

Baterai Berbahan Lumpur Lapindo Sebagai Sumber Alternatif Energi Listrik

Galuh Adhithia Asmara A.G ^[1]

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro
Universitas Teknologi Yogyakarta
E-mail : edansuep@gmail.com

Joko Sutopo ^[2]

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro
Universitas Teknologi Yogyakarta
E-mail : jksutopo75@gmail.com

ABSTRAK

Baterai merupakan salah satu piranti yang dapat digunakan untuk menyimpan energi listrik. Baterai merupakan suatu piranti yang dapat mengubah potensial kimia menjadi potensial listrik dan sebaliknya melalui proses elektrokimia. Energi listrik juga merupakan energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari. sumber energi alternatif yang mudah dan murah serta bermanfaat bagi manusia yang didapat dari pemanfaatan barang bekas yang tidak dapat digunakan lagi (daur ulang), salah satunya adalah batu baterai. Penelitian ini adalah uji coba membuat batu baterai sebagai alternatif energi listrik. Dengan memanfaatkan limbah lumpur Lapindo yang terurai dengan metode Substitusi. Metode Substitusi adalah suatu metode dimana berat total dari keseluruhan isi baterai sudah termasuk dalam persentase bahan yang di tambahkan. Dapat diketahui bahwa lumpur lapindo dapat menjadi pengganti elektrolit pada sebuah baterai. Sehingga lumpur Lapindo dapat di manfaatkan sebagai energi alternatif. Komposisi campuran terbaik baterai sebagai sumber energi alternatif yang menghasilkan daya listrik terbesar adalah komposisi E, yaitu 10% amonium klorida, 90% lumpur lapindo, 10 ml asam sulfat, 10 ml air laut. Yang menghasilkan 1,93 V dan arus 0,64 A sehingga mampu menghasilkan daya 1,2352 W.

Kata kunci : Lumpur Lapindo, Baterai, Energi Alternatif.

1. PENDAHULUAN

Baterai merupakan salah satu piranti yang dapat digunakan untuk menyimpan energi listrik. Baterai merupakan suatu piranti yang dapat mengubah potensial kimia menjadi potensial listrik dan sebaliknya melalui proses elektrokimia. Tingkat efisiensi tegangan sebuah baterai ditentukan oleh beda potensial yang timbul dari anoda dan katoda [1]

Tragedi Lumpur Lapindo dimulai pada tanggal 27 Mei 2006. Peristiwa ini menjadi suatu tragedi ketika banjir lumpur panas. Lumpur panas Sidoarjo merupakan hasil luapan semburan lumpur di daerah Porong, Sidoarjo. Luapan lumpur panas Sidoarjo terletak pada 10 km timurlaut dari Gunung Penanggungan, di dekat sumur eksplorasi Banjarpanji-1, di Desa Reno Kenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Luapan lumpur tersebut banyak mengandung material vulkanis yang disertai gas, sehingga semburan gas tersebut dinamakan *mud volcano*. Bencana luapan Lumpur ini sudah terjadi hampir 7 tahun dan mengakibatkan kerugian yang cukup besar, terutama bagi warga Porong, Sidoarjo [3].

Kandungan mikroorganisme dalam lumpur aktif dapat menghantarkan arus listrik sehingga memungkinkan lumpur aktif dimanfaatkan sebagai elektrolit baterai. Untuk membuktikan hal tersebut, maka diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai efektivitas pemanfaatan lumpur aktif sebagai elektrolit baterai. Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk mengadakan penelitian dengan judul "Baterai Berbahan Lumpur Lapindo Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik".

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk Mengetahui apakah lumpur lapindo dapat digunakan menjadi pasta/elektrolit baterai. Serta Mengetahui cara membuat elektrolit baterai kering dari lumpur lapindo. Penelitian ini batasan masalahnya adalah hanya membahas tentang pemanfaatan lumpur lapindo sebagai pengganti elektrolit baterai.

Penelitian ini juga diharapkan mampu membantu Bagi Masyarakat, memberikan alternatif sumber energi listrik dalam bentuk baterai Memberikan alternatif pemanfaatan lumpur lapindo sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomisnya.

2. TINJAUAN TEORI DAN PUSTAKA

Penelitian tentang Pemanfaatan Sampah Kulit Pisang dan Kulit Durian Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Pasta Batu Baterai. Penelitian tersebut membahas tentang pemanfaatan sampah kulit pisang dan kulit durian. Dapat kita ketahui bahwa kulit pisang dan kulit durian dapat menjadi pengganti Mangan Oksida atau elektrolit pada baterai yang sudah tidak terpakai, atau baterai bekas sehingga baterai bekas tersebut dapat digunakan kembali. Listrik yang mengalir pada baterai yang menggunakan kulit pisang dan kulit durian diakibatkan oleh adanya perpindahan perbedaan muatan antara kutub positif dan negatif [2].

Penelitian tentang Bawang Putih, Bayam Dan Garam Sebagai Energi Alternatif Baterai. Penelitian tersebut membahas tentang pemanfaatan bawang putih, bayam dan garam sebagai bahan elektrolit baterai. Hasil yang diperoleh yaitu untuk bahan elektrolit bawang putih yang sudah dihaluskan menghasilkan tegangan 1,42 Volt. Bahan elektrolit dari sayuran hijau yaitu bayam menghasilkan tegangan 1,198 Volt dan bahan elektrolit dari garam yang sudah diberi sedikit air menghasilkan tegangan 1,556 Volt. Bawang putih dan bayam termasuk basa kuat sehingga bisa menghasilkan listrik, sedangkan Garam bersifat netral, tidak termasuk basa kuat ataupun asam kuat tetapi dapat menghasilkan tegangan listrik. Garam diberikan sedikit air sehingga berubah menjadi larutan dan dapat digunakan sebagai campuran elektrolit pada baterai [4].

Penelitian tentang Analisis Kelistrikan Pasta Elektrolit Limbah Kulit Durian (*Durio Zibethinus*) Sebagai Bio Baterai. Penelitian tersebut membahas tentang analisis elektrolit pada limbah kulit durian. Limbah kulit durian berpotensi dan dapat digunakan sebagai biobaterai yang ramah lingkungan Tegangan listrik yang dihasilkan oleh pasta elektrolit limbah kulit durian bertambah seiring ditambahkan konsentrasi campurannya. Begitu juga dengan arus listriknya, didapat pula perbandingan yang ideal dengan konsentrasi campurannya Arus listrik tidak terlalu memperlihatkan kenaikan yang signifikan Untuk perbandingan tegangan dan arus listriknya dimana arus listrik dan tegangan berbanding lurus ditandai dengan grafik yang garis lurus dan berimpit [1].

Penelitian tentang Sintesis Polianilin Dan Karakteristik Kinerjanya Sebagai Anoda Pada Sistem Baterai Asam Sulfat. Pada penelitian tersebut telah berhasil disintesis polianilin dengan metode kimia dalam bentuk serbuk. Konduktivitas polianilin bervariasi antara 30 S/cm sampai 60 S/cm berkorelasi dengan kenaikan konsentrasi doping H₂SO₄. Polianilin hasil sintesis yang diplastisasi dengan pelarut N-metilpirrolidinon, dapat digunakan sebagai material aktif dalam sistem batere isi ulang dengan pasangan PbO₂. Tegangan operasional baterai berkisar antara 1,5 Volt sampai 2 Volt. Tegangan operasional baterai dipengaruhi oleh konsentrasi elektrolit. Pada pembebanan dengan arus konstan, tegangan operasional baterai menunjukkan kecenderungan penurunan terhadap naiknya PH elektrolit. [5].

Penelitian tentang Baterai Cerdas Dari Elektrolit Polimer Kitosan-Pva Dengan Penambahan Amonium Nitrat. Pada penelitian tersebut membahas tentang elektrolit polimer baterai dapat dengan bahan dasar *chitosan*, polivinil alkohol (PVA), glutaraldehid, dan garam amonium nitrat. Nilai optimum konduktivitas ion sebesar $2,2 \times 10^{-5} \text{ S cm}^{-1}$ serta memiliki fasa amorf. Karakteristik baterai yang dihasilkan memiliki stabilitas daya selama 13 jam dengan kekuatan 0,95 V dan 0,75 mA serta adanya perubahan warna sejalan dengan makin menurunnya daya listrik baterai yang ada [6].

Penelitian tentang Pemanfaatan Limbah Air Kelapa Sebagai Membran Elektrolit Baterai Lithium Yang Ramah Lingkungan. Penelitian tersebut membahas tentang membran selulosa asetat dari nata de coco. Hasil penelitian menunjukkan Konduktivitas membran selulosa asetat semakin meningkat dengan bertambahnya komposisi garam lithium sampai pada batas penambahan 35%, dan konduktivitas menurun ketika komposisi garam lithium lebih dari 35 %. Nilai konduktivitas optimal pada penambahan 35% yaitu sebesar $9,9252 \times 10^{-2} \text{ Mho}$. Nilai konduktivitas membran yang dibuat dengan metode casting larutan polimer lebih tinggi jika dibandingkan dengan coating, namun sifat mekanik yang dihasilkan dengan metode casting larutan polimer kurang bagus yaitu membran bersifat brittle.[7].

Lumpur Lapindo merupakan lumpur panas, hasil dari kesalahan prosedur dalam kegiatan pengeboran pada sumur eksplorasi gas milik Lapindo Brantas inc. Dampak yang ditimbulkan selain masalah sosial, yaitu kerusakan lingkungan hidup berupa perubahan tata guna lahan/bentang alam,

menurunnya keanekaragaman hayati, dan timbulnya pencemar logam berat alami [8]. Konsentrasi logam Cu lebih besar dibandingkan konsentrasi logam Pb dalam lumpur Lapindo. Hal ini dikarenakan kelimpahan logam berat Cu pada kerak bumi sebesar 50 mg/kg sedangkan logam Pb hanya sebesar 15 mg/kg. Dengan demikian keberadaan logam di alam Cu relatif lebih besar dibandingkan logam Pb. Sedangkan konsentrasi logam Pb dan Cu pada tiap lokasi yang berdekatan berbeda, yang mungkin dikarenakan semburan lumpur Lapindo memiliki kedalaman berbeda – beda setiap semburannya [9]. Baterai merupakan sebuah kaleng berisi penuh bahan kimia yang dapat memproduksi elektron. Reaksi kimia yang dapat menghasilkan elektron disebut dengan reaksi elektrokimia [2]. Prinsip kerja baterai menggunakan prinsip elektro kimia dengan memanfaatkan proses reduksi-oksidasi dimana elektroda negatif (anoda) akan mengalami reaksi oksidasi sehingga elektron yang berada pada permukaan anoda akan terlepas dan dibawa oleh ion elektrolit menuju elektroda positif (katoda) [1]. Elektrokimia adalah reaksi kimia yang menghasilkan energi listrik. Dalam elektrokimia melibatkan reaksi yang sering disebut reaksi oksidasi dan reduksi atau disingkat dengan redoks [10]. Reaksi kimia pada sel elektrokimia sebenarnya berasal dari reaksi reduksi- oksidasi (reaksi redoks). Reaksi oksidasi merupakan reaksi setengah sel elektrokimia yang terjadi karena adanya pelepasan elektron, sedangkan reaksi reduksi terjadi karena penerimaan elektron [11].

Berikut keterangan Reaksi kimia pada baterai :

Anoda; logam seng (Zn)

Katoda : batang karbon/gafit (C)

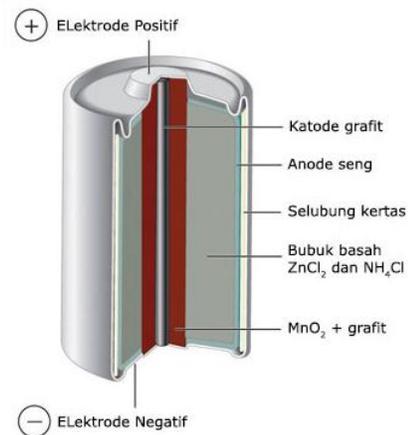
Elektrolit : MnO₂, NH₄Cl dan serbuk karbon (C)

Anoda Zn(-) : $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$

Katoda C (+) : $2MnO_2 + 2NH_4^{+} + 2e^{-} \rightarrow Mn_2O_3 + 2NH_3 + H_2O$

Reaksi total : $Zn + 2MnO_2 + 2NH_4^{+} \rightarrow Zn^{2+} +$

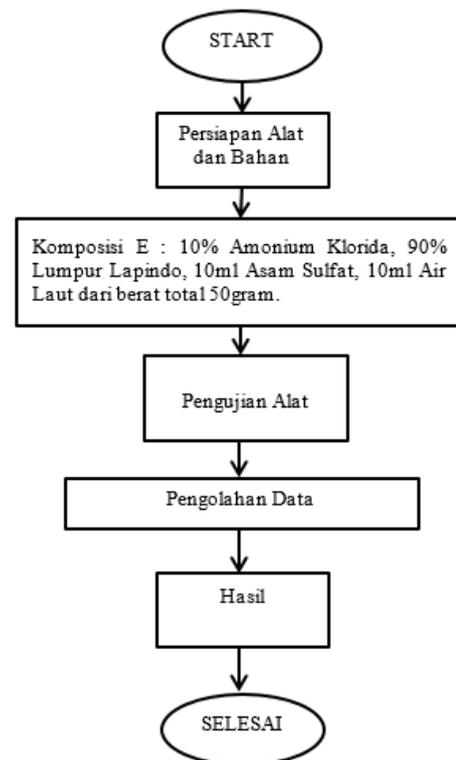
$Mn_2O_3 + 2NH_3 + H_2O$. Dapat dilihat seperti gambar



Gambar 1: Komponen Baterai

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah uji coba membuat batu baterai sebagai alternatif energi listrik. Dengan memanfaatkan limbah lumpur Lapindo yang terurai dengan metode Substitusi. Metode Substitusi adalah suatu metode dimana berat total dari keseluruhan isi baterai sudah termasuk dalam persentase bahan yang di tambahkan. Dalam uji coba ini menggunakan bahan tambah belerang, amonium klorida dan asam sulfat. dapat dilihat seperti gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2: Diagram Alir Penelitian

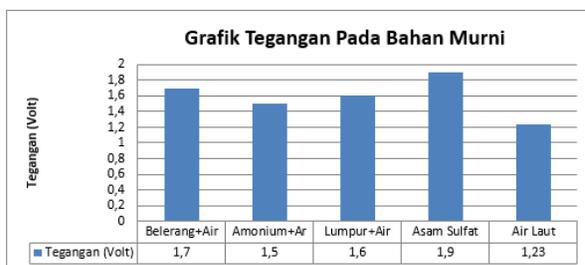
Pada Gambar 2 terlihat langkah-langkah dalam uji coba pembuatan baterai dari lumpur lapindo, dengan komposisi seperti tabel 1 dibawah ini

Tabel 1: Komposisi Bahan Campuran

No	Komposisi	Bahan Campuran
1	A	10 % Belerang, 90% Lumpur Lapindo, 10ml Asam Sulfat, 10ml Air Laut dari berat total 50gram
2	B	20 % Belerang, 80% Lumpur Lapindo, 10ml Asam Sulfat, 10ml Air Laut dari berat total 50gram
3	C	30 % Belerang, 70% Lumpur Lapindo, 10ml Asam Sulfat, 10ml Air Laut dari berat total 50gram
4	D	40 % Belerang, 60% Lumpur Lapindo, 10ml Asam Sulfat, 10ml Air Laut dari berat total 50gram
5	E	10 % Amonium Klorida, 90% Lumpur Lapindo, 10ml Asam Sulfat, 10ml Air Laut dari berat total 50gram
6	F	20 % Amonium Klorida, 80% Lumpur Lapindo, 10ml Asam Sulfat, 10ml Air Laut dari berat total 50gram
7	G	30 % Amonium Klorida, 70% Lumpur Lapindo, 10ml Asam Sulfat, 10ml Air Laut dari berat total 50gram
8	H	40 % Amonium Klorida, 60% Lumpur Lapindo, 10ml Asam Sulfat, 10ml Air Laut dari berat total 50gram

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum mengetahui komposisi campuran dari bahan tambah elektrolit yaitu belerang, amonium klorida, asam sulfat, air laut dan lumpur Lapindo, terlebih dahulu mengukur masing-masing bahan elektrolit yang akan di digunakan untuk komposisi. Hasil pengukuran tegangan untuk belerang yang di larutkan yaitu 1,70 Volt. Bahan elektrolit dari amonium klorida yang dilarutkan yaitu 1,50 Volt. Hasil pengukuran tegangan dari asam sulfat yaitu 1.90 Volt, Hasil pengukuran tegangan dari air laut 1,23 Volt dan hasil pengukuran tegangan pada lumpur lapindo 1,60 Volt. Pengukuran tegangan listrik baterai menggunakan alat ukur tegangan bernama multimeter. Dapat dilihat seperti gambar 3 dan tabel 2 dibawah ini.



Gambar 3: Grafik Tegangan Bahan Murni

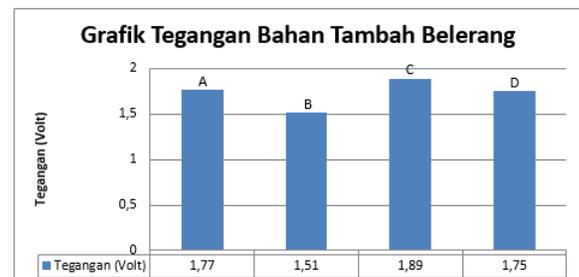
Tabel 2: Tegangan Elektrolit

Elektrolit	Belerang	Amonium Klorida	Asam Sulfat	Air Laut	Lumpur Lapindo
Tegangan (Volt)	1,70 Volt	1,50 Volt	1,90 Volt	1,23 Volt	1,60 Volt

Setelah mencampur setiap baterai sesuai dengan komposisinya masing-masing, maka untuk memperoleh hasil data tegangan yang lebih akurat dibuat delapan baterai untuk setiap komposisinya dan pengujian setiap komposisi.

4.1. Tegangan Pada Bahan Tambah Belerang

Dalam pembuatan sempel baterai dengan bahan tambahan belerang menggunakan 4 komposisi persentase, yaitu komposisi A : Belerang 10%, lumpur lapindo 40%, asam sulfat 10ml, air laut 10ml menghasilkan tegangan 1,77 Volt. Komposisi B : Belerang 20%, lumpur lapindo 30%, asam sulfat 10ml, air laut 10ml menghasilkan tegangan 1,51 Volt. Komposisi C : Belerang 30%, lumpur 20%, asam sulfat 10ml, air laut 10ml menghasilkan tegangan 1,89 Volt. Komposisi D : Belerang 40%, lumpur lapindo 10%, asam sulfat 10ml, air laut 10ml menghasilkan tegangan 1,75 Volt. Dari hasil pengujian komposisi C menghasilkan tegangan paling tinggi, Jadi dari hasil pembuatan tabel dan grafik dapat diketahui dalam penambahan belerang dan pengurangan lumpur dapat mempengaruhi tegangan yang dihasilkan pada baterai. Dapat dilihat seperti gambar 4 dan tabel 3 dibawah ini.



Ket	Komposisi
A	10% Belerang + 90% Lumpur Lapindo + 10ml Asam Sulfat + 10ml Air Laut
B	20% Belerang + 80% Lumpur Lapindo + 10ml Asam Sulfat + 10ml Air Laut
C	30% Belerang + 70% Lumpur Lapindo + 10ml Asam Sulfat + 10ml Air Laut
D	40% Belerang + 60% Lumpur Lapindo + 10ml Asam Sulfat + 10ml Air Laut

Gambar 4: Grafik Tegangan Bahan Tambah Belerang

Tabel 3: Tegangan Bahan Tambah Belerang

No.	Komposisi	Berat kosong (gr)	Tegangan (V)
1	A	34	1,77
2	B	34	1,51
3	C	34	1,89
4	D	34	1,75

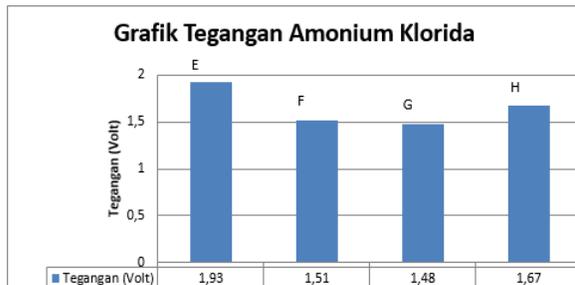
Setelah tabel 3 dibuat maka dapat dibuat juga garafik tegangan pada tiap-tiap baterai untuk setiap

komposisi seperti gambar 4. Tujuan dibuat grafik ini untuk mempermudah dalam pembacaan hasil pengujian tegangan.

4.2. Tegangan Pada Bahan Tambah Amonium Klorida

Pembuatan sampel baterai dengan bahan tambah amonium klorida juga menggunakan 4 komposisi persentase, yaitu komposisi E : Belerang 10%, lumpur lapindo 90%, asam sulfat 10ml, air laut 10ml menghasilkan tegangan 1,93 Volt. Komposisi F : Belerang 20%, lumpur lapindo 80%, asam sulfat 10ml, air laut 10ml menghasilkan tegangan 1,51 Volt. Komposisi G : Belerang 30%, lumpur lapindo 70%, asam sulfat 10ml, air laut 10ml menghasilkan tegangan 1,48 Volt. Komposisi H : Belerang 40%, lumpur lapindo 60%, asam sulfat 10ml, air laut 10ml menghasilkan tegangan 1,67 Volt. Dari hasil pengujian komposisi E menghasilkan tegangan paling tinggi, jadi penambahan bahan tambah amonium klorida tidak mempengaruhi hasil tegangan pada baterai.

Dapat dilihat seperti gambar 5 dan tabel 4 dibawah ini.



Ket	Komposisi
E	10% Amonium Klorida + 90% Lumpur Lapindo + 10ml Asam Sulfat + 10ml Air Laut
F	20% Amonium Klorida + 80% Lumpur Lapindo + 10ml Asam Sulfat + 10ml Air Laut
G	30% Amonium Klorida + 70% Lumpur Lapindo + 10ml Asam Sulfat + 10ml Air Laut
H	40% Amonium Klorida + 60% Lumpur Lapindo + 10ml Asam Sulfat + 10ml Air Laut

Gambar 5: Grafik Tegangan Bahan Amonium Klorida

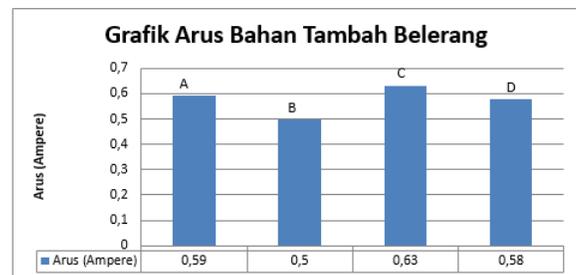
Tabel 4: Tegangan Bahan Tambah Amonium Klorida

No.	Komposisi	Berat kosong (gr)	Tegangan (V)
1	E	34	1,93
2	F	34	1,51
3	G	34	1,48
4	H	34	1,67

Setelah tabel 4 dibuat maka dapat dibuat juga grafik tegangan pada tiap-tiap baterai untuk setiap komposisi seperti gambar 5. Tujuan dibuat grafik ini untuk mempermudah dalam pembacaan hasil pengujian tegangan.

4.3. Arus Pada Bahan Tambah Belerang

Setelah pengujian tegangan perhitungan arus pada setiap komposisi dengan menggunakan beban resistor 3ohm. Bahwa grafik menunjukkan 4 komposisi, yaitu komposisi A : Belerang 10%, lumpur 90%, asam sulfat 10 ml, air laut 10ml menghasilkan arus 0,59 A. Komposisi B : Belerang 20%, lumpur 80%, asam sulfat 10 ml, air laut 10ml menghasilkan arus 0,50 A. Komposisi C : Belerang 30%, lumpur 70%, asam sulfat 10 ml, air laut 10ml menghasilkan arus 0,63 A. Komposisi D : Belerang 40%, lumpur 60%, asam sulfat 10 ml, air laut 10ml menghasilkan 0,58 A. Hasil perhitungan arus pada bahan tambah belerang komposisi C yang mempunyai nilai paling tinggi yaitu dengan nilai 0,63 A. Kemungkinan karena pengaruh keseimbangan reaksi kimia di dalam baterai, jadi dalam pengujian arus penambahan banyaknya belerang pada setiap komposisi belum tentu menghasilkan arus yang lebih tinggi. Dapat dilihat seperti gambar 6 dan tabel 5 dibawah ini.



Ket	Komposisi
A	10% Belerang + 90% Lumpur Lapindo + 10ml Asam Sulfat + 10ml Air Laut
B	20% Belerang + 80% Lumpur Lapindo + 10ml Asam Sulfat + 10ml Air Laut
C	30% Belerang + 70% Lumpur Lapindo + 10ml Asam Sulfat + 10ml Air Laut
D	40% Belerang + 60% Lumpur Lapindo + 10ml Asam Sulfat + 10ml Air Laut

Gambar 6: Grafik Arus Bahan Tambah Belerang

Tabel 5: Arus Bahan Tambah Belerang

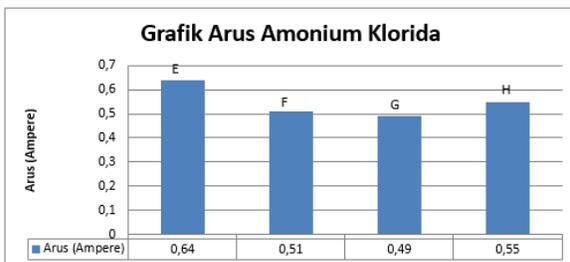
No.	Komposisi	Berat kosong (gr)	Arus (A)
1	A	34	0,59
2	B	34	0,50
3	C	34	0,63
4	D	34	0,58

Setelah tabel 5 dibuat maka dapat dibuat juga grafik arus pada tiap-tiap baterai untuk setiap komposisi seperti gambar 6. Tujuan dibuat grafik ini untuk mempermudah dalam pembacaan hasil pengujian arus.

4.4. Arus Pada Bahan Tambah Amonium Klorida

Pengujian arus pada setiap komposisi dengan menggunakan beban resistor 3ohm. Hasil pengujian arus pada bahan tambah Amonium Klorida yang dilakukan pada 4 sampel baterai dengan

menggunakan 4 komposisi, yaitu komposisi E : Amonium klorida 10%, lumpur lapindo 90%, asam sulfa 10ml, air laut 10ml menghasilkan arus 0,64 A. Komposisi F : Amonium klorida 20%, lumpur lapindo 80%, asam sulfat 10ml, air laut 10ml menghasilkan arus 0,51 A. Komposisi G : Amonium klorida 30%, lumpur lapindo 70%, asam sulfat 10ml, air laut 10ml menghasilkan arus 0,49 A. Komposisi H : Amonium klorida 40%, lumpur lapindo 60%, asam sulfat 10ml, air laut 10ml menghasilkan arus 0,55 A.. Hasil perhitungan arus pada bahan tambah amonium klorida nilai yang paling tinggi yaitu komposisi E yang memiliki nilai arus 0, 64 A. Dapat dilihat seperti gambar 7 dan tabel 6 dibawah ini.



Ket	komposisi
E	10% Amonium Klorida + 40% Lumpur Lapindo + 5% Asam Sulfat + 5% Air Laut
F	20% Amonium Klorida + 30% Lumpur Lapindo + 5% Asam Sulfat + 5% Air Laut
G	30% Amonium Klorida + 20% Lumpur Lapindo + 5% Asam Sulfat + 5% Air Laut
H	40% Amonium Klorida + 10% Lumpur Lapindo + 5% Asam Sulfat + 5% Air Laut

Gambar 7: Grafik Arus Bahan Tambah Amonium Klorida

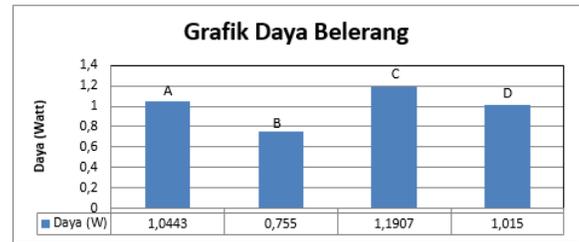
Tabel 6: Arus Bahan Tambah Amonium Klorida

No.	Komposisi	Berat kosong (gr)	Arus (A)
1	E	34	0,64
2	F	34	0,51
3	G	34	0,49
4	H	34	0,55

Setelah tabel 6 dibuat maka dapat dibuat juga grafik arus pada tiap-tiap baterai untuk setiap komposisi seperti gambar 7. Tujuan dibuat grafik ini untuk mempermudah dalam pembacaan hasil pengujian arus.

4.4. Perhitungan Daya

Setelah pengujian setiap baterai sesuai dengan komposisinya masing-masing, maka untuk mengetahui hasil daya yang lebih akurat maka harus ada perhitungan daya setiap sampel baterai pada setiap komposisinya. Dengan cara menggunakan rumus $P = V \times I$, satuan daya listrik menggunakan Watt (W). Hasil perhitungan daya yang diperoleh dari 8 sampel baterai di setiap komposisi dapat dilihat seperti gambar 8 dan tabel 7 dibawah ini.



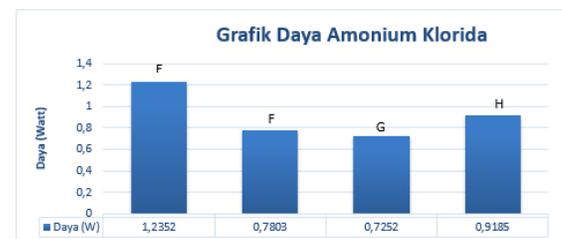
Ket	Komposisi
A	10% Belerang + 90% Lumpur Lapindo + 10ml Asam Sulfat + 10ml Air Laut
B	20% Belerang + 80% Lumpur Lapindo + 10ml Asam Sulfat + 10ml Air Laut
C	30% Belerang + 70% Lumpur Lapindo + 10ml Asam Sulfat + 10ml Air Laut
D	40% Belerang + 60% Lumpur Lapindo + 10ml Asam Sulfat + 10ml Air Laut

Gambar 8: Grafik Daya Bahan Tambah Belerang

Tabel 7: Daya Pada Bahan Tambah Belerang

No.	Komposisi	Berat kosong (gr)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	A	34	1,77	0,59	1,0443
2	B	34	1,51	0,50	0,755
3	C	34	1,89	0,63	1,1907
4	D	34	1,75	0,58	1,015

Setelah tabel 7 dibuat maka dapat dibuat juga grafik arus pada tiap-tiap baterai untuk setiap komposisi seperti gambar 7. Dari data tabel diatas ada 4 komposisi elektrolit untuk baterai, yaitu komposisi komposisi A : Belerang 10%, lumpur lapindo 90%, asam sulfat 10 ml, air laut 10ml menghasilkan daya 1,0443 W. Komposisi B : Belerang 20%, lumpur lapindo 80%, asam sulfat 10 ml, air laut 10ml menghasilkan daya 0,755 W. Komposisi C : Belerang 30%, lumpur lapindo 70%, asam sulfat 10 ml, air laut 10ml menghasilkan daya 1,1907 W. Komposisi D : Belerang 40%, lumpur 60%, asam sulfat 10 ml, air laut 10ml menghasilkan 1,015 W. Dari 4 komposisi tersebut komposisi C yang mempunyai daya paling tinggi, karena mempunyai tegangan dan arus yang paling tinggi di saat pengujian baterai. Untuk gambar grafik dan tabel perhitungan daya pada bahan tambah amonium klorida dapat dilihat pada gambar 9 dan tabel 8 dibawah ini.



Ket	Komposisi
E	10% Amonium Klorida + 40% Lumpur Lapindo + 5% Asam Sulfat + 5% Air Laut
F	20% Amonium Klorida + 30% Lumpur Lapindo + 5% Asam Sulfat + 5% Air Laut
G	30% Amonium Klorida + 20% Lumpur Lapindo + 5% Asam Sulfat + 5% Air Laut
H	40% Amonium Klorida + 10% Lumpur Lapindo + 5% Asam Sulfat + 5% Air Laut

Gambar 9: Grafik Daya Bahan Tambah Amonium Klorida

Tabel 8: Daya Pada Bahan Tambah Amonium Klorida

No.	Komposisi	Berat kosong (gr)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	E	34	1,93	0,64	1,2352
2	F	34	1,51	0,50	0,7803
3	G	34	1,48	0,49	0,7252
4	H	34	1,67	0,55	0,9185

Dari data tabel diatas ada 4 komposisi elektrolit untuk baterai, yaitu komposisi E : Amonium klorida 10%, lumpur 90%, asam sulfat 10 ml, air laut 10ml menghasilkan daya 1,2352 W. Komposisi F : Amonium klorida 20%, lumpur 80%, asam sulfat 10 ml, air laut 10ml menghasilkan daya 0,7803 W. Komposisi G : Amonium klorida 30%, lumpur 70%, asam sulfat 10 ml, air laut 10ml menghasilkan daya 0,7252 W. Komposisi H : Amonium klorida 40%, lumpur 60%, asam sulfat 10 ml, air laut 10ml menghasilkan daya 0,9185 W. Pada grafik bahan tambah amonium klorida komposisi E yang menghasilkan daya yang paling tinggi, karena mempunyai tegangan dan arus yang paling tinggi di saat pengujian baterai.

4.5. Menentukan Hasil Optimal

Setelah mencampur setiap baterai sesuai dengan komposisinya masing-masing dan memperoleh hasil pengujian baterai serta perhitungan daya maka untuk menentukan hasil yang optimal menggunakan rumus $\frac{\text{selisih}}{\text{nilai baterai asli}} \times 100$, dengan acuan nilai baterai asli yang sudah di produksi dan sudah di pasarkan. Dapat dilihat seperti gambar 10 dibawah ini.

Tabel 9: Hasil Paling Optimal

No	Komposisi	ΔV (%)	ΔA (%)	ΔW (%)
1	Komposisi A	18%	18%	39,24%
2	Komposisi B	0,66%	0%	0,66%
3	Komposisi C	26%	26%	58,76%
4	Komposisi D	16,66%	16%	35,33%
5	Komposisi E	28,66%	28%	64,69%
6	Komposisi F	2%	2%	4,04%
7	Komposisi G	1,33%	2%	3,30%
8	Komposisi H	11,33%	10%	22,46%

Hasil perhitungan setiap komposisi dapat dilihat seperti tabel diatas menunjukkan bahwa mempunyai hasil persentase yang berbeda-beda. Jadi nilai komposisi yang paling bagus dengan perbandingan baterai asli pada penelitian ini adalah pada komposisi E, yaitu 10% Amonium Klorida, 90% lumpur lapindo, 10 ml asam sulfat, 10 ml air laut.

Yang menghasilkan tegangan 1,93 V, arus 0,64 A, dan daya 1,2352 W. Karena mempunyai hasil nilai listrik yang paling tinggi.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dalam proses penelitian ini berdasarkan pembahasan, pengujian dan perhitungan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Dapat diketahui bahwa lumpur lapindo dapat menjadi pengganti elektrolit pada sebuah baterai. Sehingga lumpur Lapindo dapat di manfaatkan sebagai energi alternatif
- Listrik yang mengalir pada baterai dari lumpur Lapindo diakibatkan karena pindahannya muatan antara kutub positif dan negatif.
- Komposisi campuran terbaik baterai sebagai sumber energi alternatif yang menghasilkan daya listrik terbesar adalah komposisi E. Tegangan yang dihasilkan 1,93 V dan arus 0,64 A sehingga mampu menghasilkan daya 1,2352 W.

5.2. Saran

Penelitian dan uji coba yang telah dilakukan ini rasanya masih jauh dari kata sempurna, Saran untuk penelitian yang lebih lanjut tentang pemanfaatan lumpur Lapindo sebagai peganti elektrolit yaitu dengan memakai elemen elemen yang lebih bagus dan mempunyai reaksi penghantar arus listrik yang lebih kuat. Sehingga dapat menghasilkan reaksi kimia yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akbar, I.A. dan Lapanoro, B.P. (2015), Optimasi Tegangan Baterai Sel Basah Menggunakan Metode Levenberg-Marquardt, jurnal Prisma Fisika, III(2), 62–68.
- [2] Muhlisin, M., Soedjarwanto, N. dan Komarudin, M. (2015), Pemanfaatan Sampah Kulit Pisang dan Kulit Durian Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Pasta Batu Baterai, Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, 9(3), 137–147.
- [3] Mustopa, R.S. dan Risanti, D.D. (2013), Karakterisasi Sifat Fisis Lumpur Panas Sidoarjo dengan Aktivasi Kimia dan Fisika, Jurnal Teknik Pomits, 2(2), 256–261.
- [4] Mardwianta, B. (2016), Bawang putih, bayam dan garam sebagai energi alternatif baterai, jurnal Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Kedirgantaraan (SENATIK), II, 77–83.
- [5] Hidyat, S., Leonardo, C., Kartawidjaja, M.,

- Alamsyah, W. dan Rahayu, I. (2016), Sintesis Polianilin Dan Karakteristik Kinerjanya Sebagai Anoda Pada Sistem Baterai Asam Sulfat, *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 6(01), 20–26 Diakses <http://jurnal.unpad.ac.id/jmei/article/view/9415>.
- [6] Riyanto, B., Maddu, A. dan Dewi, R.S. (2011), Baterai cerdas dari elektrolit polimer kitosan-PVA dengan penambahan amonium nitrat, *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, XIV(2), 70–77.
- [7] Widjajanti LFX, E. dan Marfuatun (2015), Pemanfaatan Limbah Air Kelapa sebagai Membran Elektrolit Baterai Lithium yang Ramah Lingkungan, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- [8] Samudro, G., Hadiwidodo, M. dan R, F.A. (2016), Penentuan Campuran Lumpur Lapindo Sebagai Substitusi Pasir Dan Semen Dalam Pembuatan Paving Block Ramah Lingkungan, *jurnal PRESIPITASI*, 13(1), 13–20.
- [9] Juniawan, A., Rumhayati, B. dan Ismuyanto, B. (2013), Karakteristik Lumpur Lapindo Dan Fluktuasi Logam Berat Pb Dan Cu Sungai Porong Dan Aloo, *jurnal Sains dan Terapan Kimia*, 7(1), 50–59.
- [10] Imamah, A.N. (2013), Efek Variasi Bahan Elektroda Serta Variasi Jarak Antar Elektroda Terhadap Kelistrikan yang Dihasilkan Oleh Limbah Buah Jeruk (*Citrus sp.*), , 48.
- [11] Srisumarlinah, W. dan Indahyati, T.H. (2013), Guru Pembelajar Modul Pelatihan Guru, jakarta.