

Analisis Perbandingan Tegangan Pada Baterai Berbahan Baku Limbah Batubara dengan Kulit Pisang sebagai Energi Alternatif

Arif Maulana¹, Novia Utami Putri^{2*}, Adam Wisnu Murti³, Agus Apriyanto⁴, Fauzi Ibrahim⁵, Bayu Wibowo⁶

Program Studi Teknik Elektro Universitas Teknokrat Indonesia, Bandar Lampung
Program Studi Mekanisasi Pertanian Politeknik Negeri Lampung, Bandar Lampung

¹cobraclan3003@gmail.com

²noviautami@polinela.ac.id

³adamwisnumurti@polinela.ac.id

⁴agusapriyanto@polinela.ac.id

⁵fauziibrahim@polinela.ac.id

⁶bayuwibowo01@gmail.com

Intisari — Energi Listrik merupakan salah satu fondasi yang mendukung kemajuan modern dalam berbagai aspek kehidupan sosial dan ekonomi, Sumber energi Listrik yang digunakan saat ini dirasa masih kurang untuk memenuhi kebutuhan manusia sehingga diperlukannya energi alternatif. Energi alternatif merupakan suatu energi yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui dengan memanfaatkan limbah. Bahan baku alternatif salah satu yang menjanjikan adalah penggunaan *fly ash* dan *bottom ash*, yang merupakan limbah dari pembakaran batubara di pembangkit listrik tenaga uap. Dalam proses pemanfaatan *fly ash* dan *bottom ash* sebagai bahan baku baterai memerlukan pengolahan dan teknologi yang khusus agar dapat menghasilkan produk efektif dan efisien. Pada sisi lain, inovasi terbaru menunjukkan bahwa kulit pisang yang umumnya dianggap sebagai limbah organik juga memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan baterai. Sebuah baterai terdiri dari satu atau sel elektrokimia yang terhubung secara elektrik dan memiliki terminal atau kontak untuk menyediakan energi listrik. Sebagai metode penelitian ini menekankan pada uji tegangan, arus dan daya tahan. pada Pengujian ini dimana tegangan, arus dan daya tahan yang dihasilkan oleh susunan baterai diuji dan dibandingkan setelah diberi variasi komposisi bahan baku. Pada hasil eksperimen diatas disimpulkan bahwa baterai *fly ash* dan *bottom ash* dengan campuran elektrolit mendapatkan hasil tertinggi dengan tegangan diperoleh sebesar 1,13 V dan arus sebesar 0,111 A lalu diuji coba pada jam dinding bertahan selama 5 hari. Baterai dengan daya tahan tertinggi diperoleh oleh baterai berisi *fly ash* dan *bottom ash* dengan campuran cairan elektrolit namun baterai berisi kulit pisang dengan campuran air laut dapat menghidupkan jam selama 9 jam.

Kata kunci — *Fly ash, Bottom Ash, Baterai, Kulit Pisang, Elektrolit*

Abstract — *Electrical energy is one of the foundations that supports modern progress in various aspects of social and economic life. The source of electrical energy currently used is still considered insufficient to meet human needs, so alternative energy is needed. Alternative energy is an environmentally friendly energy and can be renewed by utilizing waste. One of the promising alternative raw materials is the use of fly ash and bottom ash, which are waste from coal combustion in steam power plants. In the process of utilizing fly ash and bottom ash as raw materials for batteries, special processing and technology are required in order to produce effective and efficient products. On the other hand, the latest innovations show that banana peels, which are generally considered organic waste, also have the potential to be used as a raw material in making batteries. A battery consists of one or more electrochemical cells that are electrically connected and have terminals or contacts to provide electrical energy. As a research method, this emphasizes voltage, current and endurance tests. In this test, the voltage, current and endurance produced by the battery assembly are tested and compared after being given variations in the composition of raw materials. From the experimental results above, it is concluded that fly ash and bottom ash batteries with a mixture of electrolytes get the highest results with a voltage of 1.13 V and a current of 0.111 A then tested on a wall clock that lasted for 5 days. The battery with the highest durability is obtained by a battery containing fly ash and bottom ash with a mixture of electrolyte fluids, but a battery containing banana peels with a mixture of sea water can turn on the clock for 9 hours.*

Keywords— *Fly ash, Bottom Ash, Battery, Banana Peel, Electrolyte*

I. PENDAHULUAN

Energi Listrik merupakan salah satu fondasi yang mendukung kemajuan modern dalam berbagai aspek kehidupan sosial dan ekonomi [1]. Peran energi listrik yang sangat vital dalam mendukung perkembangan teknologi dan industri di zaman sekarang dengan adanya energi listrik mesin dan peralatan dapat beroperasi secara efisien [2]. Kebutuhan akan sumber energi yang berkelanjutan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan perkembangan industri. Sumber energi listrik yang digunakan saat ini dirasa masih kurang untuk memenuhi kebutuhan manusia sehingga diperlukannya energi alternatif.

Energi alternatif merupakan suatu energi yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui dengan memanfaatkan limbah [3]. Energi listrik yang biasa digunakan pada kehidupan sehari-hari adalah baterai.

Baterai merupakan alat penyimpanan energi listrik dan salah satu pengubah besaran energi listrik dengan proses reaksi reduksi oksidasi [4]. Namun, penggunaan bahan baku konvensional untuk pembuatan baterai sering kali menimbulkan masalah lingkungan dan ekonomi. Oleh karena itu, eksplorasi mengenai bahan baku alternatif yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis menjadi sangat penting.

Bahan baku alternatif salah satu yang menjanjikan adalah penggunaan *fly ash* dan *bottom ash*, yang merupakan limbah dari pembakaran batubara di pembangkit listrik tenaga uap [5]. Pengembangan teknologi daur ulang menguntungkan secara ekonomi dan lingkungan dapat meningkatkan keberlanjutan daur ulang juga dapat mengurangi konsumsi energi dan emisi selama produksi baterai baru [6]. Limbah *fly ash* dan *bottom ash* memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan baterai karena kandungan mineralnya yang dapat diolah menjadi material penyimpan energi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah ini tidak hanya membantu mengurangi kerusakan lingkungan akibat pembuangan limbah, tetapi juga dapat menekan biaya produksi baterai. *Fly ash*

mengandung komponen – komponen seperti silica, alumina, dan ferum yang diketahui memiliki sifat konduktif yang diperlukan dalam elektroda baterai [7].

Dalam proses pemanfaatan *fly ash* dan *bottom ash* sebagai bahan baku baterai memerlukan pengolahan dan teknologi yang khusus agar dapat menghasilkan produk efektif dan efisien. Pada sisi lain, inovasi terbaru menunjukkan bahwa kulit pisang yang umumnya dianggap sebagai limbah organik juga memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan baterai. Kulit pisang mengandung potasium dan substansi organik lainnya yang dapat digunakan dalam elektrolit baterai [8]. Kulit pisang ambon memiliki kandungan kalium klorida (KCl) dapat dicampurkan dengan air laut yang memiliki kandungan klorida (Cl) sebesar 55% kandungan klorida sangat baik dalam menghantarkan listrik, sehingga dari campuran kulit pisang ambon dan air laut akan menghasilkan listrik yang besar.

Bio baterai dari kulit pisang yang dicampur dengan air laut akan menyimpan energi listrik dengan tegangan 1,65V dan akan melepas energi tersebut pada waktu tertentu secara terkendali untuk memenuhi kebutuhan listrik [9].

Penelitian mengenai baterai dengan bahan dasar limbah Batubara (*fly ash* dan *bottom*) dan kulit pisang ini sangat relevan dalam pengembangan energi berkelanjutan. Fokus dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbandingan daya tahan yang dihasilkan oleh baterai berbahan kombinasi tersebut. Analisis ini penting dilakukan untuk menentukan sejauh mana efektivitas bahan-bahan ini dalam menguji daya tahan yang dapat diandalkan untuk aplikasi praktis. Metode penelitian yang digunakan meliputi uji eksperimental untuk mengukur tegangan, arus dan daya tahan baterai dari masing masing bahan baku, serta analisis statistik untuk membandingkan kinerja keseluruhan dari berbagai kombinasi bahan tersebut.

Selain keuntungan lingkungan dan ekonomi, penting untuk mempertimbangkan kekuatan dan kelemahan dari kombinasi bahan baku ini dalam konteks penggunaannya dalam skala industri. Penelitian ini juga

relevan dalam mendukung tujuan Pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*), khususnya dalam mencapai lingkungan yang lebih bersih dan mengurangi limbah melalui inovasi teknologi bahan alternatif yang lebih ramah lingkungan [10].

Melalui penelitian ini diharapkan bahwa strategi baru dalam penggunaan limbah batubara (*fly ash* dan *bottom ash*), dan kulit pisang dapat diidentifikasi dan dieksplorasi lebih lanjut untuk menghasilkan baterai yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga memiliki kinerja yang setara atau bahkan lebih baik dibandingkan dengan baterai konvensional. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi yang berarti dalam pengembangan industri energi dan penciptaan Solusi teknologi yang berkelanjutan bagi kebutuhan energi global.

II. TINJUAN PUSTAKA

A. Baterai

Sebuah baterai terdiri dari satu atau sel elektrokimia yang terhubung secara elektrik dan memiliki terminal atau kontak untuk menyediakan energi listrik. Baterai menghasilkan energi listrik melalui reaksi kimia terjadi di dalamnya. Ada dua jenis baterai yang dibedakan berdasarkan proses kimianya :

- 1) Baterai primer merupakan jenis baterai yang terdiri dari satu sel atau beberapa sel yang mampu menghasilkan energi listrik yang hanya dapat digunakan sampai habis sebelum akhirnya dibuang. Baterai primer biasanya sudah terisi penuh saat dirakit dan proses pelepasan merupakan hal utama selama baterai ini beroperasi.
- 2) Baterai sekunder merupakan jenis baterai yang terdiri dari satu sel atau beberapa sel yang mampu menghasilkan energi listrik dimana energi listrik dapat dikembalikan ke kondisi penuh setelah energi listrik pada baterai habis dengan arus listrik yang mengalir ke arah yang berlawanan. Baterai jenis ini juga dikenal sebagai baterai isi ulang. Karena baterai sekunder umumnya disusun dalam keadaan kosong, baterai tersebut

perlu diisi terlebih dahulu sebelum dapat digunakan [11].

B. Limbah BatuBara

Pembakaran Batubara di PLTU menghasilkan energi Listrik dengan menghasilkan abu terbang. Limbah abu terbang ini 25% dari total Batubara yang dibakar menghasilkan limbah FABA. Karena jumlah *fly ash* adalah mineral aluminosilikat yang mengandung unsur-unsur seperti Ca, K, dan Na, sehingga memiliki sifat alkalis dengan pH 8-12. Selain itu, *fly ash* juga mengandung sedikit unsur-unsur seperti Cu, Zn, Mn, Mo dan Se. komposisi kimia *fly ash* di pengaruhi oleh jenis batu bara yang dibakar, cara penyimpanan, dan pengelolaannya. Batu bara dapat diklasifikasikan menjadi jenis lignit, sub-bituminous, bituminous, dan antrasit [12], [13].

C. Limbah Kulit Pisang

Kulit pisang mengandung beberapa mineral yang dapat berfungsi sebagai elektrolit seperti asam asetat, magnesium, seng dan kalium yang mampu menghantarkan ion dan elektron dalam elektroda. Mineral dalam jumlah terbanyak adalah potassium atau kalium (K^+). Kulit pisang juga mengandung klorida (Cl^-) dalam jumlah sedikit [14].

D. Cairan Elektrolit

Cairan elektrolit terdiri dari campuran air murni (H_2O) dan asam sulfat (SO_4), dengan perbandingan campuran sebesar 64% H_2O dan 36% SO_4 . Dengan menggunakan campuran tersebut, elektrolit baterai dengan berat jenis 1,270 dapat dihasilkan [15].

E. Garam

Kristal padat yang disebut garam terutama terdiri dari senyawa Natrium Clorida sebanyak lebih dari 8%, serta senyawa lain seperti Magnesium Sulfat, Magnesium Clorida, dan Calcium Chlorida. Garam digunakan dalam berbagai bidang kehidupan, seperti untuk memasak dan sebagai bahan dasar dalam industri. Karena kebutuhan garam yang tinggi di Indonesia, negara ini memiliki banyak lahan tambak garam. Luas

total lahan tambak garam di Pulau Madura dan Jawa mencapai 30.786 hektar [16].

F. *Monosodium Glutamat* (MSG)

Monosodium Glutamat (MSG) adalah garam natrium yang berasal dari asam glutamat, diproduksi melalui fermentasi tetes gula oleh bakteri *Brevibacterium lactofermentum*. MSG berupa kristal putih yang larut dalam air. Salah satu merek MSG yang terkenal adalah Ajinomoto yang dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk tanaman karena mengandung unsur N, P, dan K yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Proses fermentasi MSG dimulai dengan pembentukan asam glutamat. Asam glutamat yang dihasilkan dari fermentasi ini kemudian dicampur dengan soda (Natrium Karbonat) untuk menghasilkan Monosodium Glutamat (MSG). MSG yang dihasilkan kemudian disuling dan dikristalisasi sehingga menjadi serbuk kristal murni yang siap dijual di pasaran [17].

III. METODE PENELITIAN

A. *Jenis Penelitian*

Penelitian ini merupakan riset dengan menggunakan pendekatan penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai penelitian yang dilakukan guna mengetahui akibat yang ditimbulkan dari suatu perlakuan yang sengaja diberikan oleh penelitian. Penelitian eksperimen bertujuan untuk menginvestigasi hubungan sebab akibat dengan menerapkan satu atau lebih kelompok eksperimen. Kemudian membandingkan hasilnya dengan satu atau lebih kelompok control yang tidak menerima perlakuan.

Sebagai metode penelitian ini menekankan pada uji tegangan, arus dan daya tahan. Pengujian ini Dimana tegangan, arus dan daya tahan yang dihasilkan oleh susunan baterai diuji dan dibandingkan setelah diberi variasi komposisi bahan baku. Analisis terhadap hasil eksperimental dilengkapi dengan analisis statistik, yang berfungsi untuk memperkuat pemahaman tentang kinerja baterai dari kombinasi bahan tersebut.

B. *Alat dan Bahan*

Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini :

- 1) Baterai ABC ukuran 1,5 Volt
- 2) Multimeter digital
- 3) Jam dinding
- 4) Sendok dan wadah
- 5) Obeng
- 6) pisau
- 7) Tang
- 8) Timbangan digital
- 9) Abu batu bara
- 10) Air garam
- 11) Cairan elektrolit
- 12) Air msg
- 13) Kulit pisang
- 14) Air laut

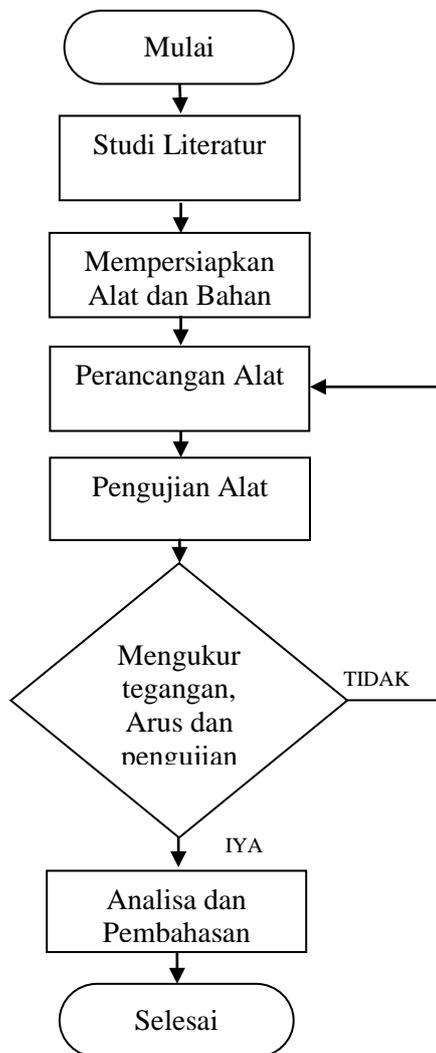
C. *Blok Diagram Alir Penelitian*

Adapun blok diagram penelitian yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Tahap persiapan alat dan bahan dalam pembuatan baterai berbahan *fly ash* dan *bottom ash*, penulis mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan untuk menunjang pembuatan alat ini, persiapan yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut :

- 1) Pada penelitian ini baterai yang digunakan yaitu jenis baterai yang sekali pakai (*Single Use*) dengan berukuran yang sedang serta memiliki tegangan 1,5 V
- 2) Mengambil limbah batubara di PLTU Tarahan, kemudian limbah tersebut ditimbang dengan berbagai berat antara lain : 50 Gram
- 3) Siapkan cairan yang akan digunakan untuk mencampurkan limbah batubara antara lain air garam, cairan elektrolit dan air MSG dengan berat yaitu 30 gram.
- 4) Pertama Campurkan 50 gram limbah batubara dengan 30 gram air garam Kedua campurkan 50 gram limbah batubara dengan 30 gram dengan cairan elektrolit Ketiga campurkan 50 gram limbah batu bara dengan 30 dengan air msg
- 5) Mengambil baterai ABC 1,5 Volt, kemudian keluarkan mangan oksida yang ada di dalam baterai tersebut menggunakan obeng.

- 6) Mengganti isi baterai dengan 3 bahan campuran yaitu bahan limbah batubara campuran elektrolit, batubara dengan campuran air garam dan limbah batubara dengan campuran msg
- 7) Mengamati dan melakukan pengukuran tegangan dan arus baterai yang telah di isi dengan campuran 3 bahan tadi.



Gbr. 1 Diagram Alir Penelitian



Gbr. 2 Pembuatan Baterai

Gambar pada gambar 2 adalah pelaksanaan pembuatan baterai yang

menggunakan bahan campuran limbah batubara (*fly ash* dan *bottom ash*).

Tahap persiapan alat dan bahan dalam pembuatan baterai berbahan limbah kulit pisang, penulis mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan untuk menunjang pembuatan alat ini, persiapan yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut :

1) Pemilihan Bahan Baku

Pada penelitian ini baterai yang digunakan yaitu jenis baterai yang sekali pakai (*Single Use*) dengan berukuran yang sedang serta memiliki tegangan 1,5 V

2) Pengelupasan Kulit Baterai

Pengelupasan kulit baterai bertujuan untuk memisahkan antara kulit baterai bagian luar dan bagian dalam, pengelupasan kulit baterai dilakukan dengan memanfaatkan pisau dimulai dari ujung atas hingga bawah.

3) Mengeluarkan Batang Elektroda dan Karbon

Mengeluarkan batang elektroda pada baterai bertujuan untuk mempermudah dalam proses pengeluaran karbon yang ada didalam baterai dengan cara memotong bagian atas baterai hingga terpisah dari batang baterai dan menarik elektroda keluar. Mengeluarkan karbon pada baterai bertujuan untuk membersihkan baterai dan baterai dapat diisi dengan kulit pisang yang telah dicampur air laut, sebelum diisi baterai dibersihkan dan dijemur hingga bagian dalam baterai kering

4) Menjemur Kulit Pisang

Kulit pisang ambon yang digunakan harus dijemur terlebih dahulu agar kandungan pada pisang memiliki hasil yang lebih baik untuk digunakan.

5) Mengisi Baterai dengan Kulit

Pisang Kulit pisang yang telah dijemur akan dihaluskan kemudian setelah halus maka kulit pisang dicampur dengan air laut yang kemudian dimasukkan kedalam baterai dan ditutup kembali menggunakan batang elektroda.

6) Mengamati dan melakukan pengukuran tegangan dan arus baterai yang telah di isi dengan campuran bahan sebelumnya.

Dari proses pembuatan bahan baterai dari kulit pisang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gbr. 3 Proses Pembuatan Baterai

Gambar 3 adalah hasil produk yang dihasilkan menggunakan bahan dasar kulit pisang berdasarkan tahapan pembuatannya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Tegangan dan Arus

Setelah pembuatan baterai dan pengujian terhadap baterai yang menggunakan campuran berbahan limbah Batubara dan limbah kulit pisang. Pengujian tegangan dilakukan menggunakan alat multimeter pada Gambar 4, berikut hasil pengukuran tegangan melalui Tabel 1 :

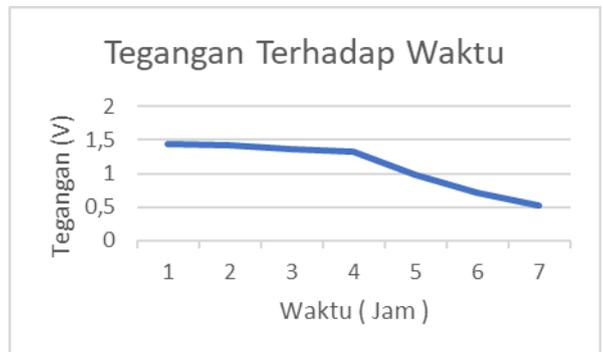


Gbr. 4 Pengujian Terhadap Baterai

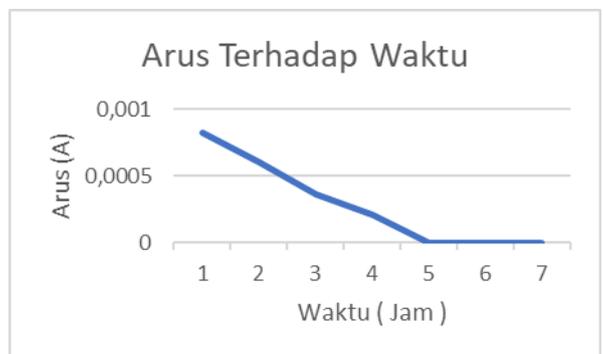
Tabel 1. Hasil Pengujian Baterai Kulit Pisang Murni

No	Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)
Jam Hidup			
1	1 jam	1,44 V	0,00082 A
2	2 jam	1,43 V	0,0006 A
3	3 jam	1,36 V	0,00036 A
4	4 jam	1,32 V	0,00021 A
Jam Mati			
5	5 jam	0,98 V	0
6	6 jam	0,72 V	0
7	7 jam	0,53 V	0

Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat diamati bahwa hasil pengujian baterai kulit pisang murni menunjukkan jam dinding menyala selama 4 jam dengan tegangan tertinggi yang dihasilkan sebesar 1,44 V dengan arus sebesar 0,00082 A. Tegangan Terendah sebesar 0,53 V dengan Arus 0,53 A dengan kondisi jam yang sudah mati. Semakin lama baterai digunakan, tegangan akan semakin menurun karena pasta kulit pisang di dalam baterai tersebut lama kelamaan akan mengering.



Gbr. 5 Tegangan Terhadap Waktu

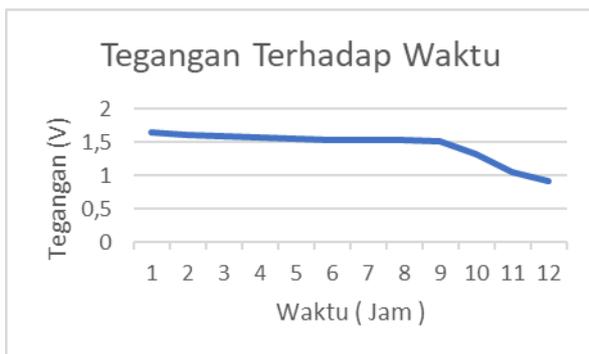


Gbr. 6 Arus Terhadap Waktu

Tabel 2. Hasil Pengujian Baterai Kulit Pisang Dengan Campuran Air Laut

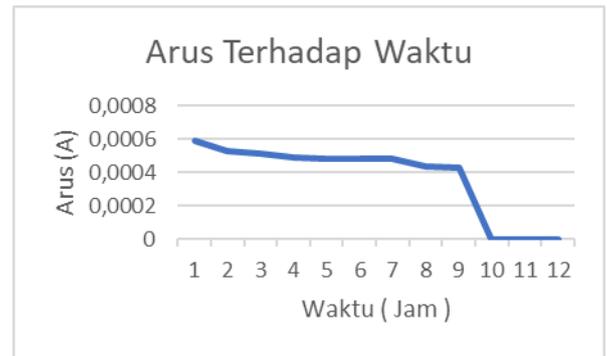
No	Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)
Jam Hidup			
1	1 jam	1,65 V	0,00059 A
2	2 jam	1,61 V	0,00053 A
3	3 jam	1,59 V	0,00051 A
4	4 jam	1,57 V	0,00049 A
5	5 jam	1,56 V	0,00048 A
6	6 jam	1,54 V	0,00048 A
7	7 jam	1,54 V	0,00048 A
8	8 jam	1,53 V	0,00044 A
9	9 jam	1,52 V	0,00043 A
Jam Mati			
10	10 jam	1,33 V	0 A
11	11 jam	1,06 V	0 A
12	12 jam	0,91 V	0 A

Berdasarkan data pada Tabel 2 dapat diamati bahwa hasil pengujian baterai berbahan kulit pisang dengan campuran air laut menunjukkan jam dinding menyala selama 9 jam dengan tegangan tertinggi yang dihasilkan sebesar 1,65 V dengan arus sebesar 0,00059 A. Tegangan Terendah sebesar 0,91 V dengan Arus 0 A dengan kondisi jam yang sudah mati. Baterai ini dapat bertahan lebih lama selama 9 jam karena terdapat campuran air laut pada pasta pisanginya.



Gbr. 7 Tegangan Terhadap Waktu

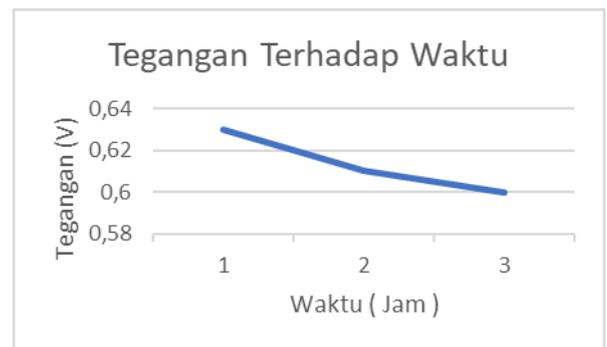
Berdasarkan data pada Tabel 3 dapat diamati bahwa hasil pengujian baterai berbahan *fly ash* dan *bottom ash* dengan campuran air garam menunjukkan jam dinding tidak menyala. tegangan tertinggi yang dihasilkan sebesar 0,63 V dengan arus sebesar 0,007 A. Tegangan Terendah sebesar 0,6 V dengan Arus 0 A. Baterai ini tidak dapat menghidupkan jam.



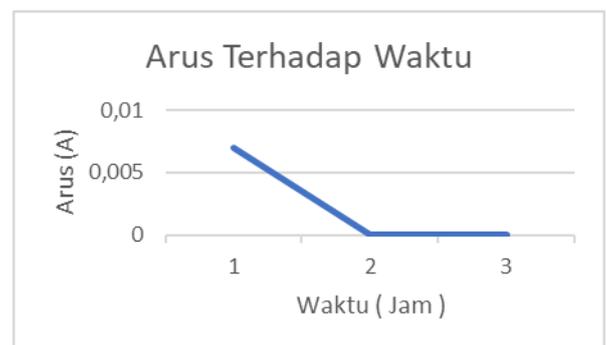
Gbr. 8 Arus Terhadap Waktu

Tabel 3. Hasil Pengujian Baterai *Fly Ash* dan *Bottom Ash* Dengan Campuran Air Garam

No	Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)
Jam Mati			
1	1 jam	0,63 V	0,007 A
2	2 jam	0,61 V	0 A
3	3 jam	0,6 V	0 A



Gbr. 9 Tegangan Terhadap Waktu



Gbr. 10 Arus Terhadap Waktu

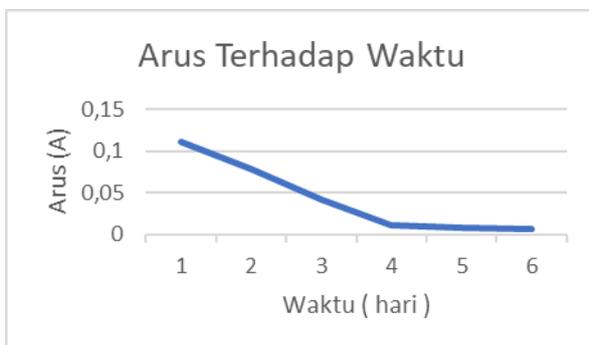
Tabel 4. Hasil Pengujian Baterai *Fly Ash* dan *Bottom Ash* Dengan Campuran Cairan Elektrolit

No	Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)
Jam Hidup			
1	1 Hari	1,13 V	0,111 A
2	2 Hari	1,05 V	0,078 A
3	3 Hari	0,98 V	0,042 A
4	4 Hari	0,92 V	0,0111 A
5	5 Hari	0,88 V	0,008 A
Jam Mati			
6	5 Hari	0,75 V	0,007 A

Berdasarkan data pada Tabel 3 dapat diamati bahwa hasil pengujian baterai berbahan *fly ash* dan *bottom ash* dengan campuran cairan elektrolit jam dinding menyala selama 5 hari dengan tegangan tertinggi yang dihasilkan sebesar 1,13 V dengan arus sebesar 0,111 A. Tegangan Terendah sebesar 0,75 V dengan Arus 0,007 A dengan kondisi jam yang sudah mati. Baterai ini dapat bertahan lebih lama selama 5 hari karena terdapat campuran cairan elektrolit pada pasta *fly ash* dan *bottom ash*.



Gbr. 11 Tegangan Terhadap Waktu



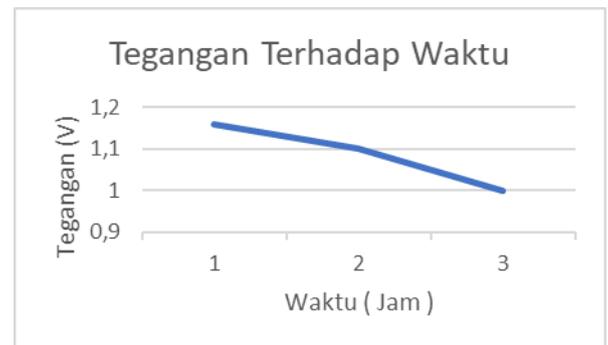
Gbr. 12 Arus Terhadap Waktu

Berdasarkan data pada Tabel 5 dapat diamati bahwa hasil pengujian baterai berbahan *fly ash* dan *bottom ash* dengan campuran air msg menunjukkan jam dinding tidak menyala.

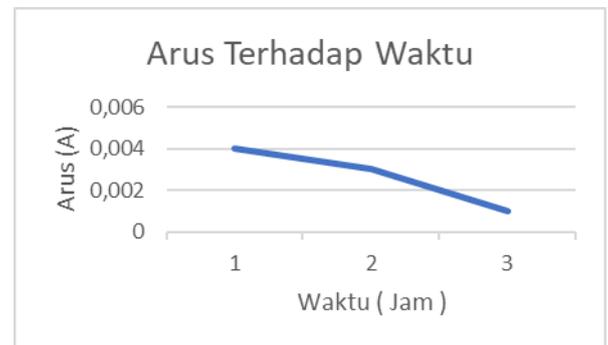
tegangan tertinggi yang dihasilkan sebesar 1,16 V dengan arus sebesar 0,004 A. Tegangan Terendah sebesar 1 V dengan Arus 0,001 A. Baterai ini tidak dapat menghidupkan jam.

Tabel 5. Hasil Pengujian Baterai *Fly Ash* dan *Bottom Ash* Dengan Campuran Air MSG

No	Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)
Jam Mati			
1	1 jam	1,16 V	0,004 A
2	2 jam	1,1 V	0,003 A
3	3 jam	1 V	0,001 A



Gbr. 13 Tegangan Terhadap Waktu



Gbr. 14 Arus Terhadap Waktu

Berdasarkan hasil pengujian pertama dilakukan dengan baterai berbahan kulit pisang menghasilkan tegangan sebesar 1,44 V dan arus sebesar 0,00082 A. pengujian kedua dilakukan dengan baterai berbahan kulit pisang yang dicampurkan air laut menghasilkan tegangan sebesar 1,65 V dan arus sebesar 0,00059 A. Pengujian ketiga dilakukan dengan baterai berbahan *fly ash* dan *bottom ash* dengan campuran air garam mendapatkan tegangan sebesar 0,63 V dan arus 0,007. Pengujian keempat dilakukan dengan baterai berbahan *fly ash* dan *bottom ash* dengan campuran elektrolit mendapatkan tegangan sebesar 1,13 V dan arus sebesar 0,111 A. pengujian kelima dilakukan dengan

baterai berbahan *fly ash* dan *bottom ash* dengan campuran MSG mendapatkan tegangan sebesar 1,16 V dan arus sebesar 0,004 A. sehingga dapat disimpulkan bahwa penelitian berdasarkan data pengukuran dan uji coba pada jam dinding baterai berbahan *fly ash* dan *bottom ash* dengan campuran elektrolit mendapatkan arus tertinggi sebesar 0,111 A dan mendapatkan ketahanan baterai selama 5 hari.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan dengan memanfaatkan pengolahan limbah Batubara (*fly ash* dan *bottom ash*) maupun limbah rumah tangga (kulit pisang) sebagai energi listrik dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada hasil eksperimen diatas dapat disimpulkan bahwa baterai berisi *fly ash* dan *bottom ash* dengan campuran elektrolit mendapatkan hasil tertinggi dengan tegangan diperoleh sebesar 1,13 V dan arus sebesar 0,111 A, lalu di uji coba pada jam dinding bertahan Selama 5 hari.
2. Baterai dengan daya tahan tertinggi diperoleh oleh baterai berisi *fly ash* dan *bottom ash* dengan campuran cairan elektrolit, namun baterai berisi kulit pisang dengan campuran air laut dapat menghidupkan jam Selama 9 jam.
3. Baterai berbahan limbah Batubara (*fly ash* dan *bottom ash*) lebih baik dibandingkan dari limbah kulit pisang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyusunan jurnal ini. Semoga segala bantuan dan dukungan yang diberikan akan mendapatkan balasan yang setimpal. Penulis berharap hasil dari jurnal ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan menjadi referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

REFERENSI

- [1] M. Abd Ali, Q. A. Ali, I. Klačková, H. A. Issa, B. A. Yakimovich, and V. V. Kuvshimov, "Developing a thermal design for steam power plants by using concentrating solar power technologies for a clean environment," *Acta Montanistica Slovaca*, vol. 26, no. 4, pp. 773–783, 2021, doi: 10.46544/AMS.v26i4.14.
- [2] N. U. Putri and F. Trisnawati, "Analisa Pengaruh Sistem Pembumian pada Generator Menggunakan Metode NGR Untuk Mereduksi Arus Gangguan Satu Fasa ke Tanah pada PLTU PT SUGAR LABINTA," 2022
- [3] Khairiah, Khairiah, and Rita Destini. "Analisis kelistrikan pasta elektrolit limbah kulit durian (*Durio zibethinus*) sebagai bio baterai." *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP*. Vol. 1. No. 2. 2017.
- [4] P. N. Cilacap *et al.*, "E-JOINT (Electronica and Electrical Journal of Innovation Technology)," 2022.
- [5] F. Firman *et al.*, "Identifikasi Kandungan Logam Tanah Jarang pada Abu Batubara PLTU Mulut Tambang," 2020. [Online]. Available: <https://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/geomining>
- [6] A. Karakteristik, P. dan Pemanfaatan Fly Ash dan Bottom Ash, M. Asof, S. Arita, W. Andalia, and M. Naswir, "Analysis of Characteristics, Potential and Utilization of Fly Ash and Bottom Ash PLTU Fertilizer Industry," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 28, no. 1, pp. 2721–4885, 2022, doi: 10.36706/jtk.v28i1.977.
- [7] Pradana, Aditya, Titik Nurhayati, and Satria Pinandita. "Analisa Konduktifitas Material Fly Ash dan Bottom Ash sebagai Katoda pada Baterai Udara." *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering* 6.1 (2024): 39-46.
- [8] S. Singgih and D. N. Ikhwan, "Potensi Kulit Pisang Sebagai Pengganti Pasta Elektrolit Isi Baterai Pada Robot Line Follower," 2018.
- [9] Nupearachchi, C. N., G. C. Wickramasinghe, and V. P. S. Perera. "Investigation of applicability of banana pith as electrolytic media for bio-batteries." *Proc. 15th Open University Res. Sess., Colombo* (2017): 509-512.
- [10] G. Dzhunushalieva and R. Teuber, "Roles of innovation in achieving the Sustainable Development Goals: A bibliometric analysis," *Journal of Innovation and*

- Knowledge*, vol. 9, no. 2, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.jik.2024.100472
- [11] Khasan, Muhammad Ulumul, et al. "Literatur Review: Analisa Performa Baterai Lithium-air, Lithium-sulfur, All-Solid-State Battery, Lithium-ion Pada Kendaraan Listrik." *Jurnal Teknik Elektro* 10.3 (2021): 597-607.
- [12] F. Firman, M. Rizhan, and A. A. Sahidi, "Journal of Science and Engineering analisis kandungan logam berat abu batubara pltu bangko barat kab. Muara enim sumatera selatan," 2020. [Online]. Available: <http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/josae>
- [13] N. Nurfitriana and K. Febriyantiningrum, "Studi Pemanfaatan Limbah Fly Ash Batu Bara Berdasarkan Kajian Parameter Kimia," 2023.
- [14] O. Andi Nurannisa, A. Muhammad Irfan Taufan Asfar, A. Muhammad Iqbal Akbar Asfar, and S. Sari Dewi, "Diseminasi Ibu Pkk Dusun Kallimpo Dalam Mengolah Limbah Kulit Pisang Menjadi Bio-Baterai Energi Masa Depan," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 01, no. 03, pp. 389–398, 2021, [Online]. Available: <https://stp-mataram.e-journal.id/Amal>
- [15] "Mesa Jurnal Fakultas Teknik Universitas Subang."
- [16] E. Supriyo, M. E. Julianto, and A. O. Mawarganis, "Kandungan Mikroplastik Pada Garam Dapur (Microplastics Content in Salt)," *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, vol. 4, pp. 1642–1652
- [17] D. V Bela and S. Latifah, *Smart Farming yang Berwawasan Lingkungan untuk*. Unsri Press, 2019.