

PEMANFAATAN AIR LAUT SEBAGAI SUMBER CADANGAN ENERGI LISTRIK

Adriani

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

ABSTRAK

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat berkembang pesat, begitu juga pengembangan pengetahuan tentang energi alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis desain bentuk rangkaian sehingga menghasilkan arus listrik dan untuk mengetahui alur pengoperasian rangkaian alat penghasil energi air laut sebagai sumber cadangan energi listrik. Penelitian dilakukan dengan cara mengambil data pengukuran dilakukan oleh laboratorium Teknik Elektro. Dari hasil pengukuran percobaan penggunaan jumlah air laut menjelaskan pada satu liter menghasilkan tegangan sebesar 0,86 V, pada saat menggunakan dua liter menghasilkan tegangan sebesar 1,85 V, pada saat menggunakan tiga liter menghasilkan tegangan sebesar 2,57 V. Dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa tegangan yang terdapat pada 1 wadah air laut diperoleh 0,68 V, dengan keterangan lampu mati, dan untuk 4 wadah air laut diperoleh tegangan 3,87 V dengan keterangan lampu hidup. Energi laut ini dimanfaatkan bukan hanya untuk menghidupkan lampu LED saja, namun dimanfaatkan untuk menghidupkan listrik pada suatu daerah yang sempit atau bahkan pada daerah yang luas. Jika energi air laut ini dapat dikembangkan di Indonesia, maka negara Indonesia dapat menghemat energi, karna sebagian besar wilayah Indonesia adalah perairan/laut. Sumber energi yang berasal dari fosil tiap saat akan segera menipis. Dari hasil penelitian yang dilakukan maka bisa disimpulkan bahwa air laut ini bisa dijadikan sebagai sumber cadangan energi yang terbaharukan serta ramah lingkungan.

Kata kunci: Air laut, listrik

ABSTRACT

The development of science and technology is growing rapidly, as well as the development of knowledge about alternative energy. This study aims to analyze the design of the circuit form so as to produce electric current and to determine the operating flow of a series of seawater energy generating devices as a source of electrical energy reserves. The research was carried out by taking measurement data carried out by the Electrical Engineering laboratory. From the results of the measurement experiment the use of sea water explains that at one liter produces a voltage of 0.86 V, when using two liters produces a voltage of 1.85 V, when using three liters produces a voltage of 2.57 V. From the results of the research It was carried out that the voltage contained in 1 container of seawater was obtained 0.68 V, with the information of the lamp being off, and for 4 containers of sea water obtained a voltage of 3.87 V with a description of the lamp of life. This marine energy is used not only to turn on LED lights, but is used to power electricity in a narrow area or even in large areas. If this sea water energy can be developed in Indonesia, then the Indonesian state can save energy, because most of Indonesia's territory is water / sea. Energy sources derived from fossils at any time will soon be depleted. From the results of research conducted, it can be concluded that this sea water can be used as a source of renewable and environmentally friendly energy reserves.

Keywords: Sea water, electricity

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air laut di era modern ini telah banyak dimanfaatkan banyak negara sebagai sumber energi alternatif dan sebagai bahan yang bisa dimanfaatkan untuk membuat sesuatu yang berguna jika dimanfaatkan secara besar-besaran air laut ini akan berpotensi besar untuk mencukupi sumber energi listrik dimasyarakat untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. Krisis energi telah menjadi permasalahan yang terus berlarut di Indonesia dan negara yang lain. Kebutuhan energi akan terus meningkat seiring dengan kemajuan teknologi dan penambahan jumlah penduduk, karena itu pemanfaatan air laut ini sangat berguna untuk mengatasi krisis energi listrik yang melanda diberbagai negara. Ada beberapa cara untuk memanfaatkan air laut, bukan hanya sebagai sumber listrik.

Gagasan untuk menciptakan energi listrik dari air laut baru saja diaplikasikan, dimana diaplikasikan pertama kali dibali, yang disebut sebagai PLTAL (Pembangkit Listrik tenaga Air Laut) dan dikemukakan oleh yang melakukan penelitian bahwa satu unit pembangkit listrik ini dapat

menghasilkan hingga satu megawatt yang cukup untuk menghidupi listrik sebuah desa. Namun, pada kenyataannya, daya yang dapat dihasilkan berkisar pada angka sepuluh kilowatt. Inilah yang membuat pengaplikasian pembangkit listrik ini masih terbatas untuk dimanfaatkan secara besar-besaran, namun sudah cukup jika dimanfaatkan untuk penggunaan arus yang kecil disuatu tempat, misalnya untuk menghidupkan lampu dipinggiran jalan. Tetapi dikatakan bahwa penyebab hal tersebut bergantung terhadap kadar air laut disetiap masing-masing daerah atau tempat, semakin baik kadar garam terhadap laut tersebut semakin besar tegangan dan daya arus listrik yang dihasilkan oleh air laut tersebut . Energi laut merupakan energi alternatif “tebaharui” termasuk sumber daya nonhayati yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Diperkirakan potensi laut mampu memenuhi empat kali kebutuhan listrik dunia sehingga tidak mengherankan berbagai negara maju telah berlomba memanfaatkan energi ini. Sumber energi alternatif pada air laut yang tengah berkembang adalah energi pasang surut, gelombang laut, arus

laut, dan OTEC (ocean thermal energy conversion).

Rumusan Masalah

Adapun Rumusan Masalah adalah :

- 1) Bagaimana desain bentuk rangkaian sehingga menghasilkan arus listrik ?
- 2) Bagaimana cara pengoperasian alat ?

Tujuan Penelitian

Tujuan penyusunan tugas akhir ini adalah :

- 1) Untuk menganalisis desain bentuk rangkaian sehingga menghasilkan arus listrik.
- 2) Untuk mengetahui alur pengoperasian rangkaian alat penghasil energi air laut sebagai sumber cadangan energi listrik.

KAJIAN PUSTAKA

Pengertian Air Laut

Air laut adalah air dari laut atau samudera. Air laut memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Artinya dalam 1 liter (1000 mL) air laut terdapat 35 gram garam (terutama, namun tidak seluruhnya garam dapur/NaCl). Energi Laut merupakan alternatif energi 'terbaharui' termasuk sumberdaya non-hayati yang memiliki potensi besar

untuk dikembangkan. Selain menjadi sumber pangan, laut juga mengandung beraneka sumberdaya energi yang keberadaannya semakin signifikan manakala energi yang bersumber dari bahan bakar fosil semakin menipis. Diperkirakan potensi laut mampu memenuhi empat kali kebutuhan listrik dunia sehingga tidak mengherankan berbagai negara maju telah berlomba memanfaatkan energi ini.

Energi lewat pembangkit listrik tenaga laut juga memiliki hambatan dan tantangan secara ekologi terutama ekonomi, namun justru lebih bersih dari kemungkinan pencemaran dan dampak lingkungan lainnya. Kemampuan dan perkembangan teknologi sekarang ini memungkinkan untuk diterapkan dan dimanfaatkan. Bahkan, jika dibandingkan dengan tenaga angin maupun tenaga matahari, hingga kini, kedua sistem tersebut masih memiliki peluang merusak alam. Apalagi jika pembangkit masih terkait dengan tenaga yang diambil dari nuklir maupun minyak bumi.

Kandungan pada air laut

Dikemukakan bahwa kadar garam-garaman dalam air laut mempengaruhi sifat fisis air laut seperti

densitas, kompresibilitas, titik beku dan temperatur. Dua sifat yang sangat ditentukan oleh jumlah garam di laut adalah daya hantar listrik dan tekanan osmosis. zat-zat garam-garaman yang utama yang terkandung dalam air laut adalah Klorida (55%), Natrium (31%), Sulfat (8%), Magnesium (4%), Kalsium (1%), Potasium (1%) dan sisanya kurang dari 1% terdiri dari Bikarbonat, Bromida, asam Borak, Strontium dan Florida. Laut, menurut sejarahnya, terbentuk 4,4 milyar tahun yang lalu, dimana awalnya bersifat sangat asam dengan air yang mendidih (dengan suhu sekitar 100 °C) karena panasnya Bumi pada saat itu. Asamnya air laut terjadi karena saat itu atmosfer Bumi dipenuhi oleh karbon dioksida. Keasaman air inilah yang menyebabkan tingginya pelapukan dan menyebabkan air laut menjadi asin seperti sekarang ini. Pada saat itu, gelombang tsunami sering terjadi karena seringnya asteroid menghantam Bumi. Pasang surut laut yang terjadi pada saat itu juga bertipe mamut atau tinggi/besar sekali tingginya karena jarak Bulan yang begitu dekat dengan Bumi. Air laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-

garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Air laut memang berasa asin karena memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Air laut memiliki kadar garam karena bumi dipenuhi dengan garam mineral yang terdapat di dalam batu-batuan dan tanah. Contohnya Natrium, Kalium, Kalsium, dan lain-lain. Apabila air sungai mengalir ke lautan, air tersebut membawa garam. Ombak laut yang memukul pantai juga dapat menghasilkan garam yang terdapat pada batu-batuan. Lama-kelamaan air laut menjadi asin karena banyak mengandung garam.

Pengertian arus listrik

Arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang disebabkan dari pergerakan elektron-elektron, mengalir melalui suatu titik dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu. Arus listrik dapat diukur dalam satuan Coulomb/detik atau Ampere. Contoh arus listrik dalam kehidupan sehari-hari berkisar dari yang sangat lemah dalam satuan mikroAmpere (mA) seperti di dalam jaringan tubuh hingga arus yang sangat kuat 1-200 kiloAmpere (kA) seperti yang terjadi pada petir. Dalam kebanyakan sirkuit arus searah dapat

diasumsikan resistansi terhadap arus listrik adalah konstan sehingga besar arus yang mengalir dalam sirkuit bergantung pada voltase dan resistansi sesuai dengan hukum Ohm.

Lampu LED

LED atau singkatan dari Light Emitting Diode adalah salah satu komponen elektronika yang terbuat dari bahan semi konduktor jenis dioda yang mampu mengeluarkan cahaya. Strukturnya juga sama dengan dioda, tetapi pada LED elektron menerjang sambungan P-N (Positif-Negatif). Untuk mendapatkan emisi cahaya pada semikonduktor, doping yang dipakai adalah galium, arsenic dan fosforus.

Energi

Energi dapat di definisikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja, oleh karena itu sifat dan bentuk energi dapat berbeda sesuai dengan fungsinya. Kebutuhan konsumsi energi pada manusia dapat dibedakan menjadi beberapa kelompok sektor, yaitu kelompok pembangkit listrik, pemakaian industri, transportasi, komersial dan rumah tangga.

Bentuk energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia adalah energi listrik. Saat ini negara-negara

didunia, termasuk indonesia, mulai memproduksi dan menggunakan energi terbarukan dalam upaya pengadaan energi listrik. Sejalan dengan meningkatnya kesejahteraan manusia maka kebutuhan energi listrik juga makin meningkat, maka selalu dilakukan berbagai upaya untuk mendapatkan energi listrik melalui proses efisien, efektif dan ekonomis.

Elektrolit

Elektrolit adalah suatu zat yang larut atau terurai ke dalam bentuk ion-ion dan selanjutnya larutan menjadi konduktor elektrik, ion-ion merupakan atom-atom bermuatan elektrik. Elektrolit bisa berupa air, asam basa atau berupa senyawa kimia lainnya. Elektrolit umumnya berbentuk asam, basa atau garam. Beberapa gas tertentu dapat berfungsi sebagai elektrolit pada kondisi tertentu misalnya pada suhu tinggi atau tekanan rendah. Elektrolit kuat identik dengan asam, basa, dan garam kuat. Elektrolit merupakan senyawa yang berikatan ion dan kovalen polar. Sebagian besar senyawa yang berikatan ion merupakan elektrolit sebagai contoh ikatan ion NaCl yang merupakan salah satu jenis garam yakni garam dapur. NaCl dapat menjadi

elektrolit dalam bentuk larutan dan lelehan atau bentuk liquid dan aqueous. Sedangkan dalam bentuk solid atau padatan, senyawa ion tidak dapat berfungsi sebagai elektrolit.

Macam-macam elektrolit antara lain sebagai berikut:

Rendaman Asam Dengan Garam Sederhana

Biasanya rendaman selalu mengandung garam dari logam yang akan diendapkan/dilapiskan. Sebaiknya dipilih garam-garam yang mudah larut namun anion dari garam tersebut tidak mudah tereduksi. Walaupun anion tidak ikut secara langsung dalam proses terjadinya pelapisan, tetapi jika menempel pada permukaan katoda akan mengalami gangguan bagi struktur endapan. Aktivitas dari ion logam ditentukan oleh konsentrasi dari garam logamnya, derajat disosiasi, dan konsentrasi komponen lain yang ada didalam rendaman. Jika konsentrasi logamnya tidak mencukupi untuk diendapkan, akan terbentuk endapan yang terbakar pada rapat arus yang relatif rendah. Adanya ion klorida didalam rendaman yang bersifat asam mempunyai dua fungsi utama. Pertama, akan memudahkan terkorosinya anoda

atau mencegah pasivasi anoda. Kedua, akan menaikkan koefisien difusi dari ion logamnya berarti menaikkan batas rapat arus.

Rendaman yang Mengandung Garam Kompleks

Garam kompleks yang sering digunakan dalam proses lapis listrik adalah sianida. Karena sianida kompleks terdekomposisi oleh asam, maka rendaman harus bersifat alkali (basa). Adanya natrium atau kalium hidroksida akan memperbaiki konduktivitas dan mencegah liberasi dari asam hidrosianat oleh CO₂ yang masuk kedalam rendaman dari udara.

METODE PENELITIAN

Waktu

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan selama 6 (enam) bulan, dimulai pada bulan April sampai dengan bulan September. Pada bulan April sampai Mei kami memulai dengan studi literatur yaitu mulai mencari buku-buku, jurnal, artikel laporan penelitian, dan situs-situs internet yang berkaitan dengan judul alat yang kami rancang. Pada bulan Juni sampai bulan Juli kami memulai mengumpulkan alat dan bahan yang nantinya diperlukan, setelah alat dan bahan sudah kami kumpulkan kami

memulai melakukan perancangan alat pembangkit listrik tenaga Air Laut. Terakhir, pada bulan Agustus sampai bulan September kami memulai menguji alat yang dirancang dan mencatat hasil yang dilakukan.

Tempat Pelaksanaan

Tempat pelaksanaan di lakukan di labaraturium Teknik Elektro Fakultas Teknik Muhammadiyah Makassar

Diagram Proses Penelitian



Gambar 1. bagan Alir dari proses perancangan tugas akhir

Studi Literatur

Dalam Studi Literatur ini kami mengumpulkan data dengan cara mencari buku, jurnal dan modul yang berkaitan dengan judul penelitian sebagai referensi untuk alat yang kami rancang.

Pengumpulan Alat /Bahan

Tabel 1. Alat yang di gunakan dalam prancangan

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Air laut	Secukupnya
2	Lempeng Tembaga	9 buah
3	Lempeng Seng	9 buah
4	Wadah Kosong	9 buah
5	kabel	6 meter
6	Lampu LED USB	1 buah
7	Penjepit Buaya	16 buah
8	Timah	1 rol

Tabel 2. Bahan yang di gunakan dalam peerancangan

No.	Nama Alat	Jumlah
1	Gunting	1 buah
2	Pisau	1 buah
3	Solder	1 buah
4	Gergaji	1 buah
5	Seawater Hydrmeter	1 buah
6	Multimeter	1 buah

Perancangan Alat

Menyiapkan alat dan bahan terutama air laut

Mengupas masing-masing ujung kabel lalu ikat/hubungkan masing-masing ujung dengan pipa tembaga dan seng.

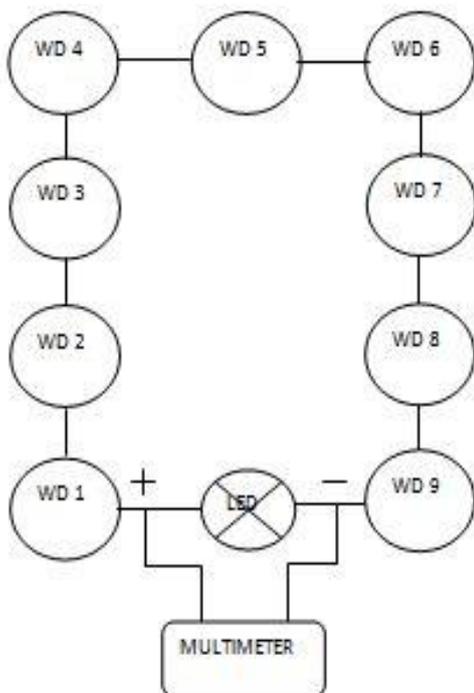
Mencelupkan logam galvanis dan tembaga pada air laut sehingga membentuk rangkaian seri yaitu ujung pipa tembaga rangkaian satu terhubung dengan ujung pipa galvanis rangkaian

dua melalui air laut dan seterusnya. Hubungkan kedua ujung sisi dengan LED 3V.

Pengambilan Data

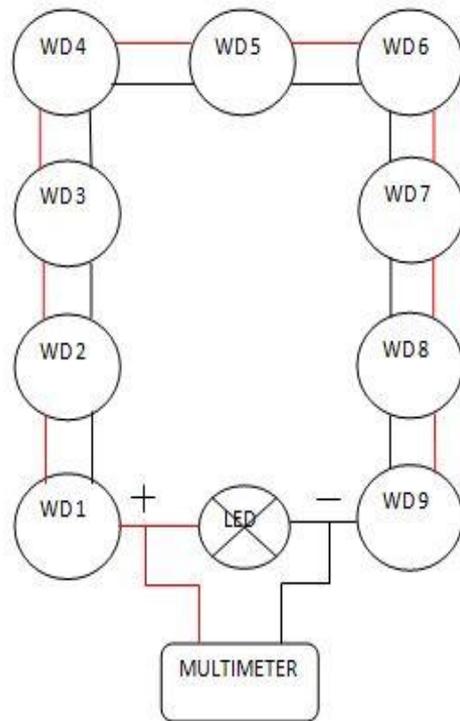
Pada tahap pengambilan data kami mengukur berapa tegangan yang dihasilkan oleh satu, dua, tiga, empat, lima, sampai sembilan wadah yang di isi air laut.

Wairing Diagram Penelitian



Gambar 2. Wairing diagram dari hasil perancangan Rangkaian Seri

Setiap wadah yang dirangkai seri ataupun paralel menghasilkan tegangan, setelah itu tegangan dialirkan pada beban yang akan dinyalakan.



Gambar 3. Wairing diagram dari hasil perancangan Rangkaian paralel

Setiap wadah yang dirangkai seri ataupun paralel menghasilkan tegangan, setelah itu tegangan dialirkan pada beban yang akan dinyalakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan yang diperoleh merupakan hasil dari pembangkit listrik Air laut menggunakan sembilan wadah yang mengubah energi non hayati menjadi energi listrik. Penelitian melakukan observasi dan survei alat yang dilakukan pada Laboraturium Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Hasil pengukuran tegangan air laut

Untuk mengukur sebuah tegangan, pertama siapkan multimeter. Atur posisi saklar selektor DCV, pilihlah skala sesuai dengan perkiraan tegangan yang akan diukur. Hubungkan probe ke terminal tegangan yang akan diukur, probe merah pada terminal positif (+) dan probe hitam ke terminal negatif (-).

Tabel 3. pengambilan data langsung di laut

Langsung Di Laut	Tegangan (V)
Tanpa wadah	0,66

Tabel 4. Hasil pengukuran tingkat ke asinan kadar garam air laut

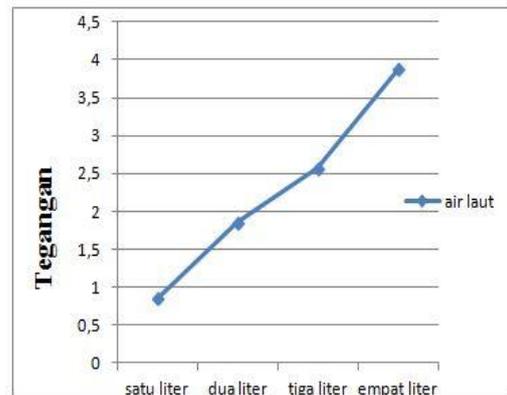
Tempat / Daerah	Kadar Keasinan
Makassar	1.022 ph
Takalar	1.023 ph
Jeneponto	1.023 ph

Tabel 5. Hasil pengukuran percobaan penggunaan jumlah air laut

Jumlah air laut	Tegangan
Satu liter	0,86 V
Dua liter	1,85 V
Tiga liter	2,57 V
Empat liter	3,87 V

Menjelaskan pada saat menggunakan satu liter menghasilkan tegangan sebesar (0,86 V), pada saat menggunakan dua liter menghasilkan

tegangan sebesar (1,85 V), pada saat menggunakan tiga liter menghasilkan tegangan sebesar (2,57 V), pada saat menggunakan empat liter menghasilkan tegangan sebesar (3,87 V).



Gambar 4. Diagram hasil pengukuran percobaan penggunaan jumlah air laut

Memperlihatkan tegangan yang dihasilkan oleh air laut semakin naik dari (0,86 V), (1,85 V), (2,57 V), sampai dengan (3,87 V).

Tabel 6. Hasil pengukuran rangkaian seri

Air Laut	Tegangan	Keterangan lampu
Satu wadah	0,86 V	Mati
Dua wadah	0,69 V	Mati
Tiga wadah	1,88 V	Redup
Empat wadah	3,87 V	Terang

Memperlihatkan tegangan yang dihasilkan oleh air laut dengan menggunakan satu dan dua wadah dengan tegangan (0,68 V), (0,69 V), lampu mati, tiga wadah (1,88 V), lampu

redup, empat wadah (3,87 V) lampu terang. Jadi, semakin banyak wadah yang digunakan maka semakin besar tegangan yang dihasilkan. Energi laut ini dimanfaatkan bukan hanya untuk menhidupkan lampu LED saja, namun dimanfaatkan untuk menhidupkan listrik pada suatu daerah yang sempit atau bahkan pada daerah yang luas.



Gambar 5. Diagram hasil pengukuran rangkaian seri

Memperlihatkan tegangan yang dihasilkan oleh air laut semakin naik dari (0,68 V), (0,69 V), (1,88 V), sampai dengan (3,87 V).

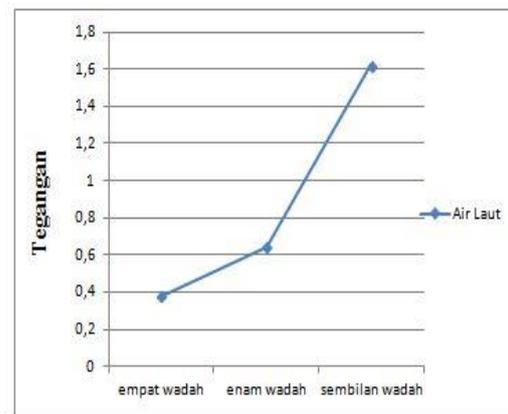
Tabel 7. Hasil pengukuran rangkaian paralel

Memperlihatkan tegangan yang

Air Laut	Tegangan (V)	Keterangan Lampu
empat wadah	0,69	Mati
enam wadah	0,86	Mati
Sembilan wadah	1,88	Redup

dihasilkan oleh air laut dengan

mnggunakan empat wadah dengan tegangan (0,69 V), lampu mati, enam wadah (0,86 V), lampu mati, sembilan wadah (1,88 V) lampu redup. Jadi, semakin banyak wadah yang digunakan maka semakin besar tegangan yang dihasilkan.



Gambar 6. Diagram hasil pengukuran rangkaian paralel

Memperlihatkan tegangan yang dihasilkan oleh air laut semakin naik dari (0,69 V), (0,86 V), sampai dengan (1,88 V).

PENUTUP

Kesimpulan

- 1) Semakin lama air laut diendapkan maka semakin besar energi yang dihasilkan yaitu dengan menghasilkan tegangan sebesar 3,87 V.
- 2) Rangkaian seri lebih besar energi yang dihasilkan dibanding dengan rangkaian paralel, berdasarkan

data yang diperoleh bisa diketahui bahwa rangkaian seri menghasilkan tegangan 3,87 V dan untuk rangkaian paralel menghasilkan tegangan 1,88 V.

- 3) Air laut bisa dijadikan sumber cadangan energi terbaharukan serta ramah lingkungan. Energi air laut energi yang harus dimanfaatkan.

Saran

Sering melakukan percobaan dengan cara yang sama atau yang berbeda dan gunakan wadah yang lebih besar untuk sumber energi yang lebih banyak. Diharapkan skripsi ini bisa dijadikan sebagai bahan penelitian selanjutnya oleh mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

Budi Supian, Suhendar, Rian Fahrizal
Jurusan Teknik Elektro,
Universitas Sultan Ageng
Tirtayasa Cilegon, Indonesia,
Juni 2013.

Badan Pusat Statistik. 2007. *Handbook Statistik Ekonomi Energi Indonesia 2007*. Jakarta: Tim Statistik Ekonomi Energi.

Clearesta, E., Julianto, A., Afifah, H.,
Nurguritno, M., Wahyuningsih,
P., Kurniasih, S. Jemira, Y. R.,

Dian, T. J. 2010. *Konversi Energi-Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Laut*. Majalah Energi-Sustainable Energy Monthly Magazine.

Darsono, Valentino. 2009. Pengantar Ilmu Lingkungan. Surabaya: Universitas Airlangga.

Gabriel, J.F. Fisika Lingkungan. Jakarta : Hipokrates, 2001.

Harahap, 2006, Analisis Pemanfaatan Sumberdaya Energi Alternatif Untuk Pnyediaan Energi Masyarakat Di sumatera Utara. Badan Penelitian dan Pengmbangan. Sumatera Utara. 2006.

Jaefarzadeh.M.R., (2004)., Thermal Behavior of a Small Salinity-Gradient Solar Pond with Wall Shading Effect., Solar Energy 77., pp. 281-290.

Kadir, Abdul. "Energi Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan P otensi Ekonomi Edisi ketiga", Penerbit UI, Jakarta, 2010.

Kuwahara. 2001. Geologi Laut. Jakarta: Erlangga.

- Kadir, Abdul. "Pembangkit Tenaga Listrik", Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 1997.
- Nanang H, Yuni A, "Analisa Potensi Energi Arus Laut sebagai Pembangkit Listrik di Dunia dan di Indonesia", Jurusan Teknik Elektro-FTI, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 20 September.
- Partowidagdo dkk, 2000. Agenda 21 Sektor Energi Meningkatkan Kualitas Hidup Manusia Indonesia Melalui Pembangunan Sektor Energi Yang Berkelanjutan. Hal. 24-28. Jakarta, 2000.
- Siti Fariya, Sri Rejeki, Program Pascasarjana, Fakultas Teknologi Kelautan ITS-Surabaya. Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Miniral dan Kelautan ITATS-Surabaya Oktober, 2015.
- Setiawan dkk, 2010. Studi Awal Kebutuhan Energi Listrik dan Pootensi Pemanfaatan Sumber Energi Terbaharukan di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewah Yogyakarta.
- Singh. R., Tundee.S., Akbarzadeh. A., (2011)., Electric Power Generation From Solar Pond Using Combined Thermosyphon and Thermoelectric Modules., Solar Energy Scince Direct., pp. 371-378.
- Soebyakto dan Pranowo. 2010. *Studi Potensi Energi Listrik Tenaga Ombak, Pasang Surut, dan Arus Laut (Studi Kasus di Pantai Tegal)*. Paper Program Studi Magister Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta.
- Yuningsih, A., Masduki, A., Rachmat, B. *Penelitian Potensi Energi Arus Laut sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan di Perairan ToyaPakeh, Nusa Penida, Bali*. Jurnal Geologi Kelautan Vol 8, No. 3, Desember.