

Smart Lithium-Ion Battery Pack untuk Solar Home System dan PJU Solar Cell

Andreas Wegiq Adia Hendix¹, Attar Al Mufashal Rasyid¹, Sony Adyatama¹, Salman Al Farisi¹
¹Universitas Sebelas Maret

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

Abstrak. Berkembangnya kebutuhan akan penyimpanan energi menyebabkan kebutuhan baterai semakin meningkat khususnya pada penggunaan baterai lithium. hal tersebut dikarenakan baterai lithium memiliki banyak kelebihan mulai dari kerapatan energi yang tinggi hingga perawatannya yang mudah. Sehingga aplikasi penggunaan baterai lithium semakin bervariasi, misalnya untuk kendaraan listrik dan penyimpanan energi terbarukan. Contoh implementasi alat ini yaitu pada sistem sel surya rumah tangga dan penerangan jalan umum (PJU) dengan sel surya. Sistem dengan array baterai (baterai pack) ini memiliki kelemahan utama yaitu ketidak-seimbangan tegangan pada setiap sel baterainya terutama ketika proses charging dan discharging. Kelemahan ini menyebabkan penggunaan daya tidak maksimal dan dapat merusak cell. Oleh karena itu diusulkan rancang bangun sistem proteksi cell baterai dengan aktif bypass, yang bertujuan untuk mengatasi ketidakseimbangan cell. Hasil dari perancangan alat menunjukkan sistem aktif bypass dapat menghentikan laju kenaikan atau penurunan tegangan pada cell yang sudah berada pada batas maksimal atau minimal tegangan baterai dan sistem ini memiliki tingkat presisi dan akurasi sensor yaitu 89% dan 95,47%.

1. Pendahuluan

Sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk, Kebutuhan energi listrik di Indonesia meningkat dengan pesat. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) baru saja mengeluarkan keputusan tentang Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2019-2028. Indonesia menargetkan penggunaan energi baru dan terbarukan sebesar 23 persen pada tahun 2025. Namun sampai tahun 2019, penggunaan energi terbarukan di Indonesia masih sekitar 6,4 . Sedangkan Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi yang besar untuk mengembangkan energi dengan potensi energi cahaya matahari mencapai 4kWh/m². Akan tetapi pemanfaatannya di Indonesia baru mencapai 63MWp pada tahun 2019 [1]. Sedangkan PLTS memiliki banyak fungsi diantaranya sebagai sumber energi listrik rumah dan untuk penerangan jalan akan tetapi pada aplikasinya sistem ini masih banyak kendala diantaranya pada baterai karena tidak memiliki proteksi dan tidak termonitoring dengan baik [2].

Baterai lithium-ion (Li-ion) merupakan baterai dengan tingkat self-discharge yang rendah, tegangan operasi yang tinggi, kepadatan energi yang tinggi, umur yang lebih lama dibandingkan dengan baterai Lead-Acid dan baterai berbasis nickel. Selain itu, baterai lithium mendukung pengisian cepat sedangkan Lead-Acid tidak serta daya yang diberikan oleh baterai lithium lebih besar dari aki untuk beban yang sama [3]. Namun penggunaan Litium-ion untuk PLTS di Indonesia masih sedikit karena rentan terhadap gangguan sehingga perlu sistem proteksi dan sistem manajemen baterai.

Proteksi untuk menjaga tiap cell baterai litium sudah banyak dikembangkan diantaranya yaitu menggunakan teknik pasif balancing akan tetapi sistem ini memiliki arus balancing yang rendah sehingga tidak cocok untuk baterai kapasitas besar dan memiliki efisiensi rendah. Pada teknik active balancing memiliki efisiensi yang baik dan arus balancing yang tinggi tetapi pada teknik ini memiliki kelemahan pada kompleksitas yang tinggi [4].

Melihat dari permasalahan diatas dibutuhkan baterai cerdas yang memiliki sistem daya tahan tinggi dengan proteksi dan manajemen baterai untuk menjaga kualitas baterai dengan efisiensi yang baik, dan dapat dimonitoring sehingga dapat terawat dengan baik.

2. Metode Penelitian

2.1. Materi

2.1.1. Baterai Lithium-ion

Baterai lithium-ion merupakan salah satu jenis baterai yang sekarang banyak digunakan karena Baterai lithium-ion bila dibandingkan dengan baterai lain seperti Lead-Acid, NiCd dan Ni-MH, baterai lithium-ion memiliki fitur energi dan kerapatan daya yang tinggi, durasi hidup yang tahan lama dan ramah lingkungan, dan juga sudah banyak diaplikasikan pada peralatan elektronika yang beredar di pasaran.

Baterai lithium-ion harus dioperasikan pada area aman dan handal, yang dimana akan berefek pada charge rate, suhu, dan rentang tegangan. Jika melebihi dari rentang tersebut akan mengarah pada melemahnya kinerja baterai dan akan menghasilkan masalah pada keamanan seperti terjadi ledakan pada baterai. Untuk memastikan operasi yang handal dari baterai lithium, sangat penting untuk mengevaluasi kapasitas baterai lithium ion dan memprediksi usia baterai yang tersisa selama masa pemakaian [5]. Sehingga pada jenis baterai Lithium-ion membutuhkan sistem tambahan untuk menjaga charge rate, suhu, dan rentang tegangan agar baterai dapat bekerja dengan maksimal.

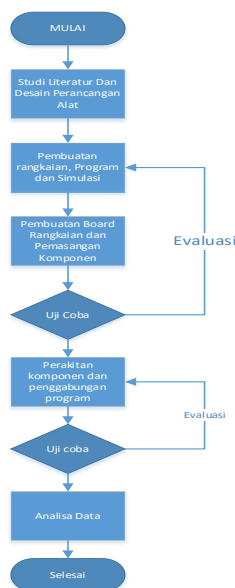
2.1.2. Solar Home System dan PJU Solar Cell

Solar Home System (SHS) merupakan sistem fotovoltaik yang berdiri sendiri (off-grid) sebagai memasok daya untuk penerangan dan peralatan rumah tangga. SHS biasanya beroperasi pada tegangan arus searah 12V (DC) yang kemudian diubah menjadi 220V AC untuk berdaya rendah seperti lampu, radio, dan TV kecil selama sekitar tiga hingga lima jam sehari berdasarkan kapasitas SHS [6]. Komponen utama SHS yaitu Solar panel, charger controller, baterai dan Inverter.

Sedangkan Penerangan Jalan Umum (PJU) solar cell merupakan penerangan jalan umum yaitu bagian dari fasilitas jalan yang dapat diletakkan atau dipasang di kiri/kanan jalan atau di tengah (di bagian median jalan) yang digunakan untuk menerangi jalan maupun lingkungan di sekitar jalan yang diperlukan termasuk persimpangan jalan (intersection), jalan layang (interchange, overpass, fly-over), jembatan, jalan di bawah tanah (underpass) dan terowongan [7]. Dimana pada PJU ini sumber energinya dihasilkan dari sinar matahari yang kemudian disimpan pada baterai untuk digunakan pada malam hari.

2.2. Metode

Prosedur kerja yang dilaksanakan untuk menyelesaikan luaran kegiatan melalui beberapa tahapan dapat dilihat pada Gambar 3.1. Tahapan-tahapan kegiatan yang dilakukan antara lain sebagai berikut :



Gambar 1. Flowchart pembuatan smart lithium-ion battery pack



2.2.1 Tahap Studi Literatur dan Desain Perancangan Sistem

Setelah mengidentifikasi masalah, dilakukan pencarian sumber-sumber referensi berupa jurnal, paper, artikel, dan sumber dalam bentuk lain yang berkaitan dengan masalah yang ada. Kemudian melakukan desain perancangan alat sebagaimana alat ini dapat memecahkan permasalahan yang ada.

2.2.2 Tahap Pembuatan Rangkaian, Program Dan Simulasi

Tahap selanjutnya adalah tahap pembuatan rangkaian, program dan simulasi. Pada bagian rangkaian terdiri dari rangkain Balancing, Proteksi, Sensor dan Kontrol. Dimana pada Rangkaian Balancing menggunakan rangkaian IC bq76920, Proteksi menggunakan rangkaian Mosfet Cut-off, Sensor menggunakan sensor Arus, Suhu, dan Tegangan, dan untuk kontrolnya menggunakan IC controler Atmega 328p. kemudian setelah itu pembuatan Program yang kemudian digabungkan dengan rangkaian untuk disimulasikan.

2.2.3 Tahap Pembuatan Board Rangkaian dan Pemasangan Komponen

Pada tahap ini rangkaian yang sudah disimulasikan kemudian diubah dalam bentuk desain board rangkaian sesuai dimensi yang diinginkan kemudian dicetak dalam bentuk board untuk penggabungan komponen sesuai dengan desain tersebut.

2.2.4 Tahap Uji Coba

Setelah pembuatan board rangkaian berhasil kemudian dilakukan pengujian rangkian untuk mengetahui cacat pada pecetakan board rangkaian.

2.2.5 Tahap Perakitan dan penggabungan program

Setelah pengujian board rangkaian berhasil kemudian dilakukan tahap perakitan dan penggabungan program yang sudah dibuat.

2.2.6 Tahap Uji Coba

Setelah tahap perakitan dan penggabungan program selesai kemudian dilakukan pengujian sistem dan kelayakan untuk bisa diaplikasikan secara langsung.

2.2.7 Tahap Analisa Data

Setelah alat sudah siap dipasang dan diaplikasikan kemudian dilakukan analisa data untuk berupa keakuratan pembacaan tegangan, arus, suhu dan pendeteksian terhadap pengguna jalan.

3. Hasil dan Diskusi

Hasil yang dicapai pada pembuatan rancangan “smart lithium-ion battery pack untuk solar home system dan PJU solar” dapat diukur secara kualitatif dan kuantitatif berupa produk dari sistem yang dibuat. Secara umum, kegiatan dapat berjalan dengan baik.

Uji pembacaan sensor tegangan dan arus baterai pack. Pada pengujian ini dilakukan menggunakan data pengujian sensor tanpa beban dengan presentase mean relative standard deviation (MSRD) dari repeability. Dimana makin kecil nilai koefisien variasi setelah repeability, maka semakin bagus presisinya. Pada pengujian tingkat presisi, hasil pengukuran sensor dibandingkan, lalu dicari rata-ratanya. Dapat dilihat melalui Tabel berikut:

Pengujian	Batt 1 (V)	Batt 2 (V)	Batt 3 (V)	Batt 4 (V)	Current(A)	Temp(°C)
1	3,33798	3,276	3,283	3,324	0,005	27,50
2	3,33798	3,276	3,283	3,324	0,000	27,38
3	3,338	3,276	3,283	3,324	-0,004	27,43
4	3,338	3,276	3,283	3,324	-0,009	27,33
5	3,338	3,276	3,283	3,324	-0,012	27,14
6	3,338	3,276	3,283	3,324	-0,013	27,03
7	3,338	3,276	3,283	3,324	-0,015	27,03
8	3,33798	3,27579	3,283	3,324	-0,015	27,02
9	3,338	3,27505	3,283	3,324	-0,018	27



10	3,338	3,27502	3,283	3,324	-0,017	27
11	3,338	3,275	3,283	3,324	-0,019	27
12	3,33798	3,275	3,283	3,32385	-0,018	27
13	3,33798	3,275	3,283	3,32367	-0,022	27
14	3,338	3,275	3,283	3,32324	-0,019	27
15	3,338	3,275	3,283	3,32302	-0,020	27
16	3,33798	3,275	3,283	3,323	-0,020	27
17	3,338	3,275	3,283	3,323	-0,021	27
18	3,338	3,275	3,283	3,323	-0,022	27
19	3,338	3,275	3,283	3,323	-0,024	27
20	3,338	3,275	3,283	3,323	-0,024	27
21	3,33798	3,275	3,283	3,323	-0,027	27
22	3,33797	3,27468	3,283	3,323	-0,027	27
23	3,338	3,27428	3,283	3,323	-0,027	27
24	3,338	3,274	3,283	3,323	-0,027	27
25	3,338	3,274	3,28295	3,323	-0,030	27
26	3,338	3,274	3,28292	3,323	-0,028	27
27	3,338	3,274	3,28271	3,323	-0,028	27
28	3,338	3,274	3,2824	3,323	-0,029	27
29	3,338	3,274	3,28219	3,323	-0,037	27
30	3,338	3,274	3,28207	3,323	-0,062	27
31	3,338	3,274	3,282	3,323	-0,061	27
SD	0,000009	0,00073	0,00029	0,00048	0,014	0,14
RSD	0,00028%	0,022%	0,009%	0,014%	63,03%	0,517%
MRSD			10,599%			

4. Kesimpulan

Potensi keberlanjutan alat ini yaitu Smart Home (dengan backup daya dari Powerpack) dan lampu penerangan jalan dengan tenaga surya untuk mendukung renewable energi dan penunjang prasarana transportasi masyarakat sehari-hari. Untuk mendukung hal tersebut, telah dilakukan analisis ROI (Return of Investment) untuk analisa potensi alat dari segi ekonomis. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan asumsi, pengeluaran yaitu biaya produksi sebesar Rp. 11,03 juta. Pemasukan didapat dari efisiensi penggunaan baterai tanpa adanya sistem manajemen misal Rp.680 ribu untuk 20 baterai dimana biasanya siklus hidup baterai lithium-ion berkisar 1000 kali atau sama dengan waktu 3 tahunnya jika digunakan pada kondisi di luar batasnya akan menyebabkan mengurangi siklus hidupnya maka jika adanya sistem manajemen baterai ini dapat meningkatkan efisiensi dari siklus hidup baterai yang semula kurang 3 tahun dimisalkan 2 tahun 6 bulan mengeluarkan Rp.680.000 untuk pembelian baterai. Sehingga saat bulan ke-36 penggunaan, pengguna dapat menghemat Rp.22.700 per 6 bulannya. Jika dihitung penggunaan Smart Lithium-Ion Battery Pack akan balik modal pada bulan ke-99 terhadap umur baterai dan setelah itu akan memberikan keuntungan sebesar Rp.113.500 per 2 tahun 6 bulannya.

5. Referensi

- [1] KESDM, "Diseminasikan RUPTL 2019-2028, Menteri ESDM Tekankan Capaian Bauran EBT dan Perluasan Akses Listrik," *Media Cent. - Arsip Ber. - Siar. Pers nomor 230.Pers/04/SJI/2019 Tanggal 18 Maret 2019*, no. 39, 2019, [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/diseminasikan-ruptl-2019-2028-menteri-esdm-tekanan-capaian-bauran-ebt->



- dan-perluasan-akses-listrik.
- [2] D. Syahni, "Pengembangan Listrik Tenaga Surya Masih Terkendala, Mengapa?," *Mongabay Environmental News*. Feb. 2017, [Online]. Available: <https://www.mongabay.co.id/2016/11/29/pengembangan-listrik-tenaga-surya-masih-terkendala-mengapa/>.
 - [3] A. Pangkung, "Analisis Penggunaan Baterai Lithium Sebagai Pengganti Aki (Accu)," vol. 2017, pp. 116–121, 2017.
 - [4] Z. B. Omariba, L. Zhang, and D. Sun, "Review on health management system for lithium-ion batteries of electric vehicles," *Electron.*, vol. 7, no. 5, pp. 1–26, 2018, doi: 10.3390/electronics7050072.
 - [5] W. Chen, J. Liang, Z. Yang, and G. Li, "A review of lithium-ion battery for electric vehicle applications and beyond," *Energy Procedia*, vol. 158, pp. 4363–4368, 2019, doi: 10.1016/j.egypro.2019.01.783.
 - [6] R. Syahputra and I. Soesanti, "Solar home system application in batik industry," *Int. J. Appl. Eng. Res.*, vol. 12, no. 16, pp. 5995–6001, 2017.
 - [7] M. S. Ilyas Achmad Syaripudin, Ir. Bonar Sirait, "Rancang Bangun Penataan Lampu Penerang Jalan," *Ranc. Bngun Penataan Lampu Penerangan Jalan Umum*, pp. 1–8, 2015.