

SISTEM KONVERSI ENERGI BERBASIS AIR LAUT GUNA MENDAPATKAN ENERGI LISTRIK DENGAN METODE SEL VOLTA

Taufiqur Rohman, 21401053011, Bambang Dwi Sulo, Oktriza Melfazen.

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

Jl.M.T Haryono 193 Dinoyo – Lowokwaru – Malang

Email : attaufiq93@gmail.com

ABSTRAK

Energi listrik alternatif merupakan sumber energi yang perlu dikembangkan mengingat semakin habis energi fosil di bumi. Salah satu sumber energi yang tidak akan habis adalah air laut. Air laut mengandung campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material berupa garam, gas terlarut, bahan organik dan partikel tak terlarut. Senyawa yang terkandung dalam air laut adalah Natrium Clorida (NaCl) dan oleh H₂O diraikan menjadi Na⁺ dan Cl⁻. Bertemunya dua partikel bebas Na⁺ dan Cl⁻ yang dipadukan dengan metode sel volta akan menghasilkan perubahan/ konversi menjadi arus listrik sehingga dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada air laut di pantai selatan kota Malang dengan volume 100 ml sampai 2000 ml, hasil tetinggi pada saat siang hari dengan cuaca normal suhu 30° C dan kelembaban 68% menghasilkan energi 1,78 Watt, pada saat pasca hujan dengan suhu 25° C dan kelembaban 70% menghasilkan energi 1,8 Watt, dan pada malam hari dengan suhu 23,5° C dan kelembaban 84% menghasilkan energi 2,56 Watt. Untuk menghasilkan energi yang lebih besar maka dilakukan step up dengan dirangkai menjadi cell-cell yang dihubungkan seri sebanyak 10 cell dengan volume 250 ml pada masing-masing cell menghasilkan energi listrik sebesar 11,73 Watt. Jadi energi yang dihasilkan air laut dapat dipengaruhi oleh volume, suhu, kelembaban dan pergerakan air laut.

Kata kunci : energi alternatif, air laut, sel volta, listrik.

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Semakin berkurangnya sumber energi yang diserap lambat laun akan habis. Energi yang telah dipakai saat ini adalah energi fosil, yaitu sumber energi yang akan habis dan tidak dapat diperbarui. Oleh karena itu, demi memenuhi kebutuhan energi listrik pengembangan-pengembangan energi listrik mulai diambil dari energi alternatif yang tidak akan habis, Salah satu energi yang saat ini dibahas adalah energi air laut. Sumber energi dari laut ini bekerja seperti prinsip pada baterai galvanik yang terdiri dari larutan elektrolit dan elektroda sehingga mampu menghasilkan energi listrik. Pada dasarnya, air laut mengandung senyawa NaCl yang tinggi dan oleh H₂O diuraikan menjadi Na⁺ dan Cl⁻. Dengan adanya partikel muatan bebas itu, maka timbul arus listrik. Timbulnya arus listrik oleh muatan bebas tersebut dapat dipakai sebagai sumber energi listrik yang murah dan ramah lingkungan dengan menggunakan metode sel volta. Sel volta dapat mengubah energi kimia yang timbul dari reaksi Na⁺ dan Cl menjadi energi listrik.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana memanfaatkan energi alternatif air laut sebagai sumber energi listrik sebesar 25 Watt ?

2. Bagaimana penerapan energi yang berasal dari air laut menjadi energi listrik untuk disalurkan pada beban listrik ?
3. Seberapa efisien pemanfaatan sumber energi air laut pada daerah pesisir pantai dengan hasil daya 25 Watt ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan energi air laut menjadi sumber listrik alternatif untuk digunakan pada beban listrik sehari-hari.

1.4 Batasan Masalah

1. Energi yang dihasilkan dari air garam atau air laut.
2. Pemanfaatan energi air laut untuk kebutuhan daya listrik sehari-hari.
3. Daya yang dihasilkan mencapai 25 Watt tanpa penyimpanan sehingga dapat dimanfaatkan untuk beban listrik ringan

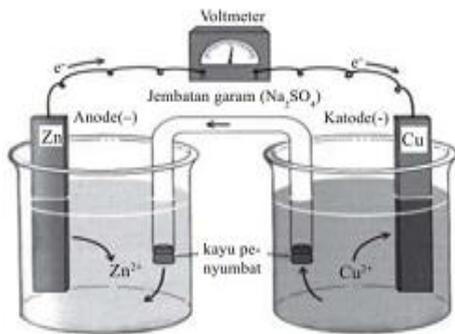
II. Dasar Teori

2.1 Sel Volta

Luigi Galvani (1780) dan Alessandro Volta (1800) telah menemukan terbentuknya arus listrik dari reaksi kimia. Reaksi kimia yang terjadi merupakan reaksi redoks (reduksi dan oksidasi) dan alat ini disebut sel volta. Sel

volta merupakan sel yang dapat menghasilkan arus listrik. Pada sel galvani, anoda berfungsi sebagai elektroda bermuatan negatif dan katoda bermuatan positif. Arus listrik mengalir dari katoda menuju anoda. Reaksi kimia yang terjadi pada sel galvani berlangsung secara spontan. Salah satu aplikasi sel galvani adalah penggunaan sel Zn/Ag₂O₃ untuk baterai jam. Sel volta adalah penataan bahan kimia dan penghantar listrik yang memberikan aliran elektron lewat rangkaian luar dari suatu zat kimia yang teroksidasi ke zat kimia yang direduksi. Dalam sel volta, oksidasi berarti dilepaskan elektron oleh atom, molekul dan ion. Sedangkan reduksi berarti diperolehnya elektron oleh partikel-partikel atom, molekul dan ion.

Logam tembaga dicelupkan dalam larutan CuSO₄ dan logam seng dicelupkan dalam larutan ZnSO₄. Kedua larutan dihubungkan dengan jembatan garam. Jembatan garam merupakan tabung U yang diisi agar-agar dan garam KCl. Sedangkan kedua elektroda (logam dan logam Zn) dihubungkan dengan alat penunjuk arus yaitu *voltmeter*



Gambar 1 Sel volta

Logam Zn akan melepaskan elektron dan berubah membentuk ion Zn²⁺ dan bergabung dalam larutan ZnSO₄. Elektron mengalir dari elektroda Zn ke elektroda Cu. Ion Cu²⁺ dalam larutan CuSO₄ menerima elektron dan ion tersebut berubah membentuk endapan logam Cu.

Sel elektrokimia tersusun atas dua elektroda, yaitu anoda dan katoda. Pada anoda terjadi reaksi oksidasi, sedangkan pada katoda terjadi reaksi reduksi. Elektroda pada Sel Volta yaitu berupa katoda dan anoda. Katoda adalah elektroda di mana terjadi reaksi reduksi, berarti logam Cu dalam sel volta disebut sebagai elektroda positif. Sedangkan Anoda adalah elektroda di mana terjadi reaksi oksidasi, berarti logam Zn dalam sel volta disebut sebagai elektroda negatif. Dalam penelitian ini katoda adalah tembaga dan anoda adalah seng.

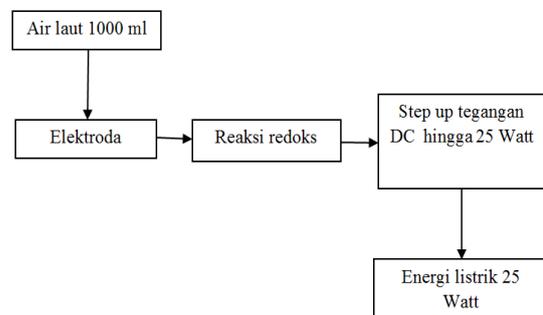
Fungsi jembatan garam dalam larutan ZnSO₄ terjadi kenaikan jumlah ion Zn²⁺ dan dalam larutan CuSO₄ terjadi penurunan jumlah ion Cu²⁺. Sedangkan banyaknya kation (Zn²⁺ atau Cu²⁺) harus setara dengan anion S. Untuk menyetarakan kation dan anion, maka ke dalam larutan ZnSO₄ masuk anion Cl dari jembatan garam sesuai bertambahnya ion Zn²⁺. Pada larutan CuSO₄ terjadi kekurangan Cu²⁺ atau dapat disebut terjadi kelebihan ion S, maka ion S masuk ke jembatan garam menggantikan Cl⁻ yang masuk ke larutan ZnSO₄. Banyaknya arus listrik yang dihasilkan dari kedua elektroda dapat ditentukan besarnya dengan menetapkan potensial elektroda dari Zn dan Cu.

2.2 Air Laut

Yaitu air dari laut atau samudera, memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Artinya dalam 1 liter (1000 mL) air laut terdapat 35 gram garam (namun tidak seluruhnya garam dapur/NaCl). Air laut merupakan zat pelarut yang bersifat sangat berdaya guna yang mampu melarutkan zat-zat lain dalam jumlah yang besar daripada zat cair lainnya. Sifat ini dapat dilihat dari banyaknya unsur-unsur pokok yang terdapat dalam air laut. Diperkirakan ada sebesar 48.000 triliun ton garam yang larut dalam air laut. Garam-garaman tersebut terdiri dari sodium clorida 38.000 triliun ton, sulphates 3000 triliun ton, magnesium 1600 triliun ton, potassium 480 triliun ton dan bromide 83 triliun ton. *Clorida* merupakan zat paling banyak terkandung dalam air laut. Sedangkan zat sodium (NaCl) atau garam dapur merupakan zat *clorida* yang prosentasenya paling besar.

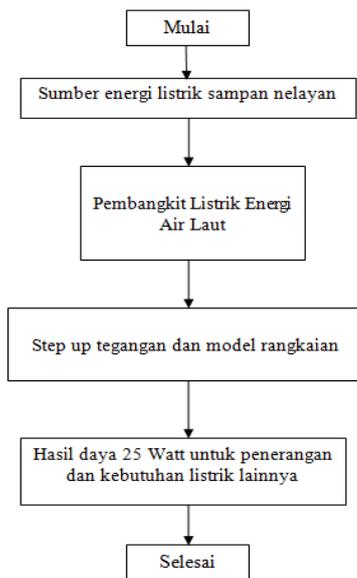
III. Metode Penelitian

3.1 Diagram blok



Gambar 2 Blok Diagram Sistem

2.2 Diagram Alir Penyelesaian Masalah



Gambar 3 Diagram alir penyelesaian

2.3 Flowchart cara kerja



Gambar 4 Flowchart

Penerapan *flowchart* cara kerja sistem di atas adalah sebagai berikut :

- 1) Disiapkan Air laut sebagai sumber energi
- 2) Logam tembaga dan seng yang telah dihubungkan seri disambungkan dengan kabel dimasukkan ke dalam air laut
- 3) Output dari kabel elektroda tersambung pada sel-sel dengan hubung seri, tegangan listrik arus DC
Output step up tegangan DC dapat langsung dihubungkan pada beban listrik.

IV. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian dan Analisis

Pengujian dilakukan menggunakan air laut murni tanpa tambahan pasir laut ataupun garam dengan volume 100 ml, 200 ml, 300 ml, 400 ml, 500 ml, 600 ml, 700 ml, 800 ml, 900 ml, 1000 ml, 1100 ml, 1200 ml, 1300 ml, 1400 ml, 1500 ml, 1600 ml, 1700 ml, 1800 ml, 1900 ml, 2000 ml. Untuk menghasilkan reaksi elektrokimia maka harus ada dua logam penampang sebagai katoda atau biasa disebut aliran positif dan anoda sebagai negatif.

Dari pengujian yang dilakukan pada siang hari di pantai Batu Bengkung dengan cuaca normal tanpa hujan suhu 30°C dan kelembaban 68% didapatkan hasil pada tabel berikut.

Tabel 1 Pengujian pertama air laut menjadi energi listrik

Volume air (ml)	Tegangan yang dihasilkan (V)	Arus yang dihasilkan (A)	Daya yang dihasilkan (W)
100 ml	0,52 V	0,28 A	0,15 W
200 ml	0,59 V	0,31 A	0,18 W
300 ml	0,73 V	0,34 A	0,25 W
400 ml	0,7 V	0,43 A	0,3 W
500 ml	0,68 V	0,57 A	0,39 W
600 ml	0,65 V	0,64 A	0,42 W
700 ml	0,62 V	0,74 A	0,46 W
800 ml	0,61 V	0,85 A	0,52 W
900 ml	0,59 V	0,95 A	0,56 W
1000 ml	0,58 V	1,05 A	0,6 W
1100 ml	0,6 V	1,1 A	0,66 W
1200 ml	0,64 V	1,16 A	0,74 W
1300 ml	0,66 V	1,21 A	0,79 W
1400 ml	0,61 V	1,32 A	0,81 W
1500 ml	0,67 V	1,46 A	0,98 W
1600 ml	0,72 V	1,52 A	1,09 W
1700 ml	0,71 V	1,68 A	1,19 W
1800 ml	0,75 V	1,74 A	1,3 W
1900 ml	0,82 V	1,85 A	1,5 W
2000 ml	0,83 V	2,14 A	1,78 W

Efek terhadap pembebanan dengan suhu 30° dan volume tersebut adalah pada hasil energi

yang didapatkan lebih kecil karena suhu pada siang hari menyebabkan air laut menguap. Dari pengujian ini daya maksimal yang dihasilkan adalah 1,78 watt.

Pengujian kedua dilakukan pada saat cuaca mendung pasca turun hujan dengan suhu normal 25° C dan kelembaban 70%, mendapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 2 Pengujian kedua air laut menjadi energi listrik

Volume air (ml)	Tegangan yang dihasilkan (V)	Arus yang dihasilkan (A)	Daya yang dihasilkan (W)
100 ml	0,54 V	1,26 A	0,68 W
200 ml	0,59 V	1,29 A	0,76 W
300 ml	0,61 V	1,36 A	0,83 W
400 ml	0,66 V	1,46 A	0,96 W
500 ml	0,64 V	1,53 A	0,98 W
600 ml	0,65 V	1,53 A	0,99 W
700 ml	0,66 V	1,68 A	1,1 W
800 ml	0,66 V	1,72 A	1,14 W
900 ml	0,66 V	1,73 A	1,14 W
1000 ml	0,67 V	1,83 A	1,23 W
1100 ml	0,71 V	1,88 A	1,33 W
1200 ml	0,74 V	1,92 A	1,42 W
1300 ml	0,75 V	1,97 A	1,48 W
1400 ml	0,74 V	2,07 A	1,53 W
1500 ml	0,77 V	2,16 A	1,66 W
1600 ml	0,78 V	2,18 A	1,7 W
1700 ml	0,75 V	2,21 A	1,66 W
1800 ml	0,76 V	2,27 A	1,72 W
1900 ml	0,78 V	2,27 A	1,77 W
2000 ml	0,78 V	2,32 A	1,8 W

Ketika air laut tercampur dengan air hujan tegangan yang dihasilkan semakin bertambah, meskipun dengan perbedaan kecil dan ketika terjadi pergerakan air laut akibat tetesan hujan arus yang dihasilkan semakin besar. Efek terhadap pembebanan pada pengujian setelah hujan dan suhu 25° yaitu daya yang dihasilkan semakin besar, yaitu 1,8 watt.

Pengujian ketiga dilakukan ketika malam hari dengan kondisi cuaca normal suhu 23,5° C

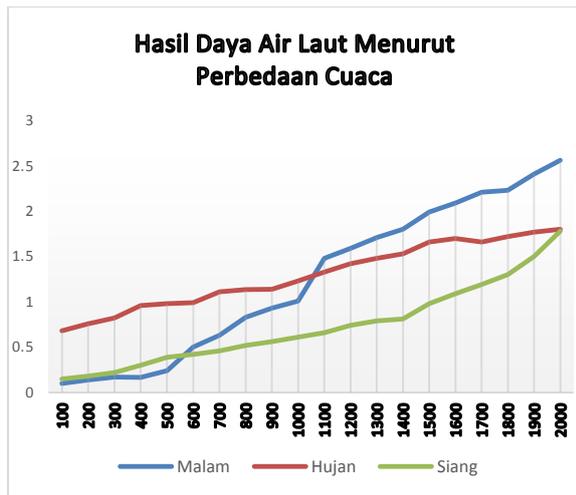
dan kelembaban 84% dengan volume berbeda mulai dari 100 ml sampai 2000 ml mendapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3 Pengujian ketiga air laut menjadi energi listrik

Volume air (ml)	Tegangan yang dihasilkan (V)	Arus yang dihasilkan (A)	Daya yang dihasilkan (W)
100 ml	0,58 V	0,18 A	0,1 W
200 ml	0,65 V	0,21 A	0,14 W
300 ml	0,68 V	0,25 A	0,17 W
400 ml	0,66 V	0,25 A	0,16 W
500 ml	0,66 V	0,36 A	0,23 W
600 ml	0,68 V	0,73 A	0,49 W
700 ml	0,66 V	0,96 A	0,63 W
800 ml	0,67 V	1,24 A	0,83 W
900 ml	0,68 V	1,38 A	0,94 W
1000 ml	0,67 V	1,51 A	1,01 W
1100 ml	0,68 V	2,18 A	1,48 W
1200 ml	0,7 V	2,27 A	1,59 W
1300 ml	0,74 V	2,31 A	1,71 W
1400 ml	0,73 V	2,47 A	1,8 W
1500 ml	0,76 V	2,62 A	1,99 W
1600 ml	0,76 V	2,75 A	2,09 W
1700 ml	0,78 V	2,84 A	2,21 W
1800 ml	0,75 V	2,98 A	2,23 W
1900 ml	0,76 V	3,17 A	2,41 W
2000 ml	0,78 V	3,28 A	2,56 W

Hasil pengujian dari tabel tersebut menunjukkan bahwa ketika malam hari dengan suhu normal dapat dihasilkan tegangan yang relatif stabil meskipun dengan perbedaan volume air, sedangkan arus yang dihasilkan bertambah besar ketika volume air semakin banyak. Efek pada pembebanan adalah semakin besar daya yang dihasilkan, yaitu 2,56 watt.

Hasil tabel perbandingan daya listrik dari air laut menurut perbedaan cuaca dan volume dapat ditunjukkan pada grafik sebagai berikut:



Gambar 5 Grafik energi listrik air laut ditinjau dari volume dan perbedaan cuaca

Dilihat dari hasil daya yang dihasilkan air laut relatif kecil maka perlu dilakukan metode untuk mencapai hasil yang lebih besar yaitu dengan cara menjadikannya dalam bentuk beberapa *cell* ruang serta menghubungkannya antar *cell* menggunakan hubungan seri. Dalam penelitian ini volume di masing-masing *cell* adalah 250cc sebanyak 10 *cell* maka didapatkan tegangan sebesar 7,15 Volt dan arus sebesar 1,64 Ampere, sehingga daya yang dapat dihasilkan sebesar 11,73 Watt.

V. Kesimpulan dan Saran

1. Air laut dapat dimanfaatkan sumber energi listrik alternatif yang tak pernah habis sehingga dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan listrik di masa depan. Dengan metode sel volta maka kandungan NaCl diuraikan oleh H₂O sehingga menjadi Na⁺ dan Cl⁻. Partikel bebas itulah yang menghasilkan energi listrik. Pada penelitian ini hasil daya maksimal yang didapat sebesar 11,73 watt.
2. Besar kecil energi listrik yang dihasilkan dipengaruhi oleh volume air, suhu, kelembaban dan pergerakan air laut, begitu juga luas penampang katoda dan anoda juga mempengaruhi hasil energi listrik. Untuk menghasilkan energi yang besar perlu dijadikan air laut menjadi beberapa sel dengan menghubungkan seri antar sel.
3. Penggunaan energi air laut lebih efisien untuk masyarakat pesisir pantai, baik ketika di rumah mereka atau ketika bekerja sebagai nelayan karena mudahnya mendapatkan air laut. Namun, membutuhkan maintenance untuk penggantian katoda dan anoda secara berkala tergantung lama pemakaian karena air laut menyebabkan korosi sehingga merusak logam.

Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan setelah melakukan penelitian ini adalah :

Mencari solusi yang lebih baik untuk meningkatkan hasil daya dari penggunaan air laut sebagai sumber energi, seperti menggabungkan dari beberapa pembangkit energi alternatif dari laut sehingga mendapatkan hasil yang besar dan dapat didistribusikan kepada masyarakat yang lebih luas

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, Asruldin. 2006. Studi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Arus Laut Di Selat Alas Kabupaten Lombok, NTB. Surabaya : Jurusan Teknik Elektro-FTI, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Musriyal. 2015. Refleksi Dan Overtopping Gelombang Pada Breakwater Dengan Pemusat Energi Bentuk Cekung. Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Lium, Edwaren. 2011. Potensi Energi Alternatif Dalam Sistem Kelistrikan Indonesia. Pusat Pengembangan Energi Nuklir (BATAN). Jakarta
- Prastuti, Okky Putri. 2017. Pengaruh Komposisi Air Laut dan Pasir Laut Sebagai Sumber Energi Listrik. Gresik : Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan Universitas Internasional Semen Indonesia.
- Sangari, Ferry Johnny. 2014. Perancangan Pembangkit Listrik Pasang Surut Air Laut. Manado. Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Manado (UNIMA).
- Sani, Alfian. 2018. Analisa Baterai Air Asin Dengan Elektroda Tembaga Dan Aluminium. Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Sriartha, I.P., Putra, I.W.K.E., 2015. Distribusi Spasial Genangan Air Laut Berdasarkan Analisis Data Satelit Altimetri Envisat di Wilayah

Pesisir Barat Kabupaten Buleleng,
Bali.

Sudirham, Sudaryanto. 2012. Analisis Sistem
Tenaga.

Sumotarto, U. 2012. Pemanfaatan Energi
Pasang Surut. Jurnal Sains dan
Teknologi BPPT.

Supian, Budi. 2013. Studi Pemanfaatan Arus
Laut Sebagai Sumber Energi Listrik
Alternatif di Wilayah Selat Sunda.
Cilegon. Jurusan Teknik Elektro,
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Cilegon.

Usman, Muhammad Ali. 2017. Studi
Eksperimen Penggunaan Air Garam
Sebagai Sumber Energi Alternatif.
Kendari : Skripsi Jurusan Teknik
Mesin Fakultas Teknik Universitas
Halu Oleo.

Utami,B., Nugroho,A.Cs., Mahardiani,L.,
Yamtinah,B., 2007, Kimia Untuk
SMA dan MA Kelas XII Program
Ilmu Alam, 2009, Pusat Departemen
Pendidikan Nasional, Jakarta.

Wirosobo, Haryo Dimas. 2014. SAW-GEN
Sebagai Sumber Energi Listrik
Ramah Lingkungan Dan Murah.
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Ahmad Dahlan.
Yogyakarta.