



Rancang Bangun Alat Uji Kapasitas Baterai Lithium-Ion Berbasis Arduino Mega

Riani Waruwu

Politeknik Negeri Pontianak

Mohd. Ilyas Hadikusuma

Politeknik Negeri Pontianak

Rianda

Politeknik Negeri Pontianak

Alamat: Jln. Jenderal Ahmad Yani, Bansir Laut, Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat 78124

Korespondensi penulis: riawuwu8@gmail.com, Mohd.ilyas.hadikusuma@gmail.com, riandafarhan@gmail.com

Abstrak. *Lithium ion 18650 capacity batteries suffer from various issues that affect the performance and lifespan of the battery. One of the main issues is capacity degradation over time and use, which reduces the duration of device use and forces users to frequently replace or charge the battery. In addition, overcharging and overdischarging can damage battery cells, shorten battery life, and create unsafe conditions. Battery capacity that does not match the information on the label is also often a problem, which harms consumers and reduces device performance due to the poor performance of the battery.*

Therefore, it is necessary to make a tool that can test the battery capacity to anticipate this happening. With the Design of an Arduino Mega-based Lithium-ion Battery Capacity Test Tool used to determine battery performance when connected in series and connected in parallel without having to check the battery capacity one by one. With the creation of this tool, it is hoped that it can help users to find out the condition of the battery that is still prime or not and the user can find out the condition of the battery capacity is still a lot or not.

Keywords: *Battery; capacity; lithium-ion*

Abstrak. Kapasitas baterai *lithium ion* 18650 mengalami berbagai permasalahan yang mempengaruhi kinerja dan umur baterai. Salah satu masalah utama adalah penurunan kapasitas seiring waktu dan penggunaan, yang mengurangi durasi penggunaan perangkat dan memaksa pengguna untuk sering mengganti atau mengisi daya baterai. Selain itu, *overcharging* dan *overdischarging* dapat merusak sel baterai, memperpendek umur baterai, dan kondisi yang menimbulkan tidak aman. Kapasitas baterai yang tidak sesuai dengan informasi pada label juga sering menjadi masalah, yang merugikan konsumen dan mengurangi kinerja perangkat karena tidak baiknya kinerja baterai tersebut. Maka dari itu perlunya dibuat alat yang dapat menguji kapasitas baterai yang untuk mengantisipasi hal tersebut terjadi. Dengan di Rancang Bangun Alat Uji Kapasitas Baterai *Lithium-ion* Berbasis Arduino Mega yang digunakan untuk mengetahui performa baterai saat terhubung seri dan terhubung paralel tanpa harus melakukan pemeriksaan kapasitas baterai satu persatu. Dengan dibuatnya alat ini maka diharapkan dapat membantu pengguna untuk mengetahui kondisi baterai yang masih prima atau tidak dan user dapat mengetahui kapasitas baterai masih banyak atau tidak.

Kata Kunci: *Baterai; kapasitas; lithium-ion*

PENDAHULUAN

Baterai merupakan perangkat yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik yang bisa digunakan pada alat elektronik seperti laptop, senter, kendaraan listrik, dan alat elektronik lainnya yang menggunakan baterai sebagai sumber energi utama. Namun pada era sekarang berdasarkan situasi yang terjadi banyak ditemukan jual beli baterai yang kapasitas baterai yang tidak sesuai dengan label yang tertera pada baterai, yang sudah banyak beredar pada pasaran khususnya pada baterai tipe 18650 yang tidak sesuai dengan nilai yang tertera pada

baterai. Dan akibat dari jual beli baterai yang tidak sesuai spesifikasi ini, banyak pengguna yang dengan kapasitas baterai ini sendiri yang dapat merugikan pengguna dan dapat merusak perangkat elektronik yang kita gunakan. Menentukan kapasitas baterai ini sangat penting untuk mengetahui seberapa lama baterai dapat digunakan sebelum melakukan pengisian ulang, untuk memastikan alat yang digunakan bekerja secara optimal dan untuk mengurangi resiko keselamatan seperti ledakan yang dapat terjadi pada karena sudah melebihi batas penggunaan yang mengakibatkan baterai panas. Baterai *lithium-ion* tipe 18650 ini yang menjadi alternatif utama untuk alat ini, karena mempunyai kelebihan pada penggunaan dan pengisian yang dapat dilakukan berulang ulang dan juga pengisian yang cepat yang mempunyai kapasitas baterai sekitar 3,7 volt dengan 3000 mAh sehingga dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.

Pengujian kapasitas baterai *lithium-ion* 18650 ini juga untuk memastikan kapasitas baterai yang tertera pada label baterai sesuai atau tidak dengan kapasitas baterai saat dilakukan pengujian, karena banyak tipe baterai yang dijual di pasaran tidak sesuai dengan kapasitas baterai yang sesungguhnya. Pada penelitian ini pengujian kapasitas baterai lithium 18650 di lakukan secara seri dan paralel dengan metode pengambilan data awal, pengisian dan pengosongan baterai yang akan menggunakan beban *dumy load* dengan rangkaian pembagi tegangan yang akan diproses oleh arduino mega sebagai otak pengontrol yang hasilnya ditampilkan pada layar LDC sehingga diperoleh kapasitas baterai yang akurat dan hasil yang didapat pada saat pengambilan data awal dan data pada saat *charge/discharge* bisa dianalisis dan bisa dibandingkan baterai mana yang paling efisien dan baterai mana yang paling banyak menyimpan energi. Ketika sudah membandingkan baterai yang paling efisien untuk digunakan maka dapat memberikan pemahaman kepada pengguna untuk dapat memilih dan dapat membantu memastikan baterai yang paling aman yang dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama, dengan mengetahui kapasitas dan kondisi baterai maka dapat membantu pengguna untuk mengoptimalkan penggunaan baterai pada saat melakukan pengisian maupun pada saat pengosongan supaya baterai tidak mengalami *over charge* dan *over discharge*.

KAJIAN TEORI

1. Baterai Li-ion (Lithium-ion)

Baterai merupakan perangkat yang menampung dan menyajikan energi listrik melalui proses kimia. Baterai tersusun dari satu atau lebih sel elektro kimia yang mengubah sel elektro kimia menjadi energi listrik. Setiap sel mempunyai dua elektroda yaitu anoda dan katoda. Dan larutan ionik yang mengoptimalkan antara kedua elektroda. Baterai dapat di gunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari perangkat yang di gunakan sehari hari seperti jam tangan, ponsel, senter dan masih banyak lagi perangkat elektronik lain dan sistem penyimpanan energi yang cukup besar.

Baterai *Li-ion* merupakan baterai jenis isi ulang yang mudah dibawa kemana - mana karena bentuknya yang cenderung lebih kecil dari dari jenis baterai lain. Baterai *lithium-ion* ini mempunyai spesifikasi energi yang tinggi, kepadatan energi yang tinggi, pemakaian energi yang lebih efisien, dan jangka umur baterai yang lebih lama, baterai *lithium-ion* juga dapat menyebabkan bahaya jika tidak digunakan dengan benar karna mengandung elektrolit yang mudah terbakar.

Baterai Litium-Ion, memiliki tegangan yang stabil sepanjang siklus pemakaian, Kurva seperti pada baterai litium-ion cenderung datar dan hal ini memudahkan perancangan aplikasi karena tegangan tetap konstan, tetapi memerlukan metode lain untuk menentukan kapasitas tersisa. Sebaliknya, kurva miring memudahkan penentuan kapasitas tersisa berdasarkan tegangan.

Tabel 1. Spesifikasi baterai *Lithium - ion*

Parameter	Nilai	Catatan/kondisi
Nominal Capacity at 0.2C	3130mAh / 11.3Wh	discharge 2.0V cut off at 23°C
Rated Capacity at 0.2C	3000mAh / 10.8Wh	discharge 2.0V cut off at 23°C
Capacity at 1C	3007mAh / 10.8Wh	discharge 2.5V cut off at 23°C
Capacity at 10A	2940mAh / 10.5Wh	discharge 2.5V cut off at 23°C
Nominal Voltage	3.6V	
Internal Impedance	12.8mΩ Typ.	measured by AC1kHz
Cycle Performance	60% Min. of initial capacity	at 500 cycles / 7.5,15A discharge

Ada dua parameter pengujian baterai Li-ion, yaitu *Depth of discharge* (DoD) dan *State of Health* (SoH). Kedalaman pengosongan daya baterai (*Depth of discharge* atau DoD) merupakan gambaran persentase daya baterai yang telah digunakan, DoD mampu mengukur banyaknya daya yang telah digunakan dan dikeluarkan selama pengosongan baterai, contohnya jika total seluruh kapasitas baterai 3000mAh telah digunakan sebesar setengah dari 3000mAh maka DoD baterai adalah 50%. Penting untuk mengetahui DoD ini karena, semakin tinggi DoD sebuah baterai maka semakin banyak pula energi dan daya yang bisa digunakan. Jika mengelola DoD baterai dengan baik maka akan memperpanjang umur sebuah baterai, maka dengan itu pentingnya menjaga dan mengoptimalkan DoD sebuah baterai karena akan mempengaruhi kinerja dan umur baterai.

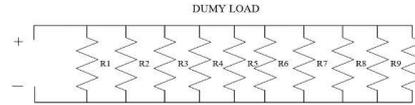
SoH atau kondisi kesehatan baterai merupakan indikator yang mampu menggambarkan kondisi kesehatan dan kualitas baterai dengan perbandingan kondisi baterai saat masih dalam kondisi baru. SoH mampu memberikan dan menyediakan daya serta dapat memberikan informasi seberapa lama baterai dapat beroperasi secara efisien sebelum mengalami penurunan tegangan. SoH mampu mengukur penurunan kapasitas baterai yang diakibatkan oleh pengisian dan pengosongan baterai, suhu dan kondisi baterai. Jika SoH baterai adalah 70% maka baterai hanya mampu menyimpan 70% dari kapasitas keseluruhan baterai saat masih baru. Daya yang mampu disimpan oleh baterai berkurang sebesar 30%. SoH ini dapat membantu pengguna untuk memberikan arahan untuk melakukan pergantian ataupun pengisian sebelum baterai benar benar habis dan juga membantu mengoptimalkan kinerja baterai. Dengan mengetahui *State of Health* (SoH) dapat memberikan banyak fungsi penting untuk merencanakan pergantian baterai yang tepat waktu sehingga dapat meningkatkan efisiensi baterai dan pengurangan resiko yang akan terjadi pada baterai dengan memastikan baterai bekerja atau beroperasi dengan optimal.

Jika energi yang dikeluarkan baterai lebih sedikit dari hasil sebelumnya maka SoH baterainya lebih bagus. Jika kapasitas baterai 3000 mAh hanya menghasilkan soh 80% maka baterai hanya mampu menyimpan 80% dari nominal kapasitas baterai saat masih baru.

Discharge adalah suatu proses pengosongan muatan yang terdapat pada baterai dengan melibatkan aliran arus listrik yang terhubung pada beban seperti resistor, lampu, atau perangkat elektronik lainnya. pada saat pengosongan dalam waktu yang lama baterai akan mengalami *drop voltage* yang menyebabkan baterai tidak mampu menyuplai perangkat elektronik dikarenakan kekurangan daya.

Dummy load merupakan beban yang digunakan untuk menggantikan beban listrik dalam pengujian baterai. Fungsi utama dari *dummy load* ini adalah untuk memastikan perangkat yang diuji dapat dioperasikan dengan beban yang stabil dan *dummy load* juga dapat mengukur daya yang dihasilkan oleh baterai yang diukur dengan akurasi yang tinggi. *Dummy load* ini bukan hanya difungsikan sebagai beban melainkan komponen kunci dalam melakukan pengosongan

baterai ini, dengan menggunakan resistor dirangkai paralel yang akan dihubungkan ke positif dan negatif baterai sehingga dapat melakukan pengosongan baterai dengan beban yang arusnya stabil.



Gambar 1. Dummy Load

Untuk menghitung *dummy load* harus diketahui beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu kapasitas pengosongan yang diinginkan, hambatan total, hambatan per unit dan daya resistor yang dibutuhkan. Berdasarkan pernyataan tersebut, didapatkan persamaan seperti berikut :

$$\text{Kapasitas Pengosong} = \text{Kapasitas Total} \times \text{Persentase Pengosongan} \quad (1)$$

$$\text{Hambatan total} = \frac{\text{tegangan baterai}}{\text{arus pengosongan}} \quad (2)$$

$$\text{hambatan per unit} = \text{jumlah resistor} \times \text{jumlah total} \quad (3)$$

$$\text{Daya resistor total} = v \times i \quad (4)$$

Metode pengujian kapasitas ini dapat dilakukan dengan membandingkan penurunan kapasitas yang terjadi saat pengosongan baterai, yaitu dengan membandingkan kapasitas nominal baterai dan dengan penurunan kapasitas pada saat pengosongan. Dapat dihitung dengan persamaa:

$$SOH = \frac{\text{kapasitas aktual}}{\text{kapasitas nominal}} \times 100\% \quad (5)$$

2. Mikrokontroler Arduino Mega

Mikrokontroler arduino mega 2560, adalah sebuah perangkat jenis papan sirkuit dengan chip mikrokontroler yang diciptakan oleh perusahaan resmi yang memiliki jumlah pin yang banyak dan jumlah penyimpanan memori yang cukup besar.

Tabel 2. Spesifikasi arduino mega 2560

Parameter	Nilai
Tegangan Operasional	5 Volt
Tegangan Rekomendasi	7–12 Volt
Batas Tegangan	6–20 Volt
Pin Input/Output Digital	54
Pin PWM	15
Pin Input Analog	16
Arus Untuk Pin Digital	40 mA
Arus Untuk Pin 3,3 V	50 mA
Memori Flash	In to V-
Operating temperature range (°C)	256 KB (8 KB untuk <i>bootloader</i>)
SRAM	8 kb
EEPROM	4 kb
Clock Speed	16 MHz
Panjang	10,1 cm
Lebar	5,3 cm
Berat	37 gram

Sumber: aldy razor (2020)

3. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD adalah perangkat yang merupakan sebuah jenis media yang dapat menampilkan gambar atau teks yang mengandung sebuah lapisan tipis dari material kristal cair. Perangkat layar lcd ini telah banyak beredar dan di gunakan di berbagai perangkat elektronika seperti layar laptop, layar handpone, televisi dan layar LCD yang biasa digunakan pada mikrokontroler untuk menampilkan teks

4. IC Comparator LM339

Rangkaian pembanding tegangan atau sering dikenal sebagai komparator tegangan merupakan pembagi tegangan yang disalurkan dari antara komponen komponen pembagi lainnya. Fungsi utamanya dalam pengujian kapasitas baterai adalah membandingkan tegangan baterai dengan tegangan referensi untuk memberikan sinyal status tertentu kepada arduino.

Tabel 3. Spesifikasi Lm339

Number of channels	4
Output type	Open-collector, Open-drain
Propagation delay time (μ s)	1.3
Vs (max) (V)	36
Vs (min) (V)	2
Rating	Catalog
Features	Standard comparator
Iq per channel (typ) (mA)	0.2
Vos (offset voltage at 25°C) (max) (mV)	5
Rail-to-rail	In to V-
Operating temperature range (°C)	0 to 70
Input bias current (\pm) (max) (nA)	250
VICR (max) (V)	34
VICR (min) (V)	0

Sumber: Texas Instruments Incorporated(2024)

5. Relay

Relay DC 12 V adalah relay yang dirancang untuk dioperasikan dengan tegangan DC 12 V pada *coil*-nya. Modul relay, seperti ditunjukkan pada gambar 3.9, sering digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik untuk mengendalikan perangkat yang memerlukan arus atau tegangan tinggi dengan sinyal tegangan rendah. Relay juga memiliki kontak NO dan NC untuk mengalirkan arus ke perangkat yang ingin dikendalikan.

6. Sensor Arus ACS 712

Sensor arus ACS712 adalah sensor yang digunakan untuk mengukur arus listrik, baik arus searah (DC) maupun arus bolak-balik (AC). Sensor ini bekerja berdasarkan efek Hall, yaitu prinsip di mana medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik menghasilkan tegangan yang proporsional dengan arus tersebut Tegangan operasi sensor ini adalah 5V, sehingga kompatibel dengan mikrokontroler seperti Arduino, dan menghasilkan tegangan keluaran sekitar 2,5V pada kondisi tanpa arus. Selain itu, sensor ini menawarkan isolasi listrik yang baik antara rangkaian daya tinggi dan rangkaian pengukuran, membuatnya aman digunakan.

7. Resistor pembanding Tegangan

Resistor pembanding tegangan (*voltage divider resistor*) adalah kombinasi dari dua atau lebih resistor yang digunakan untuk membagi tegangan dari sumber daya menjadi nilai yang lebih kecil. Prinsip ini sering digunakan untuk memberikan tegangan referensi pada rangkaian. Ketika dua resistor dihubungkan secara seri, tegangan dari sumber daya akan terbagi di antara kedua

resistor tersebut sesuai dengan nilai resistansinya. Tegangan keluaran (output) dari pembagi tegangan dihitung menggunakan hukum Ohm.

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Keterangan:

- V_{in} =Tegangan sumber (tegangan input).
 - R_1 = Resistor di sisi atas.
 - R_2 = Resistor di sisi bawah.
- V_{out} : Tegangan di antara R_1 dan R_2 (tegangan output).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan merancang sistem alat uji kapasitas baterai lithium-ion berbasis Arduino Mega, yang melibatkan pembuatan diagram blok dan flowchart untuk memetakan alur kerja alat. Komponen utama seperti Arduino Mega, sensor arus ACS712, resistor pembagi tegangan, relay, dan LCD dipilih berdasarkan spesifikasi yang sesuai dengan kebutuhan pengukuran. Selanjutnya, dilakukan perancangan mekanik berupa kotak akrilik untuk menempatkan komponen, serta perhitungan *dummy load* untuk konfigurasi seri dan paralel menggunakan resistor 5,6 ohm dan 27 ohm. Program Arduino dikembangkan untuk mengontrol proses pengukuran tegangan dan arus, menampilkan hasil secara *real-time* pada LCD, serta menghitung kapasitas baterai. Pengujian alat dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran tegangan dan arus terhadap multimeter untuk memastikan akurasi, diikuti oleh pengambilan data pengosongan baterai dalam kedua konfigurasi. Tahap terakhir melibatkan analisis data untuk menentukan *Depth of Discharge* (DoD) dan *State of Health* (SoH) baterai, yang menjadi indikator kinerja dan kesehatan baterai.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian sensor arus ACS 712

Pengujian sensor arus ini diperlukan untuk mendapatkan nilai arus yang akurat, pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai dari alat yang dibuat dengan alat ukur. Sensor arus yang digunakan pada alat ini adalah sensor ACS712 yang mampu mengukur arus maksimal 20 A.

Tabel 4. Hasil pengujian terhadap sensor arus ACS712

Arus terukur (A) (ACS712)	Arus terukur (A) (Multimeter) kualitas Rendah	Arus terukur (A) (Multimeter) Kualitas Tinggi	Error (%) A	Error (%) B
4,45	4,55	5.66	2,19	19,61
4,20	4,33	5.40	3,00	22,22
4,10	4,21	5.36	2,61	23,50
3,93	4,05	5,29	2,96	25,70
3,91	3,96	5.21	1,26	24,95
Rata-rata error			2,40	23,19

2. Pengujian tegangan

Pengujian tegangan juga sangat penting karena pada alat ini tidak mengandalkan sensor tegangan melainkan langsung dari pin analog arduino. Pengujian ini juga bertujuan untuk membandingkan keakuratan alat dalam mendeteksi tegangan baterai yang akan diuji.

Pembacaan tegangan pada alat ini dilakukan pada saat pengambilan data awal yang dimana pin analog dari arduino menerima sinyal tegangan dari baterai yang masuk kemudian arduino memproses sinyal tersebut menjadi sinyal digital.

Tabel 5. Pengujian Tegangan Paralel Pada Alat Ukur Kualitas Rendah

Tegangan terukur (V) (alat)	Tegangan terukur (V) (multimeter)	Error(%)
2,45	2,44	0,40
2,87	2,86	1,16
3,54	3,51	0,85
3,96	3,92	1,02
Rata-rata error		0,85

Tabel 6. Pengujian Tegangan Paralel Pada Alat Ukur Kualitas Tinggi

Tegangan terukur (V) (alat)	Tegangan terukur (V) (multimeter)	Error(%)
2,34	2,41	2,90
3,21	3,29	2,43
3,76	3,85	2,33
3,89	4,01	2,99
Rata-rata error		2,66

Tabel 7. Pengujian Tegangan Rangkaian Seri Terhadap Alat Ukur Kualitas Tinggi

Tegangan terukur (V) (alat)	Tegangan terukur (V) (multimeter)	Error(%)
8,32	8,57	2,91
9,56	9,842	2,84
10,62	10,93	2,83
11,44	11,73	2,47
Rata-rata error		2,76

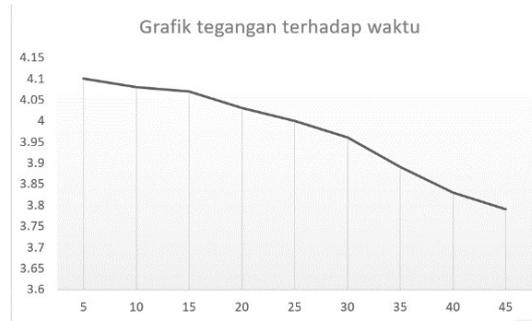
3. Pengambilan data pengosongan

Dalam proses pengosongan baterai konfigurasi paralel menggunakan resistor 5,6 ohm 5 watt di paralel 10 buah sehingga nilainya menjadi 0,56 ohm 50 watt tetapi dari hasil pengukuran didapat 0,8 ohm. Sedangkan konfigurasi seri menggunakan resistor 27 ohm di paralel 10 buah sehingga nilainya menjadi 2,7 ohm tetapi dari hasil pengukuran 2,3 ohm 50 watt. Pada pengujian ini di lakukan dengan ketentuan Arus discharge paralel: 4,12 A dan Arus discharge seri: 3,34 A.

Spesifikasi baterai yang digunakan adalah Merek: Sony VTC6A, Kapasitas baterai: 3000 mah, V nominal baterai: 3,7 V, Internal resistance baterai: 12.8 m Ohm.

Tabel 8. Tegangan Terhadap waktu konfigurasi paralel

Waktu (detik)	Tegangan (V)
5 detik	4,10 V
10 detik	4,08 V
15 detik	4,07 V
20 detik	4,03 V
25 detik	4,00 V
30 detik	3,96 V
35 detik	3,89 V
40 detik	3,83 V
45 detik	3,79 V

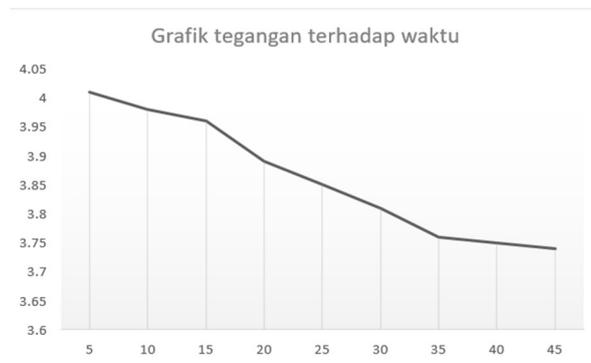


Gambar 2. Grafik tegangan terhadap waktu konfigurasi paralel

Pada tabel data konfigurasi paralel dan bentuk grafik yang diperoleh, dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pengosongan sebuah baterai maka tegangan baterai juga akan semakin menurun, pengosongan selama 5 detik terdeteksi tegangan 4,01 V pada waktu pengosongan 45 detik terdeteksi 3,79 V telah terjadi penurunan sebesar 0,22 volt.

Tabel 9. Tegangan terhadap waktu konfigurasi seri

Waktu (detik)	Tegangan (V)
5 detik	4,01V
10 detik	3,98V
15 detik	3,96V
20 detik	3,89V
25 detik	3,85V
30 detik	3,81V
35 detik	3,76V
40 detik	3,75V
45 detik	3,74V

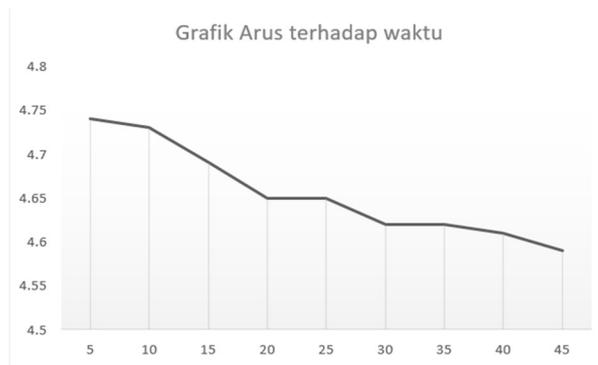


Gambar 3. Grafik tegangan terhadap waktu konfigurasi Seri

Dari tabel dan grafik konfigurasi seri yang telah diperoleh, dapat dilihat bahwa telah terjadi penurunan pada sebuah baterai seiring dengan pengosongan baterai dengan lama pengosongan yaitu 45 detik, dapat dilihat bahwa pengosongan selama 5 detik terdeteksi tegangan sebesar 4,01 volt dan pengosongan selama 45 detik terdeteksi tegangan sebesar 3,74 volt, telah terjadi penurunan baterai sebesar 0,27 volt.

Tabel 10. Arus pengosongan terhadap waktu konfigurasi paralel

Waktu (detik)	Arus (A)
5 detik	4,74 A
10 detik	4,73A
15 detik	4,69A
20 detik	4,65A
25 detik	4,65A
30 detik	4,62A
35 detik	4,62A
40 detik	4,61A
45 detik	4,59A

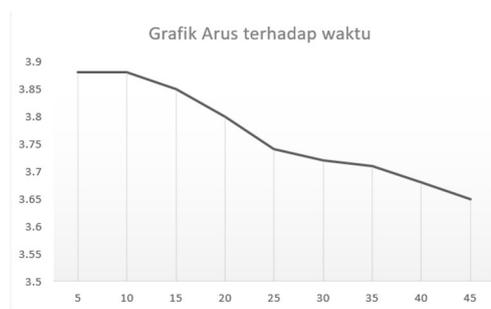


Gambar 4. Grafik arus terhadap waktu

Terjadi penurunan arus pengosongan terhadap waktu dengan lama waktu pengosongan mulai dari 5 detik dengan tegangan 4,74 volt dan lama waktu pengosongan selama 45 detik terdeteksi tegangan 4,59 volt, dapat dilihat bahwa telah terjadi penurunan sebesar 0,15 volt.

Tabel 11. Arus pengosongan terhadap waktu konfigurasi seri

Waktu (detik)	Arus (A)
5 detik	3,88A
10 detik	3,88A
15 detik	3,85A
20 detik	3,80A
25 detik	3,74A
30 detik	3,72A
35 detik	3,71A
40 detik	3,68A
45 detik	3,65A



Gambar 5. Grafik arus terhadap waktu

Dari tabel dan grafik yang diperoleh dari konfigurasi seri, dapat dilihat bahwa pengaruh waktu pengosongan dapat mempengaruhi penurunan arus yaitu dengan waktu pengosongan selama 5 sampai 45 detik yaitu terjadi penurunan arus sebesar 0,23 A.

4. Menentukan *Depth of Discharge* dan *SOH* baterai

Dalam menentukan *Depth of Discharge* sebuah baterai maka harus dilakukan perbandingan antara presentase baterai yang telah digunakan dengan kapasitas total dari baterai. Dan untuk menentukan DoD baterai kita harus mencari kapasitas terpakai dengan mengetahui arus pengosongan baterai. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

Konfigurasi paralel:

$$\text{Kapasitas terpakai} = \text{ arus pengosongan rata-rata} \times \text{ waktu pengosongan} = 3.972 \text{ ma} \times 0.0625 = 248,2 \text{ mah}$$

$$\text{Dod kapasiyttas terpakai /total kapasitas baterai} \times 100\% = 248,2/6000 \times 100\% = 4,13\%$$

Konfigurasi seri

$$\text{Kapasitas terpakai} = \text{ arus pengosongan rata-rata} \times \text{ waktu pengosongan} = 3.861 \text{ mA} \times 0.0625 = 241,3 \text{ mAH}$$

$$\text{DoD kapasitas terpakai /total kapasitas baterai} \times 100\% = 241,3/3000 \times 100\% = 8.04\%$$

Dalam menentukan *State of Health* harus menentukan kapasitas baterai maksimum dengan mengisi penuh baterai hingga 100% dan mengosongkan baterai hingga batas aman dengan menggunakan mengetahui kapasitas setelah melakukan DoD kemudian dikurangkan hasilnya dengan kapasitas nominal adapun perhitungannya sebagai berikut.

Konfigurasi paralel :

$$\text{SoH} = \text{Kapasitas sekarang-kaapasitas nominal} = 248,2 - 6000 = 5.751,8 \text{ mAH}$$

$$\text{SoH} = \text{kapasitas sekarang/ kapasitas total} \times 100\% = 95,8\%$$

Konfigurasi seri

$$\text{SoH} = \text{Kapasitas sekarang-kapasitas nominal} = 241,3 - 3000 = 5.758,7 \text{ mAH}$$

$$\text{SoH} = \text{kapasitas sekarang/ kapasitas total} \times 100\% = 91,95\%$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisis Rancang Bangun Alat uji Kapasitas Baterai Lithium-ion Berbasis Arduino Mega, dapat disimpulkan bahwa Alat Uji Kapasitas Baterai ini telah berhasil dirancang dan dapat digunakan untuk mengetahui proses pendeteksian kapasitas baterai, dengan spesifikasi nominal 3,7 volt 3000 mAH yang dirangkai dengan konfigurasi : rangkaian seri dapat mengasilkan tegangan total 11,1 volt dengan yang masing-masing menggunakan 3 buah baterai, dan rangkaian paralel menghasilkan tegangan 3,7 volt 9000 mAH yang masing-masing menggunakan 3 buah baterai dengan menggunakan 10 buah resistor dengan spesifikasi 27 ohm untuk rangkaian seri dan 10 buah resistor 5,6 ohm untuk rangkaian paralel sehingga dapat mengosongkan baterai dengan cepat. Selama proses pendeteksian kapasitas baterai ini dilakukan secara otomatis yaitu dengan menggunakan arduino mega sebagai otak pengontrol yang mampu membaca nilai tegangan, arus dan kapasitas baterai melalui resistor pembagi tegangan dan sensor ACS712 selama proses pendeteksian dilakukan. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada Alat Uji Kapasitas Baterai ini didapatkan hasil pengukuran yang berbeda terhadap pengukuran pada 2 jenis multimeter dengan kualitas yang berbeda yang digunakan dalam membandingkan tegangan dan arus, berdasarkan hasil pengujian tegangan dengan dua multimeter yang berbeda menunjukkan adanya selisih hasil pengukuran, multimeter dengan kualitas rendah menunjukkan rata-rata eror 0,85%, sedangkan pengukuran terhadap

multimeter yang kualitas yang lebih tinggi yaitu menunjukkan eror rata-rata 2,66%. Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran ini dapat di simpulkan bahwa alat ini masih belum sesuai dengan standar yang ada untuk melakukan pengujian kapasitas baterai. Alat ini mampu menampilkan kapasitas baterai secara *real-time* melalui layar LCD pada saat proses pendeteksian berlangsung sehingga pengguna dapat memantau kondisi baterai pada saat terhubung ke beban.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayu jiah setiawan. (2022), Rancang Bangun Perangkat Monitoring Dan Pengukur Parameter Baterai Rechargeable Secara Real-Time Berbasis Arduino Mega Xpro 2560 R3.
- Dadan Nurdin Bagenda. (2019), Alat Uji Kapasitas Baterai Dengan Tegangan Konstan Menggunakan Step Up Converter.
- Emir Nasrullah, D. (2022). perancangan alat ukur *state of charge depth of discharge* dan *State ofHealth* baterai lithium-ion (LI-ION) dan baterai nickel-metal *hydride* (NI-MH) menggunakan arduino nano.
- Faijrin, I. H. (2024). pengujian kapsitas baterai lithium-ion 18650 menggunakan metode *charge* dan *discharge*.
- Nasution, M. (2021). karakteristik baterai sebagai penyimpan energi listrik secara spesifik . perdana, f. a. (2020). baterai lithium.
- Rahmawan, Z. (2018). estimasi *state of charge* (SO) pada baterai *lead-acid* dengan menggunakan metode *coulomb counting* pada *pv hybrid*.
- Henry, (2024). *Battery State of Charge and Battery State of Health*. Diakses pada 12 juli 2024. [Comprehensive Guide to Battery SoC and SoH Metrics \(ufinebattery.com\)](https://ufinebattery.com)
- EverExceed Industria*, l(2023). Teori pengisian dan pengosongan dan desain metode perhitungan baterai lithium. Diakses pada 12 juli 2024. https://id.everexceed.com/blog/teori-pengisian-dan-pengosongan-dan-desain-metode-perhitungan-baterai-lithium_b406
- Learning about Electronics*, (2018). *What is the Depth of Discharge (DoD) Estimation of a Lithium Ion Battery?*. Diakses pada 12 juli 2024. <https://www.learningaboutelectronics.com/Articles/Depth-of-discharge-lithium-ion-battery.php>
- Aldy Razor, (2020). Arduino Mega 2560: Pengertian, Harga, dan Spesifikasi. [Penjelasan tentang Arduino Mega 2560](#)
- Eltronicamaker, (2022). LCD 16x2. Diakses pada 12 juli 2024. [LCD 16 X 2 - Pembuat Elektronik \(eltronicamaker.com\)](#)
- Grtfpv, (2024). Sony VTC6 18650 3000mAh 3.7V Li-Ion Battery (2pcs). Diakses 12 juli 2024. [Sony VTC6 18650 3000mAh 3.7V Li-Ion Battery \(2pcs\) \(getfpv.com\)](#)
- Sony Corpoation, (2015). Lithium Ion Rechargeable Battery Technical Information. Diakses 12 juli 2024. [US18650VTC6.PDF \(1\).pdf](#)
- Motorola, Inc. (1996). Quad Single supply Comparators. Diakses 13 juli 2024. https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Lm339&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwnqK1BhBvEiwAi7o0XxFsQNALR2nrvXInVfXLVpci7NtnqXOUeyGg-O6FrPQmLlSNzbzAZhoC36QQAavD_BwE
- Kuongshun.Cn, (2023). 8 *channel* Relay modul dengan cahaya *Coupling* 5V. <https://id.szks-kuongshun.com/uno/uno-board-shield/8-channel-relay-module-with-light-coupling-5v.html>
- Robotechbd, (2021). Relay 12 Volt (12V). Diakses 22 Agustus 2024 [Relay 12 Volt \(12V\) - Robotech BD](#)