

Pemanfaatan *Rechargeable Aluminium Air Battery* Pada Panel Surya Jenis *Polycrystalline* Sebagai Energi Alternatif

Ahmad Fauzan Febrihadi¹, Novia Utami Putri^{2*}, Elka Pranita³, Ernando Rizki Dalimunthe⁴, Adam Wisnu Murti⁵, Agus Apriyanto⁶, Fauzi Ibrahim⁷

^{1,2,3,4}Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia, Indonesia

^{2,5,6,7}Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Lampung, Indonesia

Article Info

Article history:

Received November 26, 2025

Accepted May 1

Published May 20, 2025

Keywords:

Aluminum Air Battery;
Polycrystalline Solar Panel;
Alternative Energy ;
Environment Friendly;
Energy Storage

ABSTRACT/ABSTRAK

Kebutuhan energi yang terus meningkat mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu solusi potensial adalah pemanfaatan *rechargeable aluminium air battery* yang memiliki kepadatan energi tinggi, aman, dan ramah lingkungan dibandingkan baterai konvensional seperti lithium-ion. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji integrasi panel surya *polycrystalline* dengan *rechargeable aluminium air battery* sebagai sistem penyimpanan dan penyedia energi alternatif, khususnya untuk aplikasi penerangan LED. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen kuantitatif, dengan melakukan pengujian kinerja panel surya dan baterai aluminium udara secara langsung. Pengujian panel surya dilakukan selama dua hari dengan pengambilan data tegangan setiap jamnya, sementara pengujian baterai aluminium udara dilakukan dengan variasi jumlah sel baterai (5, 10, dan 15 sel) yang digunakan untuk menyalakan beban LED dalam konfigurasi paralel selama 12 jam, mulai pukul 18.00 hingga 06.00. Hasil pengujian baterai aluminium udara menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah LED yang digunakan semakin besar konsumsi daya, sehingga menyebabkan penurunan tegangan dan arus yang lebih cepat. Pada konfigurasi 5 sel tegangan akhir tercatat sebesar 4,85 V hingga 4,09 V, pada 10 sel sebesar 7,33 V hingga 8,5 V, dan pada 15 sel sebesar 6,01 V hingga 7,26 V. Perbedaan ini menunjukkan bahwa *rechargeable aluminium air battery* mampu menyuplai energi sesuai kebutuhan beban, meskipun daya tahan sistem sangat dipengaruhi oleh jumlah sel baterai dan besar beban yang digunakan.



Corresponding Author:

Novia Utami Putri,
Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Teknokrat Indonesia,
Jl. ZA. Pagar Alam No.9 -11, Labuhan Ratu, Kec. Kedaton, Kota Bandar Lampung, Lampung 35132.
Email: noviautami@teknokrat.ac.id, noviautami@polinela.ac.id

1. PENDAHULUAN

Dalam menghadapi tantangan penyediaan energi baru terbarukan dan isu lingkungan, para peneliti dan insinyur terus mencari solusi inovatif yang ramah lingkungan. Salah satu teknologi yang sedang dikembangkan adalah baterai aluminium udara yang dapat diisi ulang yang memiliki potensi besar sebagai sistem penyimpanan energi alternatif yang aman dan berkelanjutan. Kebutuhan energi global yang terus meningkat mendorong pemanfaatan sumber energi terbarukan seperti energi surya, angin, panas bumi, biomassa, dan aliran air. Energi ini bersifat lebih murah, bersih, dan efisien dibandingkan bahan bakar fosil serta mampu mengurangi emisi gas rumah kaca khususnya CO₂[1][2]. Baterai sebagai perangkat penyimpan energi listrik berperan penting dalam mendukung sistem energi terbarukan. Salah satu jenis baterai yang ramah lingkungan adalah baterai aluminium udara yang memanfaatkan reaksi reduksi oksidasi untuk menghasilkan energi listrik[3].

Baterai ini terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh dan tidak berbahaya seperti aluminium, tembaga, arang aktif, separator berbahan tisu, dan larutan garam NaCl. Selain itu bahan arang aktif yang digunakan bersumber dari limbah organik seperti batok kelapa atau batang pohon yang diproses secara kimia menjadi material dengan daya serap tinggi[4]. Dibandingkan dengan baterai lithium-ion yang berisiko tinggi terhadap kebakaran, ledakan, dan berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, baterai aluminium udara memiliki keunggulan karena tidak panas ataupun mudah meledak. Baterai ini bekerja dengan bantuan oksigen dari udara yang bereaksi melalui celah-celah karbon aktif, sehingga menghasilkan gaya gerak listrik (ggl) tanpa emisi berbahaya[5]. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pemanfaatan *rechargeable aluminium air battery* yang dikombinasikan dengan panel surya *polycrystalline* sebagai solusi energi alternatif khususnya untuk aplikasi penerangan berbasis LED.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 *Aluminium Air Battery* (Baterai Aluminium Udara)

Douglas P. Heart dan banyak ahli berpendapat bahwa baterai aluminium udara dimasa depan akan memiliki energi spesifik yang tinggi dan akan jauh lebih tinggi daripada baterai Li-ion sebesar 400 wh/kg yang memungkinkan baterai lebih kecil dan ringan[6].

Baterai Aluminium udara memiliki tegangan teoritis dan kepadatan energi tertinggi diantara berbagai jenis baterai dan tercatat sebesar 2,7V dan 8.100 Wh/kg. Baterai Aluminium Udara dengan kapasitas volumetrik spesifik teoritisnya yang tinggi merupakan alternatif menarik untuk penyimpanan energi pasca lithium dan menjadi penelitian energi terdepan selama bertahun-tahun[7].

2.2 Panel Surya

Panel surya adalah sebuah alat yang dapat merubah energi cahaya menjadi energi listrik. Panel surya terbuat dari material semikonduktor (*silicon*) yang dilapisi oleh bahan tambahan khusus. Ketika cahaya matahari mencapai sel maka elektron akan terlepas dari atom silikon dan mengalir membentuk sirkuit listrik sehingga energi listrik dapat dibangkitkan[8].

Jenis sel surya antara lain *monocrystalline* dan *polycrystalline*, *polycrystalline* mempunyai efisiensi yang rendah tetapi dimensi yang lebih besar jika dibandingkan dengan *monocrystalline*. Akan tetapi tipe *polycrystalline* dapat menghasilkan energi listrik pada saat cuaca berawan dan memiliki harga yang lebih murah[9]. Perbedaan pada daya yang diterima ketika pengisian juga terpengaruh dengan adanya cahaya yang cukup, apabila semakin besar cahaya yang diserap oleh panel surya maka daya tersebut akan semakin besar yang dihantarkan sehingga waktu pengisian semakin cepat dan semakin efisien[10].

2.3 Sistem Penerangan Terbarukan

Sistem energi terbarukan memiliki konstruksi yang mudah dirawat dan mudah digunakan[11]. *Photovoltaic* dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan dengan memanfaatkan tenaga matahari, di mana cahaya matahari dapat diubah menjadi energi listrik[12]. Konsep sistem penerangan berbasis energi terbarukan menggunakan solar panel (*Photovoltaic*) dan baterai aluminium udara dapat memberikan solusi yang lebih berkelanjutan dan hemat energi. Selain kontribusi terhadap ketahanan lingkungan, sistem ini dapat memberikan akses penerangan yang lebih luas tanpa ketergantungan pada sumber daya listrik konvensional.

Dalam kerangka penelitian ini, pemahaman mendalam tentang berbagai aspek baterai aluminium udara dan panel surya dalam konteks sistem penerangan terbarukan akan membantu merinci kinerja sistem yang diusulkan, serta mendukung argumen bahwa pendekatan ini dapat memberikan solusi yang efektif dan berkelanjutan dalam konteks energi dan penerangan.

2.4 LED SMD 3528

Surface Mount Device Light Emitting Diode (SMD LED) merupakan jenis LED yang hemat energi konsumsi daya rendah[13]. Perangkat pemancar cahaya hemat energi ramah lingkungan lalu banyak keuntungan seperti konsumsi daya rendah, efisiensi cahaya tinggi dan masa pakai yang lama[14]. Bentuknya seperti kotak kecil dengan beberapa titik cahaya pada badannya. Fungsi smd LED adalah sebagai lampu senter, lampu hias, lampu darurat (*Emergency*), dan lampu sudut ruangan. LED smd 3528 sendiri merupakan LED dengan *low power* sehingga cocok untuk diaplikasikan pada alat ramah lingkungan yang tidak boros daya tetapi tetap terang.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen. Pendekatan eksperimen digunakan karena penelitian ini bertujuan untuk menguji secara langsung kinerja *rechargeable aluminium air battery* yang dikombinasi dengan panel surya *polycrystalline* sebagai sumber energi alternatif. Proses

pengujian dilakukan melalui pengambilan data tegangan dan arus secara berkala, baik pada sistem panel surya maupun pada baterai aluminium udara dengan variasi jumlah sel dan beban LED yang digunakan.

3.2 Mendesain Aluminium Air Battery

Mendesain atau merancang bagaimana bentuk baterai yang cocok untuk diaplikasikan pada sistem penerangan ramah lingkungan ini.



Gambar 1. Desain Aluminium Air Battery

Pada gambar 1 Dengan menggunakan akrilik ketebalan 2mm dengan dibentuk memajang dan diberi slot hingga 15 sel baterai sehingga agar mudah dalam pengecasan maupun pengaplikasian peneranganya, lalu menggunakan aluminium dengan dibentuk menyesuaikan tempat slot dengan menggunakan ketebalan 1mm.

3.3 Pembuatan dan Mencetak Arang Aktif

Pembuatan Baterai ini menggunakan arang aktif (*Activated Carbon*), arang aktif ini dapat dibuat melalui proses kimia ataupun fisika.

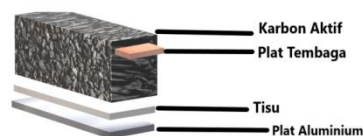


Gambar 2. Aluminium Air Battery yang telah dibentuk

Pada Gambar 2 arang aktif yang dibuat pada penelitian ini menggunakan proses kimia dengan menggunakan pelarut *Chlorin*. Pembuatan baterai ini dengan mencampurkan arang aktif dengan tepung tapioka, tepung tapioka sendiri telah digunakan untuk membuat briket karena daya rekatnya yang bagus. Pada penelitian ini dengan perbandingan 1:10 dengan ukuran 1 kg arang aktif membutuhkan 50-70 gr tepung tapioka dan 100-300 ml air sehingga baterai akan bisa dibentuk memanjang seperti balok dan dengan menyelipkan plat tembaga sebagai jalur untuk mentransfer listrik bermuatan positif.

3.4 Penyusunan Baterai Aluminium Udara

Penyusunan baterai akan mempengaruhi ada atau tidak adanya energi listrik pada baterai, baterai ini disusun sesuai pada penelitian yang sudah ada.



Gambar 3. Rangkaian Aluminium Air Battery

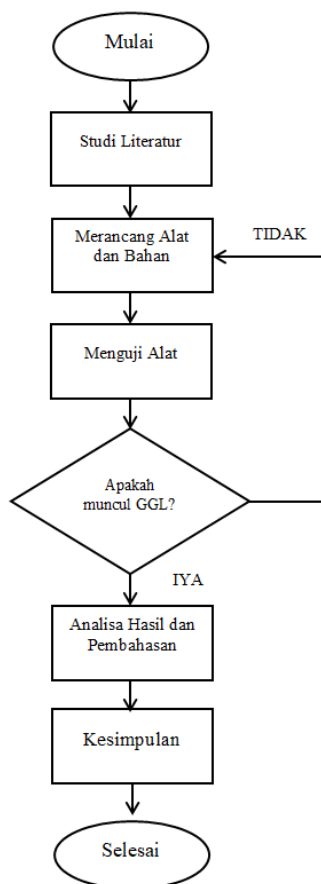
Pada Gambar 3 dengan berurutan arang aktif dan plat tembaga paling atas lalu pemisah antara arang aktif dan aluminium atau yang disebut separator dengan menggunakan tisu lalu plat aluminium. Diantara plat

aluminium dan arang aktif ada yang namanya separator disini dengan diberikan larutan elektrolit yaitu NaCl (larutan garam) dengan merujuk pada penelitian yang sudah ada. Larutan NaCl berperan sebagai perantara energi yang telah dihasilkan antara reaksi udara dengan karbon aktif yang menghasilkan energi (+) lalu ditransfer kepada aluminium hingga menciptakan reaksi redoks dan terciptanya energi (-) pada aluminium.

3.5 Pengambilan Data Melakukan Percobaan

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan sebanyak 6 kali dalam 6 hari. Merujuk pada jumlah sel baterai yang dibuat sebanyak 15 sel baterai dengan variasi 5 sel, 10 sel, dan 15 sel baterai dengan beban yang variatif 5 LED smd dan 10 LED smd.

3.6 Flowchart



Gambar 4. Flowchart

Diagram alur penelitian dapat dilihat pada gambar 4 merupakan proses pembuatan, pengecekan, pengambilan data, dan analisis data yang akan dilakukan pada baterai aluminium udara.

4. HASIL DAN ANALISIS

4.1 Perancangan Baterai Aluminium Udara

Perancangan baterai aluminium udara dimulai dari mendesain tempat baterai menggunakan akrilik setebal 2mm lalu didesain menjadi 10 balok kosong pada kanan dan kiri yang akan diisi dengan arang aktif, plat tembaga, dan plat aluminium. Pada susunan perbaloknya adalah arang aktif yang disisipi plat tembaga lalu, dibawahnya terdapat tisu dengan diberi air elektrolit(garam), lalu pada dasarnya dengan plat aluminium.

4.2 Pengujian Panel Surya *Polycrystalline*

Pada pengujian ini digunakan panel surya 30 Wp untuk melihat voltase yang dihasilkan dari intensitas cahaya matahari dengan sesuai keadaan yang ada, pengujian ini dilakukan 2 kali dalam 2 hari guna mengetahui voltase yang dihasilkan pada tiap jamnya:

Tabel 1. Pengujian Tegangan *Output* Panel Surya

No.	Tegangan <i>Output</i> dari Panel Surya Percobaan Pertama			Tegangan <i>Output</i> dari Panel Surya Percobaan Kedua		
	Waktu	Tegangan (V)	Cuaca	Waktu	Tegangan (V)	Cuaca
1	07.00	15	Cerah berawan	07.00	15	Cerah
2	08.00	18	Cerah berawan	08.00	19,34	Cerah
3	09.00	18,4	Cerah berawan	09.00	19,80	Cerah
4	10.00	19,26	Cerah	10.00	19,45	Cerah
5	11.00	19,24	Cerah	11.00	19,72	Cerah
6	12.00	19,58	Cerah	12.00	19,90	Cerah
7	13.00	19,40	Cerah	13.00	19,85	Cerah
8	14.00	19,30	Cerah	14.00	19,80	Cerah
9	15.00	19,23	Cerah	15.00	19,43	Cerah
10	16.00	19,10	Cerah	16.00	18,90	Cerah
11	17.00	18,80	Cerah	17.00	18,50	Cerah

Setelah dilakukan uji coba selama 2 hari dengan pengambilan data tiap jamnya dapat dianalisa bahwa tegangan puncak didapatkan pada pukul 12.00 selama 2 hari dengan panel surya yang diletakkan sejajar dengan tanah menghasilkan tegangan sebesar 19,58 V – 19,90 V. Hal ini bisa terjadi karena disebabkan posisi matahari berada pada puncak posisinya dan dengan panel surya yang sejajar dengan tanah (tidak ada kemiringan) maka penyerapan energi cahaya terhadap panel surya dapat maksimal[15]. Lalu pada tiap jamnya hingga pukul 17.00 selama 2 hari pengujian didapatkan tegangan sebesar 18,80 V – 18,50 V. Hal ini disebabkan posisi matahari telah condong ke barat dan akan segera terbenam sehingga cahaya matahari sudah tidak maksimal lagi untuk diserap oleh panel surya.

4.3 Pengujian Pembebanan Baterai dengan Menggunakan LED SMD

Pada pengujian ini dilakukan selama 6 hari dengan 6 kali pengambilan data. Pada pengujian ini dilakukan variasi sel baterai dan LED guna mendapatkan tegangan dan arus yang berbeda beda dan untuk mengetahui bagaimana performa baterai selama 12 jam dimulai dari jam 18.00 hingga 06.00 pagi hingga di cas ulang menggunakan panel surya.

4.3.1. Pengujian menggunakan beban 5 LED smd dan 5 sel baterai.

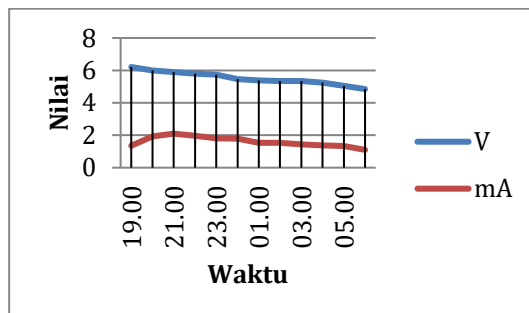
Pada pengujian ini menggunakan 5 LED dan 5 sel baterai dengan pembebanan selama 12 jam dari pukul 18.00 hingga 06.00 pagi, dengan melakukan pengujian ini didapatkan data tegangan, arus, dan daya yang terlampir pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Pengujian Baterai saat dibebankan dengan LED.

No	Waktu	V (V)	I (mA)	P (W)
1	19.00	6,21	1,36	0,0119232
2	20.00	6	1,92	0,0126
3	21.00	5,89	2,1	0,0115444
4	22.00	5,8	1,96	0,010498
5	23.00	5,74	1,81	0,0102746
6	24.00	5,47	1,79	0,0083691
7	01.00	5,38	1,53	0,0082852
8	02.00	5,35	1,54	0,007704
9	03.00	5,34	1,44	0,0073158
10	04.00	5,25	1,37	0,0069825

11	05.00	5,05	1,33	0,005555
12	06.00	4,85	1,1	0,004559

Pada tabel 2 setelah dilakukan pengujian pembebanan selama 12 jam untuk melihat tegangan, arus, dan daya baterai maka dapat dibuat grafik performa baterai seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik pengujian tegangan dan arus dari tabel 2

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa pengujian dilakukan selama 12 jam dari jam 18.00 hingga jam 06.00 pagi dan dapat menyalakan beban 5 LED smd dengan rangkaian paralel.

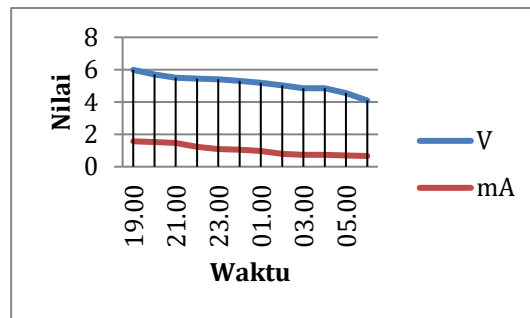
4.3.2. Pengujian menggunakan beban 10 LED smd paralel dengan 5 sel baterai.

Pada pengujian ini menggunakan 10 LED smd dan 5 sel baterai dengan pembebanan selama 12 jam dari pukul 18.00 hingga 06.00 pagi, dengan melakukan pengujian ini didapatkan data tegangan, arus, dan daya yang terlampir pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Pengujian Baterai saat dibebankan dengan LED.

No	Jam	V (volt)	I (mA)	P (Watt)
1	19.00	5,988	1,57	0,00940116
2	20.00	5,708	1,53	0,00873324
3	21.00	5,503	1,46	0,00803438
4	22.00	5,45	1,23	0,0067035
5	23.00	5,413	1,09	0,00590017
6	24.00	5,314	1,05	0,0055797
7	01.00	5,194	0,97	0,00503818
8	02.00	5,026	0,79	0,00397054
9	03.00	4,852	0,73	0,00354196
10	04.00	4,848	0,74	0,00358752
11	05.00	4,545	0,7	0,0031815
12	06.00	4,09	0,66	0,0026994

Pada tabel 3 setelah dilakukan pengujian pembebanan selama 12 jam untuk melihat tegangan, arus, dan daya baterai maka dapat dibuat grafik performa baterai seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik pengujian tegangan dan arus dari tabel 3

Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa pengujian dilakukan selama 12 jam dari jam 18.00 hingga jam 06.00 pagi dan dapat menyalakan beban 10 LED smd dengan rangkaian paralel. Dari hasil pengujian dengan 5 sel baterai dengan 5 LED dan 10 LED didapatkan analisa bahwa tegangan awal pada tiap pengujian bernilai 6,21V dan 5,988 V dengan arus 1,36 mA dan 1,57mA. Pada akhir pengujian mendapatkan tegangan 4,85V dan 4,09V dengan arus 1,1mA dan 0,66mA. Pada pengujian 5 LED dan 10 LED mendapatkan tegangan dan arus yang berbeda sedikit dengan hasil tegangan dan arus yang berbeda pada akhir pengujian disebabkan daya yang dikonsumsi pada pengujian 10 LED lebih besar sehingga baterai lebih banyak menyuplai tegangan dan arus berbeda pada pengujian 5 LED sehingga terjadi perbedaan di akhir pengujian sebanyak 0,76V dan 0,44mA.

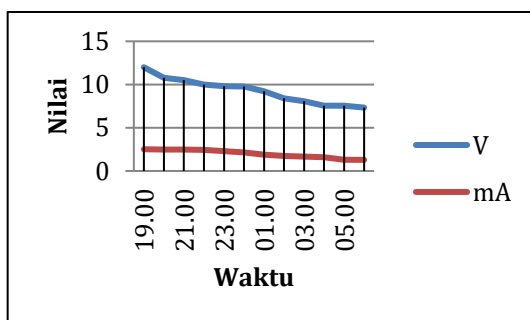
4.3.3. Pengujian menggunakan beban 5 LED smd paralel dengan 10 sel baterai

Pada pengujian ini menggunakan 5 LED dan 10 sel baterai dengan pembebanan selama 12 jam dari pukul 18.00 hingga 06.00 pagi, dengan melakukan pengujian ini didapatkan data tegangan, arus, dan daya yang terlampir pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Pengujian Baterai saat dibebankan dengan LED.

No	Jam	V (volt)	I (mA)	P (Watt)
1	19.00	12	2,51	0,03012
2	20.00	10,79	2,49	0,0268671
3	21.00	10,52	2,46	0,0258792
4	22.00	9,98	2,45	0,024451
5	23.00	9,8	2,28	0,022344
6	24.00	9,76	2,14	0,0208864
7	01.00	9,23	1,87	0,0172601
8	02.00	8,4	1,72	0,014448
9	03.00	8,06	1,65	0,013299
10	04.00	7,55	1,6	0,01208
11	05.00	7,54	1,31	0,0098774
12	06.00	7,33	1,29	0,0094557

Pada tabel 4 setelah dilakukan pengujian pembebanan selama 12 jam untuk melihat tegangan, arus, dan daya baterai maka dapat dibuat grafik performa baterai seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik pengujian tegangan dan arus dari tabel 4

Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa pengujian dilakukan selama 12 jam dari jam 18.00 hingga jam 06.00 pagi dan dapat menyalakan beban 5 LED smd dengan rangkaian paralel.

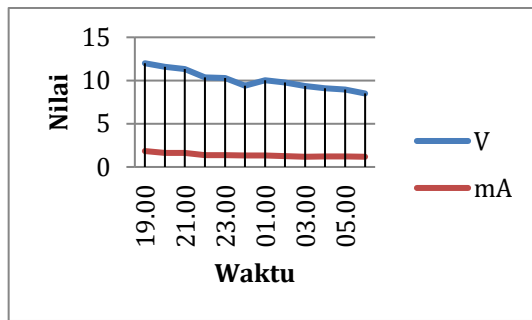
4.3.4. Pengujian menggunakan beban 10 LED smd paralel dengan 10 sel baterai.

Pada pengujian ini menggunakan 10 LED dan 10 sel baterai dengan pembebanan selama 12 jam dari pukul 18.00 hingga 06.00 pagi, dengan melakukan pengujian ini didapatkan data tegangan, arus, dan daya yang terlampir pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Pengujian Baterai saat dibebankan dengan LED.

No	Jam	V (volt)	I (mA)	P (Watt)
1	19.00	12	1,84	0,02208
2	20.00	11,57	1,63	0,0188591
3	21.00	11,34	1,61	0,0182574
4	22.00	10,35	1,37	0,0141795
5	23.00	10,29	1,37	0,0140973
6	24.00	9,4	1,33	0,012502
7	01.00	10,03	1,33	0,0133399
8	02.00	9,77	1,26	0,0123102
9	03.00	9,35	1,18	0,011033
10	04.00	9,1	1,2	0,01092
11	05.00	8,96	1,2	0,010752
12	06.00	8,5	1,19	0,010115

Pada tabel 5 setelah dilakukan pengujian pembebanan selama 12 jam untuk melihat tegangan, arus, dan daya baterai maka dapat dibuat grafik performa baterai seperti pada gambar 8.



Gambar.8 Grafik pengujian tegangan dan arus dari tabel 5

Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa pengujian dilakukan selama 12 jam dari jam 18.00 hingga jam 06.00 pagi dan dapat menyalakan beban 10 LED smd dengan rangkaian paralel. Dari hasil pengujian dengan 10 sel baterai dengan 5 LED dan 10 LED didapatkan analisa bahwa tegangan awal pada tiap pengujian bernilai 12V dengan arus 2,52 mA dan 1,84mA. Lalu pada tiap akhir pengujiann mendapatkan tegangan 7,33V dan 8,5V dengan arus 1,29mA dan 1,19mA. Pada pengujian 5 LED dan 10 LED mendapatkan tegangan yang sama pada awal dan dengan arus yang berbeda sebanyak 0,67mA dan dengan tegangan pada akhir pengujian 7,33V dan 8,5V dengan arus 1,29mA dan 1,19mA. Pada akhir pengujian ini terlihat adanya sedikit perbedaan pada tegangan sekitar 1,17V dan arus 0,1mA, tegangan pada pengujian 10 sel 10 LED sedikit lebih besar dikarenakan LED lebih banyak menyerap daya pada baterai sehingga baterai pun memberikan energi yang sesuai diminta oleh beban dan terjadi penurunan yang lebih cepat dibandingkan pada 10 sel 5 LED.

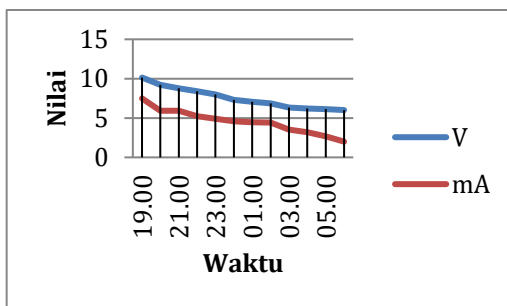
4.3.5. Pengujian menggunakan beban 5 LED smd paralel dengan 15 sel baterai.

Pada pengujian ini menggunakan 5 LED dan 15 sel baterai dengan pembebanan selama 12 jam dari pukul 18.00 hingga 06.00 pagi, dengan melakukan pengujian ini didapatkan data tegangan, arus, dan daya yang terlampir pada tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Pengujian Baterai saat dibebankan dengan LED.

No	Jam	V (volt)	I (mA)	P (Watt)
1	19.00	10,14	7,49	0,0759486
2	20.00	9,22	5,94	0,0547668
3	21.00	8,76	5,92	0,0518592
4	22.00	8,39	5,25	0,0440475
5	23.00	7,99	4,89	0,0390711
6	24.00	7,3	4,6	0,03358
7	01.00	7,05	4,45	0,0313725
8	02.00	6,87	4,4	0,030228
9	03.00	6,33	3,54	0,0224082
10	04.00	6,21	3,2	0,019872
11	05.00	6,11	2,67	0,0163137
12	06.00	6,01	2	0,01202

Pada tabel 6 setelah dilakukan pengujian pembebanan selama 12 jam untuk melihat tegangan, arus, dan daya baterai maka dapat dibuat grafik performa baterai seperti pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik pengujian tegangan dan arus dari tabel 6

Pada gambar 9 dapat dilihat bahwa pengujian dilakukan selama 12 jam dari jam 18.00 hingga jam 06.00 pagi dan dapat menyalakan beban 5 LED smd dengan rangkaian paralel.

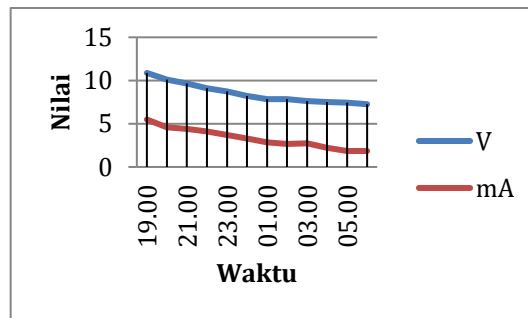
4.3.6. Pengujian menggunakan beban 10 LED smd paralel dengan 15 sel baterai.

Pada pengujian ini menggunakan 10 LED dan 15 sel baterai dengan pembebanan selama 12 jam dari pukul 18.00 hingga 06.00 pagi, dengan melakukan pengujian ini didapatkan data tegangan, arus, dan daya yang terlampir pada tabel 8 dibawah ini.

Tabel 7. Pengujian Baterai saat dibebankan dengan LED.

No	Jam	V (volt)	I (mA)	P (Watt)
1	19.00	10,88	5,49	0,0597312
2	20.00	10,11	4,58	0,0463038
3	21.00	9,65	4,42	0,042653
4	22.00	9,09	4,09	0,0371781
5	23.00	8,74	3,7	0,032338
6	24.00	8,22	3,28	0,0269616
7	01.00	7,86	2,85	0,022401
8	02.00	7,83	2,65	0,0207495
9	03.00	7,63	2,74	0,0209062
10	04.00	7,53	2,21	0,0166413
11	05.00	7,44	1,86	0,0138384
12	06.00	7,26	1,85	0,013431

Pada tabel 7 setelah dilakukan pengujian pembebanan selama 12 jam untuk melihat tegangan, arus, dan daya baterai maka dapat dibuat grafik performa baterai seperti pada gambar grafik 10.



Gambar 10. Grafik pengujian tegangan dan arus dari tabel 7

Pada gambar 10 dapat dilihat bahwa pengujian dilakukan selama 12 jam dari jam 18.00 hingga jam 06.00 pagi dan dapat menyalakan beban 10 LED smd dengan rangkaian paralel. Dari hasil pengujian dengan 15 sel baterai dengan 5 LED dan 10 LED didapatkan analisa bahwa tegangan awal pada tiap pengujian bernilai 10,14V dan 10,88V dengan arus 7,49 mA dan 5,49mA. Lalu pada tiap akhir pengujian mendapatkan tegangan 6,01V dan 7,26V dengan arus 2mA dan 1,85mA. Pada pengujian 5 LED dan 10 LED mendapatkan tegangan yang sama pada awal dan dengan arus yang berbeda sebanyak 0,74mA dan dengan tegangan pada akhir pengujian 6,01V dan 7,26V dengan arus 2mA dan 1,85mA. Pada akhir pengujian ini terlihat adanya sedikit perbedaan pada tegangan sekitar 1,25V dan arus 0,15mA, tegangan pada pengujian 15 sel 10 LED sedikit lebih besar dikarenakan LED banyak menyerap daya pada baterai sehingga baterai pun memberikan energi yang sesuai diminta oleh beban dan terjadi penurunan yang lebih cepat dibandingkan 15 sel 5 LED.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pemanfaatan *rechargeable aluminium air battery* pada panel surya jenis *polycrystalline* sebagai energi alternatif diperoleh hasil bahwa semakin banyak jumlah LED yang digunakan, semakin besar pula konsumsi daya yang menyebabkan tegangan dan arus mengalami penurunan lebih cepat. Pada pengujian 5, 10, dan 15 sel baterai, menggunakan beban 10 LED menunjukkan penurunan tegangan yang lebih signifikan dibandingkan dengan menggunakan 5 LED, meskipun di awal pengujian keduanya memiliki tegangan dan arus yang relatif serupa. Hal ini menunjukkan bahwa *rechargeable aluminium air battery* mampu menyesuaikan suplai energi sesuai kebutuhan beban, namun daya tahan dan efisiensinya sangat bergantung pada jumlah sel yang digunakan dan dengan besarnya beban yang disuplai, dapat disimpulkan bahwa *rechargeable aluminium air battery* mampu menyediakan sumber energi yang cukup stabil untuk penggunaan beban ringan seperti LED.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Langer, J. Quist, and K. Blok, "Review of renewable energy potentials in indonesia and their contribution to a 100% renewable electricity system," Nov. 2021, *MDPI*. doi: 10.3390/en14217033.
- [2] A. G. Olabi, E. T. Sayed, T. Wilberforce, A. Jamal, A. H. Alami, K. Elsaid, S. M. A. Rahman, S. K. Shah, and M. A. Abdelkareem, "Metal-air batteries—a review," *Energies*, vol. 14, no. 21, Nov. 2021, doi: 10.3390/en14217373.
- [3] A. A. Ananto Wahyu Nico, Aripin.H, "E-JOINT (Electronica and Electrical Journal of Innovation Technology)," 2022.
- [4] K. Udyani, D. Y. Purwaningsih, R. Setiawan, and K. Yahya, "Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Bakau Menggunakan Gabungan Aktivasi Kimia dan Fisika dengan Microwave," *J. IPTEK*, vol. 23, no. 1, pp. 39–46, 2019, doi: 10.31284/j.ipitek.2019.v23i1.479.
- [5] F. O. Dayera, Musa Bundaris Palungan, "G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 186–195, 2024.
- [6] B. J. Hopkins, Y. Shao-horn, and D. P. Hart, "Oil Displacement," vol. 661, no. November, pp. 658–661, 2018.
- [7] W. C. Tan, L. H. Saw, M. C. Yew, D. Sun, Z. Cai, W. T. Chong, and P. Y. Kuo, "Analysis of the Polypropylene-Based Aluminium-Air Battery," *Front. Energy Res.*, vol. 9, Mar. 2021, doi: 10.3389/fenrg.2021.599846.
- [8] M. Usman, "Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 52–57, 2020, doi: 10.30591/polektr.v9i2.2047.
- [9] W. Teresna, T. Elektro, and N. Bali, "PERBANDINGAN SUPLAI ENERGI PANEL SURYA POLYCRYSTALLINE PADA PLTS ON-GRID I Nyoman sugiarta 1) , I Nengah Suparta," *Semin.*

- Nas. *Terap. Ris. Inov. Ke-6 ISAS Publ. Ser. Eng. Sci.*, vol. 6, no. 1, 2020.
- [10] S. Y. R. R. H. R. Ramadhan Wahyu, "Rancang Bangun Alat Pemotong Rumput dengan Memanfaatkan Photovoltaic Menggunakan Motor DC," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 83–87, Jan. 2023, doi: 10.30596/rele.v5i2.13082.
- [11] F. Nugraha Rismi and A. Basrah Pulungan, "Energi Terbarukan untuk Penerangan Kapal Nelayan Korong Tiram Kabupaten Padang Pariaman," *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 13, no. 3, pp. 584–589, Sep. 2022.
- [12] T. Wati, S. Muharom, R. A. Firmansyah, and I. Masfufiah, "Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan Sebagai Sumber Daya Lampu Sollar Cell Untuk Penerangan Jalan Desa," *JMM (Jurnal Masy. Mandiri)*, vol. 7, no. 5, p. 4790, 2023, doi: 10.31764/jmm.v7i5.17304.
- [13] E. M. Silalahi, B. Widodo, and R. Purba, "Analisis Total Harmonic Distortion (THD) dan Arus Harmonik Akibat Penggunaan Lampu Hemat Energi (LHE) dan Light-Emitting Diode (LED) secara Kolektif Pada Jaringan Tegangan Rendah," *J. Fokus Elektroda Energi List. Telekomun. Komputer, Elektron. dan Kendali*, vol. 6, no. 1, p. 54, 2021, doi: 10.33772/jfe.v6i1.16044.
- [14] Z. Pan, S. Zhu, B. Huang, Y. Kang, and L. Zhu, "Synthesis of High-Refractive-Index Epoxy-Modified Vinyl Methyl Phenyl Silicone Resins for Encapsulation of LEDs," *J. Electron. Mater.*, vol. 48, no. 5, pp. 2865–2875, 2019, doi: 10.1007/s11664-019-07015-x.
- [15] R. Rusda, Dihya Ahmad Rasyid Ridho, and Marson Ady Putra, "Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Penerimaan Iradiasi Matahari Dan Daya Keluaran Yang Dihasilkan Panel Surya," *PoliGrid*, vol. 4, no. 1, pp. 25–31, 2023, doi: 10.46964/poligrid.v4i1.18.