

ANALISIS FAKTOR PEMBEBANAN TERHADAP EFISIENSI DAN TERMAL PADA BATERAI LITHIUM ION 60 VOLT/ 23 Ah SEPEDA MOTOR LISTRIK YANG DIRANCANG BANGUN DENGAN DAYA 3000 WATT

Arif Devi Dwipayana¹, Riz Rifai Oktavianus Sasue², Ni Luh Darmayanti³

^{1,2}Teknologi Otomotif, Politeknik Transportasi Darat Bali Jalan Cempaka Putih Desa Samsam
Kec. Kerambitan Kabupaten Tabanan 82161

³Manajemen Logistik, Politeknik Transportasi Darat Bali Jalan Cempaka Putih Desa Samsam
Kec. Kerambitan Kabupaten Tabanan 82161

e-mail: *arif.devi@poltradabali.ac.id

Abstrak

Dalam beberapa tahun terakhir, dorongan untuk menuju ke penggunaan kendaraan listrik telah meningkatkan laju pengembangan kendaraan listrik secara signifikan di semua aspek, dan sistem penyimpanan energi menjadi fokus dalam hal pengembangan. Perkembangan kendaraan listrik terkait langsung dengan perkembangan baterai. Terdapat 2 jenis baterai yakni baterai jenis primer dan baterai jenis sekunder. Baterai jenis primer diantaranya lithium metal alkaline dan baterai jenis sekunder diantaranya baterai lead-acid (LAB), baterai lithium-ion (LIBs), dan baterai nickel metal hydride (NiMH). Baterai lithium-ion (Li-ion) memiliki keunggulan sehingga banyak digunakan dalam industri otomotif karena kepadatan energi dan dayanya yang tinggi, tingkat pengosongan yang rendah dan siklus hidup baterai yang cukup panjang. Sepeda motor listrik yang dirancang bangun dalam penelitian ini menggunakan baterai lithium-ion dengan tipe 60 Volt 23 Ah dengan motor listrik daya 3000 watt. Tujuan dari penelitian adalah menganalisis pengaruh pembebanan sepeda motor listrik terhadap efisiensi baterai dan menganalisis pengaruh pembebanan sepeda motor listrik terhadap termal baterai. Teknik analisa data berupa pengujian secara eksperimental selanjutnya melakukan metode analisis deskriptif, hasil penelitian menunjukkan dari 4 kali pengujian didapatkan konsumsi arus listrik terbesar sebesar 44,7 ampere pada pembebanan seberat 180 kg, dari 4 (empat) kali pengujian didapatkan nilai temperature termal tertinggi pada baterai sebesar 32,8 0C pada pembebanan seberat 180 kg.

Kata kunci faktor pembebanan, efisiensi, termal, baterai lithium ion 60 Volt / 20 A/h

Abstract

In recent years, the push towards the use of electric vehicles has significantly increased the pace of development of electric vehicles in all aspects, and energy storage systems have become the focus in terms of development. The development of electric vehicles is directly related to the development of batteries. There are 2 types of batteries namely primary type batteries and secondary type batteries. Primary types of batteries include lithium metal alkaline and secondary types of batteries include lead-acid batteries (LAB), lithium-ion batteries (LIBs), and nickel metal hydride (NiMH) batteries. Lithium-ion (Li-ion) batteries have the advantage of being widely used in the automotive industry because of their high energy and power density, low discharge rate and long battery life cycle. The electric motorbike designed in this study uses a 60 Volt 23 Ah lithium-ion battery with a 3000-watt electric motor. The aim of this research is to analyze the effect of electric motorcycle loading on battery efficiency and to analyze the effect of electric motorcycle loading on battery thermal. Data analysis technique in the form of experimental testing then carried out descriptive analysis method, the results showed that from 4 (four) times the test obtained the largest electric current consumption of 44.7 amperes at a

loading weighing 180 kg, from 4 times the test obtained the thermal temperature value the highest on the battery is 32.80C at a load of 180 kg.

Keywords *load factor, efficiency, thermal, lithium-ion battery 60 Volt / 20 A/h*

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, dorongan untuk menuju ke penggunaan kendaraan listrik telah meningkatkan laju pengembangan kendaraan listrik secara signifikan di semua aspek, dan sistem penyimpanan energi menjadi fokus dalam hal pengembangan. Perkembangan kendaraan listrik terkait langsung dengan perkembangan baterai. Terdapat 2 (dua) jenis baterai yakni baterai jenis primer dan baterai jenis sekunder. Baterai jenis primer diantaranya lithium metal alkaline dan baterai jenis sekunder diantaranya baterai lead-acid (LAB), baterai lithium-ion (LIBs), dan baterai nickel metal hydride (NiMH) (A.G Olabi et.al. 2022; Y.Zhao et.el. 2021). Baterai lithium-ion (Li-ion) memiliki keunggulan sehingga banyak digunakan dalam industry otomotif karena kepadatan energi dan dayanya yang tinggi, tingkat pengosongan yang rendah dan siklus hidup baterai yang cukup panjang (Omar et.al. 2014; Sefidan AM et.al. 2017; Saw LH et.al 2018).

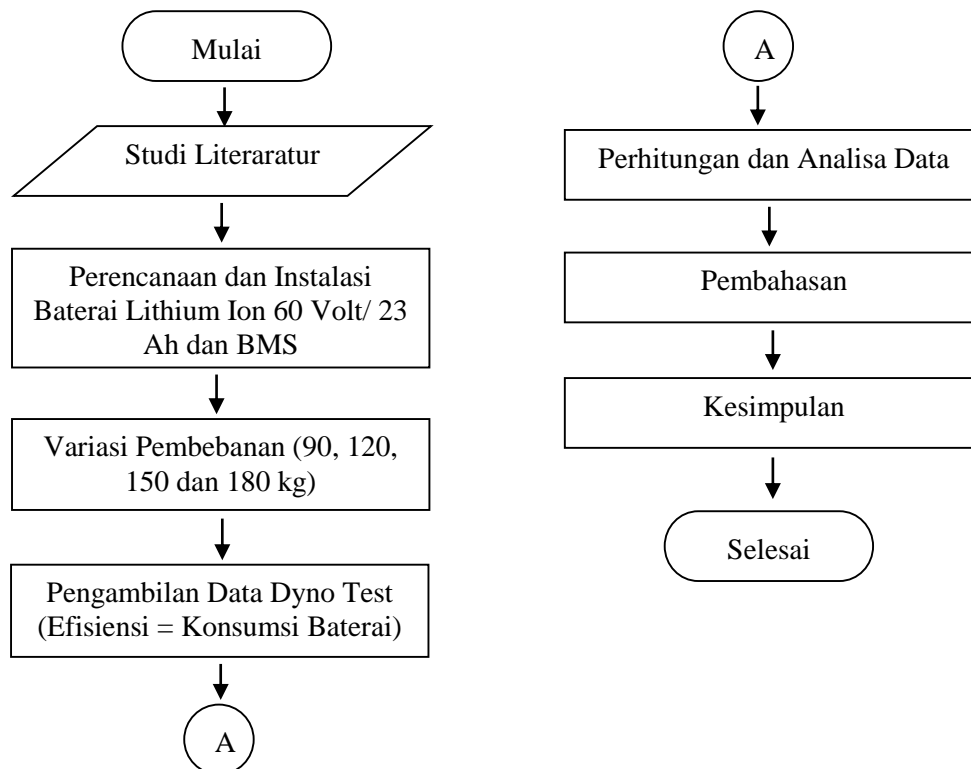
Material pada baterai dengan densitas energi yang lebih tinggi memiliki stabilitas thermal yang rendah (Noh HJ et.al 2013), yang dapat menyebabkan masalah keamanan seperti terjadinya pelarian thermal (thermal runaway). Pelarian termal baterai lithium-ion adalah fenomena reaksi berantai eksotermik di dalam baterai. Reaksi-reaksi ini biasanya menyebabkan peningkatan tajam pada suhu

baterai internal yang menyebabkan struktur bagian dalam baterai menjadi tidak stabil dan menurun, yang dapat menyebabkan kegagalan total pada baterai. Pelarian termal dapat terjadi dari berbagai bentuk penyalahgunaan mekanis, listrik, dan termal. Semua ini menyebabkan hubungan pendek internal baterai karena pemisah antara anoda dan katoda runtuh, robek, atau tertusuk. Berbagai keunggulan baterai lithium-ion telah menyebabkan penelitian baterai jenis tersebut sebelumnya berfokus pada pengembangan bahan baterai untuk meningkatkan energi spesifik, efisiensi, dan masa pakai, daripada pada masalah yang berkaitan dengan efisiensi dan suhu. Salah satu masalah terkait panas dengan baterai lithium-ion adalah sensitivitas suhunya yang tinggi (Greco et.al. 2014). Sensitivitas terkait dengan suhu menjadi hal yang penting karena suhu pengoperasian baterai lithium-ion berkaitan erat dengan performa baterai, masa pakai, dan keamanan baterai. Selama proses pengisian dan pengosongan, suhu baterai meningkat akibat energi panas yang dihasilkan selama reaksi elektrokimia (Qian, 2016). Secara umum, suhu operasi baterai lithium-ion bervariasi antara 2500 C dan 4000 C, namun jika suhu naik terlalu tinggi, dapat memanaskan baterai dan menyebabkannya meledak. Maka dari itu, sistem manajemen termal sangat dibutuhkan untuk mengatasi permasalahan baterai Li-ion ini. Zhao (2015) menemukan bahwa thermal management system baterai secara umum terbagi menjadi dua bagian, yaitu internal dan eksternal. Sistem manajemen termal internal biasanya mengubah struktur elektroda untuk meminimalkan panas yang dihasilkan selama reaksi elektrokimia. Sistem manajemen termal diterapkan secara eksternal dengan menambahkan material atau semacam sistem pendingin tanpa mengubah komponen baterai. Sistem manajemen termal eksternal lebih mudah diterapkan, karena tidak mudah untuk memodifikasi komponen baterai lithium-ion, dan terkadang baterai lithium-ion yang diproduksi masih memiliki cacat produksi, membuat kemungkinan panas berlebih semakin besar. Pertimbangan ini telah meningkatkan penggunaan sistem manajemen termal eksternal. Faktor pembebanan dalam menggunakan kendaraan listrik merupakan salah satu dampak yang bisa ditimbulkan terkait dengan efisiensi dan thermal baterai. Malik Ibrahim (2021) melakukan penelitian tentang Analisis Kinerja Baterai Litium-Ion Pack Pada Mobil Listrik Universitas Jember Dengan Pembebanan Bervariasi, Hasil pengujian performa baterai dengan tiga varian stop and go,

continuous and dynamic start dan simulasi MATLAB, pada varian stop and go 4 (empat) putaran didapatkan suhu akhir 29,45°C dan konsumsi energi 80,43 km/kwh. Dengan variasi kontinyu sebanyak 4 (empat) lap, suhu akhir 29,29°C dan konsumsi energi 83,65 km/kWh. Pengukuran selama 23 detik menghasilkan penurunan tegangan 0,26 V, arus 7,76 A, daya rata-rata 237,37 watt, dan perbedaan suhu 0,09 °C. Rizky (2018) melakukan penelitian tentang Uji Karakteristik Baterai Lithium-Ion Terhadap Variasi Pembebanan, Dari hasil pengujian load cycle didapatkan bahwa semakin tinggi beban yang ditentukan maka kapasitas baterai yang digunakan semakin kecil, kapasitas baterai 3Ah semakin kecil, kapasitas yang digunakan pada beban 10% adalah 1,419 Ah, dan kapasitas yang digunakan pada beban 50% adalah 0,778Ah. Dengan kapasitas beban 6 Ah, kapasitas terpakai 30% adalah 1.965 Ah dan kapasitas terpakai 40% adalah 1.503 Ah. Sepeda motor listrik yang dirancang bangun dalam penelitian ini menggunakan baterai lithium-ion dengan tipe 60 Volt 23 Ah dengan motor listrik daya 3000 watt. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh pembebanan sepeda motor listrik terhadap efisiensi baterai dan thermal baterai.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen. Menurut Sugiyono (2009), penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai suatu metode penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan tertentu dalam kondisi yang terkendali. Penelitian eksperimen, menggunakan eksperimen yang dirancang khusus untuk menghasilkan data yang diperlukan untuk menjawab rumusan masalah dalam penelitian (Margono, 2005). Pada penelitian ini diperlukan analisa manajemen termal dan perhitungan efisiensi baterai lithium ion 60-volt/20Ah, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah baterai lithium ion 60 volt/ 23 Ah dengan dibantu dengan peraga seperti motor listrik 3000-Watt dengan merk QS dan komponen chassis. Efisiensi dan termal pada baterai tersebut akan diamati berdasarkan faktor pembebanan. Untuk mempermudah pembacaan maka hasil pengujian akan ditampilkan pada tabel dan grafik. Berikut disampaikan skema penelitian:







Gambar 1. Skema Penelitian

Pada saat pengujian perlu dilakukan pengukuran secara realtime untuk mendapatkan hasil penelitian yang optimal. Sehingga data sampel tersebut dapat diolah dengan sebagaimana mestinya. Variabel bebas pada penelitian ini adalah pembebanan (90, 120, 150 dan 180 kg), variabel terikat dalam penelitian ini adalah baterai lithium ion 60 volt/ 23 Ah dan variabel kontrol pada penelitian ini adalah pembebanan. Setelah melakukan pengujian manajemen termal dan efisiensi baterai lithium ion 60 volt/ 23 Ah kemudian ada analisis perhitungan, hasil pengujian dan penyusunan laporan data pengujian yang perlu diperhatikan. Teknik pengumpulan data penelitian ini terdiri dari pengukuran keefektifan objek penelitian dan pencatatan informasi yang diperlukan. Data yang dibutuhkan adalah nilai muatan, nilai kalor dan efisiensi. Setelah dilakukan pengujian, digunakan metode analisis deskriptif sebagai teknik analisis data. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang fenomena yang terjadi nantinya terkait dengan pengujian termal dan efisiensi pada baterai lithium ion 60 Volt / 23 A/h.

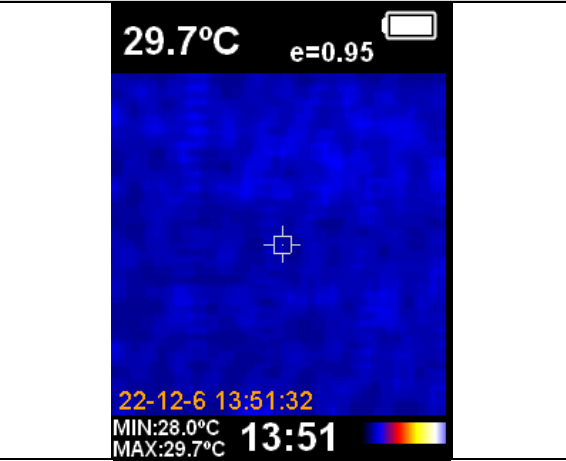
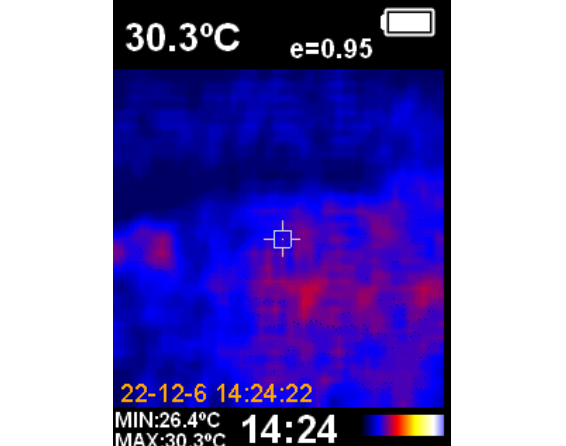
HASIL DAN PEMBAHASAN

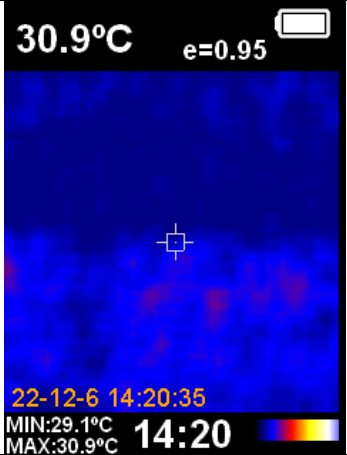
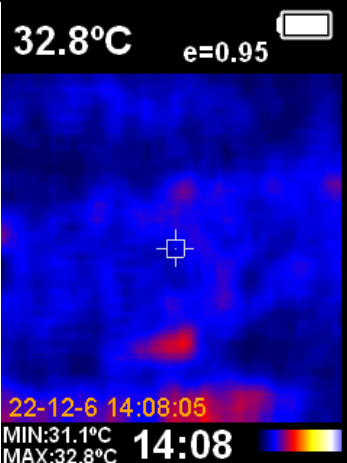
A. Pengambilan Data Variasi Pembebanan

Hasil	Keterangan
	<p>Arus yang dibutuhkan dengan beban 90 kg</p>
	<p>Arus yang dibutuhkan dengan beban 120 kg</p>
	<p>Arus yang dibutuhkan dengan beban 150 kg</p>

Hasil	Keterangan
	<p>Arus yang dibutuhkan dengan beban 180 kg</p>

B. Pengambilan Data Termal Baterai

Hasil	Keterangan
	<p>Termal baterai dengan beban 90 kg</p>
	<p>Termal baterai dengan beban 120 kg</p>

Hasil	Keterangan
	Termal baterai dengan beban 150 kg
	Termal baterai dengan beban 180 kg

- A. Pengaruh Pembebanan Sepeda Motor Listrik Terhadap Efisiensi Baterai (pembebanan 90, 120, 150 dan 180 kg).
 Dari hasil penelitian didapatkan semakin berat pembebanan akan mempengaruhi arus yang dibutuhkan pada sepeda motor listrik, dengan rincian data sebagai berikut:
1. Dengan pembebanan 90 kg dibutuhkan arus listrik sebesar 14,3 Ampere;
 2. Dengan pembebanan 120 kg dibutuhkan arus listrik sebesar 21,4 Ampere;
 3. Dengan pembebanan 150 kg dibutuhkan arus listrik sebesar 37,1 Ampere;
 - Dengan pembebanan 180 kg dibutuhkan arus listrik sebesar 44,7 Ampere.
- B. Pengaruh Pembebanan Sepeda Motor Listrik Terhadap Termal Baterai (pembebanan 90, 120, 150 dan 180 kg).
 Dari hasil penelitian didapatkan semakin berat pembebanan akan mempengaruhi nilai temperatur termal baterai pada sepeda motor listrik, dengan rincian data sebagai berikut:
1. Dengan pembebanan 90 kg nilai temperature termal baterai sebesar 29,7 °C;
 2. Dengan pembebanan 120 kg nilai temperature termal baterai sebesar 30,3°C;
 3. Dengan pembebanan 150 kg nilai temperature termal baterai sebesar 30,9°C;
 4. Dengan pembebanan 180 kg nilai temperature termal baterai sebesar 32,8°C.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sampai dengan laporan ini disusun, tim peneliti dapat mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari 4 (empat) kali pengujian didapatkan konsumsi arus listrik terbesar sebesar 44,7 ampere pada pembebanan seberat 180 kg;
2. Dari 4 (empat) kali pengujian didapatkan nilai temperature termal tertinggi pada baterai sebesar 32,8 0C pada pembebanan seberat 180 kg.

SARAN

Adapun saran terkait dengan penelitian di atas adalah:

1. Untuk pengujian temperature termal baterai yang lebih akurat sebaiknya pengujian termal baterai tanpa menggunakan cover baterai (wajib menggunakan APD);
2. Untuk memperkuat justifikasi hasil pengujian dapat dilakukan penambahan variabel berupa jarak tempuh untuk menentukan ketahanan baterai dan termal baterai;
3. Hasil pengujian dapat dilakukan di kondisi riil yakni di jalan raya dengan kondisi lalu lintas yang nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- A.G. Olabi, T. Wilberforce, E.T. Sayed, A.G. Abo-Khalil, H.M. Maghrabie, K. Elsaid, M.A. Abdelkareem, Battery energy storage systems and SWOT (strengths, weakness, opportunities, and threats) analysis of batteries in power transmission, *Energy* 254 (2022), 123987.
- Gabriele Pozzatoa, Anirudh Allama, Simona Onori, (2022). Lithium-ion battery aging dataset based on electric vehicle real-driving profiles. *Energy Resources Engineering*, Stanford University, Stanford, CA 94305, USA
- H. Rezk, E.T. Sayed, H.M. Maghrabie, M.A. Abdelkareem, R.M. Ghoniem, A. G. Olabi, Fuzzy modelling and metaheuristic to minimize the temperature of lithium-ion battery for the application in electric vehicles, *J. Energy Storage* 50 (2022), 104552.
- Ibrahim, Malik. 2021. Analisis Kinerja Baterai Litium-Ion Pack Pada Mobil Listrik Universitas Jember Dengan Pembebanan Bervariasi. <http://repository.unej.ac.id/xmlui/handle/123456789/107882>
- Kurzweil, P. (1960). *Secondary Batteries – Lithium*. Linden, D., & Reddy, T. B. (2002). *Handbook Of Batteries*. Warner, J. (2015). *Battery Pack Design*.
- Omar N, Monem MA, Firouz Y, Salminen J, Smekens J, Hegazy O, et al. Lithium iron phosphate based battery - Assessment of the aging parameters and development of cycle life model. *Appl Energy* 2014;113:1575–85. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.09.003>.
- Rizky Dwi Prawira. 2018. Uji Karakteristik Baterai Lithium-Ion Terhadap Variasi Pembebanan. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/87839>

Sefidan AM, Sojoudi A, Saha SC. Nanofluid-based cooling of cylindrical lithium-ion battery packs employing forced air flow. *Int J Therm Sci* 2017;117:44–58. <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2017.03.006>.

Saw LH, Poon HM, Thiam HS, Cai Z, Chong WT, Pambudi NA, et al. Novel thermal management system using mist cooling for lithium-ion battery packs. *Appl Energy* 2018;223:146–58. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.04.042>.

Zhao, J., Rao, Z., Huo, Y., Liu, X., & Li, Y. (2015). Thermal management of cylindrical power battery module for extending the life of new energy electric vehicles. *Applied Thermal Engineering*, 85, 33–43.

Zhao, R., Zhang, S., Liu, J., & Gu, J. (2015). Review article A review of thermal performance improving methods of lithium-ion battery: Electrode modification and thermal management system. *Journal of Power Sources*, 299,557–577