

## Pemanfaatan Elektrolit Air Laut Sebagai Sumber Energi Listrik Baterai Dengan Elektroda Tembaga – Aluminium

Zuffa Anisa<sup>1\*</sup>, Dyah Setyaningrum<sup>2</sup>  
\*e-mail: [zuffa.anisa@gmail.com](mailto:zuffa.anisa@gmail.com)

<sup>1,2</sup>*Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bojonegoro*

### ABSTRACT

Electrical energy demand is increasing from time of time. Most sources them come from petroleum, natural gas, and coal, which are depleting, non-renewable, and produce carbon emissions that can cause the greenhouse effect. More than seventy percent of Indonesia's territory is ocean. Natural resources (SDA) in the form of sea water and beach sand are of course very abundant. As far as researchers know, there has been no research on making battery cells by using natural resources directly. Most battery research is still in the early study stages such as extraction and testing of basic materials, so that almost all research on batteries costs a lot of money. In addition, the method used is not simple, and the results have a low level of preparedness. Because of this this research is very important, because it uses a simple assembly method which of course saves time as well as costs, as well as results and a more advanced level of preparedness. The battery arrangement consists of [Cathode || Electrolyte + Microporous Separator || Anode]. The seawater-salt water battery cell that was made succeeded in turning on an LED lamp or a household light bulb, with a generated current of 13.56mA. The voltage produced by a battery cell is 1.31 V, while the series voltage for 2-3 batteries is 2.55 V and 3.6 V respectively.

**Keywords:** battery, seawater, salt water, electrolyte, microporous separator

### ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik semakin meningkat dari waktu ke waktu. Kebanyakan sumber energi listrik berasal dari minyak bumi, gas alam, dan batubara yang jumlahnya semakin menipis, tidak dapat diperbaharui, serta menghasilkan emisi karbon yang dapat menyebabkan efek rumah kaca. Lebih dari tujuh puluh persen wilayah Indonesia berupa lautan. Sumber daya alam (SDA) berupa air laut dan pasir pantai tentu sangatlah melimpah. Sejauh peneliti ketahui penelitian tentang pembuatan sel baterai dengan pemanfaatan SDA secara langsung belum ada. Kebanyakan penelitian baterai masih pada tahapan studi awal seperti ekstraksi dan pengujian material dasar, sehingga hampir seluruh penelitian tentang baterai menghabiskan banyak biaya. Selain itu metode yang digunakan tidaklah sederhana, dan hasil yang memiliki tingkat kesiapterapan yang masih rendah. Oleh karena ini penelitian ini sangatlah penting, karena menggunakan metode perakitan sederhana yang tentunya hemat waktu sekaligus hemat biaya, serta dengan hasil dan tingkat kesiapterapan yang lebih maju. Susunan baterai yang dibuat terdiri dari [Katode || Elektrolit + Microporous Separator || Anode]. Sel baterai air laut-air garam yang dibuat berhasil menyalakan lampu LED maupun bohlam lampu rumah, dengan besar arus yang dihasilkan 13,56mA. Tegangan yang dihasilkan sebuah sel baterai sebesar 1,31 V, sedangkan tegangan seri 2-3 baterai berturut turut adalah 2,55 V dan 3,6 V.

**Kata Kunci:** baterai, air laut, air garam, elektrolit, microphorous separator

## PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan sumber energi semakin bertambah, seiring dengan pesatnya pembangunan, baik di sektor industri, ekonomi, maupun penduduk. Salah satu pemanfaatan sumber energi dari minyak bumi adalah solar. Asumsi paling ekstrim menyebutkan bahwa ketersediaan minyak bumi yang dipakai terus menerus hanya dapat bertahan 200 tahun ke depan. Sedangkan konsumsi per harinya, saat ini telah mencapai 460 barel atau 73,14 juta per hari (Fariya & Rejeki, 2015).

Salah satu alat transportasi yang memanfaatkan bahan bakar solar adalah kapal para nelayan. Permasalahan yang dihadapi para nelayan selain terbatasnya keberadaan solar yang menyebabkan tingginya harga (Halil, 2019), juga karena bahan bakar solar yang digunakan pada generator set dapat menimbulkan emisi gas karbon. Parameter utama dari emisi ini antara lain  $SO_x$ ,  $NO_x$ ,  $CO$ ,  $HC$ , dan partikulat debu. Gas  $NO_2$  dan  $CO$  merupakan pencemar dengan prosentase yang cukup besar. Efek  $CO$  terhadap kesehatan adalah mempunyai daya ikat yang tinggi terhadap Hb dalam aliran darah sehingga menghalangi masuknya  $O_2$  dalam darah. Sedangkan untuk konsentrasi gas  $NO_2$  yang tinggi dapat menyebabkan gangguan sistem saraf yang mengakibatkan kejang-kejang (Fariya & Rejeki, 2015).

Pemerintah telah berupaya mendorong untuk mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan bahan bakar minyak dan meningkatkan pemanfaatan sumber energi alternatif terbarukan (Halil, 2019). Salah satu sumber daya energi alternatif terbarukan di Indonesia yang dapat digunakan adalah air laut. Indonesia memiliki lautan yang luas sekitar 3.273.810 km<sup>2</sup>. Air laut dapat menjadi sumber energi karena memiliki campuran 96,5% air murni dan 3,5% material garam murni (Adriani, 2020). Pada dasarnya, air laut mengandung

senyawa NaCl yang tinggi dan oleh H<sub>2</sub>O diuraikan menjadi Na<sup>+</sup> dan Cl<sup>-</sup>. Timbulnya arus listrik oleh muatan bebas tersebut dapat dipakai sebagai sumber energi listrik yang murah, ramah lingkungan, dan berkelanjutan dengan menggunakan metode sel elektrokimia.

Pada sel elektrokimia, selain terdapat larutan elektrolit juga terdapat katoda dan anoda. Dimana fungsi dari katoda dan anoda inilah sebagai tempat terjadinya reaksi oksidasi dan reduksi (Anisa & Zainuri, 2020). Selain itu juga sebagai penghantar energi listrik yang dihasilkan garam dan air melalui reaksi kimia.

Berdasarkan paparan di atas, maka penulis melakukan uji coba Pemanfaatan Elektrolit Air Laut sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif (Anisa et al., 2021) dengan Elektroda Plat Tembaga dan Zink. Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber energi listrik alternatif bagi para nelayan dan dapat mengurangi ketergantungan terhadap energi listrik dan BBM yang tidak dapat diperbaharui.

## BAHAN DAN METODE

### a. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Agustus 2022 bertempat di laboratorium Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro. Adapun rangkaian kegiatannya adalah dengan membuat alat untuk uji coba dengan menggunakan air laut sebagai sumber elektrolitnya.

### b. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah amperemeter, voltmeter, lem, gunting, tang set, gelas ukur, dan botol sempot.

Sedangkan bahan yang dipakai adalah air laut, garam dapur, aquades, plat tembaga dan plat zink, konektor kabel penjepit, lampu LED.

### c. Prosedur Penelitian

Penelitian tentang pembuatan baterai ini difokuskan pada pembuatan elektrolit dan microporous separator yang bahan-bahannya berasal dari bahan alam yang mudah didapatkan yakni dari garam dapur dan air laut yang murah serta mudah didapatkan. Selain itu juga dilakukan pembuatan lampu modifikasi sehingga dapat dirakit menjadi sebuah set alat yang dapat digunakan oleh (para nelayan).

Adapun tahap pelaksanaannya adalah,

#### 1. Sintesis elektrolit dan microporous separator

Elektrolit yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari elektrolit yang dibuat dari garam dapur : air dengan perbandingan 1 gram : 4 ml. Selain itu, digunakan juga elektrolit dari air laut. Microporous separator yang dibuat berfungsi untuk menghalangi arus pendek antara anode dan katode, namun masih memungkinkan terjadinya transfer ion (*ion exchange*).

#### 2. Perakitan sel baterai

Perakitan sel baterai dilakukan dalam di dalam glove box dengan susunan: [Katode || Elektrolit + Microporous Separator || Anode]. Kemudian *packing* baterai.

#### 3. Uji Kelistrikan dan Uji Performa (Nyala Lampu)

Cyclic Voltammetry (CV): untuk mengukur terjadinya reaksi redoks, kinetika dari transfer elektron, dan kemampuan reversibilitas baterai.

Charge/Discharge Capacity (C/D): untuk mengukur arus akibat perubahan tegangan dari pemberian arus konstan.

Electrochemical Impedance Spectroscopy EIS: untuk menguji sifat konduktivitas elektrokimia baterai.

#### 4. Pembuatan bola lampu led modifikasi.

#### 5. Perakitan sel baterai dengan bola lampu LED.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

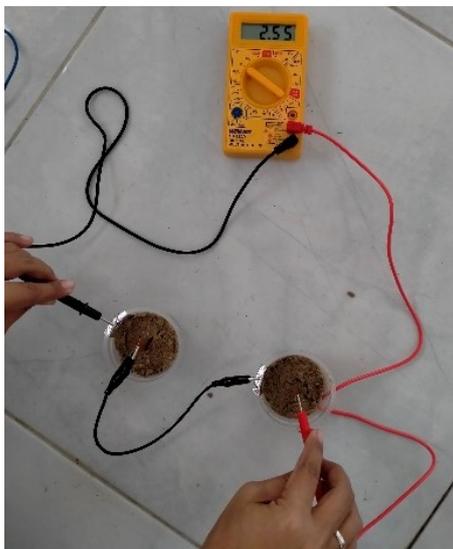
Sel baterai dengan elektrolit air garam berhasil dibuat dengan bahan-bahan dan metode yang sederhana. Dalam eksperimen ini digunakan electrode Cu sebagai katode dan Al sebagai Anode. Sedangkan microporous separator dan elektrolit dibuat dari bahan alam yang ada disekitar yakni pasir pantai dan air garam-air laut. Sel baterai dengan elektrolit air garam-air laut berhasil meyalakan lampu, baik lampu LED maupun bola Lampu rumahan yang sudah dimodifikasi (Gambar 3, 4).

Hasil eksperimen, satu buah sel baterai dengan electrode Cu-Al dihasilkan tegangan sebesar 1,31 V (Gambar 1a). Hal ini sudah sangat sesuai dengan dengan teori yang menyatakan bahwa nilai potensial electrode standar  $\text{Cu}^{2+}$  adalah sebesar +0,34 V,  $\text{Al}^{3+}$  sebesar -1,66 V (McCafferty, 2007). Sehingga jika digabungkan potensial Cu-Al akan dihasilkan beda potensial secara teori adalah sebesar 1,32 V. Potensial baterai hasil eksperimen ini nilainya sedikit dibawah dari nilai teori, hal ini menunjukkan bahwa sel baterai yang dihasilkan dari eksperimen ini cukup berhasil dengan baik dan menunjukkan hasil yang maksimal.

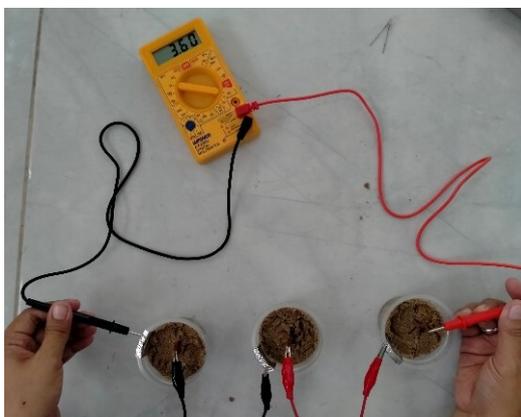
Dua sel baterai elektrolit air garam-laut yang dirangkai secara seri menghasilkan nilai tegangan sebesar 2,55 V (Gambar 1b), tiga sel baterai yang dirangkai secara seri menghasilkan nilai tegangan sebesar 3,6 V (Gambar 1c). Sesuai dengan teori jika sumber potensial (baterai) dirangkai secara seri, maka nilai tegangan total baterai yang dirangkai seri tersebut adalah sebesar  $V_S$  dengan nilai  $V_S = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$ . Jika  $V_1 = V_2 = V_3 = V_n$ , maka  $V_S = n \cdot V$ . Hasil rangkaian seri sel baterai terlihat bahwa nilai baterai yang dihasilkan ketika dirangkai seri sudah mendekati dengan nilai teori yakni  $V_S = n \cdot V = 3,6 \text{ V}$ .



(a)



(b)



(c)

Gambar 1. a) Besar Tegangan 1 baterai, b) seri 2 baterai, c), seri 3 baterai  
Namun terdapat sedikit penurunan nilai tegangan, hal ini bisa disebabkan

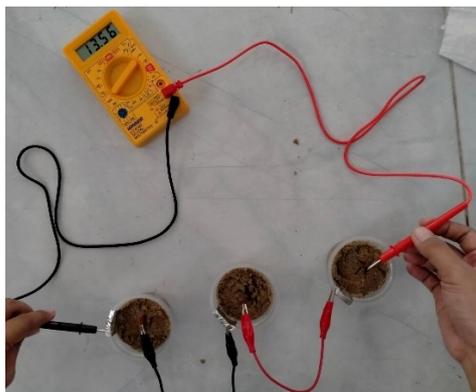
karena penggunaan kawat konduktor yang digunakan untuk menghubungkan sel baterai satu dengan sel baterai lain ketika baterai dirangkai secara seri. Tentunya kabel penghubung ini adalah beban tersendiri yang memiliki hambatan sebesar  $R = \rho l/A$ . Dengan kecepatan reaksi sel elektrokimia yang tetap, yang menghasilkan arus  $I$ , maka semakin besar  $R$  akibat penggunaan kawat penghubung antar sel baterai, maka  $V$  ketika dirangkai secara seri memiliki nilai yang lebih kecil dari teori. Selain itu panjang kawat konduktor penghubung yang digunakan berbeda-beda ketika pengukuran performabaterai  $I$  dan  $V$ , juga turut mempengaruhi besar  $I$  dan  $V$  yang dihasilkan.



(a)



(b)



(c)

Gambar 2.a) Besar Arus 1 baterai, b) seri 2 baterai, c), seri 3 baterai

Pengukuran arus untuk satu sel baterai dilakukan secara acak dari beberapa sel baterai yang berhasil dibuat. Pengukuran arus juga dilakukan untuk 2 dan 3 sel baterai yang dirangkai secara seri. Besar arus yang dihasilkan dari 1 hingga 3 sel baterai yang dirangkai secara seri secara berurutan adalah sebesar 8,78 mA, 10,96mA, dan 13,56 mA. Besar arus yang dihasilkan nilainya berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena beberapa factor variable yang sulit dikontrol. Variable-variabel yang mempengaruhi besar arus antara lain, jenis elektrolit serta jumlah, luas penampang electrode, serta Panjang dan luas kawat konduktor/ penghubung(Boz et al., 2021; Fricke et al., 1993).

Perbedaan jumlah kandungan elektrolit yang terdapat dalam microphorous separator sel baterai menyebabkan jumlah arus yang dihasilkan berbeda. Hal ini sesuai dengan hasil eksperimen yang dilakukan oleh peneliti bahwa jika elektrolit yang diberikan kurang maka lampu menyala redup. Jika elektrolit ditambahkan maka lampu akan menyala lebih terang, hal ini menunjukkan banyak electron yang dihasilkan oleh mekanisme elektrokimia sel baterai. Akan tetapi jika elektrolit yang diberikan terlalu banyak maka lampu menjadi redup dan bahkan mati karena terjadi short contact antara anode dan katode karena terlalu banyak

elektrolit yang diberikan. Hal ini sesuai dengan rumusan jumlah muatan atau arus yang dihasilkan  $Q=nE$ . Selain itu jenis elektrolit tentu juga mempengaruhi besar arus yang dihasilkan.

Luas penampang electrode yang digunakan berpengaruh terhadap besar arus yang dihasilkan sesuai dengan rumusan ( $I=J.A$ ). Semakin besar luas penampang kedua electrode, maka semakin besar pula arus yang dihasilkan, begitu pula sebaliknya. Dalam penelitian ini luas katode Cu dan luas anode Al yang terhubung melalui microphorous separator yang sudah diberi elektrolit tidak bisa dikondisikan secara sempurna dalam peletakannya.

Selain itu luas electrode antara sel baterai satu dengan sel baterai lain juga tidaklah sama persis secara sempurna, kondisi ini juga turut berpengaruh terhadap arus yang dihasilkan. Sehingga dalam penelitian ini arus yang dihasilkan berbeda antara sel baterai satu dengan sel baterai lain, serta ketika baterai dirangkai secara seri juga menghasilkan arus yang berbeda (Tabel 1).

Tabel 1. Karakteristik sel baterai elektrolit air garam-air laut (Arus I, Tegangan V, dan Nyala lampu)

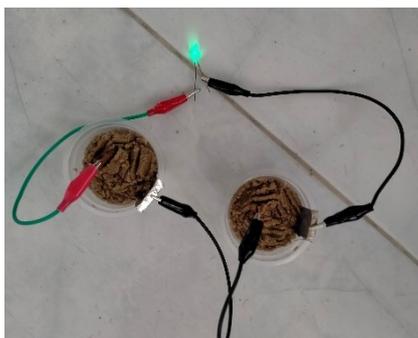
| Aspek      | Sel Baterai Elektrolit Air Garam |        |               |            |
|------------|----------------------------------|--------|---------------|------------|
|            | Elektrode Cu-Al                  |        |               |            |
|            | V (Volt)                         | I (mA) | LED           | Bola Lampu |
| 1 Sel      | 1,31                             | 8,79   | Mati          | Mati       |
| Seri 2 Sel | 2,55                             | 10,96  | Terang        | Mati       |
| Seri 3 Sel | 3,36                             | 15,98  | Paling Terang | Terang     |

Satu buah sel baterai elektrolit air garam ini belum mampu menyalakan bola lampu, baik lampu modifikasi maupun lampu LED. Hal ini sesuai dengan teori bahwa lampu LED akan menyala pada tegangan diatas energi barrier. Sesuai dengan teori, lampu LED akan menyala jika dipasang pada tegangan maju  $V_f$  diatas 2V, tergantung

jenis diodenya. Ketika 2 sampai 3 baterai elektrolit air garam ini dirangkai secara seri maka Lampu LED dan bola lampu rumahan modifikasi mulai menyala (Gambar 3b,c, dan Gambar 4). Sesuai dengan teori lampu LED akan memancarkan cahaya pada arus maju sekitar 5-20 mA, hal ini sesuai dengan hasil eksperimen bahwa semakin besar arus yang dihasilkan maka nyala lampu akan semakin terang (Winder, 2008) (Gambar 3a,b).



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. a) Nyala lampu LED 1 baterai, b) seri 2 baterai, c), seri 3 baterai



Gambar 4. bola lampu dan 3 baterai seri.

### KESIMPULAN

1. Berhasil dibuat sel baterai dengan bahan sederhana yang ada di sekitar lingkungan: baterai elektrolit dan microphorous separator : air garam-air laut.
2. Sel baterai yang dibuat bisa menyalakan lampu LED, maupun bola Lampu yang ada di rumah-rumah (yang sudah dimodifikasi).
3. Sebuah sel baterai menggunakan electrode Cu-Al dihasilkan tegangan sebesar 1,31 V.
4. Besar Arus yang dihasilkan sel baterai elektrolit air garam-air laut dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain, luas penampang antara electrode (Cu-Al) yang digunakan, jumlah elektrolit serta jenis elektrolit.

### Ucapan Terima Kasih

Terimakasih penulis sampaikan kepada LPPM Universitas Bojonegoro, yang telah memberikan kesempatan serta dana sehingga penelitian ini bisa dilaksanakan. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada mahasiswa kami Mochammad Reza Subiyanto yang sudah membantu sehingga penelitian ini bisa terlaksana dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adriani. (2020). Pemanfaatan Air Laut Sebagai Sumber Cadangan Energi Listrik. *Vertex Elektro*, 12(02), 22–33.
- Anisa, Z., Apprianda, A., Novianto, H., & Rachman, I. (2021). Micro-Hydro Power Plants (MHPP): Technical and analytical studies in creating experimental learning media for physics students. *Momentum: Physics Education Journal*, 5(1), 53–64. <https://doi.org/10.21067/mpej.v5i1.4876>
- Anisa, Z., & Zainuri, M. (2020). Synthesis and Characterization of Lithium Iron Phosphate Carbon Composite (LFP/C) using Magnetite Sand Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. *The Journal of Pure and Applied Chemistry Research*, 9(1), 16–22. <https://doi.org/10.21776/ub.jpacr.2020.009.01.517>
- Anisa, Z., & Herta Novianto, S. T. (2020). *Pembangkit Listrik Tenaga Air PLTMH: Klasifikasi Hidropower, Komponen, Fungsi serta Cara Pembuatan Miniatur PLTMH: Bintang Pustaka*. Bintang Pustaka Madani.
- Boz, B., Dev, T., Salvadori, A., & Schaefer, J. L. (2021). Review—Electrolyte and Electrode Designs for Enhanced Ion Transport Properties to Enable High Performance Lithium Batteries. *Journal of The Electrochemical Society*, 168(9), 090501. <https://doi.org/10.1149/1945-7111/ac1cc3>
- Fariya, S., & Rejeki, S. (2015). Seacell ( Sea Water Electrochemical Cell ) Pemanfaatan Elektrolit Air Laut Sebagai Penerangan Pada Sampan. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 10(1), 44–58. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4157.4006>
- Fricke, B., Johnson, E., & Rivera, G. M. (1993). Ionization Potentials and Radii of Atoms and Ions of Element 105 (ununpentium) and Ions of Tantalum Derived from Multiconfiguration Dirac-Fock Calculations. *Radiochimica Acta*, 62(1–2), 17–26. <https://doi.org/10.1524/ract.1993.62.12.17>
- Halil, M. (2019). Uji Coba Elektroda Pelat Tembaga dan Aluminium Terhadap Air Laut Sebagai Elektrolit Untuk Menghasilkan Energi Listrik Alternatif. *Majalah Teknik Simes*, 13(2), 14–19.
- McCafferty, E. (2007). Standard electrode potentials of the elements as a fundamental periodic property of atomic number. *Electrochimica Acta*, 52(19), 5884–5890. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2007.03.022>
- Winder, S. (2008). Characteristics of LEDs. *Power Supplies for LED Drivers*, 7–15. <https://doi.org/10.1016/b978-0-7506-8341-8.00002-5>