

UDOM : Alat Pengubah Tekanan Laut Menjadi Energi Listrik dengan Sensor Piezoelectric Berbasis AIoT

Sofyan Rizki Afandy¹, Ahmad Solikhin Gayuh Raharjo², Amanda Rizkyta Hamidah³

^{1,2,3}Jurusan Ilmu Komputer, FMIPA, Universitas Negeri Semarang
Email: ¹yayansra123@gmail.com, ²ahmadsg39@students.unnes.ac.id, ³amandarizkyta104@students.unnes.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan energi terbarukan dan cara pemanfaatannya yang dapat menggantikan peran dari energi fosil dalam menghasilkan listrik. Penggunaan konsep *Computational Thinking* menghasilkan bahwa “Energi Tekanan Air Laut” dinilai lebih unggul dalam efisiensi dan efektivitasnya dibandingkan energi alternatif lain. Konversi energi tekanan air laut menjadi energi listrik dilakukan dengan perancangan alat bernama “UDOM” yang memiliki sensor piezoelectric pada keenam tabungnya. Sensor piezoelectric menghasilkan listrik mealui proses tekanan dan regangan yang dialami di dalam laut sesuai kedalamannya melalui payung tabung, dimana setiap 10 meter tekanan yang diterima bertambah 1 atm. Tekanan dan regangan didapatkan dalam proses naik turunnya UDOM yang memanfaatkan konsep kapal selam dengan interval sekitar 100-150 meter. Selain itu, pengoprasian UDOM dikombinasikan dengan sebuah kapal untuk menunjang mobilitasnya. Diperkirakan satu tabung UDOM yang berisikan sekitar 528.800 sensor dan disusun secara parallel akan menghasilkan energi listrik sekitar 3,1728 MV dalam sekali tekanan. Hasil penelitian berupa prototype UDOM yang menggambarkan cara kerja alat tersebut dalam pengkonversian energi tekanan air laut menjadi listrik.

Kata Kunci: Tekanan Air; Piezoelektrik; Energi Terbarukan

Abstract

This study aims to find renewable energy and how to use it that can replace the role of fossil energy in generating electricity. Using the concept of computational thinking produces “Sea Water Pressure Energy” which is considered superior in efficiency and effectiveness compared to other alternative energies. The conversion of seawater pressure energy into electricity is carried out by designing a device called “UDOM” which has a piezoelectric sensor in six tubes. The piezoelectric sensor generates electricity through the process of pressure and strain experienced in the sea according to its depth through a tube umbrella, where every 10 meters the pressure received increases by 1 atm. Pressure and strain are obtained in the process of rising and falling UDOM which utilizes the concept of a submarine at intervals of about 100-150 meters. In addition, the operation of the UDOM, it is combined with a ship to support its mobility. It is estimated that one UDOM tube containing about 528,800 sensors and arranged in parallel will generate electricity about 3.1728 MV in one pressure. The results of the study are in the form of a UDOM prototype that describes how the tool works in converting seawater pressure energy into electricity.

Keyword: Water Pressure; Piezoelectric; Renewable energy

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan sumber energi yang paling banyak dimanfaatkan baik dalam industri maupun rumah tangga, namun sebagian besar sumber listrik dihasilkan melalui pengolahan dari energi fosil[1][2]. Walaupun sudah terdapat berbagai alternatif pembangkit listrik seperti tenaga bayu, tenaga air, dan panel surya tetapi masih terbatas oleh tenaga yang dihasilkan, wilayah yang dapat memanfaatkan serta keefektifan dan fleksibilitas pengaplikasiannya. Data yang diungkapkan oleh [3] menyatakan bahwa berdasarkan data yang sudah diverifikasi, hingga Juni 2020 kapasitas terpasang Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) sebesar 35.220 MW, PLT Gas/PLT Gas dan Uap/PLT Mesin Gas (20.537 MW), PLT Air/Mikrohidro/Mikrohidro (6.096 MW), PLT Diesel (4.781 MW) dan PLT Panas Bumi (2.131 MW), dan PLT EBT lainnya (2.200 MW). Tercatat, pembangkit EBT menyumbang 14,69% atau 10.467 Megawatt (MW) dari total kapasitas terpasang. Dari data tersebut kapasitas EBT masih terbilang sangat jauh dari kapasitas PLTU.

Laut merupakan wilayah yang memiliki potensi besar sebagai solusi, hal ini dikarenakan banyak energi yang tersimpan dalam laut dan didukung dengan kondisi geografis Indonesia yang sebagian besar merupakan laut[4]. Menurut [5][6] energi laut tersimpan dalam arus laut, gelombang laut, panas laut, dan pasang surut laut. Namun ada satu energi laut yang memiliki potensi sebagai sumber energi terbarukan, yaitu terdapat pada tekanan air di kedalaman laut. Diperlukan sebuah alat untuk mengubah tekanan air menjadi energi listrik, dimana proses konversi ini memerlukan Sensor Piezoelectric. Piezoelectric sendiri merupakan suatu efek yang reversibel, dimana terdapat efek piezoelektrik langsung (*direct piezoelectric effect*) yaitu produksi potensial listrik akibat adanya tekanan mekanik dan efek piezoelektrik balikan (*converse piezoelectric effect*) yaitu produksi tekanan akibat pemberian tegangan listrik yang menghasilkan perubahan dimensi[7]. Dalam hal ini tekanan mekanik yang akan digunakan pada sensor Piezoelectric adalah tekanan laut[8][9]. tekanan laut dapat digunakan pada sensor, sesuai dengan pernyataan [10] pemanfaatan sensor tidak selalu langkah manusia yang digunakan untuk menghasilkan tekanan mekanik, muatan listrik dapat dipicu dari sumber penghasil tekanan mekanik.

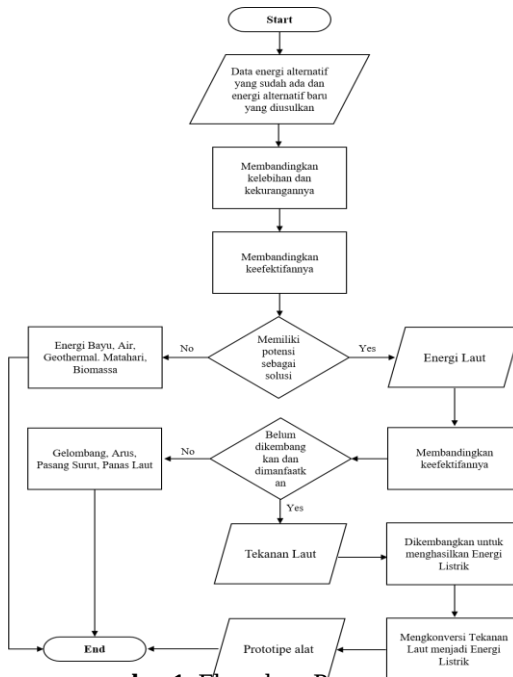
Oleh karena itu, potensi teknologi ini menjadi sesuatu yang berguna dalam mengatasi krisis energi. Disertai berbagai pertimbangan terkait permasalahan yang telah dipaparkan di atas dapat diatasi dengan menggunakan teknologi ini, banyak manfaat yang dapat diperoleh bagi masyarakat Indonesia.

2. METODE

2.1. Metode Perancangan

Pada metode perancangan ini akan diterapkan computational thinking yang meliputi Abstraksi, Dekomposisi, *Pattern Recognition* dan penyusunan Algoritma (Langkah-langkah sistematis). Pada proses Abstraksi akan diekstrak informasi dan komponen penting yang akan memperhatikan hasil identifikasi masalah krisis energi fosil yang juga terus digunakan sebagai bahan dasar penghasil listrik dan solusi pembangkit listrik alternatif menggunakan tekanan laut sebagai energi terbarukan. Pada proses dekomposisi akan dilakukan pemecahan masalah yang kompleks menjadi masalah-masalah yang lebih sederhana. Pada proses *pattern recognition* akan dilakukan identifikasi pola dari masalah yang sudah dipecah pada

bagian dekomposisi, selanjutnya dirumuskan solusi atau tindakan yang harus dilakukan. Pola permasalahan yang ditemukan dapat diselesaikan dengan membandingkan setiap energi alternatif yang ada dan menyimpulkan energi alternatif yang paling efektif dan sesuai. Penyusunan algoritma atau langkah-langkah penyelesaian yang sistematis dapat disajikan dalam bentuk *flowchart* berikut :

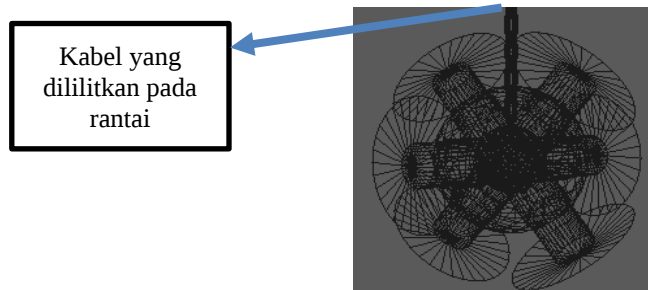


gambar1. Flowchart Perancangan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.2 Rancangan Konstruksi

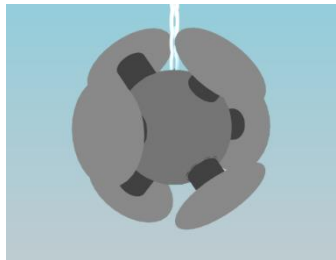
Alat pembangkit listrik tenaga tekanan air laut dalam akan dirancang sebagai berikut :



gambar2. Alat Pembangkit Tenaga Tekanan Air Laut

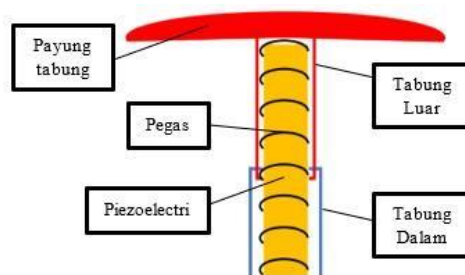
Pada gambar 2 ditampilkan kerangka dari alat pembangkit listrik tenaga tekanan air laut dalam. Kerangka tersebut juga menunjukkan bahwa terdapat 6 bangun tabung yang menembus bola terluar hingga menyambung ke bola

terdalam. Selain itu juga terdapat kabel yang dililitkan pada rantai menembus bola terluar dan terhubung dengan bola inti.



gambar3. Rancangan Prototype

Pada gambar 3 menampilkan bentuk rancangan *prototype*, dimana jika dilihat sekilas akan mirip dengan bentuk molekul.

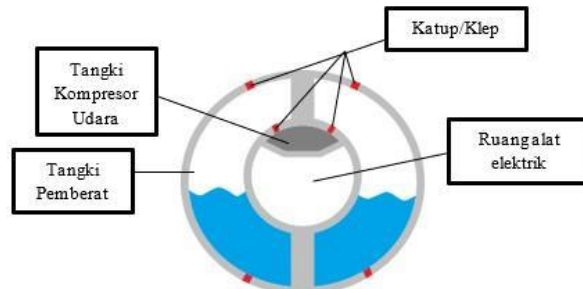


gambar4. Rancangan Bangun Tabung

Gambar 4 menunjukkan rancangan bangun tabung yang berperan sebagai pengumpul tekanan dan penghasil listrik. Berikut merupakan fungsi perbagian tabung

1. Payung Tabung
Berfungsi untuk pengumpul dan penerima tekanan dari air laut, sehingga tekanan yang diperoleh akan semakin besar dibandingkan tidak menggunakan payung tabung.
2. Tabung Luar
Berfungsi sebagai tempat dan pelindung piezoelectric. Ketika payung tabung mengalami tekanan maka tabung luar akan masuk ke dalam tabung dalam.
3. Tabung Dalam
Tidak seperti tabung luar yang langsung terlihat bentuknya, tabung dalam berada pada bola luar sehingga tidak terlihat dari luar. Tabung dalam berfungsi sebagai tempat piezoelectric dan tempat masuknya tabung luar.
4. Piezoelectrik
Berfungsi sebagai pengubah tekanan menjadi energi listrik, energi listrik yang dihasilkan akan disalurkan ke ruang alat elektrik.
5. Pegas

Berfungsi untuk membantu mengembalikan bentuk semula dari piezoelectric ketika tekanan yang didapatkan mulai berkurang.



Gambar 5. Gambar sistem naik turun alat

Dapat dilihat, pada gambar 5 menunjukkan sistem kerja naik turunnya alat, sistem kerja tersebut sama dengan cara kerja kapal selam untuk menyelam dan naik ke permukaan air. Jadi untuk naik dan turunnya alat tidak menggunakan rantai yang ada di atasnya, rantai tersebut hanya untuk mengamankan kabel dan untuk berjaga-jaga apabila sistem naik turunnya mengalami kegagalan sistem serta ketika alat telah berada pada permukaan air dapat diangkat masuk ke dalam kapal atau bangunan mengapung yang digunakan.

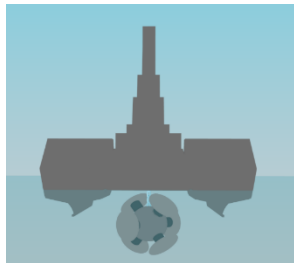
Berikut merupakan fungsi dari masing-masing bagian dalam sistem tersebut :

1. Katup/Klep berfungsi untuk mengontrol keluar masuknya air atau udara ke dalam tangki pemberat.
2. Ruang alat elektrik berfungsi sebagai tempat konversi dan pengolahan listrik yang didapatkan dari piezoelectric. Hasil akhirnya akan dikirimkan pada baterai yang ada di kapal atau bangunan laut melalui kabel.
3. Tangki pemberat berfungsi sebagai tempat penampungan air yang masuk.
4. Tangki kompresor udara berfungsi sebagai penghasil udara bertekanan tinggi yang berguna untuk mengurangi jumlah air pada tangki pemberat.

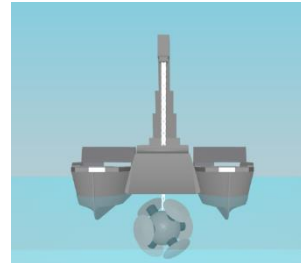
Rancangan tersebut dapat dipadukan dengan bangunan laut ataupun kapal, pada rancangan kali ini kapal yang akan dipadukan dengan alat pembangkit listrik tenaga tekanan air laut dalam, karena dinilai memiliki berbagai kelebihan dibandingkan bangunan laut, antara lain :

1. Dapat lebih fleksibel, dalam artian tempat pengoperasiannya dapat berpindah-pindah
2. Biaya yang diperlukan dalam pembuatannya dinilai lebih rendah
3. Perawatannya memerlukan biaya yang lebih sedikit dan lebih mudah karena dapat dilakukan di daratan.

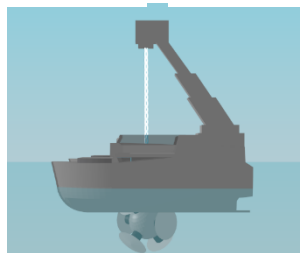
Berikut merupakan gambaran rancangan alat pembangkit listrik tenaga tekanan air laut dalam yang dipadukan dengan kapal



Gambar 6. Tampak belakang

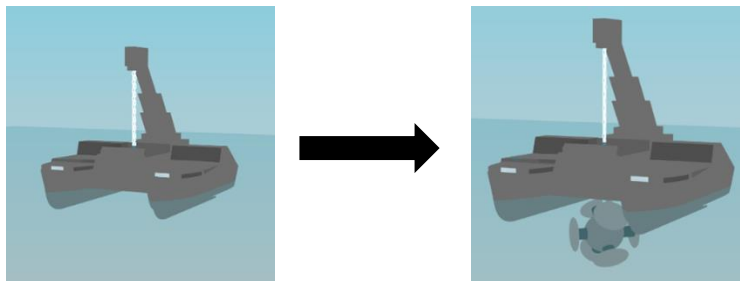


Gambar 7. Tampak depan



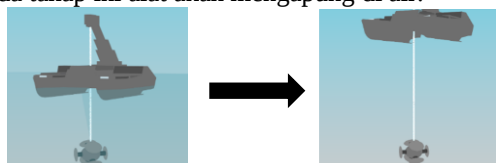
Gambar 8. Tampak samping

3.2 Simulasi Konstruksi



Gambar 9. Proses turun

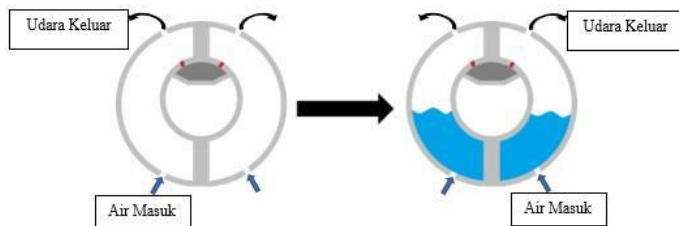
Pada gambar 9 menunjukkan proses turunnya alat pembangkit listrik tenaga tekanan air laut dari tempat penyimpanan dalam kapal. Setelah pintu bawah tempat penyimpanan dibuka maka alat akan diturunkan ke air secara perlahan oleh katrol. Pada tahap ini alat akan mengapung di air.



Gambar 10. Proses turun atau tenggelam

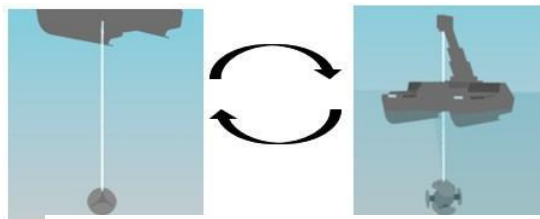
Pada gambar 10 memperlihatkan proses tenggelamnya alat, pada proses ini memanfaatkan sistem seperti pada kapal selam. Prosesnya dapat dilihat pada

gambar 11. Selain itu, pada proses ini keenam tabung yang ada akan mulai terkena tekanan dan akan sedikit demi sedikit masuk pada tabung dalam.



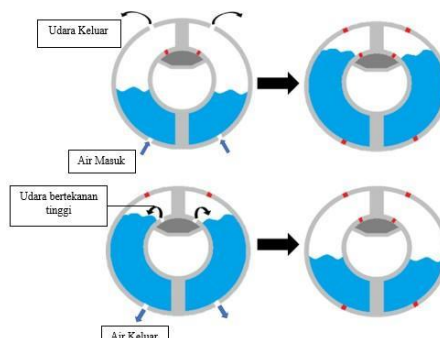
Gambar 11. Proses masuknya air

Gambar 11 menunjukkan proses masuknya air ke dalam tangki pemberat melalui katub-katub yang dibuka. Pada katub atas akan mengeluarkan udara yang ada pada tangka pemberat dan disaat yang sama air akan masuk melalui katub bawah.



Gambar 12. Proses turun naik alat

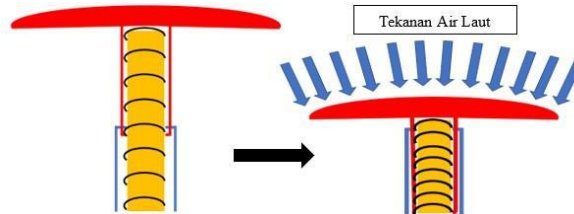
Pada gambar 12 memperlihatkan proses naik turunnya alat pembangkit secara berulang hingga energi listrik yang didapatkan telah memenuhi baterai yang ada pada kapal. Seperti halnya proses turun atau tenggelam, proses naik turun ini juga mengaplikasikan sistem naik turun pada kapal selam, gambaran prosesnya dapat dilihat pada gambar 13. Sementara itu proses tertekannya tabung akibat terkena tekanan air laut dalam dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar13. Proses Turun Naik

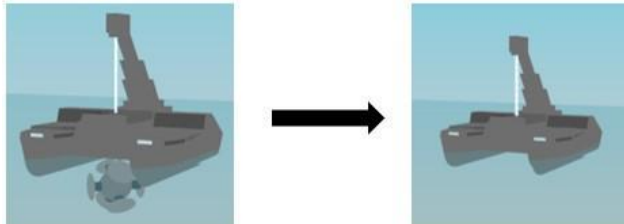
Gambar 13 menunjukkan proses turun naik, dimana ketika proses turun, air akan masuk ke dalam tangki pemberat melalui katub-katub yang dibuka.

Proses masuknya air pada tangki pemberat sama seperti pada gambar 11, namun kapasitas air yang masuk lebih besar. Ketika proses naik, air akan terdorong keluar oleh udara bertekanan tinggi yang dihasilkan dari kompresor udara.



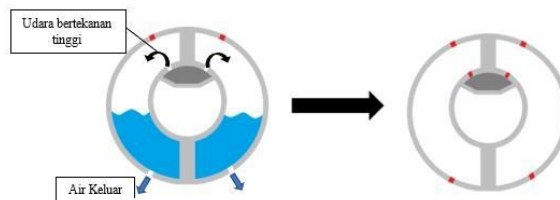
Gambar 14. Proses tekanan air laut

Pada gambar 14 menunjukkan proses tekanan air laut terhadap payung tabung, ketika mendapatkan tekanan maka tabung luar akan masuk ke tabung dalam, sementara itu piezoelectric dan pegas akan merapat. Namun ketika tekanan yang diterima semakin berkurang, maka tabung luar akan kembali seperti semula dengan cepat karena terdorong regangan dari pegas, piezoelectric juga akan kembali seperti sebelumnya. Proses ini akan terjadi berulang-kali, selama proses ini juga listrik yang dihasilkan oleh piezoelectric akan disalurkan pada ruang elektrik untuk diolah dan akan diteruskan pada baterai yang ada pada kapal melalui kabel yang dililitkan pada rantai.



Gambar 15. Proses masuknya alat

Pada gambar 15, memperlihatkan ketika alat telah mencapai permukaan air maka akan dimasukkan ke dalam tempat penyimpanan di kapal. Proses pengangkatan alat ke dalam tempat penyimpanan tersebut menggunakan katrol dan jika alat telah masuk maka pintu bawah tempat penyimpanan akan ditutup kembali. Sedangkan untuk proses keluarnya seluruh air dari tangki pemberat dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Proses keluarnya air

Gambar 16, menunjukkan proses keluarnya air dari tangki pemberat secara keseluruhan. Proses ini sebenarnya sama dengan proses naiknya alat yang ada pada gambar 13, namun seluruh air yang ada pada tangki pemberat akan dikeluarkan. Ketika air pada tangka pemberat sudah keluar semua, maka alat akan mengapung dan dapat langsung diangkat ke dalam tempat penyimpanan menggunakan katrol.

Keseluruhan fungsi pada alat ini beserta kapalnnya dapat dikontrol dengan jarak jauh, hal ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan AIoT. Sehingga penggunaannya akan lebih efisien.

3.3 Hasil Simulasi Konstruksi

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

- Sistem Kapal Selam

Sistem kapal selam yang diimplementasikan pada alat pembangkit listrik tekanan air laut dalam dapat bekerja dengan baik, sistem akan berjalan saat alat memasuki air. Katup air akan terbuka dan air akan masuk kedalam tangki pemberat sehingga membuat alat tenggelam hingga kedalaman 150 meter, pada kedalaman ini kompresor akan bekerja untuk mengeluarkan air pada tangki pemberat sehingga alat akan naik sampai kedalaman 100 meter. Proses akan berulang antara ketinggian 100 sampai 150 meter.

- Perkiraan Tekanan Pada Alat

Tekanan pada alat dengan diameter 6 meter pada kedalaman 150 meter adalah sebagai berikut :

Tekanan pada 150 meter = 15 atm $\approx$ 15,5 kg/cm²

Jari-jari alat = 3 meter = 300 cm

Luas permukaan alat

$$Lp = 4 \times \pi \times r^2 \quad (1)$$

$$Lp = 4 \times 3,14 \times 300 \times 300 = 1.130.400 \text{ cm}^2$$

Dibagi sejumlah dengan tabung pada alat

$$= 1.130.400 / 6 = 188.400 \text{ cm}^2$$

Tekanan yang didapat 1 tabung

$$= 188.400 \text{ cm}^2 \times 15,5 \text{ kg/cm}^2 \approx 2.920.200 \text{ kg}$$

Jumlah sensor piezoelectric = 661 x 800 = 528.800

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [4], 1 sensor piezoelectric menghasilkan 1 V

Total = 528.800 x 1 V = 528,8 kV = 0,5288 MV x 6 = 3,1728 MV

- Perkiraan Tegangan yang Dihasilkan

Sensor piezoelectric akan disusun secara paralel sehingga tegangan yang dihasilkan merupakan jumlah tegangan total dari 6 tabung piezoelectric. Tegangan yang dihasilkan pada satu tabung diperkirakan menghasilkan tegangan sebesar 3,1728 MV.

4. SIMPULAN

Pemanfaatan energi tekanan air laut dalam sebagai energi alternatif sangat tepat karena fleksibilitas, prediktabilitas, dan ramah lingkungan. Selain itu, energi yang dihasilkan tergolong besar sehingga dapat mencakup wilayah yang luas, tidak memerlukan laut yang spesifik, karena hanya dibutuhkan laut dengan kedalaman sekitar 150 meter.

Wilayah laut/perairan di Indonesia yang mencapai 62%, menjadikan energi tekanan air laut dalam cocok diaplikasikan sebagai sumber energi alternatif pembangkit listrik. Pemanfaatan AIoT membuat sistemnya dapat bekerja dengan kontrol jarak jauh bahkan otomatis.

5. REFERENSI

- [1] Putra, D. (2020). *Rancang Bangun Bio Elektrik 800 Watt Dari Limbah Biomass Rumah Tangga* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bengkalis).
- [2] RIZAL, R. (2021). *PERANCANGAN LAMPU LED ELEKTRODA BERBAHAN BAKAR AIR LAUT SEBAGAI SUMBER ENERGI* (Doctoral dissertation, Universitas_Muhammadiyah_Mataram).
- [3] A. Pribadi. 2020. *Hingga Juni 2020, Kapasitas Pembangkit di Indonesia 71 GW*. www.esdm.go.id, diakses 27 Mei 2021.
- [4] Gautama, P. W., Suyanto, H., & Erlina, E. (2021). *PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SISTEM OFF GRID DENGAN KAPASITAS 2 KWP PADA INSTALASI MENARA SUAR BULUKUMBA* (Doctoral dissertation, INSTITUT TEKNOLOGI PLN).
- [5] D. Haryadi, D. Notosudjono, and H. Soebagia. 2019. Studi Potensi Dan Teknologi Energi Laut Di Indonesia. *J. Online Mhs. Bid. Tek. Elektro*. Vol. 1(1): 1–14.
- [6] Hartanto, B., & Sartini, S. (2019). KEBIJAKAN PEMANFAATAN ENERGI DAN SUMBERDAYA ENERGI MINERAL KELAUTAN INDONESIA. *Jurnal Baruna Horizon*, 2(2), 90-106.
- [7] Y. Adi, C. Wijaya, D. Zebua, D. P. Kolago, Y. Alif, and K. Utama. 2019. Pengaruh Luas Permukaan Piezoelectric Disk terhadap Tekanan dan Getaran dalam Menghasilkan Energi Listrik. Prosiding SNST ke-10. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi SNST*. Semarang, Indonesia, 13 Juli, 2019.
- [8] Novebriawan, T., Delia, L. A., Kurniawan, E. S., Suryo, K., & Mulyadi, D. S. (2020). Purwarupa Peralatan Pencitraan Bawah Laut Dilengkapi Penentu Posisi. *Jurnal HIDROPILAR*, 6(2), 87-102.
- [9] Shaputra, C., & Rasyid, R. (2019). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Berbasis Piezoelektrik dengan Modul Charging TP5100 pada Bangunan Groin Pemecah Ombak Pantai Padang. *Jurnal Fisika Unand*, 8(4), 342-347.
- [10] R. Maulana. 2016. Pemanfaatan Sensor Piezoelektrik Sebagai Penghasil Sumber Energi Pada Sepatu.