

Studi Pengaruh Salinitas Air Laut Sintetis Terhadap Daya Baterai Sebagai Energi Alternatif Terbarukan

Herry Setiyawan, Ahmad Nur Kahfi Setiawan

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Jl. Karimata 49 Jember 68121 Jawa Timur Indonesia
E-mail: Deltrankahfi@yahoo.com

ABSTRAK

Abstrak - Material elektrolit adalah salah satu elemen yang sangat penting untuk menghasilkan daya pada baterai laut. Perpaduan elemen baterai yang optimal akan menghasilkan daya baterai yang optimal juga. Penelitian terhadap salinitas ini dimaksudkan dengan tujuan untuk mengetahui nilai optimal salinitas yang dihasilkan oleh air laut sintetis sebagai energi alternatif, sehingga dapat digunakan sebagai terobosan sumber energi alternatif terbarukan. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah berbentuk balok dengan dimensi volume persel 500 cm³ sebagai tempat elemen baterai. Elektroda dengan panjang = 9 cm dan lebar = 2 cm. Penambahan massa garam secara linier dengan massa 25 gr sampai 225 gr sebagai pembanding nilai salinitas. Nilai salinitas semakin tinggi seiring penambahan massa NaCl. Tetapi korelasi antara salinitas dan daya tidak demikian. Pada korelasi salinitas dan daya diperoleh nilai daya tertinggi sebesar 0,58 watt pada salinitas 74 % dengan menggunakan 4 sel baterai. Terjadi penurunan daya pada salinitas 83 % menjadi 0,36 watt. Penurunan daya disebabkan oleh kadar NaCl yang tinggi sehingga aquades tidak bisa menguraikan NaCl menjadi Na (+) dan Cl (-).

Kata kunci: Salinitas, Sel baterai, Daya, Energi Alternatif Terbarukan

ABSTRACT

Abstract - Electrolyte material is one of the most important elements to generate power in marine batteries. The optimal combination of battery elements will result in optimal battery power too. This research on salinity is intended to determine the optimal value of salinity produced by synthetic seawater as an alternative energy, so that it can be used as a breakthrough alternative renewable energy source. The tools and materials used in this study were a block-shaped container with a dimension of 500 cm³ of volume as a battery element. Electrode with length = 9 cm and width = 2 cm. Linear addition of salt mass with a mass of 25 gr to 225 g as a comparison of the salinity value. The salinity value gets higher as the mass of NaCl increases. But the correlation between salinity and power is not the case. In the correlation between salinity and power, the highest power value is 0.58 watts at a salinity of 74 % using 4 cell batteries. There is a decrease in power at salinity 83 % to 0.36 watts. The decrease in power is caused by high levels of NaCl so that distilled water cannot decompose NaCl into Na (+) and Cl (-).

Keywords: Cross, battery cells, Power, Renewable Alternative Energy

Copyright © 2021 Universitas Muhammadiyah Jember.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan teknologi saat ini, perangkat listrik pada awalnya membutuhkan banyak energi, dan lama kelamaan digantikan oleh perangkat yang lebih hemat energi dan lebih ramah lingkungan. Upaya penghematan (hemat) listrik sepertinya akan terus berkembang. Ketersediaan energi listrik yang diberikan tidak diimbangi dengan kebutuhan seiring dengan gaya hidup yang semakin berkembang, terutama di kota-kota besar seperti Jakarta [1]. Salah satu konsep teknis konservasi energi melalui sumber daya yang banyak tersedia di Indonesia adalah penerapan reaksi elektrokimia dalam aplikasi baterai kelautan. Dalam konsep baterai laut ini menggunakan elektrolit air laut (sintetis) yang direaksikan dengan elektroda aluminium (Al) sebagai anoda dan elektroda tembaga (Cu) sebagai katoda. Anoda adalah tempat terjadinya reaksi oksidasi, reaksi oksidasi adalah reaksi yang terjadi peningkatan bilangan oksidasi melalui pelepasan atau penambahan oksigen pada suatu molekul, atom, maupun ion pada reaksi ini terjadi pada Aluminium (Al). Katoda adalah tempat terjadinya reaksi reduksi, Reaksi reduksi adalah reaksi yang terjadi penurunan bilangan oksidasi melalui penangkapan elektron atau pelepasan oksigen pada suatu molekul,

Atom, Maupun Ion. Reaksi dari elemen baterai (Elektroda dan elektrolit) bisa digunakan sebagai energi alternatif terbarukan dengan menggunakan metode sel volta, Sel volta adalah sel elektrokimia dimana energi kimia spontan diubah menjadi energi listrik (Reaksi Redoks). Prinsip kerja sel volta dalam menghasilkan arus listrik adalah aliran transfer elektron dari reaksi oksidasi di anoda ke reaksi reduksi di katoda melalui rangkaian luar.

Pada penelitian penulis akan meneliti pengaruh salinitas air laut (sintetis) terhadap daya baterai. Variasi salinitas ini diperoleh dari melarutkan NaCl ke dalam aquades. Massa garam ditambahkan sebanyak 25 gr secara linier ke dalam aquades dengan volume 1 liter. Pengukuran salinitas air laut dilakukan dengan menggunakan alat ukur salinitas yaitu salinometer. Salinitas diukur pada keadaan *Sodium Chlorida* terlarut pada 1 liter aquades.

2. KAJIAN PUSTAKA

Kajian salinitas dilakukan pada penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui nilai salinitas yang optimal agar menghasilkan daya yang optimal sehingga dapat digunakan sebagai salah satu alternatif sumber energi terbarukan. Besarnya arus dan tegangan yang dihasilkan oleh suatu sel elektrokimia bergantung pada beberapa faktor yaitu besar kecilnya elektroda, kandungan larutan elektrolit (garam) dan juga banyaknya air untuk larutan elektrolit tersebut. Satu sel elektrokimia dengan elektroda tembaga dan aluminium, panjang 9 cm, lebar 2 cm dan menggunakan larutan elektrolit 250 ml dapat menghasilkan tegangan listrik sebesar 567 mV. Sel elektrokimia ini tidak hanya menghasilkan listrik, tetapi juga dapat menampung listrik dengan cara memberikan daya pada sel atau yang biasa dikenal dengan istilah *charging*.

2.1. Salinitas

Salah satu parameter fisika yang dapat digunakan sebagai parameter kualitas air adalah salinitas [2]. Salinitas merupakan tingkat kadar garam atau keasinan yang terlarut didalam air, yaitu seberapa banyak gram garam yang terlarut untuk setiap liter larutan. Umumnya dinyatakan dalam satuan 0/00 (*parts per thousand*), sehingga pada sampel air laut dengan berat 1000 gram yang mengandung 35 gram senyawa-senyawa terlarut memiliki salinitas sebesar 350/00. Selain itu salinitas juga mengacu pada kandungan garam yang ada di dalam tanah. Banyaknya kandungan garam yang ada pada sebuah sungai, danau, serta saluran air alami sangat kecil sehingga tempat ini dikategorikan sebagai air tawar, karena kandungan garamnya kurang dari 0,05 %, jika kandungan garam lebih dari itu disebut sebagai air payau, bisa disebut juga saline jika konsentrasinya berkisar antara 3 – 5 %, lebih dari itu disebut *brine* [3]. Tabel 1 berikut perbandingan salinitas air berdasarkan persentase terhadap garam yang terlarut didalamnya.

Tabel 1. Salinitas air berdasarkan persentase garam terlarut

Air Tawar	Air Payau	Air Saline	Brine
0,05 %	0,05 – 3 %	3 – 5 %	> 5 %

2.2. Penentuan Nilai Salinitas

Dalam menentukan salinitas, ada beberapa cara yang digunakan baik secara kimia maupun fisika. Secara kimia nilai salinitas dilakukan dengan menghitung besarnya kandungan klorin dalam sampel air laut. Hal ini dilakukan karena sangat sulit untuk menentukan salinitas senyawa terlarut secara keseluruhan. Oleh karena itu, hanya komponen terbesar yang diperiksa adalah klorida (Cl). Kandungan klorida didefinisikan pada tahun 1902 sebagai jumlah gram ion klorida dalam satu kilogram air laut ketika semua halogen digantikan oleh klorida. Penentuan ini mencerminkan proses kimiawi titrasi untuk menentukan kandungan klorida. Menghitung nilai salinitas fisik yaitu menentukan salinitas melalui nilai konduktivitas air laut. Perangkat elektronik canggih menggunakan prinsip konduktivitas. Salah satu alat paling populer untuk mengukur salinitas dengan akurasi tinggi adalah salinometer yang bekerja berdasarkan konduktivitas listrik. Semakin besar salinitas, semakin besar konduktivitas listriknya. Selain itu, telah dikembangkan perangkat *salinity temperature depth recorder* (STD) yang bila diturunkan ke laut secara otomatis dapat membentuk kurva salinitas dan suhu ke kedalaman di lokasi tersebut.

2.3. Prinsip Sel Volta

Sel volta adalah sel elektrokimia yang dapat menghasilkan energi listrik yang diperoleh dari hasil reaksi kimia yang berlangsung secara spontan. Pada sel volta ini terdapat kutub anoda dan katoda. Kedua kutub tersebut akan dicelupkan ke dalam larutan elektrolit yang terhubung dengan jembatan garam yang berfungsi sebagai netral (*grounding*) dari kedua larutan yang menghasilkan listrik. Sel

volta sendiri dibagi menjadi tiga jenis, yaitu sel volta primer, sel volta sekunder dan sel volta bahan bakar. Sel volta primer adalah sel volta yang tidak dapat diperbaharui (sekali pakai) dan bersifat tidak dapat balik (*irreversible*). Sedangkan sel volta sekunder kebalikan dari sel volta primer. Adapun sel volta bahan bakar (*full cell*) adalah sel volta yang tidak dapat diperbaharui tetapi tidak habis seperti bahan bakar pesawat luar angkasa [4].

2.4. Potensial Elektroda

Potensial elektroda dapat diartikan sebagai besarnya ukuran atau kecenderungan pada suatu unsur untuk dapat melepaskan ataupun mempertahankan elektron yang dapat diukur dalam keadaan standar. Nilai pada potensial elektroda sendiri dapat mengacu pada deret Volta yang dikaitkan dengan reaksi reduksi. Potensial sel standar merupakan beda potensial listrik antara anoda dan katoda pada sel Volta, diukur dalam keadaan standar. Potensial sel tidak dipengaruhi koefisien reaksi. Potensial sel yang terjadi pada keadaan standar secara teori dapat dirumuskan menggunakan persamaan 1 dan dalam keadaan selain standar, nilai tegangan sel (E) bisa dihitung dengan menggunakan persamaan 2 yang disebut sebagai persamaan *Nernst*.

$$E^0_{\text{sel}} = E^0_{\text{reduksi}} - E^0_{\text{oksidasi}} \quad (1)$$

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln K \quad (2)$$

2.5. Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai dapat diartikan sebagai jumlah muatan yang ada pada suatu baterai yang dituangkan dalam satuan *ampere hour* (Ah). Apabila baterai discharge menggunakan arus konstan, maka kapasitas yang terkandung dalam baterai dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$C_{\text{Ah}} = \int_0^t I(t) \cdot dt \quad (3)$$

Selain mengukur *discharge*, arus *discharge* juga mempengaruhi kapasitas selain desain baterai yaitu batas temperatur, batas tegangan, *cut-off*, *end of discharge* (EOD), *state of charge* (SOC) dan history baterai seperti penyimpanan sebelumnya. SOC adalah ukuran seberapa penuh muatan listrik yang terkandung dalam sebuah baterai. Status pengisian daya dinyatakan dalam satuan persen (%), nilai SOC adalah 100% saat baterai terisi penuh dan SOC 0% saat kosong. Sedangkan kedalaman pengisian (*Deep of Discharge*) baterai adalah parameter penting untuk menentukan jumlah siklus pengisian yang dapat dicapai oleh baterai. *Deep of Discharge* (DOD) adalah ukuran seberapa banyak daya yang telah digunakan baterai. Jika baterai dalam posisi penuh atau SOC 100%, maka nilai DOD yang terkandung dalam baterai adalah 0%. Sebaliknya apabila kondisi baterai dalam keadaan kosong atau SOC 0% SOC maka nilai DOD baterai adalah 100% [5].

2.6. Resistansi Internal (IK)

Kemampuan sebuah baterai untuk menangani beban tertentu disebut sebagai hambatan internal. Pada hambatan internal ini, besar daya yang dikeluarkan sebagai syarat umum adalah nilai dari resistansi internal DC harus dibawah piranti. Jika tidak, maka akan terjadi *drop* yang disebabkan oleh perangkat yang mengkonsumsi dibatasi durasi output. Oleh karena itu kita harus berhati-hati dalam menentukan resistansi internal dikarenakan tidak sesederhana seperti resistansi *ohmik*. Salah satu penentu dari resistansi internal yaitu SOC baterai. Umumnya pada sebuah baterai nilai resistansi internal akan cenderung naik pada saat mendekati akhir *discharge* dikarenakan tingkat konduktivitas pada senyawa yang terbentuk menurun. Metode yang sering digunakan untuk mencari nilai resistansi internal pada baterai yaitu *direct-current* yang membandingkan terminal tegangan dengan dua beban yang berbeda. Baterai diberi beban arus i_1 selama beberapa detik dan diperoleh tegangan U_1 . Selanjutnya arus naik menjadi i_2 sedangkan tegangan turun menjadi U_2 . Resistansi internal suatu baterai dapat ditulis dengan persamaan berikut.

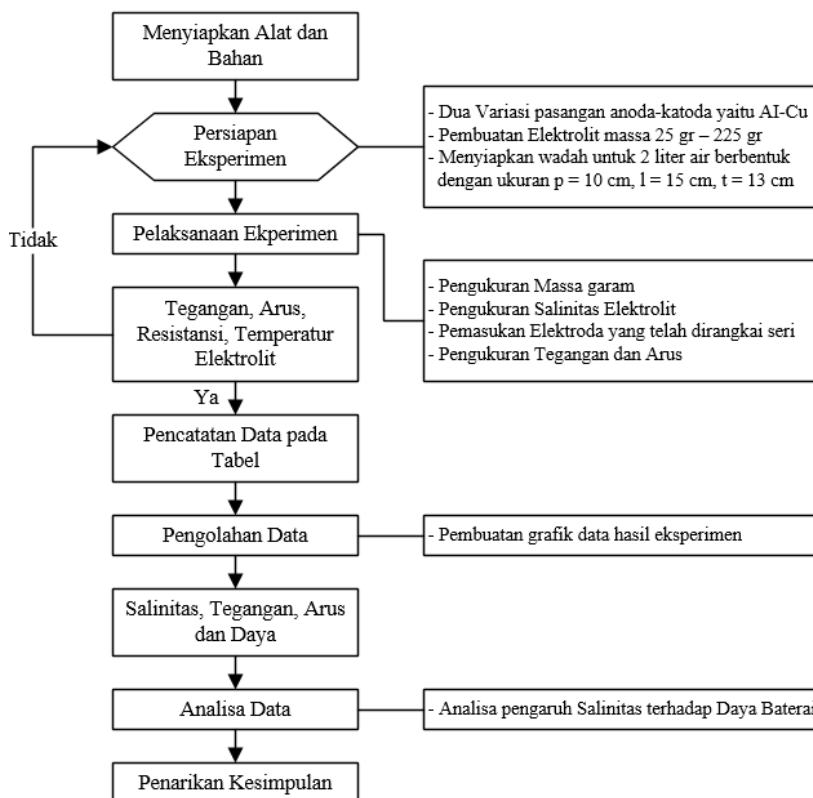
$$R_i = \frac{U_1 - U_2}{i_2 - i_1} = \frac{\Delta U}{\Delta i} \quad (4)$$

R_i dihitung meliputi resistansi *ohmik* yang ada pada elektroda, elektrolit, tegangan pada batas fase antara elektroda dan elektrolit. Pada sebuah baterai yang memiliki elektrolit cair, maka nilai resistansi internalnya ditentukan menggunakan metode ini namun hanya saat pada *discharge*, bukan

pada charging. Hal ini dikarenakan tegangan yang tinggi dari reaksi tegangan gasifikasi (*gassing voltage*). Tegangan gasifikasi sendiri adalah keadaan dimana tegangan terjadi dekomposisi air yang menjadi hidrogen dan oksigen. Namun persentase akan terjadinya proses ini sangat kecil. Biasanya proses ini terjadi pada pengisian baterai belum penuh, sekitar 85 %. Dengan meningkatnya temperatur pada baterai maka tegangan gasifikasi akan bertambah pula.

3. METODE PENELITIAN

Dari hasil kajian pustaka dan dasar teori tentang sel baterai yang menggunakan salinitas maka metodologi penelitian didasarkan pada diagram alir sebagai berikut:

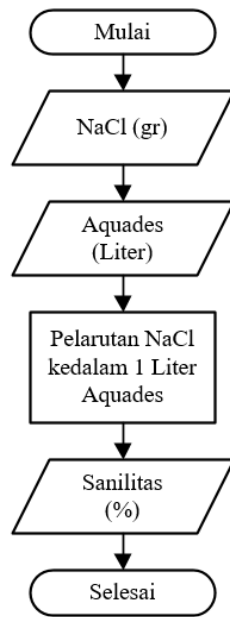


Gambar 1. Diagram alir penelitian

Langkah pertama adalah menyiapkan alat dan bahan, kemudian membuat rangkaian sel baterai, lalu melakukan pengujian. Pengujian pengukuran dengan menggunakan avo meter dimana variabel yang diukur terlebih dahulu adalah tegangan dan arus untuk menentukan daya pada baterai.

3.1. Flowchart Salinitas

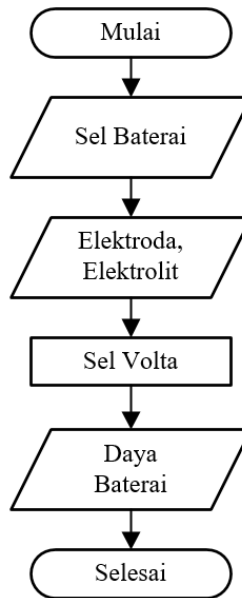
Pengujian salinitas dilakukan dengan mencampurkan NaCl ke dalam aquades dengan volume 1 liter. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur salinitas yaitu *salinometer*. Parameter yang diambil dalam pengukuran salinitas adalah korelasi masa NaCl dengan 1 liter aquades. Secara sederhana *flowchart* dari pengujian ini yaitu seperti pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. *Flowchart* salinitas

3.2. Flowchart Baterai

Daya listrik dihasilkan dari reaksi elektrokimia elemen baterai. Proses reaksi oksidasi dan reaksi reduksi pada anoda dan katoda menyebabkan reaksi redoks spontan. Teknik yang digunakan dalam pengambilan data yaitu kuantitatif. Data yang diperoleh pada pengukuran baterai berupa tegangan, arus, daya baterai dan salinitas.



Gambar 3. Pengujian baterai

3.3. Perancangan Alat

Penyusun pada sel baterai air laut yaitu anoda, katode dan elektrolit. Kotak sel baterai yang digunakan berupa balok yang memiliki dimensi P = 10 cm, L = 5 cm dan T = 13 cm. terdapat 4 sel elektroda dari aluminium dengan tebal 0,15 mm, tembaga 0,20 mm serta perpaduan antara seng/aluminium 0,33 mm dengan luas elektroda 2 x 9 cm. sedangkan pada sisi kotak diberi karet dengan ukuran P = 2 cm, L = 0,5 cm dan T = 3 cm yang berfungsi untuk mengapit elektroda sehingga jarak antara anoda dan katode tetap. Kemudian pada bagian atas dan bawah diberi lubang dengan diameter 0,5 cm yang digunakan sebagai tempat pengisian elektrolit serta tempat pembuangan

elektrolit. Membuat Air laut sintesis dengan melarutkan NaCl kedalam 1 liter aquades dengan variasi massa 25 g, 50 g, 75 g, 100 g, 125 g, 150 g, 175 g, 200 g dan 225 g, mengukur salinitas di setiap keadaan sebelum digunakan pada sel elektrokimia dengan volume air 1- liter, baterai dirangkai seri sebanyak 4 sel. Dalam perancangan ini menggunakan lebih banyak sel yaitu 6 sel dengan tujuan agar daya yang dihasilkan oleh baterai semakin besar sehingga dapat digunakan sebagai sumber energi bagi alat-alat elektronik. Elektrolit pada salinitas optimum yaitu 74 % digunakan sebagai elemen baterai pada prototype.

Tabel 2. Elemen Baterai

No	Salinitas	Elektroda (+) Persel	Elektroda (-) Persel	Total Sel Baterai
1	74 %	5	5	6

Elektroda berfungsi sebagai penghantar muatan listrik. dalam baterai laut ini kutub positif menggunakan tembaga dan kutub negatif menggunakan aluminium. Tembaga dan aluminium disusun secara seri dengan separator atau sekat pemisah dengan jarak 0,5 cm. Dalam penyusunan elektroda semakin banyak elektroda yang dirangkai akan semakin besar daya listriknya karena konsleting yang semakin banyak antar elektroda positif dan negatif. Ukuran elektroda dalam prototype ini yaitu P = 16 cm dan L = 4 cm. Setelah selesai langkah berikutnya adalah melakukan pengukuran. Pengukuran dilakukan menggunakan beban dan tanpa beban dengan alat ukur avo meter digital Sanwa CD800a. Pada gambar 4 merupakan alat yang telah dirancang dalam penelitian.



Gambar 4. Baterai menggunakan air laut

Masing-masing kutub baterai disusun secara seri dengan volume elektrolit sebanyak 500 ml. Proses yang terjadi ketika elektrolit dan elektroda (positif/negatif) berada pada satu keadaan dapat berlangsung reaksi elektrokimia yaitu reaksi redoks spontan. Dengan demikian elemen baterai dapat menghasilkan daya atau muatan yang diakibatkan oleh reaksi redoks.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada setiap sel yang tersusun dari tembaga, aluminium dan larutan Natrium klorida (NaCl), arus elektron akan mengalir dari rangkaian eksternal dan melalui larutan elektrolit melalui tembaga yang memiliki tingkat keelektronegatifan lebih besar daripada aluminium, sehingga menyebabkan elektron tertarik menuju tembaga. Pada setiap tembaga dan aluminium memiliki potensial standar sebesar + 0,34 volt (*Standard Hydrogen Electrode*) dan -1,66 volt (SHE). Di dalam elektrolit, ion akan membawa elektron untuk mengalir dari tembaga menuju aluminium.

Seperti yang kita ketahui bahwa tembaga dalam fungsinya akan bekerja sebagai sumber elektron pada sel. Elektron akan melewati tembaga setelah dibebani. Selanjutnya elektron pada tembaga akan mengalami reduksi oksigen terlarut yang terjadi pada elektrolit yang sering disebut dengan reaksi *Dissolve Oxygen*. Elektron dihasilkan oleh aluminium teroksidasi yang terjadi di anoda, dimana hidroksida dan aluminium bereaksi menghasilkan aluminium hidroksida $Al(OH)_3$ yang berupa endapan berwarna putih. Pada dasarnya dalam reaksi kimia sel, tembaga tidak bereaksi, dimana hanya elektron yang melewati tembaga untuk mereduksi oksigen. Hasil reaksi oksidasi tembaga yang dilakukan oleh oksigen berupa tembaga oksida (Cu_2O) dan hasil yang diperoleh dari oksidasi aluminium oleh oksigen berupa hidroksida ($Al(OH)_3$).

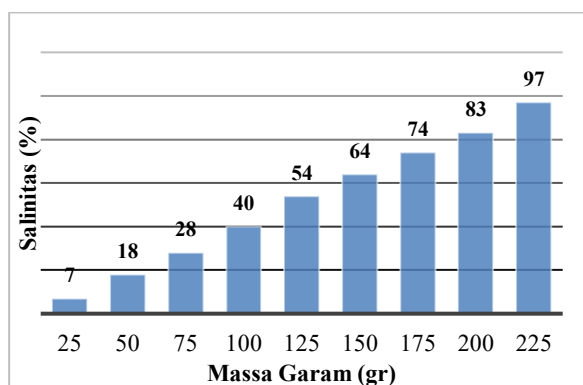
4.1. Pengaruh Massa Garam Terhadap Salinitas

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data bahwa seiring penambahan massa garam salinitas elektrolit juga semakin tinggi seperti tertera pada tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Massa Garam Terhadap Salinitas

No	Massa (gr)	Salinitas (%)
1	25	7
2	50	18
3	75	28
4	100	40
5	125	54
6	150	64
7	175	74
8	200	83
9	225	97

Pengambilan data dilakukan dengan menambahkan Garam Kasar dengan massa 25 gr secara linier pada aquades (H₂O) sebanyak 1 liter, Lalu di ukur salinitasnya menggunakan *salinometer* (alat ukur salinitas). Dalam pengukuran ini dilakukan pada wadah yang cukup untuk menampung larutan elektrolit dengan volume 1 liter. Korelasi antara massa garam dan salinitas dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 5. Korelasi antara massa garam dan salinitas

4.2. Pengaruh Salinitas Terhadap Daya Baterai

Pada sebuah baterai, akan mengalir sebuah arus listrik dikarenakan terdapat suatu beda potensial yang terjadi antara anoda dan katoda. Beda potensial ini biasanya disebut sebagai tegangan sel/tegangan baterai. Standar potensial yang ada pada sel juga ditentukan oleh jenis dari material penyusun sel yang diperoleh dari data energi bebas seperti yang tertera tabel 4 berikut:

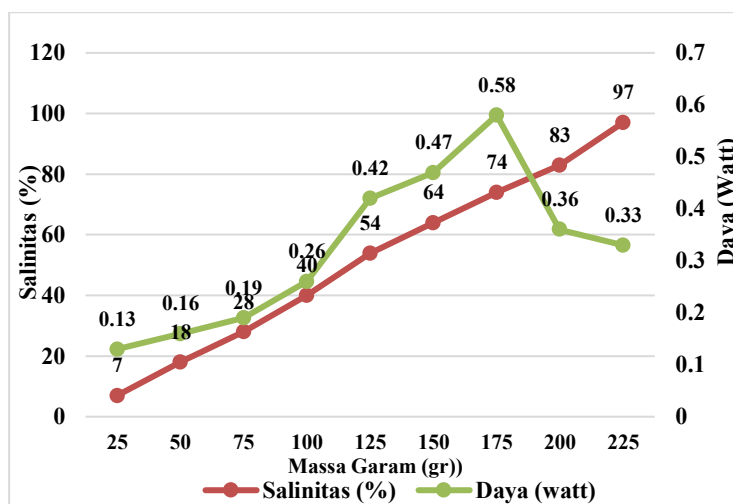
Tabel 4. Reaksi Elektroda Aluminium dan Tembaga

Reaksi Elektroda	E ⁰ (V)
$\text{Cu}^+ + e \leftrightarrow \text{Cu}$	0,52
$\text{Al}^{3+} + 3e \leftrightarrow \text{Al}$	-1,66

Oksidasi akan terjadi pada elektroda yang memiliki tingkat potensial reduksi yang lebih kecil, dan sebaliknya yang memiliki reduksi potensial lebih besar akan mengalami reduksi. Proses elektrokimia ini bisa terjadi secara spontan/tidak spontan sehingga kita dapat memperkirakan nilai yang ada pada potensial sel atau E⁰ sel. Apabila nilai potensial positif, reaksi yang terjadi spontan, begitu pula sebaliknya. Berdasarkan hasil penelitian terhadap pengaruh salinitas terhadap daya yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga air garam sintesis sebagai energi alternatif terbarukan ditunjukkan pada tabel 5 dibawah ini. Pengambilan data dilakukan pada 9 keadaan salinitas yang berbeda. Dengan melarutkan garam kasar dengan massa 25 gr di setiap percobaan. Pengukuran salinitas dilakukan dengan menggunakan alat ukur *salinometer*.

Tabel 5. Pengaruh Salinitas Terhadap Daya Baterai

NO	Massa garam (gr)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)	Salinitas (%)	Daya (watt)
1	25	1,13	0,010	7	0,13
2	50	1,19	0,013	18	0,16
3	75	1,34	0,014	28	0,19
4	100	1,49	0,018	40	0,26
5	125	1,67	0,025	54	0,42
6	150	1,76	0,027	64	0,47
7	175	1,97	0,029	74	0,58
8	200	1,10	0,033	83	0,36
9	225	0,93	0,035	97	0,33



Gambar 6. Grafik pengaruh salinitas terhadap daya listrik

Dari grafik nilai daya tertinggi yang dapat dihasilkan air asin sebagai sumber energi listrik adalah kadar garam 74% yang mampu menghasilkan daya sebesar 0,058 Watt, sedangkan nilai daya terendah terdapat pada kadar garam. . dari 7% yang hanya mampu. menghasilkan daya listrik sebesar 0,011 Watt. Proses reduksi daya pada salinitas 83% dan 97% disebabkan oleh aquades yang tidak dapat memecah NaCl menjadi Na dan Cl. Hal ini dikarenakan semakin banyak sel yang terdapat di dalam sel elektrokimia maka semakin besar pula potensi listrik dari bagian tembaga dan aluminium yang dihasilkan di dalam sel tersebut, sehingga meningkatkan daya listrik, sesuai dengan rumus tenaga listrik yaitu daya merupakan hasil perkalian potensial listrik dan arus listrik. Jadi, semakin besar potensial listriknya, semakin besar pula daya yang dihasilkan. Demikian pula arus dan potensial listrik dapat meningkatkan nilai daya listrik jika nilainya besar dan nilai potensial serta arus listrik bergantung pada besar nilai luas penampang katoda dan anoda pada sel elektrokimia.

4.3. Pengosongan Baterai

Pengambilan data *discharging* ini menggunakan Sel baterai dengan salinitas 74 % ,tegangan = 1,97 V, arus = 0,029 A, dan daya = 0,058 W. Pengambilan data diambil setiap 1 jam sekali selama 10 jam, untuk mengetahui penurunan daya pada baterai digunakan beban LED dengan V led = 1,5 dan R led = 10 ohm.

Tabel 7. Pengosongan Baterai Air Laut Sintetis dengan Salinitas 74%

Waktu Pengosongan (Jam)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (W/H)
1	1,965	0,028	0,0549
2	1,951	0,027	0,0528
3	1,947	0,026	0,0507
4	1,943	0,025	0,0486
5	1,939	0,024	0,0465
6	1,935	0,023	0,0444
7	1,931	0,022	0,0423
8	1,927	0,021	0,0402
9	1,923	0,020	0,0381
10	1,919	0,019	0,0360
Total Pengosongan 10 Jam	0,051	0,010	0,022

4.4. Hasil Pengujian Daya Baterai Pada Prototype

Kondisi Baterai pada saat belum di charging adalah $V = 4,44$ Volt, belum bisa digunakan untuk menghidupkan beban LCD pada modul yang tegangan minimumnya adalah $V = 6$ volt dan $I = 0,031$ Ampere. Proses *charging* dengan menggunakan tegangan sebesar 14 Volt dan Arus Pengisian Sebesar 1,154 Ampere. *Power Supply* dengan kapasitas 33 Volt digunakan sebagai penyuplai daya pada baterai. Pengambilan data dilakukan setiap 1 jam sekali seperti tertera pada tabel 6 dengan mengukur tegangan pada baterai menggunakan avo meter dan melihat indikator arus pada *power supply*.

Tabel 8. Tabel Pengisian Tegangan Baterai

No	Jam (H)	Tegangan (V)
1	1	4,19
2	2	5,81
3	3	7,21
4	4	8,59
5	5	9,89
6	6	11,32
Total	6 jam	7,13



5. KESIMPULAN

Penambahan massa NaCl secara linier dari angka 25 gr sampai 225 gr diikuti oleh kenaikan nilai salinitas elektrolit air laut dimana pada massa NaCl 25 gr nilai salinitasnya adalah 7% dan menjadi nilai salinitas terkecil pada pengujian, sedangkan pada massa NaCl 225 gr nilai salinitasnya adalah 97% dan menjadi nilai tertinggi pada pengujian korelasi Massa NaCl terhadap salinitas. Pengujian korelasi antara nilai salinitas terhadap daya didapatkan titik optimal yaitu pada massa NaCl 175 gr dengan nilai salinitas 74 % menghasilkan daya paling tinggi yaitu 0,058 Watt. Pada massa NaCl 200 gr sampai 225 gr atau pada nilai salinitas 83 % dan 97 % daya baterai mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena H_2O (*Aquades*) tidak mampu lagi mengurai NaCl menjadi Na^+ (Natrium) dan Cl^- (Clor). Rata-rata pengisian arus per jam pada prototype adalah 0,19 AH. Selama waktu 6 jam baterai dapat menyimpan arus sebesar 1,154 Ampere. Total pengisian daya selama 6 Jam adalah 8,22 WH. Sedangkan pengujian pengosongan tegangan baterai menggunakan beban LCD dengan $V_{lcd} = 6$ Volt, $I_{lcd} = 0,030$ Ampere lama Pengosongan adalah 29 Jam untuk penggunaan beban LCD.

REFERENSI

- [1] A. Mujadin and S. Rahmatia, "Joule Thief Sebagai Boost Converter Daya LED Menggunakan Sel Volta Berbasis Air Laut," *J. Al-AZHAR Indones. SERI SAINS DAN Teknol.*, vol. 4, no. 2, p. 52, 2018, doi: 10.36722/sst.v4i2.254.
- [2] F. Rismayatika, H. Ikhsanti, and N. R. Tirani, "Identifikasi Perubahan Salinitas Air Di Perairan Sekitar Pembangunan Reklamasi Citraland City Kota Makassar Menggunakan Citra Landsat 8," no. December, pp. 41–47, 2019.
- [3] V. Gloria Nancy Mairy, "Pengantar Ilmu Kelautan dan Oceanografi 'Salinitas Air Laut,'" Manado, 2019.
- [4] M. R. Harahap, "Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi," *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 177–180, 2016, doi: 10.22373/crc.v2i1.764.
- [5] Masrufaiyah, "Kinerja Baterai Elektrolit Air Tawar Dan Airl Laut Sebagai Sumber Energi Aplikatif," Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2016.

BIOGRAFI PENULIS

	<p>Ir. Herry Setiawan, MT. NIDN. 0018075801 Merupakan dosen tetap di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember. Bidang keahlian Teknik Sistem Kontrol. Email: herrysetiawan@unmuhjember.ac.id</p>
	<p>Ahmad Nur Kahfi Setiawan, Merupakan Mahasiswa Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember Angkatan tahun 2016. Penulis lahir di Banyuwangi, 7 Januari 1998. Alamat Dsn. Jatipasir, Kajarharjo, Banyuwangi. Email: Deltrankahfi@yahoo.com</p>