



EKSERGI Jurnal Teknik Energi Vol.18 No.1 Januari 2022 ; 1-9

RANCANG BANGUN *BATTERY PACK*LITHIUM 48 V 50 AH

Nur Aidi Ariyanto*, Faqih Fatkhurrozak, Donny Prasetio

Teknik Mesin, Politeknik Harapan Bersama, Jl. Mataram, Kota Tegal, 52147
E-mail: nuraidi.ariyanto@gmail.com

Abstrak

Kendaraan listrik merupakan kendaraan dengan sumber penggerak berupa motor listrik, memerlukan media penyimpanan sumber energi yaitu berupa baterai. *Battery pack* banyak digunakan sebagai sumber energi kendaraan listrik. *Battery pack* merupakan rangkaian dari beberapa baterai kecil yang dirangkai secara seri dan paralel sehingga memiliki luaran yang sesuai dengan tegangan dan kapasitas yang dibutuhkan. Saat ini jenis baterai Lithium 18650 yang paling banyak digunakan untuk membuat *battery pack* dan dapat digunakan pada sepeda motor listrik. Satu baterai Lithium 18650 memiliki tegangan 3,7V dengan kapasitas bervariasi yaitu 1500 mAh, 2000 mAh, dan 3000 mAh. Untuk merancang bangun *battery pack* 48 V 50 Ah memerlukan rangkaian baterai 18650 3,7 V 3000 mAh yang dirangkai secara seri sebanyak 13 buah dan dirangkai secara paralel sebanyak 19 buah. Sebelum dirangkai, masing-masing baterai 18650 harus dicek tegangan, tegangan di tiap baterai 18650 harus direntang 3 – 4,2 V. jika kurang dari 3 V maka perlu diisi ulang, jika kurang dari 2 V maka kondisi baterai sudah tidak baik. Pengujian discharging *battery pack* dilakukan dengan memberi beban berupa motor listrik BLDC 2000W 48V hingga tegangan *battery pack* turun menjadi 39 V. proses discharging berlangsung selama 13 jam dengan kuat arus rata-rata 3,5 A. maka dari hasil pengujian dapat dihitung kapasitas *battery pack* yaitu 45,5 Ah.

Kata Kunci: *battery pack, lithium-ion, baterai 18650, battery management system (BMS), sepeda motor listrik*

PENDAHULUAN

Penggunaan motor listrik sebagai penggerak utama maupun penggerak tambahan pada kendaraan merupakan usaha yang efektif untuk mengurangi polusi udara sekaligus meningkatkan efisiensi energi pada kendaraan [1]. Kendaraan listrik memerlukan baterai sebagai sumber tenaga untuk motor listrik, lampu-lampu, klakson, dan peralatan elektronik lainnya. Ada 2 jenis baterai yaitu (1) baterai primer yaitu baterai yang hanya dapat digunakan sekali pakai saja dan tidak dapat diisi ulang, (2) Baterai sekunder yaitu baterai

yang dapat digunakan dan diisi ulang berkali-kali. Baterai sekunder adalah suatu komponen yang di dalamnya berlangsung reaksi elektrokimia dimana reaksinya dapat di bolak balik arah prosesnya (*reversible*) [2].

Ada beberapa jenis baterai sekunder yang dapat digunakan sebagai media penyimpanan energi listrik, diantaranya yaitu : (1) Baterai Lead Acid (Accu), (2) Baterai Nickel-Metal Hydride (Ni-MH), (3) Baterai Nickel-Cadmium (Ni-Cd), (4) Baterai Lithium-ion (LIBs), (5) Baterai Lithium Polymer (Li-Po) [2][3]. Baterai dengan bahan dasar dari Lithium yaitu Lithium-ion dan Lithium Polymer memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan baterai lainnya yaitu memiliki densitas energi dan densitas daya yang lebih tinggi, *self discharge* yang rendah, *fast charging*, tidak ada efek memori dan siklus hidup yang lebih lama [4]. Namun baterai Lithium juga memiliki kekurangan yaitu sensitif terhadap temperatur.

Saat ini jenis baterai yang banyak digunakan yaitu baterai Lithium Ion (LIBs), pemakaiannya pada perangkat *laptop*, *smart phone*, mobil listrik jenis *electric vehicle* (EV), *hybrid electric vehicle* (HEV), *plug in hybrid electric vehicle* (PHEV), *energy storage system* (ESS)[5][6].

Baterai Lithium Ion yang banyak digunakan secara umum yaitu tipe baterai 18650. Tipe baterai ini berbentuk tabung dengan ukuran diameter 18 mm dan tinggi 65 mm [7]. Satu tabung baterai 18650 memiliki tegangan 3,7 V dengan kapasitas yang bervariasi yaitu 1500 mAh, 2000 mAh, dan 3000 mAh.

Pada penelitian yang dilakukan oleh [4] yaitu merakit *battery pack* yang menghasilkan tegangan 12 V dan kapasitas 60 Ah, dengan menggunakan 36 buah baterai 18650 terdiri dari 24 buah baterai dengan kapasitas 1200 mAh dan 12 buah baterai dengan kapasitas 2800 mAh. 36 buah baterai tersebut dirangkai secara seri (3 rangkain seri) dan paralel (12 rangkaian paralel). Sehingga energi yang dihasilkan yaitu $12 \text{ V} \times 60 \text{ Ah} = 720 \text{ Wh}$.

Mengacu pada road map penelitian dengan hasil akhir yaitu Rancang Bangun Sepeda Motor Listrik 2000 W 48 VDC, maka penelitian ini mengambil judul "Rancang Bangun *Battery pack* Lithium 48 Volt 50 Ah " akan dibuat *battery pack* yang menghasilkan tegangan 48 V dan kapasitas 50 Ah, yang rencananya akan digunakan pada Sepeda Motor

listrik dengan daya motor 2000 Watt. *Battery pack* tersebut terdiri dari 221 buah baterai Lithium 18650 yang masing-masing memiliki tegangan 3,7 V dan kapasitas 3000 mAh

Banyak produsen baterai yang kurang bertanggung jawab dimana mereka menjual baterai dengan kapasitas yang tidak sesuai dengan tulisan yang ada diluar baterai [7]. Maka dari itu diperlukan pengecekan masing-masing baterai sebelum dilakukan rancang bangun *battery pack*. Oleh karena itu, rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

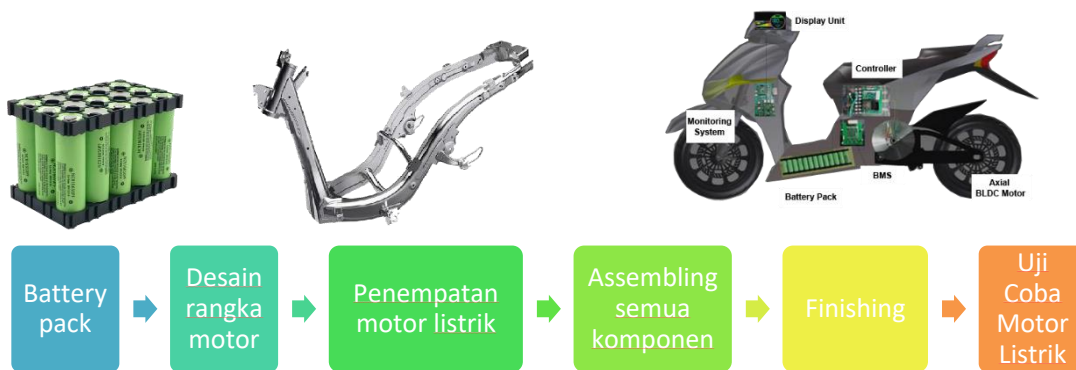
1. Bagaimanakan proses rancang bangun *battery pack* 48V 50Ah?
2. Bagaimanakah hasil uji kapasitas *battery pack* 48V 50Ah?

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengobservasi kualitas tiap baterai 18650 hasil dari pembelian secara online agar menghasilkan *battery pack* yang sesuai dengan kapasitas.
2. Merancang dan membuat *battery pack* yang sesuai dengan dimensi penempatan baterai tersebut pada sepeda motor listrik.
3. Mengobservasi *battery pack* yang dibuat agar sesuai kebutuhan untuk mengoperasikan motor listrik 2000 Watt.

METODE PENELITIAN

Road map penelitian ini memiliki tujuan akhir yaitu Rancang Bangun Sepeda Motor Listrik 2000 Watt 48 VDC seperti terlihat pada gambar 1



Gambar 1. Road Map Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan beberapa peralatan yaitu:

1. Multimeter digital
2. Motor listrik BLDC 2000W 48V (dan unit control nya)
3. Tachometer digital
4. Las titik (*spot welding*)
5. Solder

Sedangkan bahan yang digunakan yaitu:

1. Baterai Lithium 18650 + bracket
2. *Battery Management System* (BMS) 48V 30A
3. Plat nikel 0,15 mm
4. Kabel NYHY 2,5 mm
5. Tenol

Pada penelitian rancang bangun *battery pack* 48 V 50 Ah ini, langkah-langkah yang dilakukan yaitu

1. Pengujian baterai Lithium 18650
2. Merakit *battery pack*
3. Menguji tegangan dan kapasitas *battery pack*

Pengujian Baterai Lithium 18650

Baterai 18650 yang digunakan memiliki kapasitas pada labelnya yaitu 3000 mAh. Pada kondisi normal, tegangan normal tiap baterai 18650 berkisar antara 3,0 – 4,2 Volt [8]. Untuk mengetahui kondisi normal atau tidaknya setiap baterai 18650 maka dilakukan pengukuran tegangan satu per satu, total ada 150 buah baterai 18650.

Merakit *Battery Pack*

Battery pack merupakan susunan sejumlah baterai 18650 yang di rangkai secara seri dan *paralel*. Tegangan out put yang diharapkan dari *battery pack* yaitu 48 volt, untuk itu rangkaian seri yang dibuat adalah 13 buah dimana

$$V_{\text{output}} = 13 \text{ buah} \times 3,7 \text{ volt} = 48,1 \text{ volt}$$

Untuk kapasitas yang diharapkan dari *batteray pack* yaitu 50 Ah, Dengan masing-masing baterai 18650 memiliki kapasitas 3000 mAh, maka rangkaian *paralel* yang dibuat yaitu minimal ada 17 buah dimana

$$W_{total} = 17 \text{ buah} \times 3000 \text{ mAh} = 51000 \text{ mAh} = 51 \text{ Ah}$$

Sehingga total baterai 18650 yang dirangkai yaitu

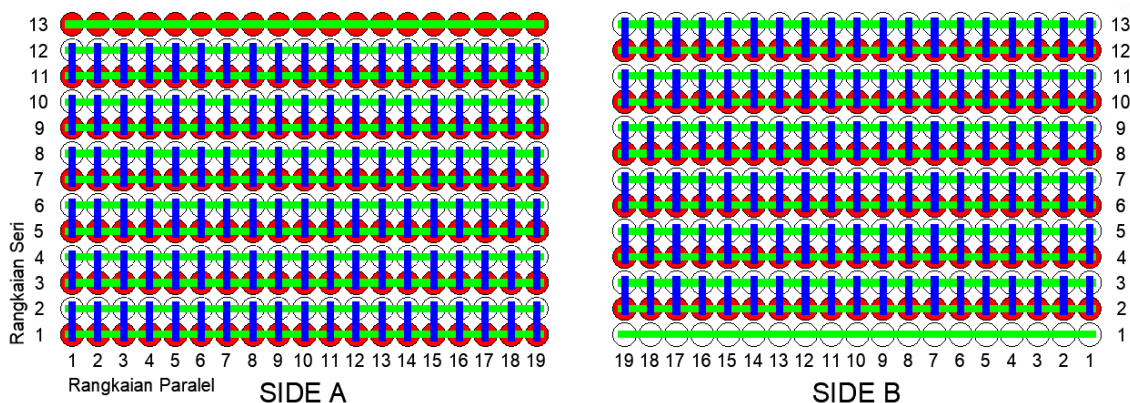
$$\text{Jumlah baterai} = 13 \times 17 = 221 \text{ buah}$$

Jumlah baterai 18650 yang disediakan yaitu 250 buah, sehingga ada sisa 29 buah. Untuk memaksimalkan penggunaan baterai yang ada, maka 29 buah baterai tersebut ditambahkan pada rangkaian *paralel* sehingga terdiri dari 19 buah baterai. Sehingga jumlah baterai yang dirangkai yaitu

$$\text{Jumlah baterai} = 13 \times 19 = 247 \text{ buah}$$

Dan tersisa hanya 3 buah baterai. Untuk kapasitas *batteray pack* secara teoritis yaitu

$$W_{total} = 19 \text{ buah} \times 3000 \text{ mAh} = 57000 \text{ mAh} = 57 \text{ Ah}$$

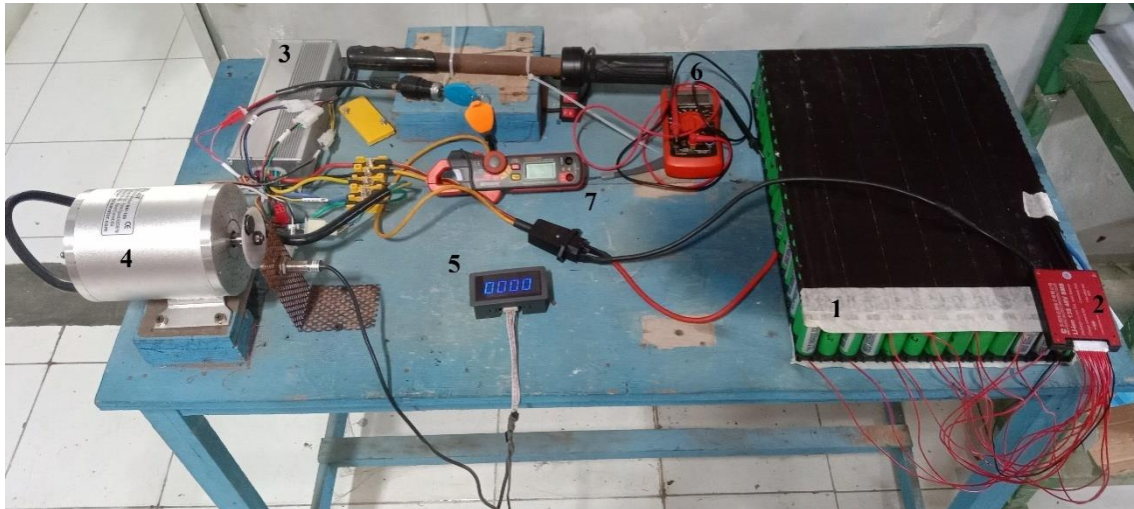


Gambar 2. Rangkaian seri dan *paralel* pada *battery pack*

Setelah dirangkai secara seri dan *paralel*, kemudian dipasang BMS 48V 30A.

Menguji Tegangan dan Kapasitas *Battery pack*

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian (*discharging*) *battery pack* menggunakan motor BLDC 2000W. Saat proses *discharging*, mode *study* pada control motor BLDC diaktifkan, sehingga kecepatan putaran motor stabil dikisaran 2600 – 3000 rpm. Data yang diambil adalah tegangan keluaran *battery pack* dan kuat arus dengan durasi pengambilan data setiap 30 menit hingga tegangan luaran *battery pack* 39 volt.



Gambar 3. Rangkaian pengujian *discharging battery pack*

Keterangan Gambar 3

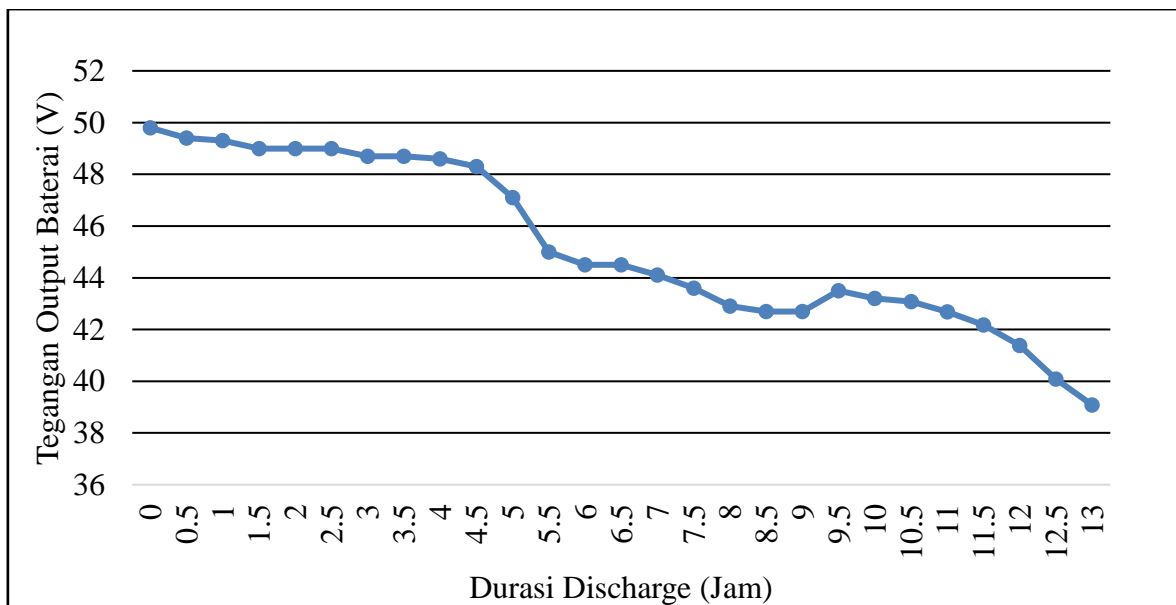
1. *Battery pack* 48V 57 Ah
2. BMS 48 V 30 A
3. Unit Control Motor BLDC
4. Motor BLDC 2000 W 48 V
5. Display Tachometer
6. Volt meter DC
7. Ampere meter DC

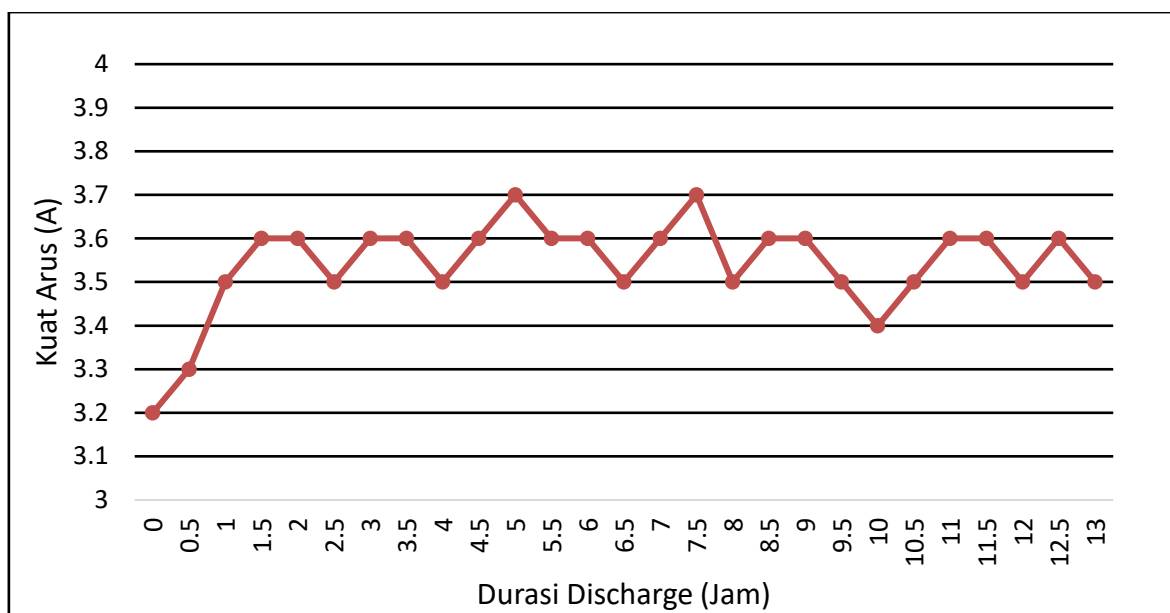
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian *discharging battery pack*, pada awal pengujian tegangan *battery pack* terukur 49,8 volt dengan kuat arus 3,2 A. Proses *discharging* terus dilakukan dengan pengambilan data setiap 30 menit hingga tegangan *battery pack* turun di 39 volt yaitu setelah proses *discharging* berlangsung selama 780 menit atau 13 jam. Data yang diambil setiap 30 menit seperti terlihat pada Table 1.

Tabel 1. Data proses *discharging battery pack*

Durasi (jam)	Kecepatan (rpm)	Voltase (V)	Arus (A)
0	2940	49,8	3,2
0,5	3044	49,4	3,3
1	3025	49,3	3,5
1,5	3005	49	3,6
2	2995	49,0	3,6
2,5	2966	49,0	3,5
3	2957	48,7	3,6
3,5	2966	48,7	3,6
4	2965	48,6	3,5
4,5	2938	48,3	3,6
5	2852	47,1	3,7
5,5	2704	45	3,6
6	2700	44,5	3,6
6,5	2697	44,5	3,5
7	2691	44,1	3,6
7,5	2683	43,6	3,7
8	2673	42,9	3,5
8,5	2670	42,7	3,6
9	2663	42,7	3,6
9,5	2657	43,5	3,5
10	2654	43,2	3,4
10,5	2647	43,08	3,5
11	2641	42,68	3,6
11,5	2632	42,18	3,6
12	2620	41,38	3,5
12,5	2610	40,08	3,6
13	2602	39,08	3,5
Rata-rata	2785	45,26	3,5

Gambar 4. Grafik tegangan *discharging battery pack*



Gambar 5. Grafik kuat arus *discharging battery pack*

Dari grafik tegangan *discharging* pada Gambar 4, terlihat bahwa tegangan *battery pack* akan menurun sejalan dengan durasi pemakaiannya. Namun untuk kuat arus *battery pack* seperti terlihat pada gambar 5, terukur stabil dikisaran 3,5 A.

SIMPULAN

Dari penelitian diatas dapat disimpulkan yaitu

1. Pembuatan *battery pack* 48 V 55 Ah dilakukan dengan merangkai baterai Lithium 18650 secara seri sebanyak 13 buah dan secara paralel sebanyak 19 buah.
2. Dari hasil pengujian *discharging battery pack*, didapatkan durasi penggunaan *battery pack* adalah 13 jam dengan kuat arus rata-rata 3,5 A. Sehingga dapat dihitung kapasitas *battery pack* yaitu

$$W_{\text{battery pack}} = 13 \text{ jam} \times 3,5 \text{ A} = 45,5 \text{ Ah}$$

Sedikit lebih rendah dari perhitungan nilai kapasitas baterai yang tertulis pada baterai Lithium 18650 3000 mAh yang dirangkai secara *paralel* sebanyak 19 buah yaitu 57 Ah

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Suryadi and B. Triyono, "Optimasi Pengaktifan Motor Penggerak pada Prototipe Sepeda Motor Hibrid untuk Menurunkan Konsumsi Bahan Bakar," pp. 146–150, 2015.
- [2] M. T. Afif and I. A. P. Pratiwi, "Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid dan Nickel-Metal Hydride pada Penggunaan Mobil Listrik - Review," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 95–99, 2015, doi: 10.21776/ub.jrm.2015.006.02.1.
- [3] T. P. Cahyono, T. Hardianto, and B. S. Kaloko, "Pengujian Karakteristik Baterai Lithium-Ion Dengan Metode Fuzzy dengan Beban Bervariasi," *J. Arus Elektro ...*, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/E-JAEI/article/view/19708>.
- [4] A. R. Wiguna, T. Tohazen, N. Nadhiroh, S. Lestari, and M. Dwiyaniti, "Rancang Bangun Dan Pengujian *Battery pack* Lithium Ion," *Electrices*, vol. 3, no. 1, pp. 28–33, 2021, doi: 10.32722/ees.v3i1.4030.
- [5] Y. S. Duh *et al.*, "Characterization on thermal runaway of commercial 18650 lithium-ion batteries used in electric vehicles: A review," *J. Energy Storage*, vol. 41, no. May, p. 102888, 2021, doi: 10.1016/j.est.2021.102888.
- [6] B. Diouf and R. Pode, "Potential of lithium-ion batteries in renewable energy," *Renew. Energy*, vol. 76, pp. 375–380, 2015, doi: 10.1016/j.renene.2014.11.058.
- [7] D. N. Bagenda, "Alat Uji Kapasitas Baterai Dengan Tegangan Konstan Menggunakan Step Up Converter," *J. LPKIA*, vol. 12, no. 1, pp. 20–25, 2019, [Online]. Available: <http://jurnal.lpkia.ac.id/index.php/jkb/article/download/227/165/>.
- [8] S. Li, S. Shironita, Y. Sone, E. Hosono, D. Asakura, and M. Umeda, "Constant-rate heating-induced thermal runaway in 18650-type Li-ion cells charged/discharged at 1 °C: Effect of undischageable Li at anode," *J. Power Sources*, vol. 505, no. May, p. 230082, 2021, doi: 10.1016/j.jpowsour.2021.230082.