

Desain dan Simulasi *Switching System Dual Platform* Baterai Hibrida Lead Acid dan Lithium Untuk Meningkatkan Performa Kendaraan Listrik Menggunakan *software* Proteus ISIS 7.9

Fuad Nur Kuncoro¹, Krisna Hakim¹, Muhammad Al Hamid¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Corresponding author: fuadnurkuncoro@student.uns.ac.id

Abstrak. Penggunaan *Hybrid Energy Storage System* pada kendaraan listrik ringan dengan konfigurasi baterai *Valve Regulated Lead Acid* (VRLA) diaplikasikan untuk suplai daya utama dalam mengatasi beban rendah dan handal dalam perubahan variasi beban, sedangkan untuk baterai *Lithium* memiliki karakteristik kepadatan energi tinggi, *internal resistance* kecil, efisiensi tinggi sehingga sesuai untuk mengatasi beban tinggi. Pada penelitian ini dilakukan uji simulasi rangkaian kontrol *dual platform* baterai dengan kombinasi baterai VRLA dan *Lithium* menggunakan metode *switching* pada *software* Proteus ISIS 7.9 Professional serta desain konversi sepeda gunung federal menjadi sepeda listrik menggunakan *software* Blender. Hasil simulasi Proteus didapatkan bahwa ketika bukaan *throttle handle gas* > 50% (beban tinggi) baterai LFP akan terhubung ke beban motor, sedangkan ketika bukaan *throttle handle gas* < 50% (beban rendah) baterai VRLA akan terhubung ke beban motor. Dari *switching* baterai yang terhubung beban dapat disimpulkan dengan penggunaan dual baterai dapat mengurangi beban penuh pada baterai tunggal dan dapat mensinergikan keunggulan baterai lainnya serta menutupi kelemahan masing-masing baterai.

1. Pendahuluan

Pada perkembangan dunia teknologi saat ini, khususnya otomotif kendaraan ringan memerlukan suatu penyimpanan energi sebagai catu daya pengganti bahan bakar. Energi listrik yang tersimpan pada perangkat penyimpanan energi dikenal sebagai baterai. Sepeda listrik menggunakan penggerak motor listrik sebagai pengganti motor bakar dan baterai sebagai sumber utama pengganti bahan bakar [1]. Baterai *Lead Acid* merupakan jenis baterai yang banyak digunakan oleh masyarakat selain baterai *Lithium ion*. Baterai *Lead Acid* mampu menghadapi kondisi arus *starting* dan tahan terhadap pengisian daya berlebih. Adapun kekurangan dari baterai *Lead Acid* yaitu penggunaan yang begitu besar pada kendaraan listrik dapat mempengaruhi berat sepeda listrik tersebut. Pada kebutuhan daya sepeda listrik, sepeda ini menggunakan motor listrik DC 36 V/180 watt, dimana diperlukan baterai *Lead Acid* berjumlah 3 unit yang dihubungkan seri masing-masing 12 V/7.5 Ah [2]. Baterai *Lithium* merupakan jenis baterai isi ulang (*reusable*) yang paling populer karena memiliki kepadatan energi (*specific energy*) yang sangat baik, tanpa efek memori, *self discharge* yang lambat saat tidak digunakan [3]. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk menutupi kekurangan masing-masing baterai yaitu penggunaan *Dual Battery System* [4]. Dikembangkannya sistem hibrida baterai dalam pemanfaatan dan penggunaan dua atau lebih perangkat penyimpanan yang berbeda. Tujuan dari hibridisasi baterai adalah mensinergikan keunggulan individu baterai, menutupi kelemahan baterai lainnya, memaksimalkan manfaat setiap baterai dan mengurangi biaya perawatan [5].



2. Metode Penelitian

2.1. Materi

Pada penelitian yang dilakukan oleh Chung [6] dengan judul *Hybrid Energy Storage System with Active Mix Control in a Dual-Chemistry Battery for Light Electric Vehicles* melakukan desain sistem kontrol dual baterai dengan kombinasi baterai *lead acid* dan *lithium ion*. Pada penerapannya, baterai bekerja secara hibrida atau *mix* dimana perlu ditambahkan *boost buck converter* dalam *balancing* kapasitas tegangan pada dual baterai dan sebagai penyetabil daya aktif yang diperlukan ketika beban berubah. Sedangkan pada penelitian penulis dilakukan simulasi dual baterai menggunakan *gate driver* sebagai kontrol *switching* ketika variasi beban yaitu pemilihan salah satu baterai dalam menyuplai kebutuhan beban.

2.2. Metode

Berikut ini referensi *switching* dari sistem *switching* dual baterai hibrida yaitu bukaan *throttle handle* gas, tegangan baterai dan suhu baterai. Referensi ini digunakan sebagai pemilihan salah satu baterai ke beban.

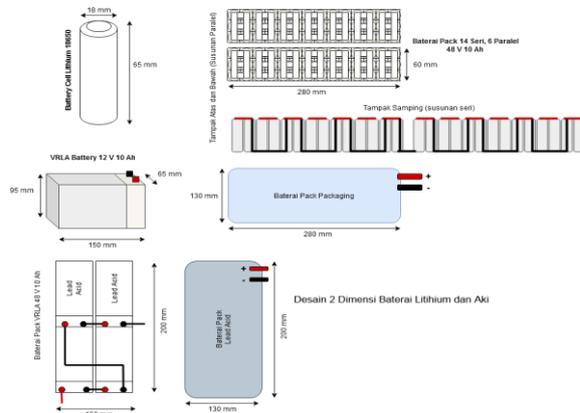
Tabel 2. Referensi Batas Kritis Dual Baterai pada Simulasi Proteus ISIS

| Parameter | Primary battery (VRLA) | Secondary battery (LFP) |
|------------|------------------------|-------------------------|
| POT reff | < 50 % | > 50 % |
| V Bat reff | >6 V | >9.9 V |

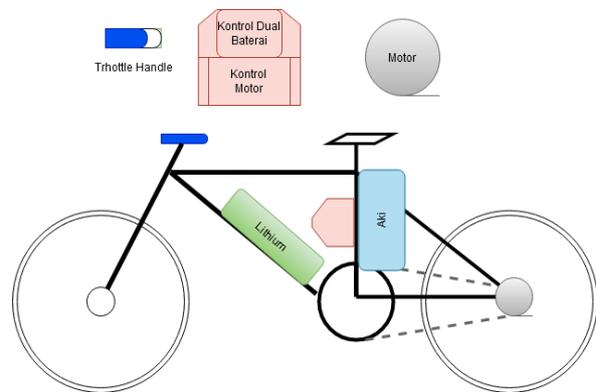
| | | |
|--------|---------|---------|
| T reff | <50 ° C | <40 ° C |
|--------|---------|---------|

Gambar 1. Rangkaian Simulasi Secara Keseluruhan pada Proteus ISIS 7.9

Terlihat pada Gambar 2.1 diatas, rangkaian simulasi memiliki lima blok utama yaitu blok sensor tegangan dan arus baterai, blok kontrol *switching* mosfet, blok sensor tegangan dan arus konsumsi beban, blok sensor suhu dan blok driver motor 12 V.



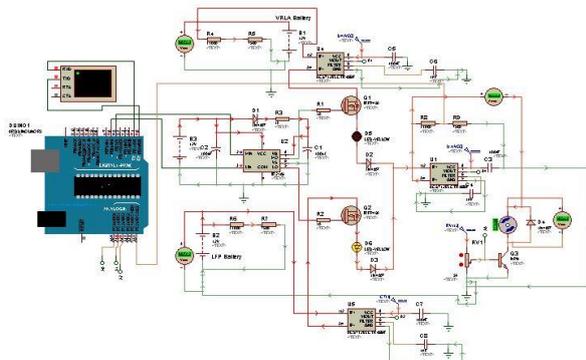
Gambar 2. Desain 2 Dimensi Baterai Pack *Lithium* dan *Lead Acid*



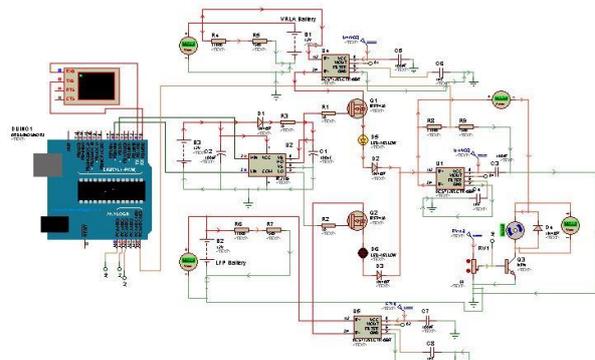
Gambar 3. Desain 2 Dimensi Konversi Sepeda Federal Listrik

Terlihat dari Gambar 2.2 diatas susunan dari baterai pack *lithium* memiliki konfigurasi seri 14 dan 6 paralel serta baterai pack *lead acid* dengan konfigurasi 4 seri. Masing-masing baterai pack memiliki tegangan nominal 48 V dengan kapasitas arus 8-10 Ah. Terlihat pada Gambar 2.3 merupakan desain 2 dimensi dari konversi sepeda federal listrik. Pemilihan sepeda federal/ sepeda gunung dalam desain sepeda listrik karena sepeda federal memiliki konstruksi yang kuat serta keandalan yang baik dalam penggunaan jarak jauh. Sehingga tujuan dari konversi ke sepeda listrik diharapkan dapat memberikan keandalan yang lebih baik dari segi konstruksi dan kenyamanan. Penempatan baterai pada titik berat sepeda bertujuan memberikan keseimbangan dan kekokohan sepeda listrik.

3. Hasil dan Diskusi



Gambar 4. Simulasi Rangkaian *Switching* Dual Baterai dengan Buka-an Throttle Handle Gas 60%



Gambar 5. Simulasi Rangkaian *Switching* Dual Baterai dengan Buka-an Throttle Handle Gas 40%

Terlihat pada hasil simulasi diatas bahwa ketika bukaan *throttle handle gas* 60% baterai yang akan terhubung dengan beban yaitu baterai LFP. Hal ini dipengaruhi oleh program dan skenario *switching* yang telah dibuat dalam mengatur pemilihan baterai. Didapatkan nilai konsumsi arus beban sebesar 0.06A, nilai konsumsi tegangan beban sebesar 4,89 V, nilai daya beban sebesar 0,28 Watt, dan nilai konsumsi baterai LFP 0,06A dan konsumsi arus baterai VRLA 0 A karena tidak terhubung dengan beban. Berikut ini hasil simulasi ketika bukaan potensiometer 40%. Terlihat pada hasil simulasi diatas bahwa ketika bukaan *throttle handle gas* 40% baterai yang akan terhubung dengan beban yaitu baterai VRLA. Hal ini dipengaruhi oleh program dan skenario *switching* yang



- [3] Afif, Muhammad., Pratiwi. 2015. *Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid dan Nickel Metal Hydride pada Penggunaan Mobil Listrik–Review*. Jurnal Rekayasa Mesin. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
- [4] Renner, D, Dkk. 2016. *Optimization of a 12 V dual-Battery System for Micro Hybrid Vehicles*. AUDI AG, SIL GmbH, TU Dortmund University, Germany.
- [5] Jamahori, H, F. 2017. *Hybrid Energy Storage System for Life Cycle Improvement*. Centre of Electrical Energy System, Institute of Future Energy, Universiti Teknologi Malaysia, UTM Johor, Johor Bahru, Malaysia.
- [6] Chung, S., Trescases, O. 2017. *Hybrid Energy Storage System with Active-Mix Control in a Dual-Chemistry Battery Pack for Light Electric Vehicles*. Senior Member IEEE, Department of Electrical and Computer Engineering, Univeristy of Toronto 10 King’s College Road, Toronto, Canada.