

**PENYEIMBANGAN SEL BATERAI PADA SMART HOUSE  
MENGUNAKAN METODE PENYEIMBANGAN SEL PASIF BERBASIS  
IOT**

***SMART HOUSE IOT BASED BATTERY BALANCER UTILIZING PASSIVE CELL  
BALANCING METHOD***

Feby Rahmasari<sup>1</sup>, Randy Erfa Saputra<sup>2</sup>, Casi Setianingsih<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Telkom, Bandung

<sup>1</sup>febyrhmsr@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>resaputra@telkomuniveristy.ac.id,

<sup>3</sup>setiacasi@telkomuniversity.ac.id

---

**Abstrak**

Perkembangan teknologi saat ini sudah berkembang dengan sangat pesat. Salah satu bentuk dari perkembangan teknologi saat ini adalah "*Smart House*". Di dalam *smart house*, terdapat banyak sekali teknologi yang dapat membantu mempermudah pekerjaan kita di rumah. Sistem pada *smart house* diciptakan untuk memberikan kenyamanan penghuni untuk menggunakan peralatan rumah. Pada umumnya *smart house* menggunakan *battery pack* sebagai sumber daya pada setiap peralatan rumah tangga. Dikarenakan penggunaan sumber daya yang besar, kita perlu mengetahui kondisi baterai yang kita gunakan pada peralatan rumah tangga untuk menghindari terjadinya hal – hal yang tidak diharapkan. Seperti kerusakan pada baterai yang kita gunakan atau bahkan ledakan baterai yang kemungkinan bisa terjadi. Untuk mempermudah dalam pemeliharaan baterai dibutuhkan sistem yang dapat memajemen baterai atau yang biasa dikenal dengan istilah *Battery Management System (BMS)*. Pada sistem ini akan dikembangkan penelitian untuk penyeimbangan sel baterai menggunakan skema sel pasif dan menggunakan metode *Resistor Shunt*. Pengujian pada *system* dilakukan menggunakan 4 buah *cell* baterai, menggunakan variasi waktu tertentu, yang keluarannya berupa nilai *State of Charge (SoC)* yang sama. Hasil pengujian menunjukkan bahwa performa BMS untuk *monitoring* menggunakan IoT memiliki *throughput* sebesar 98%, dengan rata-rata waktu pengujian 4 jam 14 menit.

**Kata kunci :** *Battery Pack, Battery Management System, Resistor Shunt, Smart House.*

---

**Abstract**

The development of technology is currently growing very rapidly. One form of technological development today is "Smart House". In the smart house, there are lots of technologies that can help make our work easier at home. The system in the smart house was created to provide comfort for residents to use home appliances. The use of advanced technologies, of course, requires large resources. Due to the use of large resources, we need to know the condition of the batteries we use in household appliances to avoid things that are not expected. Such as damage to the batteries we use or even battery explosions that may occur. To simplify battery maintenance, a system that can manage batteries is needed or commonly known as a *Battery Management System (BMS)*. In this system, research will be developed for balancing battery cells using a passive cell scheme and using the *Shunt Resistor* method. Testing on the system is carried out using 4 battery cells, using a certain time variation, which output is the same *State of Charge (SoC)* value. The result show that BMS has *troughput* of 98% with the average tes time of 4 hours and 14 minutes.

**Keywords:** *Battery Pack, Battery Management System, Resistor Shunt, Smart House.*

---

## 1. Pendahuluan

Penggunaan baterai sudah sangat banyak ditemukan dalam kehidupan sehari – hari, terutama pada bidang teknologi, seperti pada *Smart House*. Sesuai dengan namanya “*Smart House*” atau yang biasa disebut “Rumah Pintar” merupakan sebuah rumah yang di dalamnya dilengkapi dengan berbagai macam alat – alat elektronik yang dapat bekerja secara otomatis sesuai dengan *system* yang sudah ditanamkan di dalam alat tersebut. Oleh karena itu penggunaan energi yang dibutuhkan pada *Smart House* tentunya perlu dibantu dengan pencatutan daya di luar yang telah disediakan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Untuk menyimpan daya tambahan tersebut, baterai merupakan solusi yang tepat. Hal ini dikarenakan baterai memiliki daya spesifik yang tinggi, siklus hidup yang panjang, dan memiliki tingkat *self-discharge* yang rendah sehingga kemampuan baterai untuk menahan muatan terbilang sangat baik, namun selama bertahun-tahun produsen baterai telah mengatakan bahwa perkiraan masa hidup baterai hanyalah perkiraan saja. Masa hidup baterai dipengaruhi oleh berbagai macam keadaan seperti suhu, masa hidup baterai dapat terpotong sebanyak 50% jika terpakai di atas suhu normal yaitu 25% [1].

*Battery Management System (BMS)* memiliki fungsi untuk mengontrol suhu, tegangan, dan arus, menjaga dan memelihara kesehatan baterai, mengatur pengisian baterai dan pengosongan baterai yang berlebihan, serta mengatur penyeimbangan sel [2]. Pada saat melakukan pengisian dan pengosongan pada baterai, terdapat beberapa perbedaan muatan dalam sel baterai. Perbedaan tersebut bisa membuat sel menjadi lemah sehingga baterai mudah panas dan juga keamanan baterai terganggu. Karena suhu sangat mempengaruhi kinerja sebuah baterai Untuk menghindari hal tersebut, maka perlu melakukan penyeimbangan pada sel baterai. Ada berbagai macam metode yang telah dikembangkan untuk penyeimbangan sel. Misalnya metode penyeimbangan sel secara aktif dan pasif. Pada penyeimbangan sel pasif, terjadi pembuangan muatan sel baterai yang memiliki tegangan tinggi sehingga sel sampai pada tahap seimbang, sedangkan pada penyeimbangan sel aktif melibatkan arus *shunting* dari sel yang memiliki tegangan yang tinggi ke sel yang memiliki tegangan rendah.

Peneliti akan mengembangkan metode penyeimbangan sel baterai pada *smart house* menggunakan skema aktif dan memanfaatkan teknologi IoT untuk dapat memantau kesehatan baterai. Penelitian ini dapat bermanfaat untuk mengontrol dan menyeimbangkan sel pada baterai sehingga dapat mengurangi kerusakan atau gangguan lainnya yang bisa terjadi.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Battery Management System (BMS)

*Battery Management System* merupakan sebuah proses yang dimana di dalamnya terdapat mekanisme kerja pengolahan energi listrik. Fungsi utama pada BMS adalah meminimalkan variasi tegangan pada susunan baterai. BMS memiliki tujuan untuk menambah siklus pengosongan dan pengisian dengan mengorganisir variabel yang ada pada baterai. Salah satu bagian yang berperan besar dalam fungsionalitas BMS adalah bagian penyeimbang sel baterai (*cell balancing*) yang menyamakan tegangan agar sesuai untuk setiap sel baterai [3][4].

### 2.2 Cell Balancing

*Cell Balancing* adalah sebuah proses dimana sebuah setiap sel baterai dalam sebuah pak baterai (*battery pack*) diberi tegangan yang sedemikian rupa agar setiap sel memiliki jumlah kapasitas yang sama pada setiap satuan waktu. Kapasitas baterai sendiri ditandai dengan *State of Charge (SOC)*. Untuk mencapai SOC yang sama untuk setiap sel baterai, umumnya baterai diberi dua metode penyeimbangan, yaitu aktif dan pasif. Penyeimbangan aktif adalah teknik yang mengeluarkan beban dari sebuah baterai dengan kapasitas yang tinggi untuk dialirkan ke baterai dengan muatan yang lebih rendah. Penyeimbangan pasif menyeimbangkan dengan memisahkan beban berlebih sebuah baterai yang sudah penuh melalui sebuah komponen resistans untuk dialirkan ke baterai dengan kapasitas yang terendah [5]

### 2.3 Metode Penyeimbangan Pasif

Metode penyeimbangan pasif (*passive cell balancing*) untuk meratakan tegangan dengan menghilangkan energi dari sel yang memiliki tegangan tertinggi untuk disebarkan kepada sel - sel dengan tegangan yang lebih rendah. Penyeimbangan pasif umumnya menggunakan resistor untuk mengubah energi listrik menjadi panas. Metode penyusunannya terbagi dua, yakni metode *Fixed shunt resistor* dan *Switching shunt resistor* [6].

*Fixed shunting* menggunakan konsep dimana sebuah rangkaian resistor dihubungkan secara paralel

terhadap setiap sel baterai untuk mencegah *overcharging*. Pada metode ini, setiap resistor memiliki nilai hambatan yang sama, dan sudah dikalkulasikan sedemikian rupa agar tidak merusak sel.

*Switch shunting* adalah sebuah rangkaian dimana setiap hubungan paralel sel baterai dengan resistor diberi sebuah saklar yang dapat dikendalikan. Pada metode ini, dapat diberi sebuah mode untuk *sensing* dimana setiap sel diberi sensor tegangan untuk lebih mengoptimalkan mode saklar. Namun ada cara yang lebih sederhana, dimana semua saklar dinyalakan dan dimatikan pada waktu yang bersamaan. Dalam penelitian kali ini, penulis akan menggunakan metode *passive cell balancing* dengan metode *switch shunting* [7].

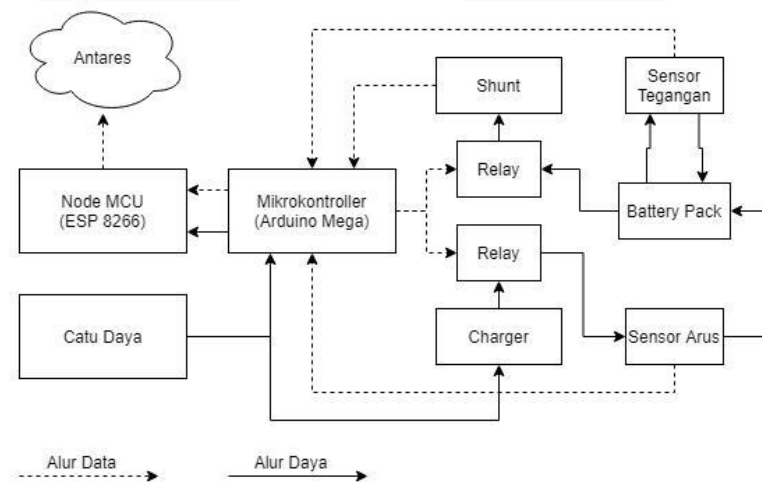
## 2.4 Internet Of Things (IoT)

IoT merupakan konsep yang paling banyak digunakan untuk mengakses semua hal yang bisa didapatkan melalui internet sejak abad kedua puluh satu. Dengan menggunakan teknologi IoT ini kita dapat membaca dan mengolah informasi secara cepat. Oleh karena itu IoT sangat banyak digunakan pada *smart house* karena teknologi ini bisa melakukan pemantauan otomatis serta dapat mengontrol operasi apa saja yang terjadi di dalam rumah.

## 3. Perancangan Sistem

### 3.1 Desain Sistem

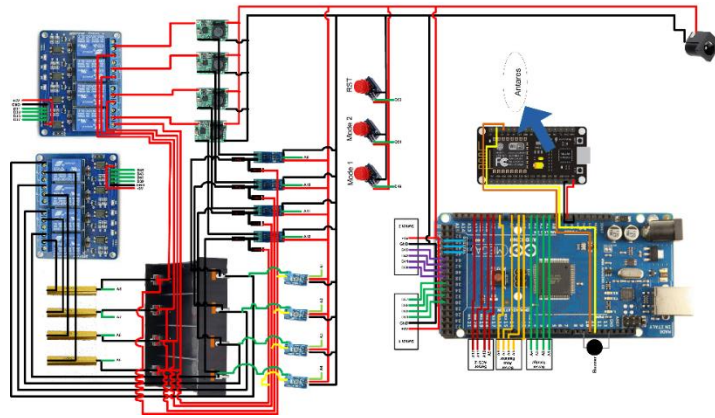
Sistem manajemen baterai ini berfungsi dengan fungsi utama *monitoring* dan *balancing* pada baterai. Fungsi *monitoring* yang dibuat yakni adalah memantau berapa muatan yang ada pada pak baterai. Muatan yang dimonitor ini diwakilkan dengan nilai SOC. *Balancing* pada baterai menggunakan metode *switching shunt* agar dapat dikendalikan melalui gawai pengguna selain memonitor. Guna *switching* tersendiri adalah untuk memungkinkan pengguna melakukan pengisian dalam waktu yang lebih cepat karena tidak adanya banyak energi yang tersia-siakan. Gambar rancangannya dapat dilihat seperti berikut.



Gambar 1. Desain Sistem

### 3.2 Desain Perangkat Keras

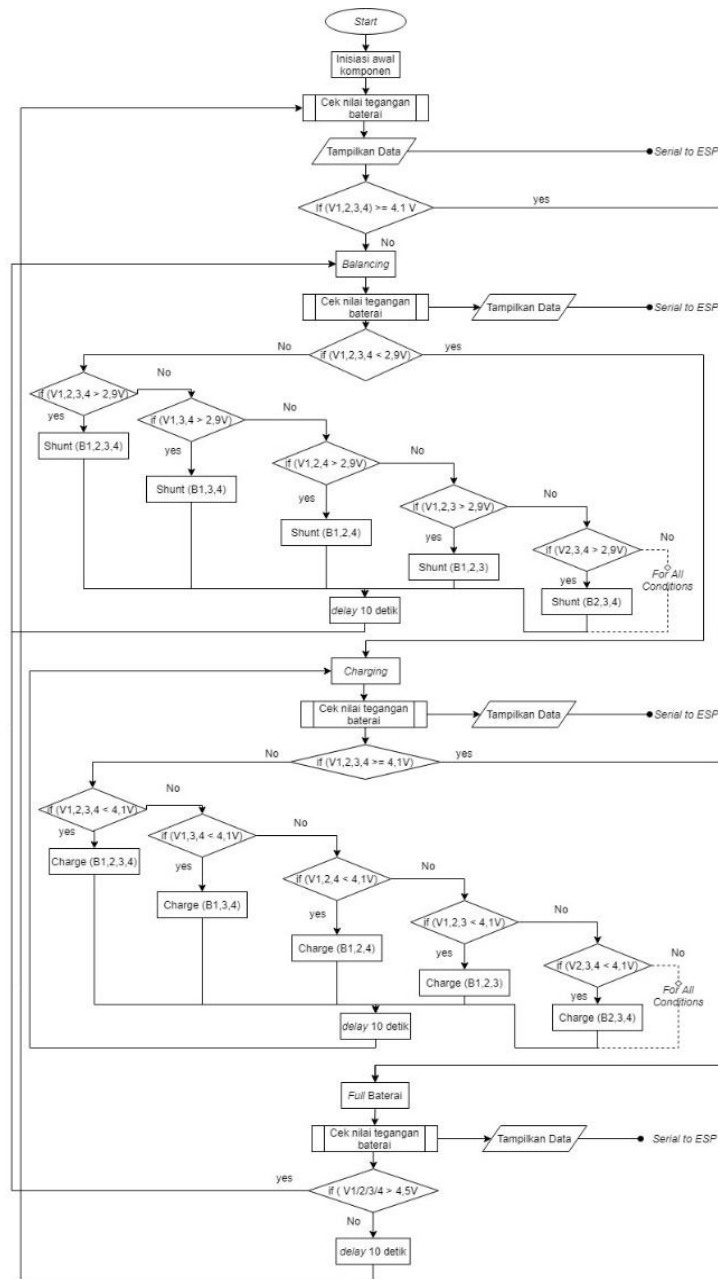
Perancangan *hardware BMS Passive Balancing* merupakan bagian dimana seluruh rangkaian dipadukan dan ditata pada sebuah desain PCB. Pembuatan desain PCB bertujuan agar penyusunan komponen tertata rapi dan mengetahui komponen apa saja yang terdapat pada rangkaian. Berikut desain 3D PCB pada gambar .



Gambar 2. Rangkaian *Passive Balancing*

### 3.3 Desain Perangkat Lunak Arduino

Berikut merupakan desain arduino yang digunakan:

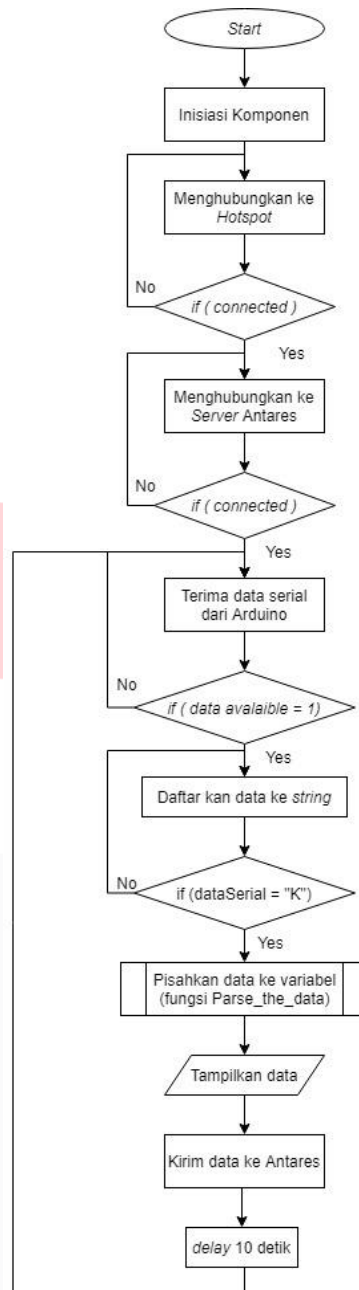


Gambar 3. Flowchart Arduino

Dari Flowchart di atas, sistem akan memulai dengan proses pengisian baterai dan dilanjutkan dengan pemeriksaan kondisi *balancing* yang dikirim oleh pengguna. Jika status penyeimbangan sudah ditentukan, sistem akan melanjutkan dengan memeriksa SOC sel - sel baterai yang kemudian akan diunggah ke *cloud*. Data yang telah diunggah dapat diakses oleh pengguna dan dapat diberi umpan balik sesuai selera pengguna.

### 3.4 Desain Perangkat Lunak Node MCU

Berikut ialah desain *Node Mcu* yang digunakan pada penelitian:



Gambar 4. Flowchart Node MCU

Sistem dimulai dengan mengonfigurasi modul ESP terlebih dahulu. Ketika tahapan itu telah selesai, modul akan membaca data dari sensor pada rangkaian untuk kemudian dikirimkan pada *cloud* Antares. Informasi yang sudah ada pada *cloud* kemudian dapat diakses oleh pengguna.

#### 4. Pengujian Sistem dan Analisis

##### 4.1 Case 1

Berdasarkan pengujian *balancing* menggunakan multimeter dan Antares, maka didapat *error* yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Error Balancing 1*

Multimeter		Antares	
Baterai	Selisih (V)	Baterai	Selisih (V)
B1-B2	0.0438	B1-B2	0.0366
B1-B3	0.0252	B1-B3	0.0308
B1-B4	0.14	B1-B4	0.146
B2-B3	0.0186	B2-B3	0.0674
B2-B4	0.0962	B2-B4	0.1826
B3-B4	0.1148	B3-B4	0.1152
Average	0.0731	Average	0.0964

Dari hasil akhir pengujian, dapat dilihat data awal pengujian baterai bahwa baterai memiliki tegangan yang menyerupai, setelah 4 sel baterai di *discharge*, dan di *charge* kembali, setelah proses pengujian dari waktu 21:50 hingga 02:13, kondisi akhir baterai mulai kembali mendekati antar sel, dengan pengecualian sel 2. Hal ini dikarenakan *error* dari sensor yang begitu besar sehingga tidak mampu memberikan masukan yang baik untuk algoritma *balancing*. Solusi untuk mendapat hasil pengukuran yang lebih baik adalah dengan mengganti sensor tegangan V2.

#### 4.2 Case 2

Berdasarkan pengujian *balancing* menggunakan multimeter dan Antares, maka didapat *error* yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. *Error Balancing 2*

Multimeter		Antares	
Baterai	Selisih (V)	Baterai	Selisih (V)
B1-B2	0.0438	B1-B2	0.2054
B1-B3	0.534	B1-B3	0.5314
B1-B4	0.5832	B1-B4	0.4712
B2-B3	0.9376	B2-B3	0.7368
B2-B4	0.9868	B2-B4	0.6766
B3-B4	0.0492	B3-B4	0.0602
Average	0.5224	Average	0.4469

Dari hasil akhir pengujian, dapat dilihat data awal pengujian baterai bahwa baterai memiliki tegangan yang menyerupai, setelah 4 sel baterai di *discharge*, dan di *charge* kembali, setelah proses pengujian dari waktu 19:35 hingga 23:40, kondisi akhir baterai mulai kembali mendekati antar sel, dengan pengecualian sel 2. Hal ini dikarenakan *error* dari sensor yang begitu besar sehingga tidak mampu memberikan masukan yang baik untuk algoritma *balancing*. Solusi untuk mendapat hasil pengukuran yang lebih baik adalah dengan mengganti sensor tegangan V2.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan pada sistem BMS *passive balancing*, maka dapat disimpulkan:

1. Membuat sistem untuk meningkatkan efisiensi dan memperpanjang penggunaan *battery pack* dengan metode pasif *shunt*. Sistem pasif *shunt battery balancer* sudah berjalan dengan baik dengan selisih antar sel terbesar 0.9376V, dan selisih terkecil 0.0186V. Untuk *case 1* selisih terkecil didapatkan dengan nilai 0.0602V dan selisih terbesar didapatkan dengan nilai 0.7368V. Untuk *case 2* selisih terkecil didapatkan dengan nilai 0.0308V dan selisih terbesar didapatkan dengan nilai 0.1826V.
2. Perbedaan Hasil ukur pada multimeter dan sistem secara keseluruhan terjadi akibat adanya perbedaan waktu pada pengambilan data oleh sensor dan pengambilan data dengan menggunakan multimeter. *Error* pada pembacaan sensor juga mempengaruhi nilai akhir dari pembacaan sistem secara keseluruhan.
3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa performa BMS untuk *monitoring* menggunakan IoT memiliki *throughput* sebesar 98%. Dalam fitur *balancing* lama waktu penyeimbangan dipengaruhi oleh besarnya perbedaan tegangan antar baterai dan banyaknya baterai yang memiliki tegangan yang bervariasi. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk penyeimbangan menggunakan sistem ini ialah 4 jam 14 menit. Rata-rata waktu kirim adalah 3,38 detik.

### 5.2 Saran

Pengembangan selanjutnya untuk optimasi *system balancing* dan *monitoring* baterai dapat dilakukan dengan cara:

1. Pemilihan sensor tegangan dan arus perlu diperhatikan agar pengukuran tegangan dan arus lebih optimal
2. Sistem penyeimbang baterai perlu melakukan inovasi sehingga dapat menyeimbangkan banyak baterai
3. Ketelitian dalam setiap proses penelitian menentukan akurasi sistem yang didapatkan.



**REFERENSI**

- [1] Steve McCluer., "Wanted : Real World Battery Life Prediction," American Power Conversion Corporation (APC).
- [2] Barsukov, Yevgen; Qian, Jinrong (May 2013). *Battery Power Management for Portable Devices*. ISBN 9781608074914.
- [3] B. Pattipati, C. Sankavaram, and K. R. Pattipati, "System identification and estimation framework for pivotal automotive battery management system characteristics," *IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Part C Appl. Rev.*, vol. 41, no. 6, pp. 869–884, 2011, doi: 10.1109/TSMCC.2010.2089979.
- [4] "Perancangan sistem monitoring dan proteksi battery management system (bms) pada e-bike," 2017.
- [5] H. S, "Overview of cell balancing methods for Li-ion battery technology," *Energy Storage*, no. June, pp. 1–12, 2020, doi: 10.1002/est2.203.
- [6] S. Kivrak, T. Özer, Y. Oğuz, and E. B. Erken, "Battery management system implementation with the passive control method using MOSFET as a load," *Meas. Control (United Kingdom)*, vol. 53, no. 1–2, pp. 205–213, 2020, doi: 10.1177/0020294019883401.
- [7] Y. Lee, S. Jeon, H. Lee, and S. Bae, "Comparison on cell balancing methods for energy storage applications," *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 9, no. 17, 2016, doi: 10.17485/ijst/2016/v9i17/92316

