

Perbandingan Konsumsi Daya Baterai Li-Ion 18650 Dengan Lifepo4 32700 Berdasarkan Jarak Tempuh

Alvatoni Achmad Yusuf ^{1)*}, Asrori Asrori¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Otomotif Elektronik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

Naskah diterima 06 07 2023; direvisi 23 09 2023; disetujui 04 12 2023
doi: <https://doi.org/10.24843/JEM.2023.v16.i02.p05>

Abstrak

Polusi udara yang semakin meningkat akibat emisi dari kendaraan bermotor berbahan bakar fosil sehingga kendaraan elektrik menjadi salah satu solusi yang dilakukan untuk mengurangi polusi yang dihasilkan dari kendaraan. Meningkatnya kendaraan elektrik membuat kebutuhan akan sumber energi listrik meningkat. Panel Surya merupakan alternatif sumber energi listrik yang terbarukan. Pemanfaatan energi Surya membutuhkan baterai yang berfungsi sebagai penyimpan energi. Penelitian kali ini dilakukan pengujian pada jarak 100 meter pada kecepatan stabil 19.78km/h. Hasil dari pengujian akan dilakukan pembacaan dengan rangkaian sistem *data logger* yang terdiri dari sensor tegangan, sensor arus, sensor kecepatan dengan Arduino UNO sebagai mikrokontroler dan *Micro SD* sebagai media penyimpanan serta *LCD Display* untuk menampilkan data sebagai acuan pada saat pengujian secara *real time*. Hasil dari penelitian ini adalah, dengan jarak dan kecepatan yang sama, Total konsumsi daya baterai LiFePo4 dengan rata-rata lebih besar 305,13W dari Li-Ion. Dengan rata-rata konsumsi daya 86.17W untuk LiFePo4 dan 69.22 W untuk Li Ion. Baterai Li Ion memiliki keunggulan pada masa pakai baterai yang lebih lama dikarenakan konsumsi daya lebih sedikit. Sementara Baterai LiFePo4 memiliki keunggulan pada daya yang dihasilkan lebih tinggi sehingga performa kendaraan juga lebih optimal, serta kestabilan Arus dan tegangan lebih baik yang mengakibatkan konsumsi daya juga menjadi lebih stabil.

Kata kunci: baterai Lithium Ion, baterai LiFePO4, e-scooter angkut

Abstract

Air pollution is increasing due to emissions from fossil fuel motor vehicles so that electric vehicles are one of the solutions to reduce pollution produced from vehicles. The increase in electric vehicles makes the need for sources of electrical energy increase. Solar panels are an alternative source of renewable electrical energy. Utilization of solar energy requires a battery that functions as energy storage. This research was tested at a distance of 100 meters at a stable speed of 19.78km/h. The results of the test will be read with a data logger system consisting of a voltage sensor, current sensor, speed sensor with Arduino UNO as a microcontroller and Micro SD as a storage medium and an LCD display to display data as a reference during testing in real time. The results of this study are, with the same distance and speed, the total power consumption of LiFePo4 batteries is on average 305.13W greater than Li-Ion. With an average power consumption of 86.17W for LiFePo4 and 69.22 W for Li Ion. Li Ion batteries have the advantage of longer battery life due to less power consumption. Meanwhile, LiFePo4 batteries have the advantage of producing higher power so that vehicle performance is also more optimal, as well as better current and voltage stability which results in more stable power consumption.

Keywords: Lithium Ion battery, LiFePO4 battery, transport e-scooter

1. Pendahuluan

Semakin meningkatnya jumlah kendaraan mengakibatkan semakin besar polusi udara akibat dari gas buang pembakaran kendaraan. Oleh karena itu, sedang marak pengembangan penelitian-penelitian tentang kendaraan listrik sebagai alternatif solusi permasalahan kesehatan udara akibat polusi kendaraan yang jumlahnya semakin meningkat [2].

Akan tetapi dengan adanya kendaraan listrik maka akan menimbulkan efek samping lain yaitu bertambah pula kebutuhan listrik. Dengan demikian maka dibutuhkan alternatif lain untuk mengatasi ini, salah satunya adalah menggunakan panel surya (*solar cell*) dengan prinsip memanfaatkan tenaga surya untuk menghasilkan energi listrik yang kemudian disimpan pada baterai lalu dimanfaatkan sesuai kebutuhan [4].

Saat ini banyak dikembangkan kendaraan listrik berbasis *solar cell* dimana panel surya akan mengubah

tenaga surya menjadi energi listrik. Energi yang dihasilkan kemudian disimpan pada baterai. Sistem pengisian dengan panel surya dikatakan baik jika tetap bisa menghasilkan daya dalam kondisi apapun, termasuk saat radiasi matahari rendah [3]

E-scooter angkut berbasis *solar cell* merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya oleh [1]. Tujuan dilakukan pengembangan menjadi *e-scooter* angkut nantinya akan dimanfaatkan untuk peningkatan efisiensi bekerja dalam suatu area kerja, yaitu dalam pemindahan barang pada area kerja yang membutuhkan kendaraan untuk mempercepat pekerjaan dan menghemat tenaga pekerja.

Peran baterai pada *E-Scooter* ini sangat penting sebagai sumber daya utama yang dibutuhkan motor. Menurut penelitian yang dilakukan oleh [8], dapat disimpulkan bahwa

karakteristik baterai Lithium-Ion memiliki temperatur yang lebih cepat panas. Kemudian, untuk tegangan baterai Lithium-Ion relatif stabil pada saat *discharge* dan juga pada saat *charging* tidak ada lonjakan tegangan. Sedangkan untuk baterai LiFePO4 memiliki karakteristik kestabilan temperatur yang baik, dalam arti baterai tersebut tetap dingin di temperatur yang lebih tinggi. Untuk tegangan pada baterai LiFePO4 mengalami lonjakan tegangan pada saat *discharge* dan *charging*.

Menurut jurnal penelitian algoritma pengisian pulsa adaptif untuk baterai lithium oleh [6] menyatakan baterai LiFePO4 memiliki keunggulan 3% dalam *Charging Speed* dan 2% dalam *Charging Efficiency* disbanding Li-Ion dengan kapasitas baterai yang sama.

Menurut jurnal penelitian oleh [5] baterai LiFePO4 memiliki keunggulan dalam kestabilan temperatur dan stabilitas kimia yang lebih baik dari Li-Ion. Ditambah dari penjelasan penelitian yang dilakukan oleh [7] baterai LiFePO4 banyak digunakan karena memiliki struktur kepadatan energi yang baik dan daya yang tinggi. Temperatur sangat berpengaruh pada kesehatan baterai. Penelitian ini menyatakan temperatur kerja baterai yang baik untuk baterai LiFePO4 adalah pada kisaran 10° sampai 40° C.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dibahas perbandingan penggunaan baterai Li-Ion 18650 dan LiFePo4 32700 sebagai sumber utama penyuplai daya pada *e-scooter* angkut serta analisis pengaruh jarak tempuh *e-scooter* angkut terhadap konsumsi daya baterai.

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai referensi pengembangan kendaraan listrik bagi produsen-produsen serta pengembang bidang transportasi untuk melakukan penelitian lanjutan guna menghasilkan kendaraan listrik yang efisien dan optimal.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis eksperimen, yaitu melakukan penelitian tentang perbandingan konsumsi daya 2 jenis baterai terhadap jarak tempuh pada *e-scooter* angkut. Uji dinamis dilakukan berdasarkan variasi jarak tempuh yang diambil dari perhitungan kecepatan *e-scooter* angkut. Nilai arus dan tegangan output dari baterai akan terbaca oleh masing-masing sensor yang digunakan, data tersebut dikirim ke Arduino UNO kemudian akan diolah dan disimpan sebagai data logger. Pengujian dilakukan di Stadion Kanjuruhan Kabupaten Malang dengan dua jenis baterai yaitu Li-Ion 18650 dan LiFePo4 32700.

Tabel 1. Spesifikasi Baterai

Spesifikasi	Li-Ion 18650	LiFePo4 32700
-Nominal Voltage	3.7V	3.2V
-Nominal Capacity	2500 mAh	6000 mAh
-Discharge Cut-off Voltage	3.0V	2.0V
-Standard Discharge Current	0.52A	0.2 A

Spesifikasi	Li-Ion 18650	LiFePo4 32700
-Rapid Discharge Current	1.3A	3 A
-Max Pulse Discharge Current	2.6A	5A
-Weight	46.5±1g	141±2g
-Dimensi (mm)	Diameter(Ø): 18.4mm Height (H): 65.2mm	Diameter(Ø): 16 mm Height (H): 70.5mm

Sumber: *Data Sheet* Pabrik

2.1. Desain Rangka *E-Scooter* Angkut

Tahap awal dari penelitian ini adalah pembuatan desain untuk rangka dan *body e-scooter* angkut menggunakan *software Autodesk Fusion 360*. Material yang digunakan untuk rangka *e-scooter* adalah besi *hollow* 40x40 mmdengan ketebalan 2 mm. Teknik yang digunakan dalam pengerjaan rangka adalah teknik pengelasan dengan las listrik (*electrical welding*).



Gambar 1. Desain rangka

2.2. Desain Baterai *e-scooter* angkut

Tahap selanjutnya adalah desain dan perakitan *battery pack* LiFePo4 32700 6Ah dengan menyesuaikan daya dari motor BLDC 250 watt. Sehingga didapatkan konfigurasi 8S-2P dengan spesifikasi rangkaian baterai sebesar 25.6 Volt 12 Ah. Penyambungan kutub-kutub antar baterai menggunakan teknik spot welding. Material yang digunakan adalah pelat nikel ukuran lebar 15mm. Langkah akhir dari perakitan adalah menghubungkan rangkaian tiap *cell* dengan *Battery Management System* (BMS). BMS berfungsi menjaga kestabilan tegangan saat *charging* maupun *discharging* serta sebagai pengaman bagi baterai.

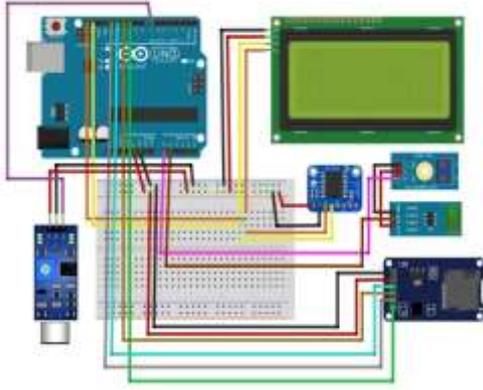


Gambar 2. *Battery Pack*

2.3. Desain Alat Monitoring

Tahap terakhir adalah desain dan perakitan alat monitoring berbasis Arduino UNO yang berfungsi

sebagai *data logger* tegangan dan arus *output* serta kecepatan *e-scooter* angkut.

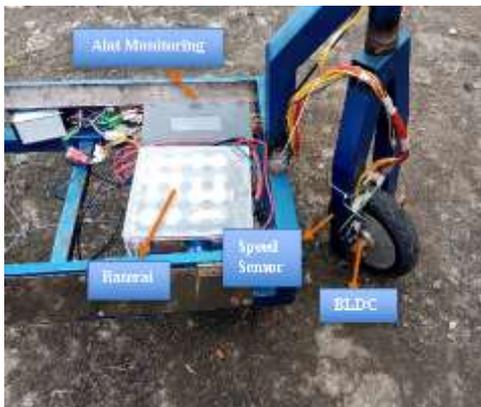


Gambar 3. Desain Alat Monitoring

Alat *monitoring* pada penelitian tersusun dari beberapa komponen, yaitu: 1. *Protoboard* berfungsi sebagai jalur penghubung antar komponen; 2. Arduino UNO merupakan mikrokontroler pengolah data dari alat *monitoring*; 3. Sensor tegangan digunakan untuk pembacaan tegangan *output* dari baterai; 4. Sensor arus ACS712 digunakan untuk membaca arus *output* baterai; 5. RTC DS3231 berguna untuk penyimpanan data waktu dan juga sebagai *timer data logger*; 8. Modul *SD Card* sebagai *data logger* atau menyimpan data; 9. LCD 20x4 berfungsi sebagai *display* yang dapat menampilkan data berupa nilai tegangan, arus, daya, serta kecepatan *e-scooter* angkut secara *real time*.

2.4. Experimental Setup

Baterai merupakan komponen penyimpanan energi listrik pada *e-scooter* angkut, energi dalam baterai tersebut diatur oleh BMS, pengaturan tersebut terdiri dari penyeimbang energi dan sistem proteksi baterai. Kemudian energi tersebut disalurkan ke kontroler motor BLDC sehingga energi tersebut dapat diatur dan dapat menggerakkan *e-scooter* angkut dengan menggunakan motor BLDC. Uji dinamis dilakukan berdasarkan variasi jarak tempuh dan waktu tempuh yang diambil dari perhitungan kecepatan *e-scooter* angkut. Nilai arus dan tegangan *output* dari baterai akan terbaca oleh masing-masing sensor yang digunakan, data dari sensor-sensor tersebut dikirim ke Arduino UNO kemudian data-data tersebut akan diolah dan disimpan sebagai *data logger*.



Gambar 4. Experimental setup

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Rangka *E-scooter* Angkut

Selain rangka utama, sistem rangka pada *e-scooter* angkut dilengkapi dengan sistem penggerak, sistem pengereman, serta sistem pengisian baterai. Rangka pada *e-scooter* ini memiliki dimensi panjang 1600 mm, lebar 380 mm, dan tinggi 1500 mm serta *ground clearance* sebesar 70 mm. *E-scooter* ini menggunakan motor BLDC 24 V 250 W yang terpasang pada roda bagian depan. Sistem pengisian baterai disini adalah tempat untuk panel surya 2 x 30 Wp dan SCC tipe MPPT atau menggunakan *wall-charger* untuk pengisian baterai LiFePo4 25.6 V 12Ah. Kemudian terdapat *box* pada bagian belakang sebagai wadah untuk mengangkut barang sesuai dengan nama alat yaitu *e-scooter* angkut.



Gambar 5. Rangka *e-scooter* angkut

3.2. Alat Monitoring

Alat monitoring merupakan rangkaian dari Arduino UNO, sensor-sensor, serta LCD. Data akan langsung ditampilkan *real time* saat melakukan pengujian kemudian langsung tersimpan pada *data logger* dengan media penyimpanan *SD Card*.



Gambar 6. Alat Monitoring

3.3. Data Penelitian

Data hasil uji coba perbandingan konsumsi daya baterai Li Ion 18650 dan LiFePo4 32700 terhadap jarak tempuh 100 m pada *e-scooter* angkut akan disimpan oleh *data logger* dan akan ditampilkan pada Tabel 1. dan Tabel 2. berikut ini.

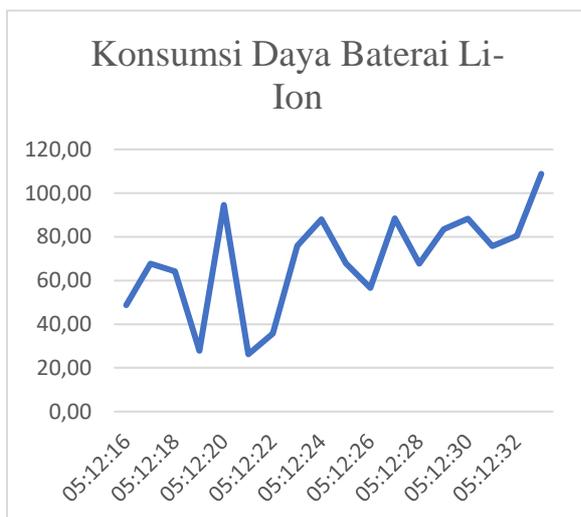
Tabel 2. Data pengujian baterai Li-Ion 18650

Time	Tegangan	Arus	Daya	Kecepatan
05:12:16	21.73	2.24	48.68	15.83
05:12:17	21.69	3.12	67.67	19.78
05:12:18	21.63	2.97	64.24	19.78
05:12:19	21.73	1.28	27.81	19.78
05:12:20	21.63	4.37	94.52	19.78
05:12:21	21.69	1.21	26.24	19.78
05:12:22	21.63	1.65	35.69	19.78
05:12:23	21.73	3.49	75.84	19.78
05:12:24	21.63	4.07	88.03	19.78
05:12:25	21.73	3.12	67.80	19.78
05:12:26	21.69	2.61	56.61	15.83
05:12:27	21.73	4.07	88.44	15.83
05:12:28	21.69	3.12	67.67	15.83
05:12:29	21.69	3.85	83.51	19.78
05:12:30	21.69	4.07	88.28	19.78
05:12:31	21.69	3.49	75.70	19.78
05:12:32	21.69	3.71	80.47	15.83
05:12:33	21.63	5.03	108.80	15.83

Tabel 3. Data pengujian baterai LiFePo4 32700

Time	Tegangan	Arus	Daya	Kecepatan
04:40:33	22.1	2.24	49.50	15.83
04:40:34	22.06	3.12	68.83	19.78
04:40:35	22.06	2.97	65.52	19.78
04:40:36	22.15	1.28	28.35	19.78
04:40:37	22.1	4.37	96.58	19.78
04:40:38	22.01	1.21	26.63	19.78
04:40:39	22.01	1.65	36.32	19.78
04:40:40	22.06	3.49	76.99	19.78
04:40:41	22.1	4.07	89.95	19.78
04:40:42	22.15	3.12	69.11	19.78
04:40:43	22.06	2.61	57.58	15.83
04:40:44	22.01	4.07	89.58	15.83
04:40:45	22.1	3.12	68.95	15.83
04:40:46	22.01	3.85	84.74	19.78
04:40:47	22.01	4.07	89.58	19.78
04:40:48	22.01	3.49	76.81	19.78
04:40:49	22.01	3.71	81.66	15.83
04:40:50	22.06	5.03	110.96	15.83

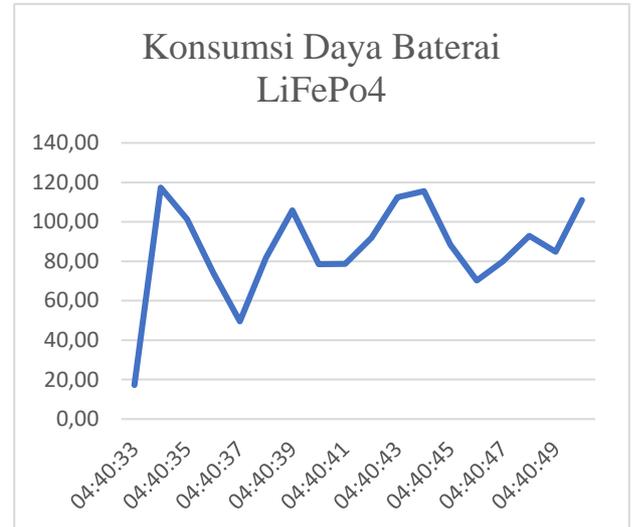
3.4. Konsumsi Daya Baterai Li-Ion 18650



Gambar 7. Konsumsi Daya Baterai Li-Ion

Dari data yang didapat pada gambar, besar daya yang dikonsumsi cenderung berada pada 60-90 W dengan rata-rata 69.22 W. Konsumsi daya terbesar adalah 108.8 W dan terendah 26.24 W. Total konsumsi daya menggunakan baterai Li-Ion pada pengujian 100m adalah 1246.01 W.

3.5. Konsumsi Daya Baterai LiFePo4 32700



Gambar 7. Konsumsi Daya Baterai LiFePo4

Dari data yang didapat pada gambar, besar daya yang dikonsumsi cenderung berada pada 80-100 W dengan rata-rata 86.17 W. Konsumsi daya terbesar adalah 117.36 W dan terendah 17.24 W. Total konsumsi daya menggunakan baterai LiFePo4 pada pengujian 100m adalah 1551.14 W.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengolahan data dari penelitian perbandingan konsumsi daya pada jarak 100m dari kedua baterai, Total konsumsi daya baterai LiFePo4 dengan rata-rata lebih besar 305,13 W dari Li-Ion. Dengan rata-rata konsumsi daya 86.17 W untuk LiFePo4 dan 69.22 W untuk Li Ion. Dari Analisis grafik hasil pengujian juga dapat diperhatikan baterai LiFePo4 memiliki konsumsi daya yang lebih stabil dibandingkan Li-Ion yang lebih banyak terjadi lonjakan.

Sehingga Dapat disimpulkan sesuai hasil pengujian bahwa baterai Li Ion memiliki keunggulan pada masa pakai baterai yang lebih lama dikarenakan konsumsi daya lebih sedikit. Sementara Baterai LiFePo4 memiliki keunggulan pada daya yang dihasilkan lebih tinggi sehingga performa kendaraan juga lebih optimal, serta kestabilan Arus dan tegangan lebih baik yang mengakibatkan konsumsi daya juga menjadi lebih stabil.

Hasil pembacaan sensor kecepatan LM 393 kurang akurat, oleh karena itu disarankan untuk diganti dengan sensor yang lebih baik, tujuannya agar hasil pembacaan yang didapatkan lebih maksimal dan akurat, perbaikan serta penyempurnaan koding alat monitoring agar alat monitoring bisa lebih stabil, pengukuran bisa akurat, dan lebih mudah digunakan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Lab Tenaga Surya Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang atas fasilitas dan dukungannya.

Daftar Pustaka

- [1] Alfian, M., & Nurhadi. (2022). *Konsumsi Daya Baterai Electric Scooter Berbasis Solar Cell*. Malang: Soliditas.
- [2] Asuncion, R. B., & Galita, W. M. (2015). Development of an Electric Tri-Wheel Scooter. *Open Access Library Journal*, 1-2.
- [3] Asrori, A., Rohman, F., Faizal, E., & Karis, M. (2020). THE DESIGN AND PERFORMANCE INVESTIGATION OF SOLAR E-BIKE USING FLEXIBLE SOLAR PANEL BY DIFFERENT BATTERY CHARGING CONTROLLER. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)*, 14431–14442.
- [4] Masud, M. H., Akhter, M. S., Islam, S., Parvej, A. M., & Mahmud, S. (2017). Design, Construction and Performance Study of a Solar Assisted Tri-cycle. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering*, 234.
- [5] Muchlis, A., & Yamin, M. (2021). Optimize Thermal Management And Experiment Of Lifepo4 Battery Pack For Hybrid Electrical Vehicle. *International Journal of Science, Technology & Management*, 1922-1933.
- [6] Niroshana S.M., I., & Sirisukprasert, S. (2017). An Adaptive Pulse Charging Algorithm for Lithium Batteries. *International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)*, 218-221.
- [7] Sun, J., Yang, P., Lu, R., Wei, G., & Zhu, C. (2014). LiFePO₄ Optimal Operation Temperature Range Analysis for EV/HEV. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 476-485.
- [8] Syarifuddin, M. F., & Andriawan, A. H. (n.d.). ANALISA BATERAI LITHIUM-ION DAN LITHIUM IRON PHOSPHATE DI SEPEDA MOTOR LISTRIK. 1-6.



Alvatoni Achmad Yusuf mahasiswa semester 8 program studi D4 Teknik Otomotif Elektronik jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Malang pada tahun 2023.