

Pembuatan Baterai Manajemen Sistem (BMS) Dengan Proteksi Terhadap Overcharge

1st Argun G. Simanjuntak
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

tentangprodi@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Nina Hendrarini
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ninahendrarini@staff.telkomuniversity.ac.id

3rd Prajna Deshanta Ibnugraha
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung Indonesia

periyadi@staff.telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Baterai Manajemen Sistem (BMS) merupakan suatu sistem yang vital dalam pengelolaan dan pemeliharaan baterai. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat Battery Management System dengan fokus pada proteksi terhadap overcharge dan overheat pada baterai. Overcharge dapat menyebabkan kerusakan pada sel baterai, menurunkan umur pakai. Bahkan ketika suhu dalam kondisi berlebih dapat mengakibatkan kebakaran atau ledakan pada baterai. Oleh karena itu, perlu adanya sistem proteksi yang efektif. Penelitian ini mencakup perancangan dan implementasi sensor tegangan dan suhu, kontrol pengisian baterai, dan sistem proteksi terhadap overcharge dan overheat. Sensor tegangan dan suhu digunakan untuk memantau kondisi baterai secara real-time. Kontrol pengisian baterai berfungsi untuk mengatur proses pengisian agar berlangsung dengan aman dan efisien. Sistem proteksi terhadap overcharge melibatkan penggunaan algoritma kontrol yang dapat mendeteksi dan mencegah kondisi overcharge. Metode penelitian yang digunakan melibatkan studi literatur, perancangan konsep, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta uji coba fungsionalitas sistem. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi BMS yang lebih baik dan lebih aman.

Kata kunci— Battery Management System (BMS), overcharge, proteksi, overheat.

I. PENDAHULUAN

Pada era modern ini, kebutuhan akan sumber energi portabel semakin meningkat seiring dengan perkembangan motor listrik, maka dibutuhkan sumber daya listrik yang memadai. Sumber energi listrik berupa baterai memiliki kapasitas oleh karena itu di perlukan suatu sistem yang membantu dalam mengelola penggunaan energi listrik. Sistem tersebut adalah Battery Management System (BMS). Sistem ini yang beredar di pasaran umumnya adalah merupakan sistem yang sifatnya masif, sudah diproteksi sehingga tidak dapat di custom. Sementara, pada perkembangan kendaraan listrik terutama motor listrik membutuhkan penyesuaian sesuai dengan keinginan pengguna. Hal ini sering terkendala, karena umumnya BMS yang ada sifatnya Black box, sehingga sulit dalam pengembangannya. Oleh karena itu pada penelitian ini di bangun pemodelan BMS.

Pengisian pada baterai dapat menyebabkan beberapa sel mengisi lebih cepat atau lebih penuh daripada yang lain. Jika pengisian berlanjut tanpa pengaturan yang tepat, sel-sel yang terisi penuh terus menerima arus pengisian, yang dapat menyebabkan overcharging. Overcharging dapat menyebabkan peningkatan suhu dalam baterai dan akhirnya menyebabkan gas hidrogen yang sangat mudah terbakar menghasilkan, meningkatkan risiko kebakaran atau bahkan ledakan.

Pada Proyek Akhir ini yang menjadi fokus penelitian adalah sistem proteksi pada BMS. Sistem proteksi yang dibangun ini berfungsi untuk melindungi baterai dan kendaraan listrik, proteksi yang dilakukan terkait proses pengisian baterai (charging) agar tidak terjadi overcharge yang dapat mengakibatkan potensi terbakarnya baterai atau pun kendaraan listriknya. Pemodelan ini memanfaatkan mikrokontroler sebagai pusat pengendalian dalam sistem proteksi, sensor yang digunakan dalam mendeteksi proses pengisian baterai adalah sensor arus dan sensor tegangan. Berdasarkan informasi dari dua sensor tersebut mikrokontroler akan mengendalikan aktuator untuk melakukan proteksi. Aktuator yang dikendalikan adalah relay. Relay ini akan menyebabkan arus dari sumber arus tidak mengisi baterai.

II. KAJIAN TEORI

Penerapan proteksi dalam sebuah bms sudah pernah diterapkan sebelumnya. Beberapa di antaranya menerapkan proteksi dalam sistem bms. Menurut Kang Fang

[1] Proteksi Baterai merupakan sistem elektronik yang bertujuan untuk melindungi baterai dari kondisi yang membahayakan baterai seperti Overcharging dan Overdischarging yang disebabkan cell unbalance, Overcurrent dan Overheating yang disebabkan hubungan singkat atau kelebihan beban. Dimana sistem ini bekerja dengan memutus aliran baterai dengan saklar semikonduktor jika terjadi kondisi yang membahayakan atau dengan

meminimalisir terjadinya Overcharging atau Overdischarging dengan melakukan balancing pada tiap sel.

Overcharge baterai terjadi ketika baterai terus diisi dengan daya listrik setelah mencapai kapasitas maksimumnya. Dalam baterai yang terisi penuh, arus terus mengalir ke baterai dan menyebabkan suhu baterai meningkat. Jika arus terus dialirkan, baterai akan rusak dan dapat menyebabkan ledakan atau kebakaran. Overdischarge baterai terjadi ketika baterai digunakan terus menerus atau dibiarkan terlalu lama tanpa diisi ulang hingga mencapai kapasitas minimum. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada sel baterai dan mempersingkat masa pakai baterai. Pengisian daya yang berlebihan juga dapat menyebabkan baterai menjadi tidak stabil, dan jika tidak ditangani, dapat menyebabkan baterai kehilangan kapasitas atau bahkan gagal total. Kedua kondisi ini dapat merusak baterai dan mengurangi masa pakai baterai secara signifikan. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan Sistem Manajemen Baterai (BMS) yang dirancang khusus untuk mengontrol pengisian [2].

Prediksi yang dilakukan dengan metode ARIMA dimana tidak melibatkan independent variable. Hal ini dijelaskan dengan proses pengosongan baterai pada suatu selang waktu untuk memprediksi temperature pada waktu berikutnya [3].

Komparator menggunakan prinsip perbandingan tegangan untuk menentukan apakah tegangan masukan dan tegangan *threshold* lebih kecil atau lebih besar dari tegangan *threshold*. Jika tegangan masukan lebih besar dari tegangan ambang batas, itu menunjukkan bahwa baterai sedang terisi terlalu banyak [4].

Data eksperimen yang dikumpulkan dari pengujian berbagai bahan katoda yang dioperasikan pada tegangan cutoff yang lebih tinggi dimasukkan ke dalam BatPaC untuk memproyeksikan energi spesifik dan biaya paket baterai yang umum digunakan dalam aplikasi otomotif [5].

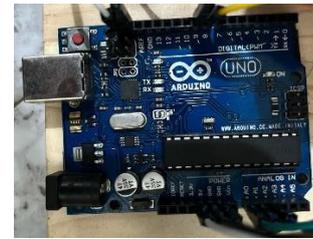
Tujuan dari komunikasi ini adalah untuk memahami bagaimana pilihan tegangan cut-off atas pengaruhnya pada kinerja

Sel Si/NCA. Perilaku ini awalnya meningkatkan efisiensi siklus, karena pelepasan litium baru, namun pada akhirnya mengurangi efisiensi siklus, yang mengakibatkan penurunan kapasitas dengan cepat [6].

Merancang Battery Management System (BMS) untuk memantau kinerja baterai dengan sistem Cut Off otomatis. Prototipe sistem ini menggunakan rangkaian pembagi tegangan dalam proses pengukuran tegangan, relay satu saluran sebagai proses pemutusan arus listrik dan mikrokontroler Arduino UNO sebagai pengolah data [7].

Arduino Uno

Papan pengendali mikro dengan sumber terbuka ini berbasis mikrokontroler Microchip ATmega328P dan dirilis pertama kali pada tahun 2010. Pengembangnya adalah Arduino.cc. Papan ini memiliki set pin masukan/keluaran (I/O) digital dan analog. Pin-pin ini dapat dihubungkan ke berbagai macam sirkuit, termasuk kartu ekspansi (perisai), dan kartu lainnya. Arduino Uno memiliki 14 pin I/O digital, enam yang mampu menghasilkan Development Environment melalui kabel USB tipe B [8].



Gambar 1. 1 Arduino Uno

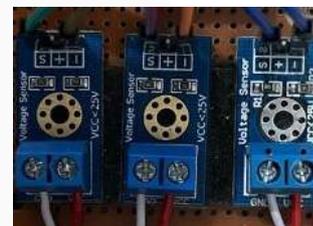
Relay

Relay merupakan komponen elektronika yang seringkali terlihat sederhana namun memiliki peran penting dalam berbagai sistem kelistrikan dan elektronika. Dilengkapi dengan 2 bagian yaitu : mekanik dan elektromagnet. Komponen ini menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar sehingga dapat menghantarkan arus listrik. Relay berfungsi sebagai saklar elektromagnetik yang dapat mengendalikan aliran listrik pada rangkaian [9].



Gambar 1. 2 Relay

Sensor tegangan merupakan sensor yang digunakan untuk menghitung dan memantau besarnya tegangan pada suatu benda. Sensor tegangan dapat mengetahui besar kecilnya tegangan AC atau tegangan DC. Masukan dari sensor ini berupa tegangan, sedangkan keluarannya berupa saklar, sinyal tegangan analog, sinyal arus, atau sinyal suara [10].



Gambar 1. 3 Sensor Voltage

Adaptor 5v

Adaptor adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi DC. Intinya tegangan arus bolak-balik pada listrik akan diubah menjadi tegangan arus searah. Dengan alat ini, semua perangkat elektronik yang memerlukan pasokan listrik dapat memanfaatkan adaptor. Pada dasarnya adaptor dapat kita temukan dalam kehidupan sehari-hari. Perangkat ini juga sering diaplikasikan pada berbagai perangkat elektronik yang umum ditemukan. Beberapa contohnya adalah penggunaan adaptor pada peralatan listrik seperti televisi, amplifier, radio dan masih banyak lagi yang lainnya [11].



Gambar 1. 4 Adaptor 5v

LCD (Liquid Crystal Display) 16x2

LCD atau Liquid Crystal Display, merupakan salah satu jenis teknologi tampilan yang menggunakan zat kristal cair yang dapat dikontrol untuk menghasilkan gambar dan teks. Teknologi ini bekerja berdasarkan sifat optik kristal cair yang dapat berubah bentuk ketika diberi sinyal listrik [12].



Gambar 1. 5 LCD (Liquid Crystal Display)

Baterai Li-Ion 18650

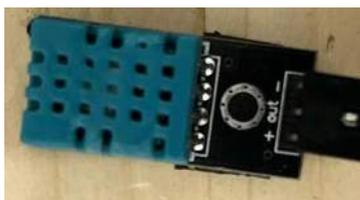
Baterai 18650 atau 1865 sel adalah baterai lithium-ion berbentuk silinder yang umum digunakan pada perangkat elektronik. Baterainya berukuran diameter 18 mm (0,71 inci) dan panjang 65 mm (2,56 inci), sehingga diberi nama 18650. 18650 adalah baterai isi ulang lithium ion. Sel 18650 memiliki tegangan 3,7v dan memiliki antara 1800mAh dan 3500mAh (mili-amp-jam) [13].



Gambar 1. 6 Baterai Li-Ion 18650

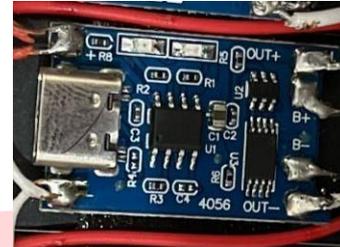
Sensor Suhu DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban udara. Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat kestabilan sangat baik dan fitur kalibrasi yang sangat akurat.



Gambar 1. 7 Sensor Suhu DHT11

TP4056 TP4056 adalah pengisi daya linier arus konstan/tegangan konstan lengkap untuk baterai lithium ion sel tunggal. Paket SOP dan jumlah komponen eksternal yang sedikit membuat TP4056 cocok untuk aplikasi portabel. Selain itu, TP4056 dapat bekerja pada USB dan adaptor dinding. Dioda pemblokiran tidak diperlukan karena arsitektur PMOSFET internal dan telah mencegah Sirkuit Arus Muatan negatif.

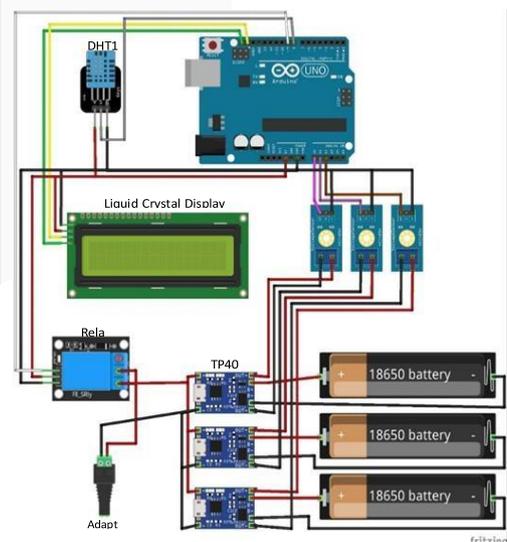


Gambar 1. 8 TP4056

A. GAMBARAN SISTEM

Sistem yang dirancang adalah alat baterai manajemen menggunakan konsep cutoff jika baterai sudah penuh atau suhu dalam kondisi berlebih dengan fitur sensor voltage, sensor suhu, dan adaptor daya 5V sebagai sumber listrik. Di perancangan sistem ini langkah yang akan dilakukan seperti berikut :

1. Input : sensor voltage, relay, tp 4056 dan dht11 untuk mengukur tegangan pada baterai yang mengalir, lalu relay untuk memutuskan sirkuit pengisian baterai untuk mencegah overcharge, tp mengelola dan mengontrol proses pengisian baterai dan DHT11 untuk mengukur suhu di sekitar sistem atau baterai.
2. Mikrokontroler, peran dari bagian ini sebagai pengambil nilai sensor yang dilakukan oleh Arduino UNO.
3. Output : Menampilkan status baterai, tegangan dan suhu pada serial monitor.



Gambar 1. 9 Gambar Sistem

III. METODE

B. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

Tabel 2. 1 Kebutuhan Fungsional

NO	Kebutuhan Fungsional
1	Sistem harus mampu mendeteksi tegangan baterai melebihi batas yang telah ditentukan
2	Menyediakan informasi yang mudah dipahami untuk memudahkan pengguna saat tegangan atau suhu melebihi batas
3	Sistem harus responsif terhadap perubahan suhu

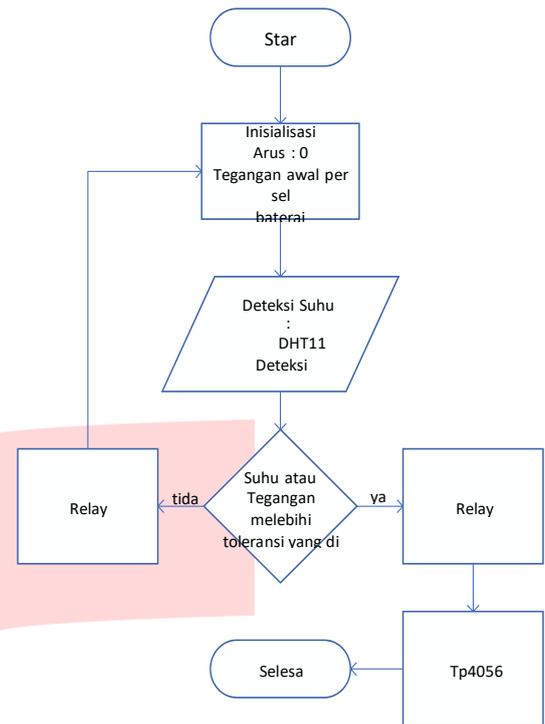
Tabel 2. 2 Kebutuhan Non Fungsional

NO	Kebutuhan Non Fungsional
1	Dibutuhkan 3 sensor tegangan dan 1 sensor suhu untuk mengatur atau mengontrol tegangan masuk.
2	Dibutuhkan 1 LCD untuk mempermudah melihat tegangan dan suhu.
3	Dibutuhkan sensor suhu DHT11 untuk mengukur suhu yang berlebih.

FLOWCHART

Pada Gambar 3.3 memberikan gambaran umum tentang cara sistem Arduino Uno dapat digunakan untuk membaca tegangan, dan mengambil tindakan untuk menghentikan pengisian melalui penggunaan relay. Inisialisasi arus (0) atau tidak dalam proses pengisian, tegangan awal dan suhu awal, lanjut sensor suhu (DHT11) dan sensor tegangan mendeteksi ada nya tegangan masuk dan suhu terdeteksi melebihi toleransi/melebihi ambang batas overcharge yang telah di tentukan, relay akan aktif dan melakukan cutoff atau memutuskan koneksi pengisian dan jika suhu atau tegangan tidak melebihi toleransi, relay kembali memberikan arus dan menuju ke tahap awal memonitoring tegangan dan suhu. Program berjalan secara terus-menerus dalam loop, membaca tegangan dan suhu secara berkala, dan mengambil tindakan sesuai dengan kondisi yang terdeteksi. seluruh sistem didesain untuk melindungi baterai dari overcharge dan suhu yang tinggi.

Memberikan gambaran rancangan penelitian yang meliputi prosedur atau langkah-langkah penelitian, waktu penelitian, sumber data, cara perolehan data dan menjelaskan metode yang akan digunakan dalam penelitian [10 pts].



Gambar 2. 1 Flowchart

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IMPLEMENTASI

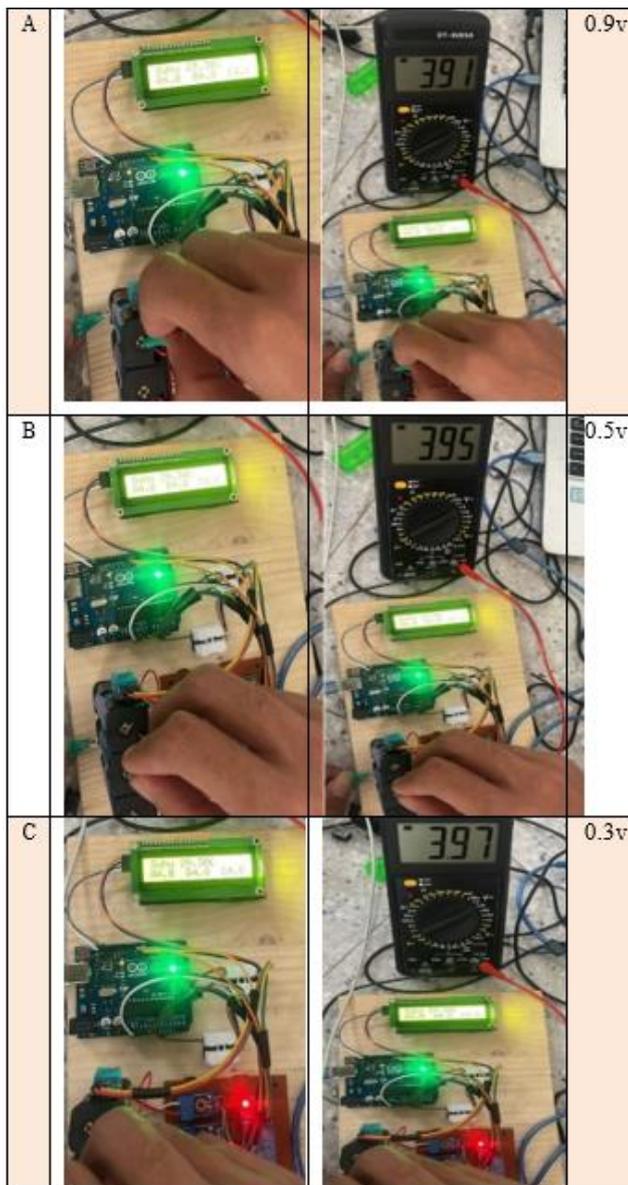
Dalam rancangan umum sistem monitoring dan manajemen baterai pada motor listrik ini bertujuan untuk menampilkan kondisi baterai secara real-time pada LCD yang akan dipasangkan pada motor listrik tersebut. Rancangan umum sistem yang digunakan yaitu terdiri dari sistem monitoring tegangan per sel baterai, temperatur, dan overcharge pada suhu dan tegangan berlebih.

PENGUJIAN

1. Pengujian Sensor Tegangan

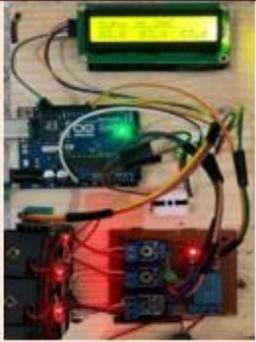
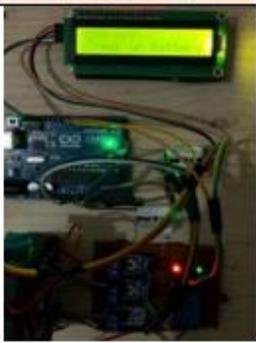
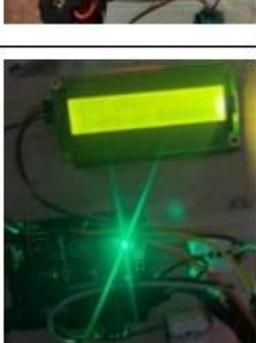
Table 3. 1 Pengujian Sensor Tegangan

Baterai	LCD (v)	Multimeter (v)	Galat (v)



Pengujian Sistem Proteksi/Cutoff

Pengujian proteksi overcharge dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat tersebut dapat melindungi dirinya dari resiko overcharge, yang dapat merusak baterai atau komponen elektronik. Berikut adalah langkah-langkah umum yang dapat dilakukan untuk menguji proteksi overcharge.

No	Tegangan	Suhu	Pengujian	Keterangan
1	3,7V	26°C		Jika tegangan dan suhu dalam kondisi normal, relay dalam keadaan OFF.
2	4V	28°C		Jika tegangan dalam kondisi melebihi batas yang telah ditentukan, relay akan ON.
3	3,8V	32°C		Jika suhu dalam keadaan melebihi batas yang sudah ditentukan, maka relay akan ON.
4	4V	32°C		Jika tegangan dan suhu masing masing melebihi batas yang sudah ditentukan relay akan ON.

Tujuan

Tujuan pegujian sistem ini adalah untuk mengetahui sistem proteksi pada alat ini bekerja dengan baik saat baterai dalam proses pengisian. Dan jika tegangan atau temperatur dalam posisi mencapai batas tegangan tinggi maka sistem akan melakukan pemutusan aliran listrik atau cut off.

Skenario

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur tegangan baterai per sel menggunakan multimeter dan LCD, Dalam pengujian sensor tegangan digunakan untuk membandingkan nilai yang terbaca oleh multimeter dan yang tertampil pada layar LCD. Tabel 4.2 adalah hasil pengujian sensor tegangan.

Analisis Pengujian Sensor Tegangan

Hasil pengujian pada tabel 4.2 menunjukkan perbedaan tegangan tiap sel baterai nya jika di ukur menggunakan Multimeter dan LCD, tampilan tegangan pada LCD terdapat 3 sel baterai masing-masing baterai memiliki tegangan 4v dan pengukuran menggunakan Multimeter memiliki tegangan yang berbeda-beda dengan perbedaan tegangan antara baterai A (0,9v), baterai B (0,5v), dan baterai C (0,3v).

Scenario

Proses pengujian charging pada tegangan 5V, dengan tegangan cutoff baterai diset pada 4V per sel nya. Dan pengujian proteksi/cut off pada sensor suhu yang dimana temperature diset pada 32°C.

Tujuan

Tujuan dari pengujian proteksi ini dilakukan dengan menguji proteksi voltage overcharge dan proteksi temperatur yang bertujuan untuk mengetahui apakah sistem proteksi dapat bekerja secara relevan atau tidak

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian di bab sebelumnya, dan seluruh pemeriksaan dan pengukuran yang dilakukan dalam penelitian penulis berjudul "*Battery Management System (BMS) dengan Proteksi Overcharge*", dapat diambil kesimpulan berikut:

1. Dapat merancang dan di implementasikan perangkat keras battery management system pada sistem proteksi overcharge dan overheat.
2. hasil pengujian sistem proteksi dengan aktuator dan sensor dapat diimplementasikan, Suhu dan tegangan baterai dapat dideteksi oleh kedua sensor sistem, dan data dapat dilihat melalui LCD dan serial monitor.

SARAN

Penelitian lebih lanjut diperlukan karena penelitian ini masih belum sempurna. Penulis dapat menawarkan beberapa saran untuk menyempurnakan alat ini, termasuk

3. Menambahkan sensor arus untuk mengukur arus pengisian yang masuk ke baterai. Menambahkan sensor arus pada alat ini. serta pengawasan selama penggunaan
4. Monitoring dapat berubah dari LCD menjadi berbasis web atau Android dengan pengisian baterai.
5. Diharapkan bahwa peneliti lebih lanjut dapat menggunakan perangkat ini karena masih dalam bentuk prototipe atau desain.

REFERENSI

Book References

- [1] Kan Fang, Dan Liu, Xinyuan Xiang, and Xinxin Zhu, "Air-sTabel red phosphorus anode for potassium/sodium- ion batteries enabled through dual-protection design," ResearchGate, 2020.
- [2] S. Triwijaya, A. Pradipta, and Y. Prasetyo, "Battery Management Optimization Considers State Of Charge Using Coulomb Counting Method Pengoptimalan Manajemen Baterai Mempertimbangkan Status Pengisian Baterai Menggunakan Metode Coulomb Counting," J. Geuthee Eng. Energy, vol. 2, no. 1, pp. 1–07, 2023, doi: 10.52626/joge.v.
- [3] R. Mege, "Prediksi Temperatur Pengosongan

Baterai Lithium Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average," vol. 3, 2023.

- [4] L. Rimon, K. S. Muhammad, S. I. Sulaiman, and A. M. Omar, "System protection for Lithium-ion batteries management system: A review," Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci., vol. 13, no. 3, pp. 1184–1190, 2019, doi: 10.11591/ijeecs.v13.i3.pp1184-1190.
- [5] S. Ahmed et al., "Cost of automotive lithium-ion batteries operating at high upper cutoff voltages," SciencDirect, vol. 403, pp. 56–65, 2018.
- [6] S. D. Beattie et al., "Understanding capacity fade in silicon based electrodes for lithium-ion batteries using three electrode cells and upper cut-off voltage studies," J. Power Sources, vol. 302, pp. 426–430, 2016, doi: 10.1016/j.jpowsour.2015.10.066.
- [7] M. N. P. Agustina, A. D. Sutomo, and H. Widiyandari, "Design a battery management system (BMS) with an automatic cut off system on LFP (LiFePO4) battery type for powerbank application," J. Phys. Conf. Ser., vol. 1825, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742- 6596/1825/1/012038.
- [8] [Wikipedia, "Arduino Uno," wikipedia.com. Accessed: Jan. 12, 2024. [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Arduino_Uno
- [9] Misel, "Apa itu Relay? Berikut Pengertian, Jenis dan Fungsi Relay," 8-juli. Accessed: Jan. 13, 2024. [Online]. Available: <https://misel.co.id/apa-itu-relay-berikut-pengertian-jenis-dan-fungsi-relay-yuk-simak/>
- [10] [Electrical4U, "Voltage Sensor: Working Principle, Types & Circuit Diagram," electrical4u.com. Accessed: Jan. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.electrical4u.com/voltage-sensor/>
- [11] Inggihpangestu, "Adaptor : Pengertian, Sejarah, Fungsi, Cara Kerja, Jenis Rangkaian," IDMETAFORA. Accessed: Jan. 15, 2024. [Online]. Available: <https://idmetafora.com/news/read/963/Adaptor-Pengertian-Sejarah-Fungsi-Cara-Kerja-Jenis-Rangkaian.html>
- [12] Administrator, "Pengertian dan Prinsip Kerja LCD (Liquid Crystal Display)," Ricosta.id. Accessed: Jan. 13, 2024. [Online]. Available: <https://www.ricosta.id/pengertian-dan-prinsip-kerja-lcd/>
- [13] Wikipedia, "18650 battery," wikipedia.com. Accessed: Jan. 13, 2024. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/18650_battery
- [14] G. M. Debele and X. Qian, "Automatic Room Temperature Control System Using Arduino UNO R3 and DHT11 Sensor," 2020 17th Int. Comput. Conf. Wavelet Act. Media Technol. Inf. Process. ICCWAMTIP 2020, no. February, pp. 428–432, 2020, doi: 10.1109/ICCWAMTIP51612.2020.9317307.
- [15] F. T. Ui, "Bab 2 teori penunjang 2.1.," pp. 7–22, 2010.

