

Rancang Bangun Baterai Abu Batubara dengan Varian Elektroda Tembaga, Magnesium dan Karbon

ANDI KUSUMA JAYA, SUPARI, TITIK NURHAYATI

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Semarang
Email : andikusumajaya195@gmail.com

ABSTRAK

Komposisi abu batu bara memiliki kadar silika yang cukup besar untuk dapat digunakan sebagai material katoda udara. Sehingga salah satu cara untuk memanfaatkan pada limbah biomassa tersebut adalah dengan menjadikan sumber bahan baku baterai katoda udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan performansi dari pengaruh katoda udara dari karbon aktif hasil proses pembakaran abu batubara fly ash dan bottom ash serta pengaruh penggunaan jenis-jenis elektroda dengan menggunakan 3 jenis larutan elektrolit, yakni KOH, Na_2CO_3 , dan NaOH, terhadap perolehan tegangan listrik yang dihasilkan oleh baterai logam udara. Optimalisasi penggunaan berbagai varian jenis elektroda pada baterai katoda udara dengan membandingkan dari hasil besaran tegangan yang dihasilkan dari proses elektrokimia dengan berbagai macam perlakuan jenis elektrolit KOH, Na_2CO_3 , dan NaOH yang menghasilkan tegangan tinggi ketika elektroda ditambahkan dengan fly ash, tetapi tegangan akan menjadi rendah ketika elektroda ditambahkan dengan bottom ash.

Kata kunci: baterai, batu bara, karbon, magnesium, tembaga

ABSTRACT

The composition of coal ash has a silica content that is large enough to be used as an air cathode material. So one way to utilize biomass waste is to make it a source of raw material for air cathode batteries. This research aims to determine the performance comparison of the effect of the air cathode from activated carbon resulting from the fly ash and bottom ash coal ash combustion process as well as the effect of using types of electrodes using 3 types of electrolyte solutions, namely KOH, Na_2CO_3 , and NaOH, on the generation of electrical voltage produced by metal air batteries. Optimizing the use of various types of electrodes in air cathode batteries by comparing the results of the magnitude of the voltage produced from the electrochemical process with various types of KOH, Na_2CO_3 , and NaOH electrolyte treatments which produce a high voltage when the electrode is added with fly ash, but the voltage will be low when The electrode is added with bottom ash.

Keywords: battery, coal, carbon, magnesium, copper

1. PENDAHULUAN

Penyimpanan energi listrik dari sumber energi terbarukan menjadi hal yang sangat penting dengan berbagai macam alasan (**Farandy et al., 2020**). Baterai katoda udara merupakan salah satu sumber energi baru yang memiliki nilai energi yang berperforma tinggi (**Andrian & Ningrum, 2020**). Baterai ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi pada barang-barang elektronik, transportasi listrik, dan sebagai penyimpanan energi yang baik (**Tandung & Nur, 2020**). Baterai katoda udara memiliki keunggulan di antaranya energi spesifik yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan baterai yang bersifat *rechargeable* (**Rahman & Latifah, 2019**). Komponen-komponen yang terdapat pada baterai katoda udara sama halnya seperti baterai pada umumnya seperti elektroda anoda, katoda dan elektrolit (**Tandung & Nur, 2020**). Penelitian tentang baterai katoda udara menjadi kandidat untuk integrasi sumber energi terbarukan. Baterai katoda udara sebagai alternatif untuk pengembangan pembangkit dan penyimpan energi listrik, karena harga yang murah dan memiliki kapasitas teoritis yang tinggi. Baterai katoda udara menghasilkan energi listrik dari proses elektrokimia (**Respati et al., 2022**).

Mengingat kandungan abu batu bara *fly ash* terdapat senyawa silika, jumlah limbah abu terbang dari PLTU Tanjung Jati B Jepara adalah 39.800 ton per tahun. Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil kandungan silika relatif tinggi (77,8% SiO₂) sedangkan alumina tidak terlalu tinggi (5,3% Al₂O₃), dan Fe₂O₃ sekitar 12,6%, kandungan logam alkali (2,7% CaO dan 2,13% MgO), kandungan mineral besi (13,7% Fe₂O₃), secara laboratoris dipandang perlu untuk dilakukan suatu penelitian untuk mengkonversikan abu batu bara menjadi bahan bernilai ekonomis.

Komposisi abu batubara memiliki kadar silika yang cukup besar untuk dapat digunakan sebagai material katoda udara. Sehingga salah satu cara untuk memanfaatkan pada limbah biomassa tersebut adalah dengan menjadikan sumber bahan baku baterai katoda udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan performansi dari pengaruh katoda udara dari karbon aktif hasil proses pembakaran abu batubara *fly ash* dan *bottom ash*, *fly ash* merupakan abu terbang merupakan partikel abu yang terbawa gas buang, sedangkan *bottom ash* adalah abu dasar yang tertinggal dan dikeluarkan dari bawah tungku (**Lestiani et al., 2010**). Serta pengaruh penggunaan jenis-jenis elektroda dengan menggunakan 3 jenis larutan elektrolit, yakni KOH, Na₂CO₃, dan NaOH, terhadap perolehan tegangan listrik yang dihasilkan oleh baterai logam udara.

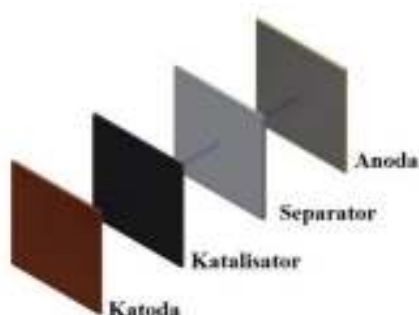
2. METODE PENELITIAN

Pada dasarnya baterai merupakan kumpulan sel listrik yang digunakan untuk menyimpan energi kimia dan selanjutnya diubah menjadi energi listrik. Sel listrik terdiri dari elektroda dan elektrolit (**Nasution, 2021b**) (**Noviana, 2022**). Di mana elektroda positif adalah katoda dan elektroda negatif adalah anoda (**Farandy et al., 2020**). Kedua elektroda akan mengalami proses oksidasi dan reduksi. Oksidasi dan reduksi selalu berlangsung serentak, dan jumlah elektron yang dilepaskan pada oksidasi harus sama dengan jumlah elektron yang didapatkan pada reduksi (**Ningsih, 2020**). Sel volta merupakan perangkat yang dapat menghasilkan listrik melalui reaksi kimia (**Harahap, 2016**). Sel volta terdiri atas dua buah elektrode yang dapat menghasilkan energi listrik akibat terjadinya reaksi redoks secara spontan pada kedua elektrode tersebut (**Kamalia, 2019**) (**Tanjung, 2021**).

Pada proses pembuatan baterai material utama yang digunakan adalah *fly ash* dan *bottom ash* yang akan dikombinasikan dengan beberapa varian elektrolit. elektrolit adalah semua

larutan yang dapat menghantarkan arus listrik (**Nasution 2021**). Elektrolit yang digunakan yaitu KOH, Na_2CO_3 , dan NaOH menjadi lembaran katalisator dengan media kain kapas, desain perancangan sel baterai ini memiliki empat bagian yaitu: logam katoda, separator, katalisator, dan logam anoda. Pada sel baterai ini menggunakan tiga buah elektroda yang akan dikombinasikan yaitu tembaga, magnesium, dan karbon. Elektroda sendiri merupakan konduktor yang bersentuhan dengan media non logam dari suatu rangkaian listrik (**Noviana, 2020**).

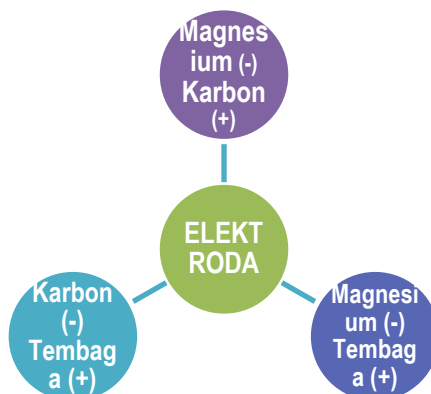
Separator yang digunakan menggunakan lembaran kain kapas untuk menyimpan elektrolit air sebagai pemicu katalisator yang telah dibuat sebelumnya (**Mukminin, 2018**). Perbandingan jenis elektroda ini untuk menentukan material penyusun yang memiliki hasil yang lebih berperforma tinggi, dari segi besaran arus dan tegangan yang dihasilkan. Berikut desain 1 sel baterai ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Susunan 1 Sel Baterai

2.1 Pembuatan Katalisator Baterai Katoda Udara

Proses pembuatan katalisator baterai dilakukan dengan beberapa eksperimen menggunakan beberapa campuran antara limbah *fly ash* dan *bottom ash* yang dicampur dengan bubuk grafit. Pada pembuatan katalisator *fly ash* diberi perlakuan satu banding dua pada campuran *fly ash* dan grafit, kemudian pada pembuatan katalisator *bottom ash* di beri perlakuan satu banding dua pada campuran *bottom ash* dan grafit. Pada masing-masing katalisator akan dilarutkan menggunakan beberapa varian elektrolit. Elektrolit yang digunakan adalah KOH, Naoh, dan Na_2CO_3 , pada tiap varian elektrolit menggunakan konsentrasi 16,7%. dan beberapa jenis elektroda yang digunakan pada experiment ini ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Jenis-Jenis Perlakuan Elektroda Baterai Katoda Udara

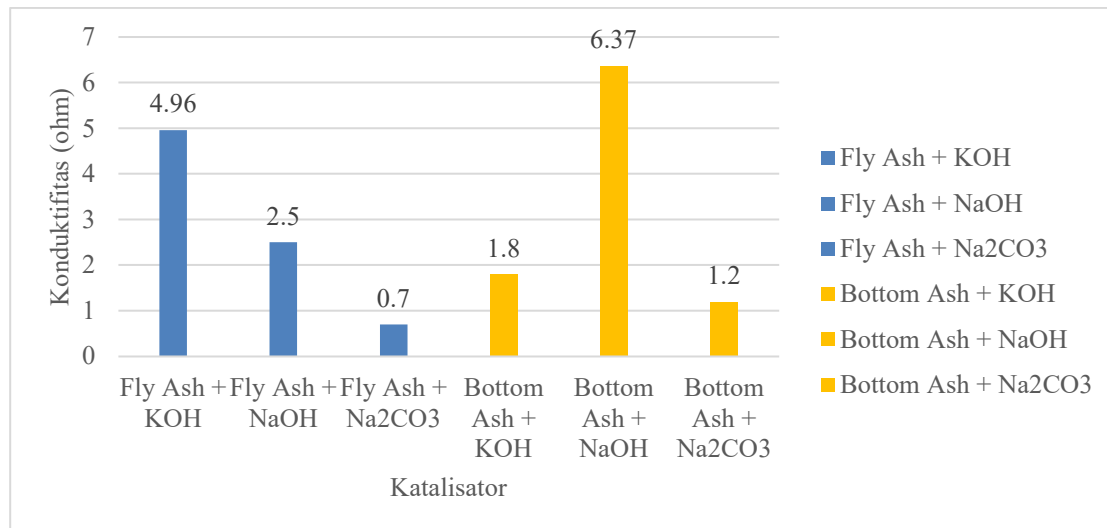
Setelah campuran katalisator selesai dibuat maka akan dioleskan secara merata pada kain kapas yang berperan sebagai lembaran media pembentuk. Kain kapas memiliki daya serap yang baik hal ini bertujuan untuk memicu terjadinya reaksi elektrolisis, di mana pada proses ini dan juga berfungsi sebagai katalisator. Kemudian lembaran katalisator dikeringkan dengan suhu ruang kemudian dipres dengan suhu 80°C dan dipotong dengan ukuran panjang 5cm dan lebar 2cm.

Pada masing-masing elektroda juga dipotong dengan ukuran panjang 5cm dan lebar 2cm. Untuk memisahkan antara katoda dan anoda maka digunakan kain kapas sebagai separator yang merupakan bahan berpori sitentis, sehingga dapat memberikan permeabilitas gas yang cukup baik. Kain kapas dipotong dengan ukuran 5cm dan lebar 2cm, setelah semua bahan penyusun baterai siap. Langkah berikutnya adalah menyusun bagian bagian baterai, pada tiap baterai digunakan dua jenis elektroda, contoh susunan pada baterai dapat dilihat pada gambar 1.

3. HASIL PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengukuran Konduktifitas pada *Fly Ash* dan *Bottom Ash*

Pengukuran konduktifitas pada katalisator bertujuan untuk mengukur besaran sifat konduktor pada lembaran katalisator, yang mana ini akan mempengaruhi percepatan laju reaksi pada perpindahan ion dalam baterai (**Pinandita et al., 2019**). Hasil pengukuran konduktifitas di tunjukan pada Gambar 3.

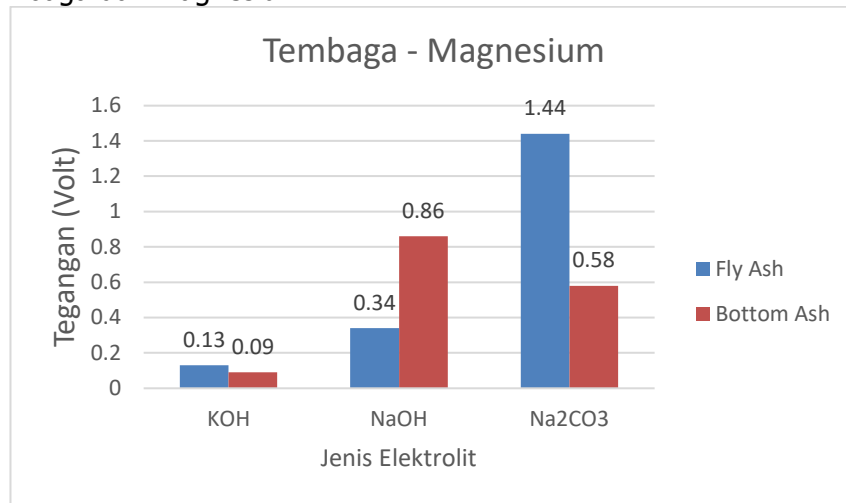


Gambar 3. Grafik Perbandingan Konduktifitas Pada Campuran Material Katalisator Dengan Berbagai Larutan Kimia

Pada Gambar 3 menunjukan bahwa pada material dasar *fly ash* dengan larutan elektrolit Na₂CO₃ memiliki nilai hambatan terkecil maka diasumsikan memiliki nilai konduktifitas tinggi dibanding material yang lain. Dikarenakan semakin kecil nilai hambatan pada katalisator, maka semakin tinggi kadar konduktifitas katalisator untuk mempercepat laju reaksi dalam baterai (**Pinandita et al., 2019**).

3.2 Hasil Pengukuran Tegangan pada Fly Ash dan Bottom Ash dengan varian 3 elektrolit terhadap beberapa jenis elektroda.

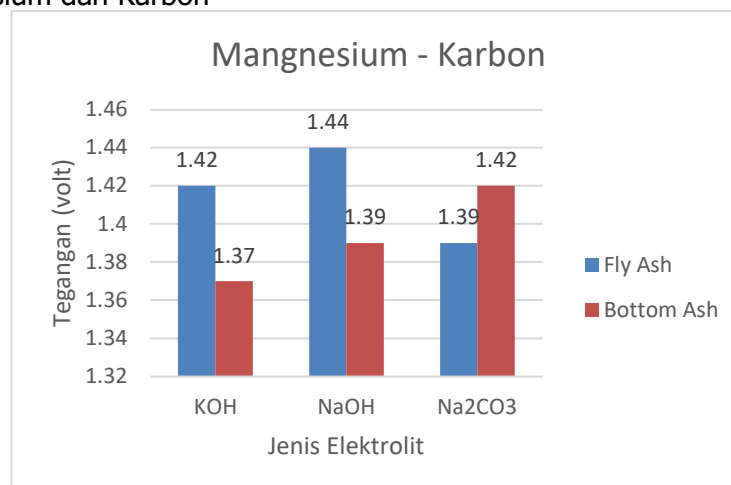
a. Elektroda Tembaga dan Magnesium



Gambar 4. Perbandingan Besaran Tegangan Dengan Jenis Elektrolit Pada Elektroda Tembaga Magnesium, Terhadap Media Fly Ash Dan Bottom Ash

Berdasarkan gambar 4 untuk sel baterai dengan elektroda tembaga dan magnesium yang diberi perlakuan perbedaan media *fly ash* dan *bottom ash*, dengan hasil lebih bagus menggunakan *bottom ash* dibandingkan dengan *fly ash*. Sedangkan saat menggunakan media *fly ash* pemberian tiga cairan elektrolit berbeda ternyata berpengaruh terhadap besaran tegangan yaitu KOH menghasilkan 0,13V, NaOH menghasilkan 0,34V, dan Na₂CO₃ menghasilkan 1,44V. Sedangkan saat menggunakan media *bottom ash* pemberian tiga cairan elektrolit berbeda ternyata berpengaruh terhadap besaran tegangan yaitu KOH menghasilkan 0,09V, NaOH menghasilkan 0,86V, dan Na₂CO₃ menghasilkan 0,58V. Hasil menunjukan tidak berbeda nyata menggunakan media *fly ash* dengan *bottom ash*.

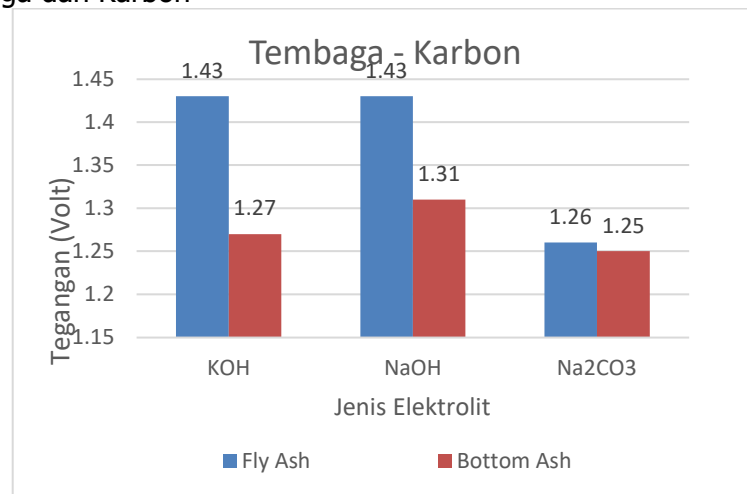
b. Elektroda Magnesium dan Karbon



Gambar 5. Perbandingan Besaran Tegangan Dengan Jenis Elektrolit Pada Elektroda Magnesium - Karbon, Terhadap Media Fly Ash Dan Bottom Ash

Berdasarkan gambar 5 untuk sel baterai dengan elektroda magnesium dan karbon yang diberi perlakuan perbedaan media *fly ash* dan *bottom ash*, dengan hasil lebih bagus menggunakan *bottom ash* dibandingkan dengan *fly ash*. Sedangkan saat menggunakan media *fly ash* pemberian tiga cairan elektrolit berbeda ternyata berpengaruh terhadap besaran tegangan yaitu KOH menghasilkan 1,42V, NaOH menghasilkan 1,44V, dan Na₂CO₃ menghasilkan 1,39V. Sedangkan saat menggunakan media *bottom ash* pemberian tiga cairan elektrolit berbeda ternyata berpengaruh terhadap besaran tegangan yaitu KOH menghasilkan 1,37V, NaOH menghasilkan 1,39V, dan Na₂CO₃ menghasilkan 1,42V. Hasil menunjukan tidak berbeda nyata menggunakan media *fly ash* dengan *bottom ash*.

c. Elektroda Tembaga dan Karbon



Gambar 6. Perbandingan Besaran Tegangan Dengan Jenis Elektrolit Pada Elektroda Tembaga Karbon, Terhadap Media *Fly Ash* Dan *Bottom Ash*

Berdasarkan Gambar 6 untuk sel baterai dengan elektroda tembaga dan karbon yang diberi perlakuan perbedaan media *fly ash* dan *bottom ash*, dengan hasil lebih bagus menggunakan *bottom ash* dibandingkan dengan *fly ash*. Sedangkan saat menggunakan media *fly ash* pemberian tiga cairan elektrolit berbeda ternyata berpengaruh terhadap besaran tegangan yaitu KOH menghasilkan 1,43V, NaOH menghasilkan 1,43V, dan Na₂CO₃ menghasilkan 1,26V. Sedangkan saat menggunakan media *bottom ash* pemberian tiga cairan elektrolit berbeda ternyata berpengaruh terhadap besaran tegangan yaitu KOH menghasilkan 1,27V, NaOH menghasilkan 1,31V, dan Na₂CO₃ menghasilkan 1,25V. Hasil menunjukan tidak berbeda nyata menggunakan media *fly ash* dengan *bottom ash*.

4. KESIMPULAN

Optimalisasi penggunaan berbagai varian jenis elektroda pada baterai katoda udara dengan membandingkan dari hasil besaran tegangan yang dihasilkan dari proses elektrokimia dengan berbagai macam perlakuan jenis elektrolit KOH, Na₂CO₃, dan NaOH yang menghasilkan tegangan tertinggi yaitu Elektroda Tembaga - Magnesium dengan menggunakan media *fly ash* yaitu 1,44 volt, Namun dengan media *bottom ash* sedikit berkurang yaitu 0,58 volt dengan elektrolit Na₂CO₃ dan Elektroda Magnesium - Karbon dengan menggunakan media *fly ash* yaitu 1,44 volt, Namun dengan media *bottom ash* sedikit berkurang yaitu 1,39volt dengan elektrolit NaOH. Akan tetapi dengan jenis elektroda Tembaga - Karbon dengan menggunakan media *fly ash* yaitu 1,43 volt. Namun dengan media *bottom ash* sedikit berkurang yaitu 1,31volt dengan elektrolit NaOH dan KOH.

DAFTAR RUJUKAN

- Andrian, R., & Ningrum, R. L. (2020). *FABRICATION OF SILICA FROM PALM OIL BOILER ASH AS AIR CATHODE IN METAL AIR BATTERY*. 04(2), 24–29.
- Farandy, G., Suwandi, S., & Fitriyanti, N. (2020). Pengaruh Konsentrasi Dan Temperatur Terhadap Daya Dan Tegangan Keluaran Listrik Pada Baterai Air Garam Dengan Metode Sel Elektrokimia. *EProceedings of Engineering*, 7(3).
- Harahap, M. R. (2016). Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1).
- Kamalia, L. (2019). *Analisis Laju Korosi Elektrode Bahan Cu-Zn dengan Metode Sacrificial Anode Pada Sistem Energi Listrik Alternatif Berbasis Air Laut*.
- Lestiani, D. D., Muhayatun, & Adventini, N. (2010). KARAKTERISTIK UNSUR PADA ABU DASAR DAN ABU TERBANG BATU BARA MENGGUNAKAN ANALISIS AKTIVASI NEUTRON INSTRUMENTAL. *Jurnal Sains Dan Teknologi Nuklir Indonesia*, XI(1), 27–34.
- Mukminin, G. A. (2018). Analisis Potensi Elektrik Berbagai Elektrolit Alam Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 6(1), 91–99.
- Nasution, M. (2021a). Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 6(1), 35–40.
- Nasution, M. (2021b). Mengaplikasikan Sel Volta Dalam Pembuatan Baterai Sebagai Penyimpan Energi. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 6(3), 152–154.
- Ningsih, L. (2020). *DESAIN UJI COBA KIT PRAKTIKUM SEL GALVANI MENGGUNAKAN TOMAT (Lycopersicon esculentum) PADA MATERI ELEKTROKIMIA* [Doctoral dissertation]. UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU.
- Noviana, A. W. (2022). *Analisis Pengaruh Variasi Jenis Elektrode dan Katalis Terhadap Produksi Hidrogen dengan Metode Elektrolisis Air Laut dari Kawasan Mangrove* [Doctoral dissertation]. UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG .
- Pinandita, S., Aryati, D., Lestari, P., Purwanti, H., Semarang, U., Soekarno Hatta, J., Kulon, T., Pedurungan, K., & Semarang, K. (2019). Physics Communication Conductivity of Groundwater In Semarang City. *Phys. Comm*, 3(2), 94–100.
- Rahman, R. A., & Latifah, N. (2019). *SEBAGAI BAHAN BAKU KATODA UDARA Fabricated of Activated Carbon from Biomass Waste for Air Cathode Application*. 03(01), 22–26.
- Respati, B., Nugroho, A., & Taufiq, M. (2022). Baterai Aluminium Udara dengan Bahan Dasar Zeolit Alam yang Dipanaskan Sebagai Elektroda. *Majalah Ilmiah Momentum*, 18(1), 74–79.

- Tandung, M. R., & Nur, S. (2020). *Material Katoda Udara Pada Baterai Utilization of Palm Boiler Ash As Air Catode Material in Air Alumunium Battery*. 04(2), 38–44.
- Tanjung, A. F. (2021). *PENGARUH VARIASI ELEKTRODA TERHADAP KELISTRIKAN BIO-BATERAI BERBAHAN DASAR SARI BUAH TOMAT (SOLANUM LYCOPERSICUM)*. Universitas Islam Negeri Sumatra Utara.