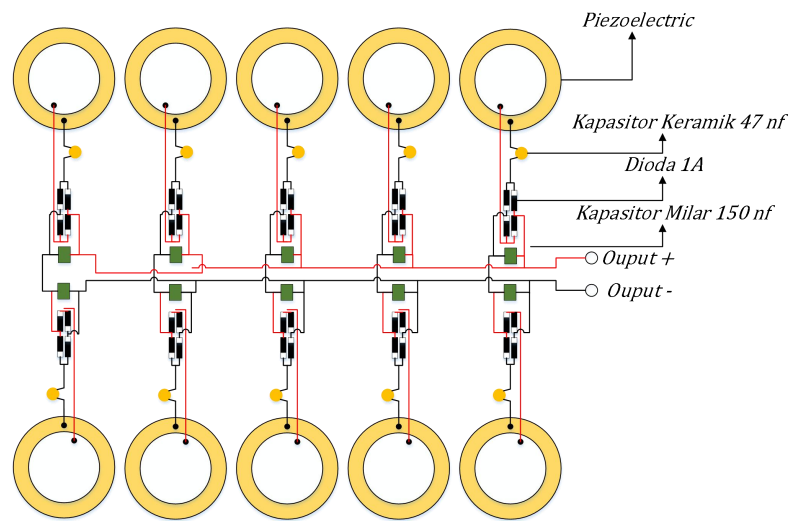
Keterangan :

V = Tegangan Keluaran Piezoelectric (Volt)

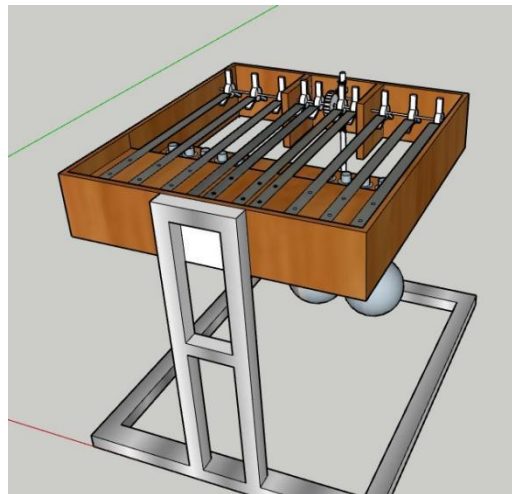
F = Gaya (N)

g_{33} = Konstanta Tegangan Piezoelectric (mV.m/N)

A = Luas Piezoelectric (m²)

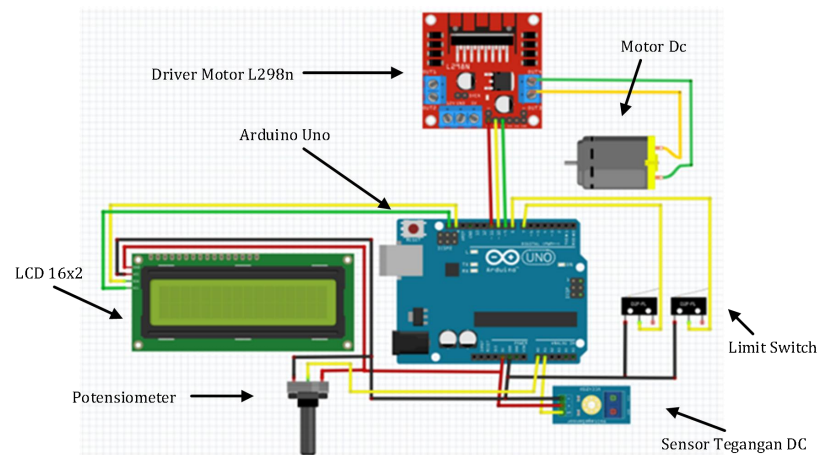


Gambar 1. Desain Elektrik

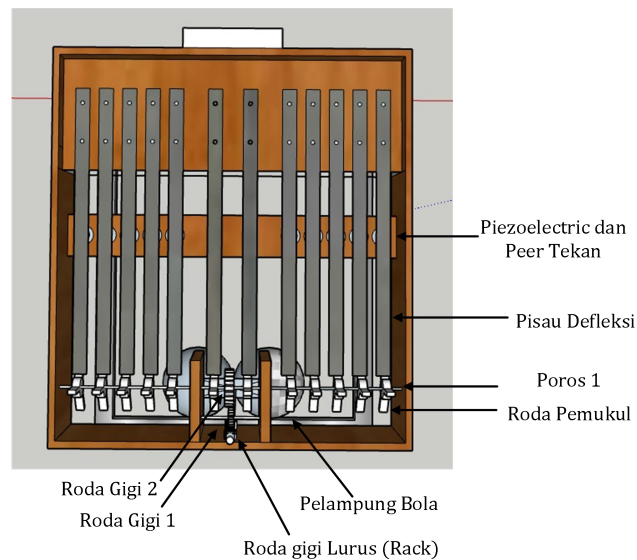


Gambar 2. Desain Mekanik

b. Perancangan Simulator



Gambar 3. Rangkaian Simulator



Gambar 4. Tata Letak

- 1) Gelombang laut menggerakkan pelampung bola sehingga menimbulkan translasi dan menggerakkan roda gigi.
- 2) Roda gigi yang digunakan adalah jenis roda gigi lurus (*rack*) yang berfungsi untuk mengubah gerak translasi menjadi rotasi.
- 3) Kemudian gerakan roda gigi lurus (*rack*) diteruskan pada roda gigi memutar (*pinion*) yang berada pada poros 1.
- 4) Dengan adanya putaran pada roda gigi 1 maka putaran akan diteruskan pada roda gigi 2 dimana juga akan menggerakkan roda pemukul sehingga timbul gaya *impact* pada ujung pisau defleksi.
- 5) Peer tekan diletakkan dibagian bawah pisau defleksi dan dibagian atas *impact cap piezoelectric* sehingga membangkitkan tegangan yang kemudian disalurkan menggunakan dioda *bridge*.
- 6) Setelah tegangan disalurkan kemudian dihubungkan pada kapasitor untuk memperhalus riak gelombang listrik yang dihasilkan.

2.3. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan secara menyeluruh dengan menggunakan simulator gelombang laut yang dapat diatur menggunakan acuan periode gelombang laut. Berikut tahapan dalam proses simulasi:

- 1) *Limit switch Up* ditekan manual, motor menggerakkan pelampung bola naik hingga *Limit switch Down* tertekan, kondisi tersebut akan terus berulang hingga *power supply* pada *driver* motor maupun Arduino dimatikan.
- 2) Potensiometer pada rangkaian simulator digunakan untuk mengatur waktu per satu gelombang.
- 3) Piezoelectric menghasilkan tegangan akibat adanya gerakan pelampung bola, tegangan tersebut diukur menggunakan sensor tegangan 25v dimana sensor bekerja menggunakan prinsip pembagi tegangan resistor.
- 4) Keluaran sensor berupa sinyal analog yang kemudian dirubah ke dalam sinyal digital oleh Arduino ditampilkan melalui lcd 16x2 dan komunikasi serial menggunakan perangkat lunak data acquisition yaitu PLX-DAQ.

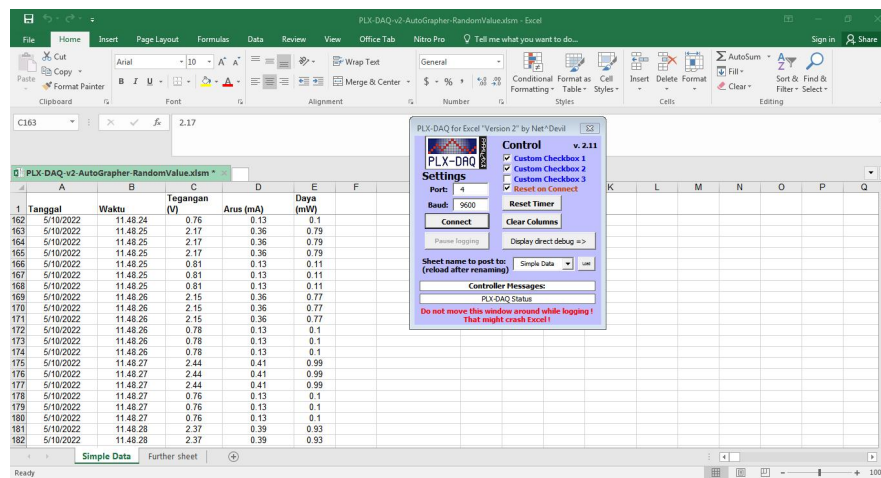
2.4. Pengolahan Data

Pengambilan data diulang sebanyak lima kali dengan variasi periode gelombang laut yang berbeda, data yang didapatkan diolah menggunakan Microsoft excel sehingga didapatkan nilai tegangan, arus dan daya berupa grafik 2 dimensi dan parameter yang mudah dipahami. Dilakukan juga pengukuran manual menggunakan avometer.

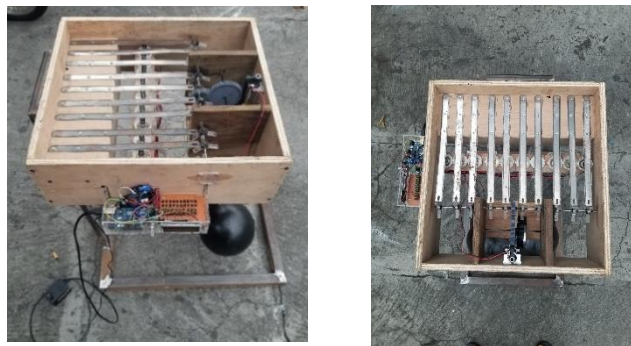
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengambilan Data

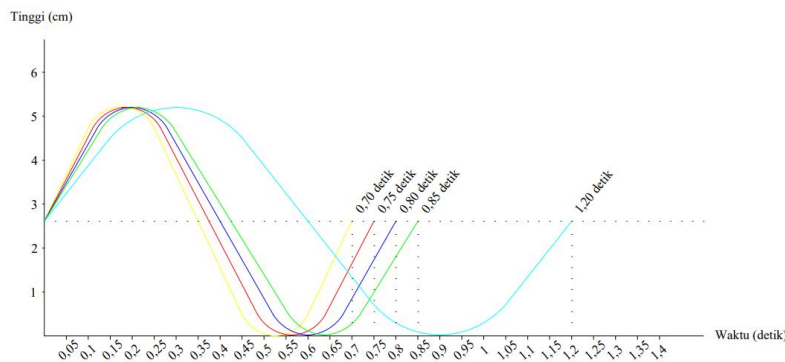
Pada penelitian ini pengambilan data tegangan dilakukan menggunakan sensor tegangan . Keluaran sensor berupa sinyal analog yang kemudian dirubah ke dalam sinyal digital oleh Arduino dan disimpan dalam komputer yang terhubung melalui komunikasi serial menggunakan perangkat lunak *data acquisition* yaitu PLX-DAQ.



Gambar 5. Software data acquisition PLX-DAQ

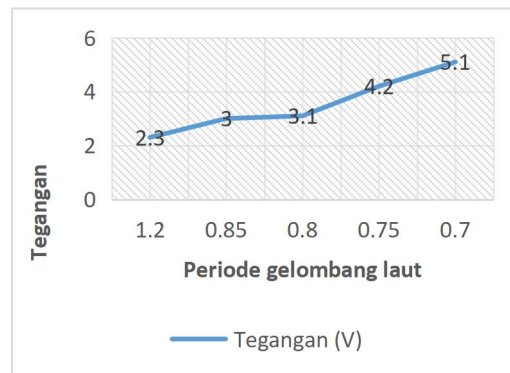


Gambar 6. Alat keseluruhan



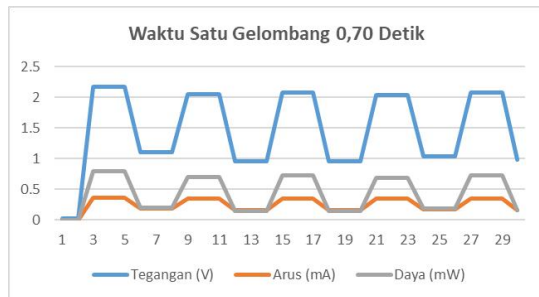
Gambar 7. Ilustrasi Gelombang laut

Gambar 7 menunjukkan ilustrasi dari gelombang laut yang digunakan sebagai input simulasi dimana tinggi gelombang yang digunakan sama yaitu 5,2 cm dengan variasi periode gelombang laut setiap gelombang yang berbeda. Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali dengan variasi periode gelombang laut 1,2 detik, 0,85 detik, 0,80 detik, 0,75 detik, 0,70 detik. Data diambil secara manual menggunakan avometer maupun menggunakan simulator gelombang laut, dimana pengambilan data manual diambil rata-rata output keluaran avometer dengan waktu berjalan simulasi selama 2 menit. Begitu pun dengan pengambilan data menggunakan simulator gelombang laut diambil 30 data dengan waktu kurang dari 1 menit.

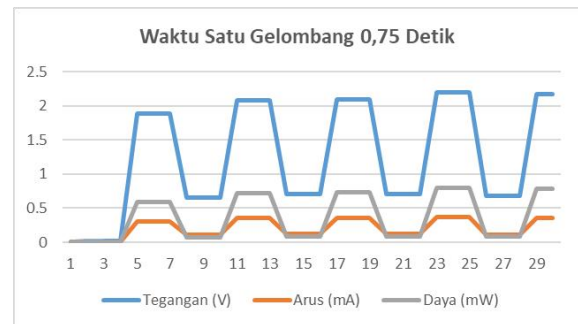


Gambar 8. Grafik Pengukuran Tegangan Manual

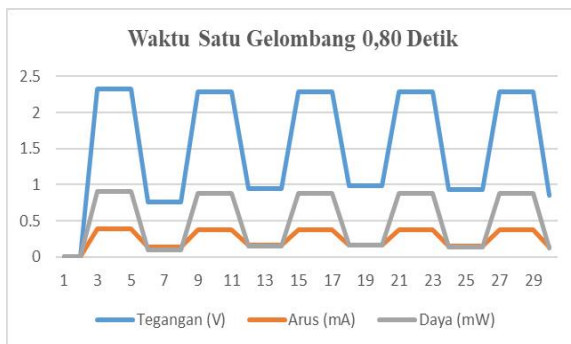
Dari gambar di atas dapat kita lihat pengaruh variasi periode gelombang laut terhadap tegangan bangkitan hasil pengujian dimana semakin besarnya periode gelombang laut maka tegangan bangkitannya juga akan semakin besar. Hal ini dikarenakan pertambahan periode gelombang laut menyebabkan pertambahan nilai gaya gelombang laut (F_{wave}). Gaya gelombang laut menjadi masukan untuk mekanisme *ocean wave energy harvester* ini. Semakin meningkatnya gaya gelombang menyebabkan meningkatnya pula kecepatan sudut pada roda pemukul. Kecepatan sudut roda pemukul berbanding lurus dengan gaya pukulan yang diberikan oleh roda kepada pisau defleksi. Sehingga semakin meningkat defleksi yang terjadi pada piezoelectric, dan semakin meningkat pula voltase bangkitan yang dihasilkannya.



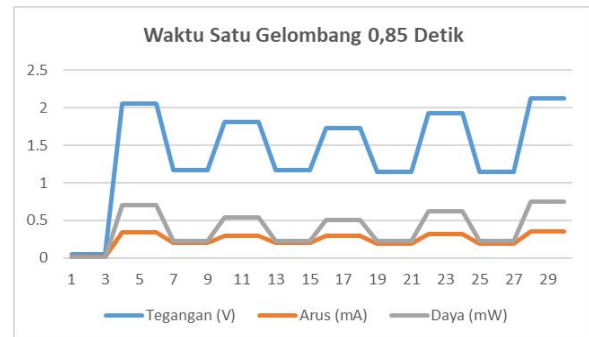
Gambar 9. Grafik Waktu Satu gelombang 0.70 detik



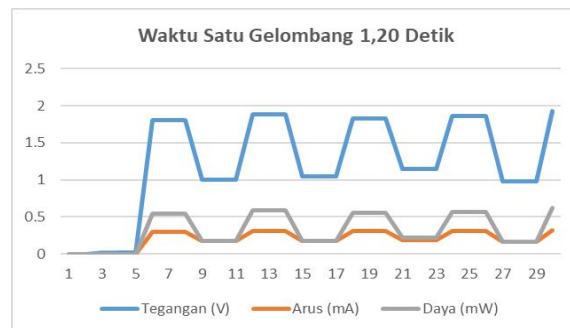
Gambar 10. Grafik Waktu Satu gelombang 0.75 detik



Gambar 11. Grafik Waktu Satu gelombang 0.80 detik



Gambar 12. Grafik Waktu Satu gelombang 0.85 detik



Gambar 13. Grafik Waktu Satu gelombang 1.20 detik

Dari hasil pengujian alat konversi gelombang laut menjadi energi listrik menggunakan metode *cantilever piezoelectric* dengan menggunakan avometer didapatkan nilai tegangan semakin naik seiring dengan cepatnya waktu satu gelombang, ditunjukkan pada saat periode gelombang laut 0,70 detik didapatkan nilai tegangan 5,1 V dan periode gelombang laut 1,2 detik didapatkan nilai gelombang 2,3 V. pengujian manual menggunakan avometer tidak menggunakan beban sehingga tegangan yang terukur adalah nilai murni dari hasil konversi gelombang laut.

Pengujian yang kedua menggunakan simulator gelombang laut memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai pengujian menggunakan avometer hal tersebut dikarenakan sensor tegangan bekerja menggunakan prinsip pembagi tegangan resistor sehingga karena arus terlalu kecil tegangan yang terukur turun nilainya. Dari hasil pengukuran menggunakan Sensor tegangan yang terhubung dengan Arduino didapatkan karakteristik nilai tegangan yang tidak jauh berbeda dengan pengukuran manual. Dimana pada saat periode gelombang laut lebih besar atau sama dengan 0,85 detik nilai rata rata tegangan kurang dari 2 V sedangkan pada saat periode gelombang

laut lebih kecil atau sama dengan 0.80 detik, nilai rata-rata tegangan menunjukkan angka lebih dari 2 V.

4. KESIMPULAN

Setelah melalui tahap perancangan, pengujian, dan analisis secara keseluruhan terdapat beberapa kesimpulan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Konversi gelombang laut menjadi energi listrik menggunakan metode *cantilever piezoelectric* dapat diaplikasikan untuk membantu nelayan melakukan penangkapan ikan dengan metode *light fishing*, karena dengan skala sebenarnya bangkitan tegangan, arus, dan daya akan lebih besar.
- 2) Pengukuran menggunakan sensor tegangan dc dengan prinsip pembagi tegangan resistor memiliki pembacaan yang kecil dikarenakan tegangan yang diukur harus melewati resistor yang terpasang pada sensor sehingga karena arus terlalu kecil tegangan tertahan dan tidak dapat terukur secara murni atau keseluruhan.
- 3) Hasil bangkitan tegangan *Piezoelectric* adalah tegangan *AC (alternating current)* sehingga perlu disearahkan menggunakan dioda.
- 4) Penambahan jumlah *piezoelectric* yang disusun secara seri akan menambah nilai bangkitan tegangan, sedangkan Penambahan jumlah *piezoelectric* yang disusun secara paralel akan menambah nilai bangkitan arus.
- 5) Daya dan tegangan listrik tertinggi dengan konfigurasi 10 buah *piezoelectric* yang disusun secara seri dan paralel adalah 0,9 mW dan 2,32 V diukur dengan sensor tegangan Dc dan pengukuran menggunakan avometer tegangan tertinggi berada diangka 5,1 V.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Ir. Gigih Priyandoko., MT., Ph.D. dan bapak Mohammad Muksim, ST., MT. yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Tim CIASTECH 2022 yang telah meluangkan waktunya untuk membuat template jurnal ilmiah ini sehingga penyusunan jurnal ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik.

6. REFERENSI

- [1] R. R. Al Hakim, "Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energy Terbarukan Untuk Ketahanan Energi Di Indonesia: Literatur Review," Vol. 1, No. 1, Pp. Snf2016-Ere-73-Snf2016-Ere-76, 2016, Doi: 10.21009/0305020614.
- [2] Utomo Muhajir, "Dampak Lingkungan Pusat Listrik Tenaga Fosil Dan Prospek Pltn Sebagai Sumber Energi Listrik Nasional .," *J. Batan*, No. 1, Pp. 39–50, 2018.
- [3] N. P. Purba, "Atmosfer Ekuatorial," *J. Akuatika*, Vol. 5, No. 1, Pp. 8–15, 2014.
- [4] A. Vidura *Et Al*, "Potential Utilization Of Ocean Wave Power Plant In South Waters Of Java Island For Supporting Energy Security," Vol. 8, Pp. 32–48.
- [5] M. Rif'an, Parjiman, Daryanto, And M. Subekti, "Simulasi Gelombang Laut Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (Pltgl)," *J. Teknol. Elektro*, Vol. 9, No. 2, Pp. 50–57, 2018.
- [6] A. Rohman, H. Yulindoko, J. T. Mesin, P. N. Banyuwangi, J. R. Jember, And J. Banyuwangi, "Studi Karakteristik Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Air Laut (Pltgl) Sebagai Energiterbarukan Jurusan Teknik Informatika Politeknik Negeri Banyuwangi , Jl . Raya

- Pendahuluan Kebutuhan Energi Bagi Kehidupan Manusia Adalah Hal Yang Sangat Penting .
Se,” *Eng. Sci.*, Vol. 6, No. 1, Pp. 129–137, 2020.
- [7] J. U. Jasron, D. P. Mangesa, K. Boimau, And B. V Tarigan, “Analisa Potensi Gelombang Laut Sebagai Sumber Energi Terbarukan Menggunakan Perangkat Oscillating Water Column (Owc) Di Wilayah Perairan Laut Timor,” Vol. 09, No. 01, Pp. 14–20, 2022.
- [8] 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, 2021, Doi: 10.35970/Infotekmesin.V12i1.412.
- [9] M. W. A. Al Asyraf, A. I. Natalisanto, And R. Gunawan, “Pembuatan Dan Karakterisasi Rochelle Salt Crystal,” *Progress. Phys. J.*, Vol. 2, No. 1, P. 8, 2021, Doi: 10.30872/Ppj.V2i1.745.
- [10] A. F. Nuh And W. Hendrowati, “Studi Eksperimental Energi Listrik Yang Dihasilkan Oleh Mekanisme Ocean Wave Energy Harvester Tipe Pelampung Bola Dengan Metode Cantilever Piezoelectric,” *J. Tek. Its*, Vol. 5, No. 2, 2017, Doi: 10.12962/J23373539.V5i2.20433.
- [11] R. A. Setiawan, S. Alam, U. Murdika, And S. Sumadi, “Rancang Bangun Sistem Pemanen Energi Di Lantai Menggunakan Modul Bq25570 Pada Aplikasi Piezoelectric Energy Harvesting,” *Rekayasa*, Vol. 13, No. 3, Pp. 277–283, 2020, Doi: 10.21107/Rekayasa.V13i3.8926.
- [12] S. O. Saraswati And W. Hendrowati, “Pemodelan Dan Analisa Energi Listrik Yang Dihasilkan Mekanisme Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Air (Pltg-Air) Tipe Pelampung Silinder Dengan Cantilever Piezoelectric,” *J. Tek. Its*, Vol. 5, No. 2, 2016, Doi: 10.12962/J23373539.V5i2.17784.