

Analisis Pengaruh Elektrolit NaCl Pada Baterai Aluminium -Udara Terhadap Tegangan dan Arus

Ricardo Dominico Da Silva*, Firas Maulana, Ekki Kurniawan

Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Telkom, Jawa Barat, Indonesia

*Koresponden email: ricardodominicodasilva@gmail.com

Diterima: 1 November 2024

Disetujui: 3 Maret 2025

Abstract

With the rapid development of technology, this will affect the increasing demand for electrical energy, where the use of electrical energy generally uses fossil-based electrical energy. Therefore, with the presence of aluminum-air batteries with its existing advantages including high energy density, abundant raw materials and environmentally friendly properties as an alternative source solution, if built on a large scale it could be used for remote areas. In this research, the first experiment is conducted without using solar panels and the second experiment is conducted with solar panels. The test results show that aluminum air batteries connected to solar panels are more effective in producing a large enough voltage and current with a mixture of a small NaCl electrolyte solution, namely with a composition of 24 grams of salt mixed with 1 liter of water, which can produce a battery output of 14.1 volts and a current of 19.1 mA for direct current. One factor that determines the effectiveness of the performance of aluminum-air batteries is the concentration of the electrolyte solution used.

Keywords : *battery, aluminium-air, NaCl, electrolyte*

Abstrak

Dengan perkembangan teknologi yang begitu pesat, hal ini akan mempengaruhi peningkatan kebutuhan energi listrik, di mana penggunaan energi listrik umumnya menggunakan energi listrik berbahan fosil. Oleh karena itu dengan kehadiran baterai aluminium-udara dengan keunggulannya yang ada diantaranya densitas energi yang tinggi, bahan baku yang melimpah, serta sifat ramah lingkungan sebagai solusi sumber alternatif, jika dibangun dalam skala yang besar mungkin dapat digunakan untuk daerah-daerah terpencil. Penelitian ini bermaksud melakukan percobaan pertama tanpa menggunakan modul surya dan eksperimen kedua menggunakan modul surya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa baterai aluminium-udara dihubungkan dengan panel surya lebih efektif dalam menghasilkan tegangan dan arus yang cukup besar dengan campuran larutan elektrolit NaCl yang sedikit yaitu dengan konsentrasi 24 gram garam dicampur dengan 1 liter air, di mana dapat menghasilkan keluaran baterai sebesar 14,1 Volt dan arusnya sebesar 19,1 mA untuk arus searah. Salah satu factor yang menentukan efektifitas kinerja dari baterai aluminium-udara yaitu konsentrasi larutan elektrolit yang digunakan.

Kata kunci : *baterai, aluminium-udara, NaCl, elektrolit*

1. Pendahuluan

Baterai aluminium-udara merupakan salah satu jenis baterai yang menarik perhatian dalam penelitian energi terbarukan karena potensi energinya yang relatif tinggi dan bahan baku yang digunakan dalam menghasilkan tenaga listrik yang melimpah dan mudah untuk ditemukan atau didapatkan. Umumnya baterai aluminium-udara ini menggunakan bahan aluminium sebagai anoda dan untuk katodanya menggunakan oksigen udara, namun dalam eksperimen di penelitian ini untuk katodanya menggunakan karbon. Elektrolit merupakan salah satu factor yang penting dalam menentukan kinerja dari baterai dalam penelitian ini menggunakan larutan NaCl atau air garam sebagai elektrolitnya. NaCl telah menerima perhatian yang signifikan di bidang energi elektrokimia karena sifat fisikokimia yang unik, ramah lingkungan dan biaya rendah [1]. Menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Ryhei Mori, 2020) menyatakan bahwa solusi dari alkaline seperti potassium hydroxide (KOH) dan sodium hydroxide (NaOH) merupakan solusi cairan yang umumnya digunakan sebagai elektrolit dalam pengembangan baterai aluminium-udara, namun yang lebih disarankan yaitu solusi potassium hydroxide (KOH) karena konduktivitas ionnya tinggi, oxygen difusinya tinggi dan reaksi kinetiknya tinggi [2].

Selain itu dalam penelitian sebelumnya juga yang dilakukan oleh (Mochamad Gattan, 2021) menyatakan bahwa pengaruh cairan elektrolit KOH cukup signifikan memengaruhi terhadap tegangan dan

penurunan tegangan baterai [3]. Berdasarkan dengan kedua penelitian tersebut maka dalam penelitian ini bertujuan untuk menganalisa lagi dan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana variasi konsentrasi atau larutan dari NaCl dapat mempengaruhi kinerja dari baterai, serta mengeksplorasi potensi peningkatan keluaran yang dihasilkan baterai aluminium-udara dengan mengintegrasikan dengan panel surya. Baterai aluminium-udara memiliki beberapa keunggulan, seperti menghasilkan rasio energi yang relative tinggi dan biaya bahan baku yang rendah. Namun, tantangan utama dalam penggunaannya yaitu efisiensi konversi energi yang masih perlu ditingkatkan jika penggunaannya dalam skala besar.

2. Kajian Teori

Baterai Aliminium-Udara

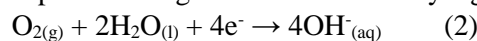
Baterai aluminium-udara adalah jenis baterai dengan kemurnian tinggi aluminium sebagai elektroda negatif dan oksigen sebagai elektroda positif, kalium hidroksida atau natrium hidroksida sebagai larutan elektrolit [4]. Salah satu rekayasa teknologi penggunaan oksigen pada baterai aluminium udara sehingga itu akan meminimalisasikan dimensi dan bobot baterai.[5]. Baterai lithium ion merupakan salah satu baterai yang mendominasi pasar namun terdapat keterbatasannya yaitu : kekurangan daya lithium, biaya tinggi dan lainnya, oleh karena itu dengan hadirnya baterai aluminium-udara dapat dijadikan suatu solusi sumber alternatif untuk menggantikan lithium ion battery [6]. Salah satu faktor yang menentukan performa dari baterai aluminium-udara yaitu suhu yang terjadi selama proses pengosongan baterai aluminium-udara yang dihasilkan karena kepadatan arus dalam elektrolit [7].

Jika dikorelasikan dengan penelitian ini baterai aluminium-udara yang digunakan dalam eksperimen ini yaitu menggunakan konsentrasi bahan aluminium sebagai anoda dan karbon sebagai katoda dan untuk larutan elektrolitnya sendiri menggunakan larutan NaCl atau air garam. Untuk konsentrasi atau takaran dari elektrolit yaitu menggunakan 1 liter air yang akan dicampurkan dengan berbagai masa garam, dimana untuk campuran tersebut akan digunakan sebagai elektrolit untuk 4 sel baterai aluminium-udara. Untuk reaksi kimia yang terjadi dalam baterai aluminium-udara untuk menghasilkan energi listrik yaitu sebagai berikut :

- Reaksi yang terjadi pada anoda yaitu aluminium teroksidasi menjadi ion Al^{3+} dengan melepaskan elektron.

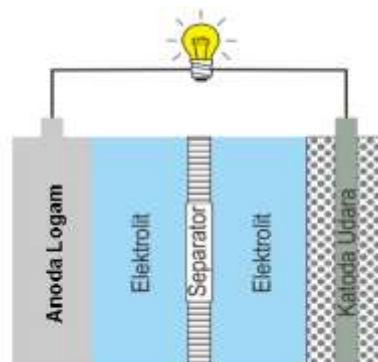
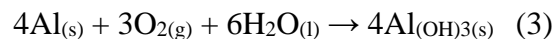


- Reaksi yang terjadi pada katoda yaitu oksigen dari udara direduksi dengan elektron yang disuplai oleh anoda, dan reaksi berlangsung di permukaan grafit carbon. Reaksi yang terjadi yaitu sebagai berikut :



Tujuan dalam menggunakan grafit karbon sebagai katoda dalam eksperimen baterai aluminium-udara ini yaitu untuk membantu mempercepat transfer elektron menuju oksigen, tetapi tidak beraksi dengan senyawa lain. Oksigen berperan penting dalam reaksi reduksi, menghasilkan ion hidroksida (OH^{-}) yang kemudian beraksi dengan ion aluminium dari anoda.

- Reaksi keseluruhan dalam baterai aluminium-udara dengan katoda karbon grafit yaitu sebagai berikut :



Gambar 1 : Struktur dasar dari baterai aliminium udara (Lindah Faridah, 2022)

Gambar 1 adalah struktur dasar baterai aluminium udara yang digunakan dalam eksperimen penelitian ini dimana aluminium udara oksidasi terletak pada bagian anoda yaitu aluminium dan reduksi terletak pada bagian katoda yang beraksi dengan karbon yang akan menghasilkan energi listrik yang merupakan keluaran dan baterai aluminium udara. Untuk reaksi bagian anoda dan katoda dapat dilihat dalam persamaan-persamaan sebelumnya.

Elektrolit

Larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Berdasarkan kuat-lemahnya daya hantar listrik, larutan elektrolit dapat dikelompokkan menjadi dua tipe yaitu larutan elektrolit kuat dan larutan elektrolit lemah.[8]. Elektrolit juga dapat diartikan sebagai suatu zat yang dapat menghantar arus listrik Ketika dilarutkan dalam air atau dilelehkan. Zat elektrolit tersebut akan menjadi ion-ion positif dan negative, yang bergerak bebas dan memungkinkan aliran listrik melalui larutan. Elektrolit bisa berupa senyawa ionic seperti garam (NaCl), asam, atau basa yang terionisasi ketika dilarutkan dalam pelarut seperti air. Jenis elektrolit yang umumnya digunakan yaitu sebagai berikut :

- Natrium klorida (NaCl) : Ketika dilarutkan dalam air, NaCl terurai menjadi ion natrium (Na⁺) dan ion klorida (Cl⁻)
- Asam sulfat (H₂SO₄) : terurai menjadi ion H⁺ dan ion sulfat (SO₄²⁻)
- Kalium hidroksida (KOH) : terurai menjadi ion kalium (K⁺) dan ion hidroksida (OH⁻)

Dari jenis elektrolit yang tersebut sebelumnya elektrolit juga merupakan zat yang mempunyai berbagai keunggulan yang dapat di selain diaplikasi alam baterai elektrolit juga dapat digunakan dalam bidang seperti kesehatan yaitu dengan zat elektrolit seperti natrium, kalium, kalsium, dan klorida penting untuk menjaga keseimbangan cairan, fungsi saraf, dan otot.

Karbon Grafit

Karbon grafit merupakan materil yang terutama terdiri dari atom-atom karbon yang tersusun dalam struktur kisi heksagonal. Karbon grafit menggabungkan sifat-sifat karbon dan grafit, sehingga berguna dalam berbagai aplikasi industry karena koonduktivitas termal dan listriknya yang tinggi, sifat pelumasnya dan ketahanannya terhadap bahan kimia. Dengan keunggulan yang terdapat dalam bahan karbon grafit maka dalam penelitian ini menggunakan karbon grafit tersebut sebagai bahan katoda untuk membantu proses elektrokimia dalam baterai aluminium-udara untuk menghasilkan energi listrik [9].

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Metode eksperimen merupakan suatu desain eksperimen secara sistematis memanipulasi satu atau lebih variabel untuk mengevaluasi bagaimana manipulasi ini berdampak pada hasil (atau hasil) yang diinginkan [10]. Dengan menggunakan metode eksperimen dalam penelitian ini yaitu untuk mencari hubungan sebab akibat antara variabel-variabel yang terdapat dalam penelitian ini yaitu campuran cairan dan volume elektrolit yang sebagai variabel bebas, sedangkan untuk variabel terikat yaitu arus dan tegangan dari baterai aluminium-udara. Selain itu dengan metode eksperimen ini juga dapat membantu peneliti untuk mengumpulkan data-data relevan atau hasil data eksperimen sehingga dari data tersebut dapat membantu untuk membuat keputusan yang baik dan tepat sesuai dengan hasil eksperimen. Untuk alur penelitian yaitu seperti tunjukan dalam **Gambar 2** dibawah ini.



Gambar 2. Diagram alur penelitian

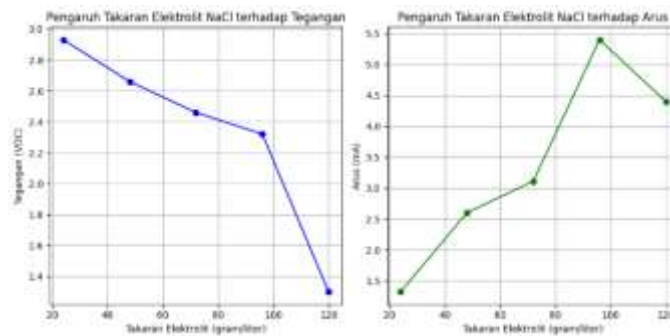
4. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini yang akan dilakukan yaitu eksperimen menggunakan baterai aluminium-udara dengan cara melakukan campuran zat NaCl dengan berbagai masa dari garam yang akan dicampur dengan 1 liter air yang dijadikan sebagai elektrolit untuk empat sel baterai aluminium-udara yang dihubungkan seri. Dari eksperimen ini yang akan diuji yaitu pengaruh larutan NaCl dengan berbagai masa garam terhadap tegangan dan arus yang dihasilkan oleh baterai aluminium-udara. Pengujian dilakukan dengan dua cara atau dua tahap yaitu tanpa menghubungkan dengan sumber listrik dalam penelitian yaitu panel surya dan menghubungkannya dengan panel surya. Untuk hasil pengujian dapat dilihat dalam **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. hasil pengujian tanpa menghubungkan dengan panel surya

Konsentrasi elektrolit (gr/liter)	Tegangan (V)	Arus (mA)
24	2,93	1,32
48	2.66	2.60
72	2.46	3.11
96	2,32	5.4
120	1.30	4.4

Dalam hasil pengujian tanpa menghubungkan dengan panel surya dalam **Tabel 1** menunjukkan bahwa takaran dari larutan NaCl cukup mempengaruhi keluaran dari baterai aluminium-udara yang berupa tegangan dan arus dari baterai itu sendiri. Namun pengaruh tersebut berbeda antara tegangan dan arus yang dihasilkan oleh baterai aluminium-udara, di mana dapat terlihat dalam **Tabel 1** bahwa jika takaran elektrolit larutan NaCl bertambah maka tegangan yang dihasilkan akan menurun namun untuk arusnya akan bertambah. Dari hasil eksperimen baterai aluminium-udara tanpa menghubungkan dengan panel surya didapatkan bahwa yang efektif yaitu campuran 48 gram/liter di mana menghasilkan keluaran baterai masing-masing sebesar 2.66 Volt untuk tegangannya dan 2.60 untuk arusnya. Untuk grafik pengaruh takaran campuran larutan NaCl terhadap tegangan dan arus dalam eksperimen baterai aluminium-udara tanpa menghubungkan dengan panel surya dapat dilihat dalam **Gambar 3** berikut.

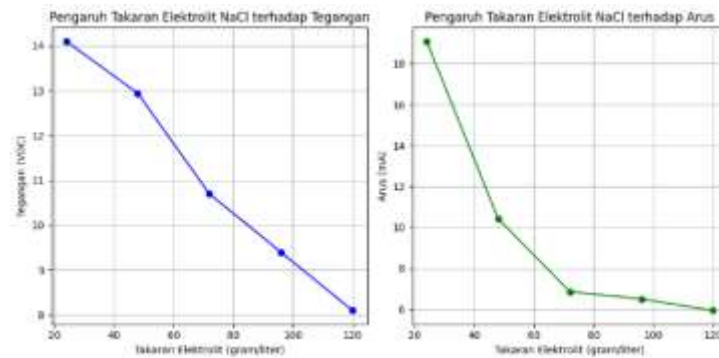


Gambar 3. Pengaruh takaran elektrolit NaCl terhadap tegangan dan arus tanpa terhubung dengan panel surya.

Tabel 2. Hasil pengujian menghubungkan dengan panel surya

Konsentrasi elektrolit (gr/liter)	Tegangan (V)	Arus (mA)
24	14.10	19.10
48	12.94	10.42
72	10.70	6.86
96	9.40	6.50
120	8.10	5.94

Untuk hasil eksperimen baterai aluminium-udara yang terhubung dengan panel surya dalam **Tabel 2** menunjukkan hasil bahwa takaran campuran larutan NaCl sangat mempengaruhi terhadap tegangan dan arus yang dihasilkan oleh baterai aluminium-udara. Dalam eksperimen ini menunjukkan hasil pengaruh yang sangat berbeda dengan eksperimen yang sebelumnya dalam **Tabel 1**, karena tegangan dan arus yang dihasilkan cukup besar untuk ukuran baterai aluminium-udara skala kecil yang terhubung serie. Hasil yang didapatkan dalam eksperimen ini menunjukkan bahwa yang efektif campurannya yaitu 24 gram/liter di mana menghasilkan tegangan sebesar 14,10 Volt dan arus sebesar 19,10 mA. Untuk grafik pengaruh takaran campuran larutan NaCl terhadap tegangan dan arus dalam eksperimen baterai aluminium-udara tanpa menghubungkan dengan panel surya dapat dilihat dalam **Gambar 4** berikut.



Gambar 4. Pengaruh takaran elektrolit NaCl terhadap tegangan dan arus tanpa terhubung dengan panel surya.

5. Kesimpulan

Hasil pengujian antara kedua eksperimen yang ditunjukkan dalam Gambar 3 dan 4 menunjukkan bahwa larutan elektrolit NaCl berbanding terbalik dengan tegangan dan berbanding lurus dengan arus dalam eksperimen pertama yaitu tanpa menghubungkan baterai aluminium-udara dengan panel surya. Sedangkan untuk eksperimen kedua yang mana baterai aluminium-udara terhubung dengan panel surya menunjukkan bahwa larutan elektrolit NaCl berbanding terbalik dengan tegangan dan arus yang dihasilkan oleh baterai.

Selain itu dari eksperimen yang dilakukan menunjukkan bahwa waktu pengisian dan pengosongan baterai dalam eksperimen pertama periode waktu pengisian dan pengosongan baterai sangatlah cepat, namun untuk eksperimen yang kedua untuk proses pengisiannya sangat cepat namun waktu pengosongan sangat cepat jika tidak dihubungkan dengan panel surya. Dari hasil eksperimen yang didapatkan maka peneliti menyimpulkan bahwa untuk kedua eksperimen yang dilakukan yang paling efektif yaitu mengkombinasikan panel surya sebagai sumber pendukung untuk baterai aluminium-udara sehingga dapat menjaga stabilitas dalam menghasilkan tegangan dan arus dari baterai dan menjaga efisiensi kinerja baterai aluminium-udara.

5. Referensi

- [1] Wei, W., Xu, J., Chen, W., Mi, L., & Zhang, J. (2022). A review of sodium chloride-based electrolytes and materials for electrochemical energy technology. *Journal of Materials Chemistry A*, 10(6), 2637-2671.
- [2] Mori, R. (2020). Recent developments for aluminum–air batteries. *Electrochemical Energy Reviews*, 3, 344-369.
- [3] Kertanegara, M, Kurniawan, E, Priharti, W. (2018), Pengaruh Molaritas Cairan KOH dan Pembuatan Karbon Grafit sebagai Katalis dengan Dua Jenis Pelat Elektroda Berbeda terhadap Keluaran Baterai Aluminium-Udara,
- [4] Tang, Y., Zheng, S., Xu, Y., Xiao, X., Xue, H., & Pang, H. (2018). Advanced batteries based on manganese dioxide and its composites. *Energy Storage Materials*, 12, 284-309.
- [5] Faridah, L., & Dewi, E. N. F. (2022). Meningkatkan Suplay Daya Baterai Alumunium Udara Menggunakan Bahan Konduktif Teroptimasi Campuran Silika Xerogel Dan TiO₂ Pada Katoda Udara. *Journal Of Energy And Electrical Engineering*, 4.
- [6] Li, Z., Li, X., & Zhang, W. (2020). A high-performance graphite-graphite dual ion battery based on AlCl₃/NaCl molten salts. *Journal of Power Sources*, 475, 228628.
- [7] Hu, T., Fang, Y., Su, L., & Li, K. (2019). A novel experimental study on discharge characteristics of an aluminum-air battery. *International Journal of Energy Research*, 43(5), 1839-1847
- [8] Pandia, A. B., & Sumarni, W. (2021). Pengembangan Alat Peraga Uji Daya Hantar Listrik Berbasis STEM dan Pengaruhnya Terhadap Literasi Kimia Peserta Didik. *Chemistry in Education*, 10(1), 30-37.
- [9] St. Marys Carbon. *Apa itu karbon grafit: Contoh penggunaan, properti, rumus kimia & lainnya*. St. Marys Carbon. Retrieved October 27, 2024, dari <https://www.stmaryscarbon.com>
- [10] Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publicatio.