



PEMANFAATAN LIMBAH BATERAI ZINK KARBON DENGAN MENAMBAHKAN AIR AKI ZUUR UNTUK MENYALAKAN LAMPU LED 2 WATT

Anita Nurfida^{a*}, Martua Manik^a, Muhamad Zainudin^b

^aProgram Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jl. TB Simatupang No.58, Jakarta Selatan 12530 Indonesia

^bProgram Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Tegal, Jl. Raya Kalibakung No.27, Tegal, Jawa Tengah 52464 Indonesia

*Corresponding authors at: nadiva87@gmail.com Tel.: +62857-4226-1256

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan pada 28 Desember 2024

Direvisi pada 20 Februari 2025

Disetujui pada 25 Februari 2025

Tersedia daring pada 01 Maret 2025

Kata kunci:

Aki zuur, elektrolit, limbah baterai

Keywords:

Zuur battery, electrolyte, waste battery

ABSTRAK

Baterai merupakan salah satu sumber energi listrik yang dihasilkan melalui proses redoks dan bersifat sekali habis pakai. Baterai secara umum mengandung logam-logam berat yang bersifat *non-renewable* dan *non-degradable*, sehingga limbah baterai bekas pakai masuk dalam kategori limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang apabila dibuang ke tanah maupun air dapat membahayakan bagi kesehatan dan lingkungan. Pada penelitian ini dilakukan pemanfaatan kembali untuk menyalakan lampu LED 2 Watt dengan penambahan variasi air aki zuur (H_2SO_4) sebesar 5 ml, 10 ml, dan 15 ml. Hasil penelitian menunjukkan penambahan air aki zuur sebesar 15 ml menghasilkan tegangan sebesar 3,0 Volt, arus 2,4 Amper, daya 7,3 Watt dan dapat menyalakan lampu LED 2 Watt selama \pm 34 jam. Semakin banyak cairan elektrolit yang diberikan akan meningkatkan tegangan, arus listrik dan waktu pakai lebih lama. Dampak positif lainnya yaitu; pemakaian lebih tahan lama, dapat diisi ulang dengan air aki zuur, harga pembuatan terjangkau, energi yang dihasilkan lebih besar dan dapat mengurangi limbah B3 baterai.

ABSTRACT

Disposable batteries are a source of electrical energy generated by a redox process. Used battery waste falls under the category of hazardous and toxic material (B3) waste, which can be hazardous to human health and the environment if released into the land or water. Batteries typically include heavy metals that are neither renewable nor biodegradable. Reuse was done in this work by adding different amounts of zuur battery water (H_2SO_4)—5 ml, 10 ml, and 15 ml—to power a 2-Watt LED bulb. According to the findings, adding 15 milliliters of Zuur battery water resulted in a voltage of 3.0 volts, a current of 2.4 amps, a power of 7.3 watts, and the ability to run a 2-watt LED lamp for around 34 hours. The voltage, electric current, and duration of use will all rise with the amount of electrolyte liquid administered. Additional benefits include longer-lasting use, the ability to recharge with Zuur battery water, lower production costs, increased energy production, and the potential to decrease battery B3 waste.

1. PENGANTAR

Peran energi sangatlah penting bagi kelangsungan hidup manusia. Hal ini dikarenakan energi menjadi kebutuhan vital yang mendukung segala aktivitas manusia termasuk di dunia industri. Salah satu pemanfaatannya adalah energi listrik yang dihasilkan dari baterai (Setiawan dkk., 2021; Nurannisa dkk., 2021). Baterai adalah sebuah komponen yang terdiri atas 2 sel elektrokimia yang mampu menghasilkan tegangan DC dengan cara mengubah energi kimia yang terkandung didalamnya menjadi energi listrik melalui reaksi elektro kimia (redoks) dengan koneksi eksternal dan tegangan di dalamnya (Chang, 2004). Baterai merupakan sumber energi yang bersifat sekali habis pakai, sehingga baterai bekas yang sudah mati atau habis dianggap sudah tidak dapat dimanfaatkan lagi (Fadila, 2022). Permasalahan yang ditimbulkan dari limbah baterai bekas (BS) adalah menghasilkan limbah yang sulit terurai secara alami. Baterai secara umum mengandung logam-logam berat yang bersifat *non-renewable* dan *non-degradable*, seperti; merkuri, timbal, kadmium dan nikel (Ernawati dkk., 2019; Nurcahyo dkk., 2023). Baterai bekas pakai yang telah dibuang tersebut masuk dalam kategori limbah Bahan Berbahaya dan

Beracun (B3), karena mengandung logam berat yang dapat mencemari air, tanah dan berdampak buruk dalam jangka panjang seperti; menimbulkan gangguan syaraf, gangguan sistem reproduksi dan penyakit kanker (Setiawan dkk., 2021; Alifah dkk., 2022).

Untuk mengatasi masalah ini, banyak peneliti menciptakan cara untuk mengganti pasta baterai dengan bahan yang lebih ramah lingkungan. Penelitian dengan pemanfaatan limbah buah-buahan busuk sebagai pengganti pasta baterai dapat menghasilkan sumber tegangan sebesar 14 Volt yang dirangkai seri dan bertahan selama 48 jam (Rukisworo, 2021). Pemanfaatan kulit manggis dapat menghasilkan 1 Volt untuk 1 buah baterai (Fadila, 2022). Inovasi lainnya juga telah diteliti dengan pembuatan biobaterai daun singkong (Aritonang, 2021), serbuk kayu merbau dan matoa (Ernawati dkk., 2019), tanaman lidah buaya (Setiawan dkk., 2021), limbah kulit udang cangkang telur (Allam dkk., 2021), dan kulit pisang (Asharo dkk., 2022), ditemukan bahwa bahan alternatif tersebut menghasilkan sumber energi listrik. Penelitian dengan campuran jeruk nipis (*Citrus Aurantifolia*) memiliki kandungan asam sitrat ($C_6H_8O_7$) yang dapat dijadikan larutan elektrolit sebagai isi baterai, menghasilkan tegangan sebesar 0,8 Volt (Salafa dkk., 2020).

Baterai bekas yang tidak terpakai masih memiliki sisa energi listrik, namun dayanya sangat kecil, sehingga baterai bekas tersebut dibuang begitu saja dan menjadi limbah rumah tangga yang tidak dapat didaur ulang. Pada umumnya masyarakat di Indonesia belum banyak mengetahui cara pemanfaatan baterai bekas tersebut agar dapat dimanfaatkan kembali untuk menghasilkan energi listrik. Menurut peneliti lainnya, usia pakai baterai alkalin dapat diperpanjang dengan cara pengisian ulang menggunakan metode kombinasi tegangan konstan dan arus konstan (Satiawan dkk., 2021). Hasil penelitian menunjukkan dalam pengisian nilai tegangan dan arus untuk satu baterai alkalin dengan ukuran AA sebesar 3 Volt dengan arus sebesar 550 mA serta dapat diisi ulang rata-rata hingga 8 kali.

Berdasarkan literatur diatas, penelitian ini fokus terhadap pemanfaatan limbah baterai bekas dengan menambahkan air aki zuur (H_2SO_4) sebagai elektrolit kuat untuk dapat menyalakan lampu LED 2 Watt. Diketahui bahwa air aki zuur (H_2SO_4) merupakan elektrolit kuat penghantar ion anoda dan katoda. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai inovasi baru dengan memanfaatkan limbah baterai bekas untuk dapat digunakan kembali dan dapat mengurangi limbah baterai bekas dengan biaya yang terjangkau.

2. METODE

2.1. Jenis Penelitian, Bahan dan Alat

Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif studi eksperimen dengan menggunakan dua variabel yaitu; variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas fokus terhadap variasi penambahan air aki zuur (H_2SO_4), sedangkan variabel terikat fokus pada pengujian tegangan, kuat arus dan daya terhadap beban lampu LED 2 Watt.

Baterai zink-karbon tipe D dengan kapasitas daya 1,5 Volt sebanyak 3 buah dalam kondisi baru sebagai pembanding dan 9 buah baterai bekas yang tidak memiliki sumber energi listrik digunakan sebagai bahan utama. Batang karbon sebagai anoda sebanyak 9 buah didapat setelah baterai bekas dikupas dan batang katoda menggunakan skrup baja ringan bekas dengan tinggi 5 cm sebanyak 9 buah. Arang karbon baterai dihaluskan sebagai pasta baterai dengan menambahkan variasi komposisi air aki zuur sebagai penghantar listrik. Wadah baterai menggunakan limbah botol plastik dengan diameter 3 cm, tinggi 7 cm sebanyak 9 buah yang diperlihatkan pada Gambar 1(b). Bahan pendukung lainnya seperti; kawat tembaga, kabel listrik, lampu LED 2 Watt, timah, dan air aki zuur (H_2SO_4).

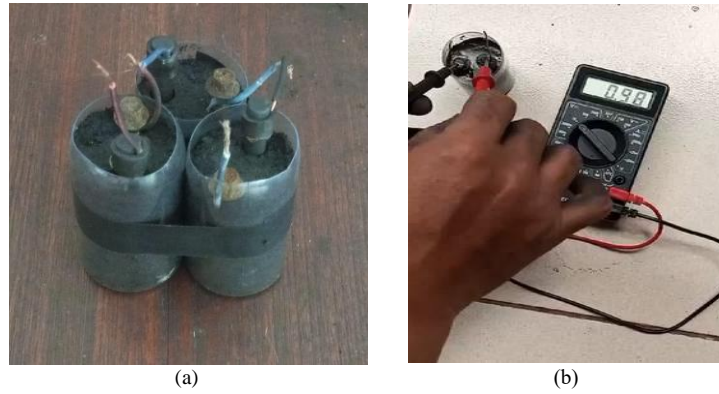
Alat yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu: palu kecil, tang potong, pisau, saringan, suntikan bekas, timbangan digital, sendok makan besar, wadah plastik, dan alat uji pengukuran menggunakan Voltmeter. Keseluruhan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dengan memanfaatkan bahan limbah bekas yang tidak terpakai.



Gambar 1: Bahan penelitian, (a) limbah baterai bekas, dan (b) sampel bahan penelitian

2.2. Tahap Penelitian

Proses pembuatan baterai dari baterai bekas dimulai dengan mengupas seluruh bagian dari baterai bekas untuk mendapatkan batang karbon dan arang karbon. Arang karbon dihaluskan dan disaring kemudian dimasukkan ke dalam botol plastik bekas sebanyak 9 buah, setiap botol diisi 40 gram. Setelah skrup baja ringan dan batang karbon dimasukkan ke dalam botol plastik, setiap ujungnya dililit kawat tembaga sebagai penghantar listrik, kemudian dilakukan pengukuran tegangan seperti diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2: Hasil pembuatan baterai, (a) baterai dari limbah baterai bekas, dan (b) pengukuran tegangan baterai bekas

Tahap selanjutnya, setiap sampel baterai bekas diberikan variasi air aki zuur yaitu; sampel 1 (BS-1) sebanyak 5 ml, sampel 2 (BS-2) sebanyak 10 ml, dan sampel 3 (BS-3) sebanyak 15 ml, kemudian ukur besarnya tegangan yang dihasilkan pada setiap sampel yang diperlihatkan pada Gambar 2(b). Rangkaian semua sampel baterai bekas secara seri dengan baterai kondisi baru sebagai pembanding. Tahap akhir adalah memberikan beban lampu LED 2 Watt dan melakukan pengukuran. Untuk mendapatkan nilai daya dapat menggunakan Persamaan 1 (Blocher, 2003).

$$P = V \times I \tag{1}$$

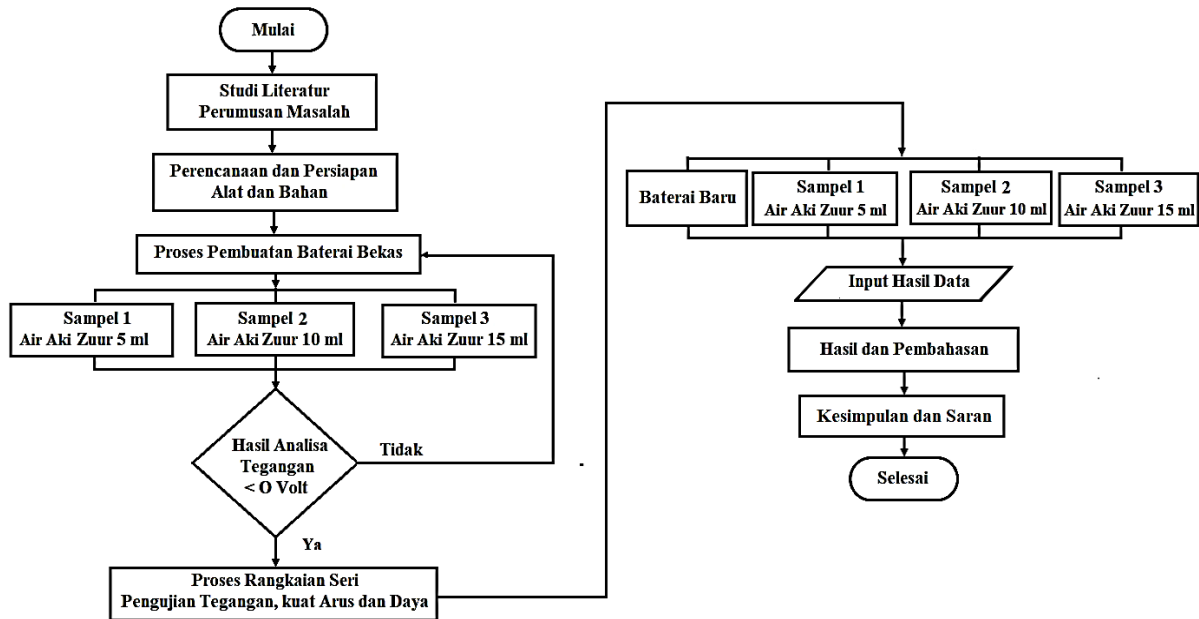
Dimana:

P = daya (Watt)

V= tegangan (Volt)

I = kuat arus (Amper)

Pengujian masa habis pakai baterai dilakukan dengan membiarkan baterai tersebut menyala sampai kondisi lampu tidak dapat menyala lagi, kemudian dilakukan pembahasan dan kesimpulan. Untuk lebih jelasnya tahap penelitian diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3: Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Analisis Pengujian Tegangan

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui tegangan yang dihasilkan dari limbah baterai bekas (BS) sebelum dan sesudah diberikan variasi air aki zuur (H₂SO₄) dengan baterai baru (BB) sebagai pembanding menggunakan alat Voltmeter. Hasil pengujian tegangan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Hasil Pengukuran Tegangan Baterai Baru dan Baterai Bekas

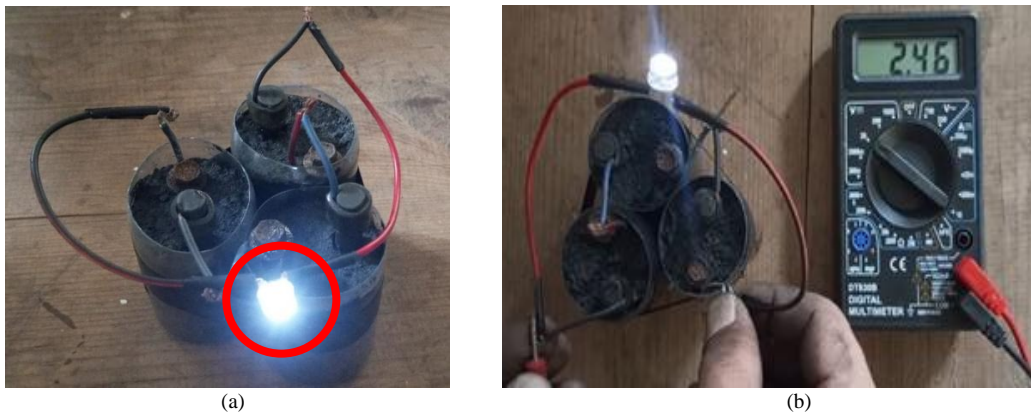
Vairiabel	Kode	Tegangan (Volt)					
		Pengukuran		Jumlah		Rata-rata	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
BB	BB-1	1,5	1,5				
	BB-2	1,5	1,5	4,5	4,5	1,5	1,5
	BB-3	1,5	1,5				
BS-1 (5 ml)	BS-1a	0,02	0,64				
	BS-1b	0,01	0,65	0,04	2,01	0,01	0,67
	BS-1c	0,01	0,72				
	BS-2a	0,01	0,85				
BS-2 (10 ml)	BS-2b	0,01	0,88	0,01	2,64	0,003	0,88
	BS-2c	0	0,91				
	BS-3a	0,01	0,95				
BS-3 (15 ml)	BS-3b	0	0,98	0,01	3,03	0,003	1,01
	BS-3c	0,01	1,10				

Sumber: data eksperimen 2024

Tabel 1 menunjukkan bahwa baterai bekas sebelum diberikan air aki zuur (H_2SO_4) tidak memiliki sumber energi listrik, namun setelah pemberian air aki zuur (H_2SO_4) memiliki nilai tegangan dengan nilai rata-rata tertinggi sebesar 1,01 Volt, yaitu setelah penambahan 15 ml pada sampel baterai BS-3. Diketahui bahwa air aki zuur (H_2SO_4) merupakan elektrolit kuat sebagai pengantar ion antara anoda dan katoda untuk menghasilkan energi listrik melalui reaksi redoks (Moranain dkk., 2019). Sedangkan baterai baru atau baterai kering memiliki nilai tegangan yang tertera pada label baterai sesuai dengan nilai setelah pengujian sebesar 1,5 Volt dan tidak dapat diisi ulang. Hal ini disebabkan baterai memiliki kandungan air relatif rendah (*absolut*) agar ion larutan dapat berdifusi di antara elektrode (Partana dkk., 2009).

3.2. Hasil Analisis Pengujian Daya

Semua sampel uji kemudian dirakit secara seri dan diberi beban lampu LED 2 Watt, bertujuan untuk mengetahui seberapa efektif penggunaan limbah baterai terhadap penambahan variasi air aki zuur (H_2SO_4). Gambar 4 menunjukkan lampu LED dapat menyala menggunakan limbah baterai setelah penambahan variasi air aki zuur (H_2SO_4).



Gambar 4: Hasil limbah baterai bekas, (a) air aki zuur dapat menyalakan lampu LED 2 Watt, dan (b) pengukuran tegangan baterai bekas

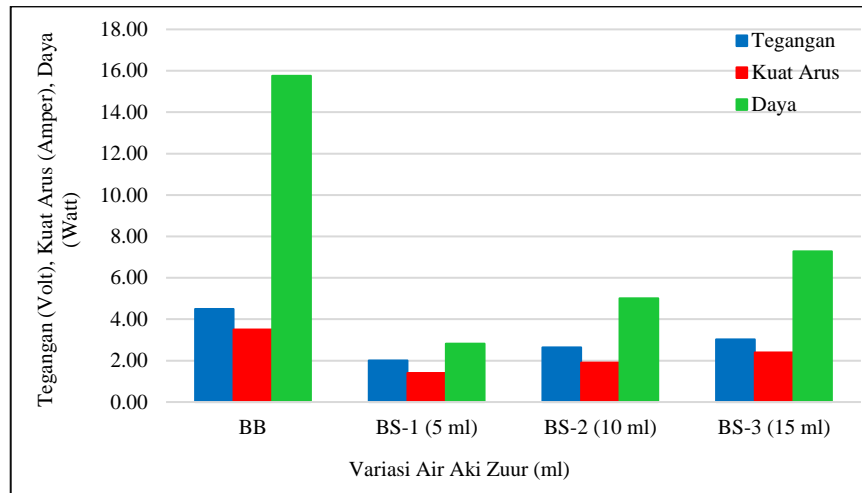
Gambar 4 menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah baterai dengan menambahkan variasi air aki zuur (H_2SO_4) dapat menyalakan lampu LED 2 Watt diperlihatkan pada lingkaran warna merah. Komponen utama limbah baterai terdiri dari batang karbon sebagai anoda, batang baut sebagai katoda, pasta kering dari sisa baterai bekas dan air aki zuur sebagai elektrolit. Ditemukan, air aki zuur (H_2SO_4) merupakan elektrolit kuat yang mengandung asam sulfat pekat dapat menghantarkan listrik dengan cara reaksi kimia (Kosasih, 2018). Hasil pengukuran nilai tegangan, kuat arus dan daya yang dihasilkan untuk menyalakan lampu LED 2 Watt disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2: Hasil Pengukuran Tegangan, Kuat Arus dan Daya Baterai

Vairiabel	Tegangan (Volt)	Kuat Arus (Amper)	Daya (Watt)	Keterangan Lampu
BB	4,50	3,50	15,75	Terang
BS-1 (5 ml)	2,01	1,40	2,81	Kurang terang
BS-2 (10 ml)	2,64	1,90	5,02	Terang
BS-3 (15 ml)	3,03	2,40	7,27	Terang

Sumber: data eksperimen 2024

Tabel 2 memperlihatkan perbedaan yang signifikan dari variasi penambahan air aki zuur (H_2SO_4), ditemukan nilai tertinggi pada penambahan sebesar 15 ml dengan nilai tegangan sebesar 3,03 Volt, kuat arus 2,40 Amper dan daya sebesar 7,37 Watt. Sedangkan nilai terendah pada penambahan 5 ml air aki zuur dengan nilai tegangan sebesar 2,01 Volt, kuat arus 1,4 Amper dan daya 2,81 Watt, lebih jelasnya diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5: Hasil pengukuran tegangan baterai

Gambar 5 memperlihatkan tren grafik penggunaan baterai baru memiliki nilai tegangan tertinggi sebesar 4,5 Volt. Sampel pada setiap limbah baterai bekas memiliki nilai tegangan dan kuat arus yang cukup signifikan, dimana nilai puncak tegangan diperoleh pada penambahan air aki zuur 15 ml sebesar 3,03 Volt, nilai terendah pada penambahan 5 ml sebesar 2,01 Volt, dan setiap sampel uji dapat menyalakan lampu LED 2 Watt. Diketahui bahwa air aki zuur (H₂SO₄) merupakan elektrolit kuat dapat mengubah energi kimia yang terkandung di dalamnya menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia (redoks). Dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai penambahan elektrolit, maka lampu LED semakin terang yang disebabkan semakin besar nilai tegangan berpengaruh terhadap kuat arus yang mengalir dan daya yang dihasilkan (Anisa dkk., 2022). Jika elektrolit yang diberikan lebih kecil maka lampu menyala redup, namun jika terlalu banyak elektrolit lampu akan redup dan bahkan bisa mati karena kontak singkat antara anoda dan katoda (Anisa dkk., 2022).

3.3. Hasil Analisis Konsumsi Energi

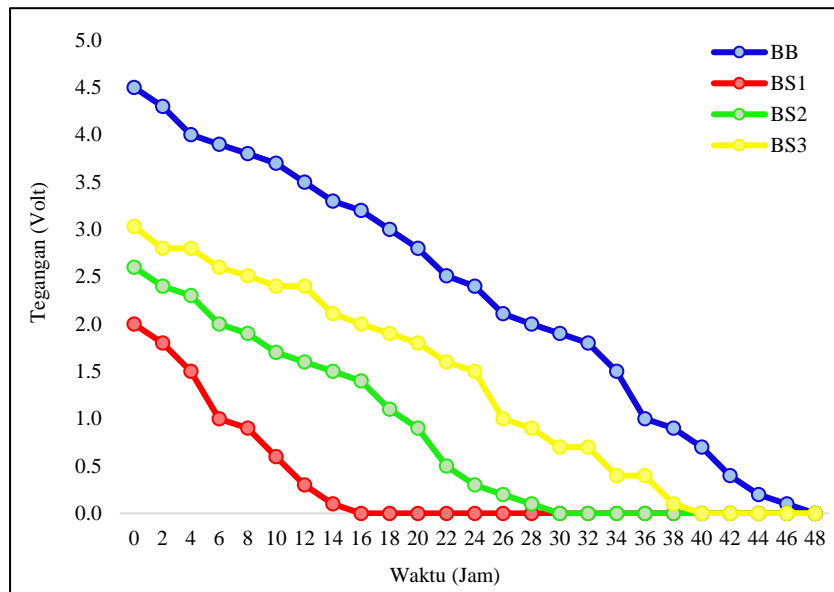
Untuk mengetahui nilai perbandingan ketahanan penggunaan kedua jenis baterai tersebut, dilakukan pengujian sampai baterai tersebut tidak dapat menyalakan lampu LED 2 Watt, ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3: Hasil Pengukuran Konsumsi Energi Baterai

Waktu (jam)	Tegangan (Volt)				Kuat Arus (Amper)				Daya (Watt)			
	BB	BS1	BS2	BS3	BB	BS1	BS2	BS3	BB	BS1	BS2	BS3
0	4,5	2,0	2,6	3,0	3,5	1,4	1,9	2,4	15,8	2,8	4,9	7,2
2	4,3	1,9	2,4	2,8	3,5	1,3	1,9	2,2	15,1	2,5	4,6	6,2
4	4,0	1,8	2,3	2,8	3,4	1,2	1,8	2,2	13,6	2,2	4,1	6,2
6	3,9	1,5	2,0	2,6	3,2	1,1	1,7	2,0	12,5	1,7	3,4	5,2
8	3,8	1,0	1,9	2,5	3,1	0,9	1,6	2,0	11,8	0,9	3,0	5,0
10	3,7	0,9	1,7	2,4	3,0	0,7	1,4	1,9	11,1	0,6	2,4	4,6
12	3,5	0,7	1,6	2,4	2,9	0,5	1,2	1,8	10,2	0,4	1,9	4,3
14	3,3	0,6	1,5	2,1	2,9	0,4	1,0	1,7	9,6	0,2	1,5	3,6
16	3,2	0,4	1,4	2,0	2,8	0,1	0,9	1,6	9,0	0,0	1,3	3,2
18	3,0	0,3	1,1	1,9	2,6	0,0	0,6	1,5	7,8	0,0	0,7	2,9
20	2,8	0,2	0,9	1,8	2,4	0,0	0,4	1,2	6,7	0,0	0,4	2,2
22	2,5	0,1	0,7	1,6	2,3	0,0	0,2	1,0	5,8	0,0	0,1	1,6
24	2,4	0,1	0,6	1,5	2,0	0,0	0,1	0,9	4,8	0,0	0,1	1,4
26	2,1	0,0	0,5	1,0	1,9	0,0	0,0	0,7	4,0	0,0	0,0	0,7
28	2,0	0,0	0,3	0,9	1,6	0,0	0,0	0,6	3,2	0,0	0,0	0,5
30	1,9	0,0	0,2	0,7	1,4	0,0	0,0	0,5	2,7	0,0	0,0	0,4
32	1,8	0,0	0,2	0,7	1,1	0,0	0,0	0,4	2,0	0,0	0,0	0,3
34	1,5	0,0	0,1	0,4	0,9	0,0	0,0	0,1	1,4	0,0	0,0	0,0
36	1,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0
38	0,9	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
40	0,7	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
42	0,4	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
44	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
46	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
48	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

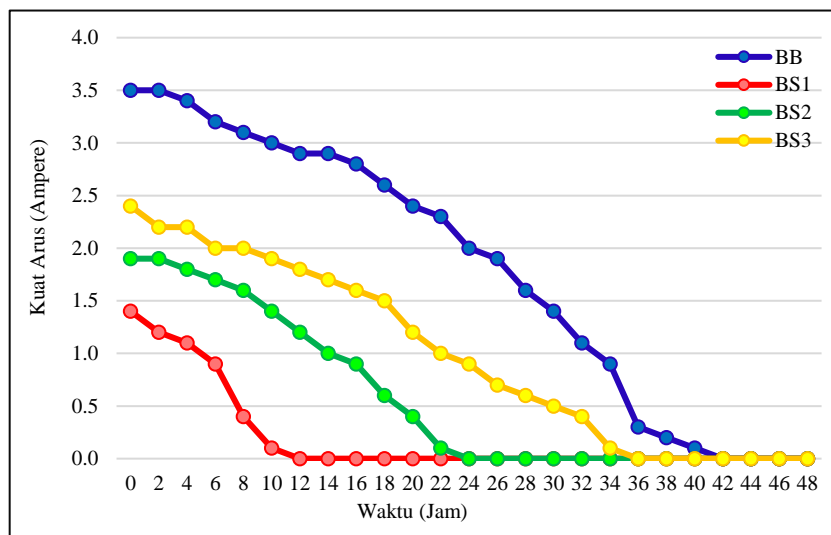
Sumber: data eksperimen 2024

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai tegangan baterai baru (BB) sebesar 4,5 Volt dan terus mengalami penurunan nilai tegangan hingga 48 jam, sedangkan limbah baterai bekas sampel BS-3 dengan penambahan 15 ml memiliki nilai tegangan tertinggi sebesar 3,08 Volt dan terus mengalami penurunan nilai tegangan hingga 44 jam. Untuk lebih jelasnya diperlihatkan pada Gambar 6.



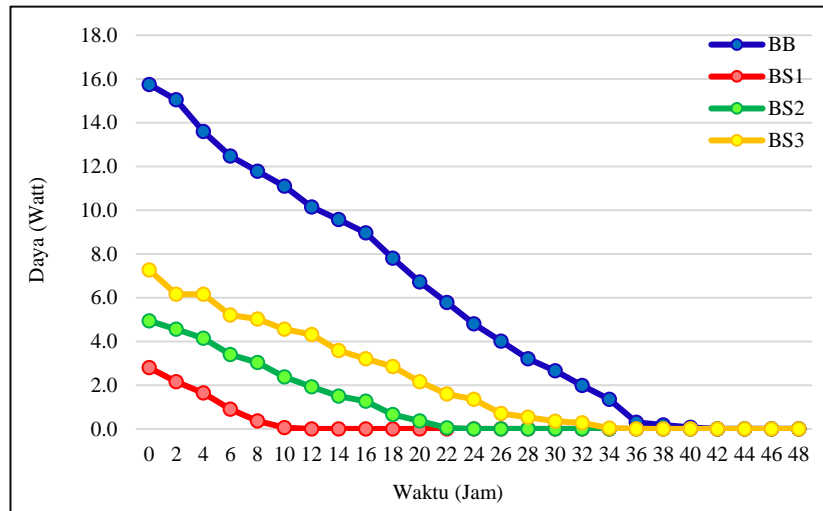
Gambar 6: Hasil pengukuran konsumsi tegangan

Gambar 6 memperlihatkan tren grafik penurunan nilai tegangan pada sampel baterai cukup signifikan. Nilai tegangan awal baterai baru sebesar 4,5 Volt dan lampu LED menyala terang. Seiring penggunaan energi baterai untuk menyalakan lampu LED terus mengalami penurunan nilai tegangan dan tidak memiliki nilai tegangan pada rentang waktu 48 jam. Pada kasus ini lampu LED sudah mati total pada rentang waktu 42 jam yang disebabkan arus listrik mengalami penurunan secara signifikan, meskipun pada rentang waktu 46 jam masih memiliki nilai tegangan sebesar 0,1 Volt. Hasil pengukuran tegangan tertinggi pada limbah baterai bekas, yaitu setelah penambahan air aki zuur (H_2SO_4) 15 ml pada sampel BS-3 sebesar 3,08 Volt dengan lampu LED menyala terang dan terus mengalami penurunan hingga tidak memiliki nilai tegangan pada rentang waktu 44 jam meskipun lampu LED mati total pada rentang waktu 34 jam. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan jumlah elektrolit yang diberikan, maka nilai tegangan yang dihasilkan akan meningkat dan lampu LED semakin terang (Anisa dkk., 2022). Hal lainnya adalah pengaruh tersebut juga berdampak pada kuat arus yang dihasilkan untuk menyalakan lampu LED 2 Watt. Lebih jelasnya hasil pengukuran kuat arus diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7: Hasil pengukuran konsumsi kuat arus

Gambar 7 menunjukkan bahwa hasil pengukuran nilai kuat arus yang terjadi pada baterai baru dan baterai bekas memiliki perbedaan yang signifikan. Hasil pengukuran baterai baru menghasilkan kuat arus sebesar 3,5 Amper dengan lampu LED menyala terang dan lampu LED mati pada rentang waktu \pm 42 jam. Sedangkan hasil pengukuran kuat arus pada limbah baterai bekas menunjukkan bahwa setelah penambahan air aki zuur sebesar 15 ml pada sampel BS-3 menghasilkan kuat arus sebesar 2,4 Amper dengan lampu LED menyala terang dan tidak memiliki arus pada rentang waktu \pm 38 jam. Hal ini sesuai dengan temuan eksperimen yang menunjukkan bahwa semakin besar arus yang dihasilkan, semakin terang nyala lampu (Winder, 2016). Sehingga dapat disimpulkan bahwa baterai merupakan arus *Direct Current* (DC), apabila sumber tegangan habis maka nilai kuat arus juga akan habis. Untuk lebih jelasnya pengaruh atau hubungan antara tegangan dan arus terhadap daya diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8: Hasil pengukuran konsumsi daya

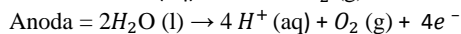
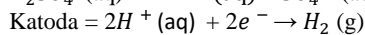
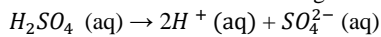
Gambar 8 memperlihatkan tren grafik hasil pengukuran daya pada baterai mengalami penurunan secara signifikan dan lampu LED tidak menyala. Hasil pengukuran daya baterai baru (BB) mengalami kehilangan daya atau lampu LED mati pada rentang waktu ± 42 jam. Limbah baterai bekas (BS-3) dengan penambahan variasi air aki zuur sebesar 15 ml mengalami kehilangan daya atau lampu LED mati pada rentang waktu ± 34 jam, lebih lama dengan baterai sebandingnya. Dapat disimpulkan bahwa pada saat baterai digunakan, energi kimia yang disimpan di dalam baterai dikonversikan menjadi energi listrik ketika arus listrik mengalir dari katoda menuju anoda melalui elektrolit akan mengalami pelepasan energi (Partana dkk., 2009). Pelepasan energi tersebut yang mengakibatkan penurunan elektrolit sebagai sumber energi, diketahui baterai menghasilkan tegangan *Direct Current* (DC) atau bersifat sekali habis pakai.

3.4. Hasil Analisis Reaksi Kimia

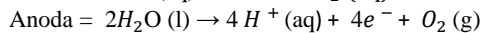
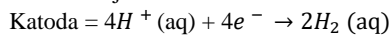
Kesetimbangan kimia (*chemical equilibrium*) dapat memberikan penjelasan bahwa suatu keadaan laju reaksi maju dan reaksi balik sama besar, nilai konsentrasi reaktan dan produk tidak berubah seiring berjalannya waktu. Arah reaksi kesetimbangan reaksi kimia dipengaruhi oleh perubahan konsentrasi, tekanan, volume dan suhu. Untuk menentukan kesetimbangan dinamik antara fasa-fasa (kesetimbangan fisis) dan zat-zat yang bereaksi (kesetimbangan kimia) dapat menggunakan Persamaan 2 (Chang, 2004).



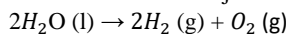
Prinsip dasar kinerja baterai untuk menghasilkan listrik melalui reaksi kimia. Bagian dalam baterai terdapat pasta kering yang disebut elemen kering. Pasta tersebut ketika diberikan air aki zuur (H_2SO_4) akan mengalami proses elektrolisis dengan menggunakan elektrode inert dari karbon sebagai anoda dan katoda, berikut reaksi yang terjadi:



Hasil reaksi diatas hidrogen diperoleh di katoda, dimana ion H^+ tereduksi sehingga menjadi H_2 dalam bentuk gas. Pada reaksi anoda terdapat SO_4^{2-} dengan menggunakan elektroda karbon (elektroda inert), sehingga dapat menggunakan aturan sisa-sisa asam oksida yang menjadikan air teroksidasi. Dikarenakan reaksi tersebut elektron tidak sama besar maka reaksi pada katoda dikalikan 2 (dua), sehingga reaksi menjadi:



Maka reaksi total menjadi:



Pada kasus ini asam sulfat (H_2SO_4) tidak pernah mengeluarkan muatan dan tidak pernah teroksidasi di anoda, sehingga OH teroksidasi dengan air dan udara. Hal pentingnya adalah rasio antara oksigen dengan jumlah hidrogen, dimana molekul H_2 membutuhkan 2 (dua) elektron untuk membuat satu molekul O_2 diperlukan melepaskan empat elektron, artinya setiap satu oksigen dapat membuat 2 (dua) molekul H_2 .

4. KESIMPULAN

Baterai bekas keberadaannya hanya sebagai limbah rumah tangga dan memiliki dampak negatif bagi kesehatan. Selain itu, sebagian masyarakat belum mengetahui cara pemanfaatan limbah baterai tersebut. Pada penelitian ini, limbah baterai bekas dimanfaatkan kembali dengan menambahkan variasi air aki zuur (H_2SO_4) untuk menyalakan lampu LED 2 Watt. Hasil studi menunjukkan bahwa limbah baterai bekas setelah penambahan variasi air aki zuur (H_2SO_4) dapat menyalakan lampu LED. Nilai tertinggi ditemukan pada sampel BS-3 setelah penambahan air aki zuur 15 ml dengan nilai tegangan sebesar 3,03 Volt, arus 2,24 Amper dan daya 7,27 Watt. Diketahui, air aki zuur (H_2SO_4) merupakan elektrolit kuat yang dapat menghantarkan listrik melalui reaksi kimia yang disebut reaksi redoks (reduksi-oksidasi). Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mendapatkan nilai optimal terhadap penambahan variasi air aki zuur (H_2SO_4).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada mahasiswa semester 5 matakuliah Elektronika Industri, Universitas Indraprasta PGRI yang telah membantu dalam proses pengambilan data penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifah, A. P., Auliya, T. D., Abimanyu, E., Fenaldo, R., & Maulana. (2022). Alternatif Energi Listrik dari Kulit Pisang. *Kumpulan Karya Tulis Ilmiah Tingkat Nasional*, 1(1), 221–230.
- Allam, D. A., Jannah, S. M., & Fitriani, L. N. (2021). Alternatif Anoda Limbah Kulit Udang dan Cangkang Telur. *Medika Teknika : Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, 2(2), 1–9.
- Anisa, Z., & Setyaningrum, D. (2022). Pemanfaatan Elektrolit Air Laut Sebagai Sumber Energi Listrik Baterai Dengan Elektroda Tembaga - Aluminium. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 19(2), 156–162.
- Aritonang, A. (2021). *Pemanfaatan Daun Singkong (Manihot Utilissima) Sebagai Pengganti Sebagian Karbon pada Baterai 1,5 volt*. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
- Asharo, R. K., Khaleyla, F., Rahmadi, C. T., & Putri, A. K. (2022). Pengolahan Limbah Kulit Pisang Menjadi Biobaterai Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Warga Sidotopo Wetan, Surabaya. *Diseminasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 122–132.
- Blocher, R. (2003). *Dasar Elektroniko* (Ed II). ANDI Yogyakarta.
- Chang, R. (2004). Buku Kimia Dasar. In *Erlangga: Vol. jilid 2* (Edisi Ketii). Erlangga.
- Ernawati, D., Arifudin, M., & Husodo, S. B. (2019). Baterai Ramah Lingkungan dari Limbah Serbuk Kayu Merbau (Intsia bijuga) dan Matoa (Pometia sp.). *J. Ilmu Teknol. Kayu Tropis*, 17(1), 83–89.
- Fadila, A. P. (2022). Pemanfaatan Limbah Kulit Manggis Untuk Peningkatan Daya Listrik Baterai Bekas. *NIHAIYYAT: Journal of Islamic Interdisciplinary Studies*, 1(3), 293–298.
- Kosasih, D. P. (2018). Mesa Jurnal Fakultas Teknik Universitas Subang. *Mesa Jurnal Fakultas Teknik Universitas Subang*, 2(2), 33–45.
- Moranain, & Denny. (2019). Studi Filtrasi Air Belimbing Wuluh Sebagai Elektrolit Baterai Pengganti Elektrolit H₂SO₄. *Jurnal Kimia Saintek Dan Pendidikan*, III(2), 58–63.
- Nurannisa, A., Taufan Asfar, A. M. I., Akbar Asfar, A. M. I., & Dewi, S. S. (2021). Bio-Baterai dari Kulit Pisang: Diseminasi olah Praktis pada Ibu PKK Dusun Kallimpo. *Unri Conference Series: Community Engagement*, 3, 19–26.
- Nurchahyo, R., Setyoko, A. T., & Habiburrahman, M. (2023). *Pengelolaan Limbah Baterai Bekas sebagai Limbah B3* (Issue April). Universitas Indonesia.
- Partana, Fajar Crys., Wiyarsi, A. (2009). *Kimia Mari Belajar untuk SMA-MA Kelas XII IPA*. Departemen Pendidikan Nasional.
- Rukisworo, L. (2021). Pemanfaatan Limbah Buah Busuk Sebagai Baterai Ramah Lingkungan Sekolah Untuk Menanamkan Jiwa Kreatifitas Dan Inovasi Murid. *Jurnal Cerdik: Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 1(1), 57–66.
- Salafa, F., Hayat, L., & Ma'ruf, A. (2020). Analisis Kulit Buah Jeruk (Citrus Sinensis) Sebagai Bahan Pembuatan Elektrolit Pada Bio-Baterai. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, 2(1), 1–10.
- Setiawan, R. J., & Suryanto, I. D. (2021a). Pemanfaatan Ekstrak Lidah Buaya Sebagai Bio-Baterai Untuk Sumber Energi Peralatan Elektronik. *Jurnal Teknika (Jurnal Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan)*, 13(July), 41–45.
- Setiawan, R. J., & Suryanto, I. D. (2021b). Utilization of Aloe Vera Extract As Bio-Battery for Energy. *Jurnal Teknika (Jurnal Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan)*, 13(July), 41–45.
- Winder, S. (2016). *Power Supplies for LED Drivers*. Newnes.