

**PERANCANGAN BATTERY MANAGEMENT SYSTEM PADA
BATERRY PACK MOBIL LISTRIK LITIUUM-ION 18650
TERSUSUN 20 SERI**

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN
PERANCANGAN *BATTERY MANAGEMENT SYSTEM* PADA
***BATTERY PACK* MOBIL LISTRIK LITIUM-ION 18650**
TERSUSUN 20 SERI

SKRIPSI
TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

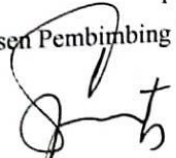
Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



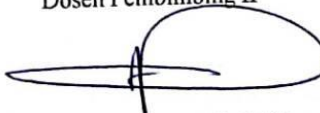
ALFIAN KHAIRI
NIM. 135060301111074

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 2 April 2018

Dosen Pembimbing I


Ir. Soeprapto, M.T.
NIP. 19561020 198903 1 001

Dosen Pembimbing II


Eka Maulana, S.T., M.T., M.Eng.
NIK. 2012018411301001

Mengetahui,


Ir. Hadi Setyono, S.T., M.T., Ph.D., IPM.
NIP. 19730520 200801 1 013



JUDUL SKRIPSI :

PERANCANGAN *BATTERY MANAGEMENT SYSTEM* PADA
BATTERY PACK MOBIL LISTRIK LITIUUM-ION 18650 TERSUSUN
20 SERI

Nama Mahasiswa : ALFIAN KHAIRI

NIM : 135060301111074

Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

Konsentrasi : TEKNIK ELEKTRONIKA

Komisi Pembimbing :

Ketua : Ir. Soeprapto, M.T.

Anggota : Eka Maulana, S.T., M.T., M.Eng.

Tim Dosen Penguji :

Dosen Penguji 1 : Waru Djuriatno, S.T., M.T.

Dosen Penguji 2 : Dr. Eng. Panca Mudjirahardjo, S.T., M.T.

Dosen Penguji 3 : Dr. Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc.

Tanggal Ujian : 23 Maret 2018

SK Penguji : 624/UN10.F07/SK/2018



.....
.....
.....

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar alademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan pertauran perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 2 April 2018

Mahasiswa,



Alfian Khairi

NIM. 135060301111074

RINGKASAN

Alfian Khairi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Maret 2018, *Perancangan Battery Management System pada Battery Pack Mobil Listrik Litium-Ion 18650 Tersusun 20 Seri*, Dosen Pembimbing : Soeprpto, Eka Maulana.

Mobil listrik merupakan mobil ramah lingkungan yang menggunakan energi listrik dari baterai sebagai sumber energi, dan menggunakan motor listrik sebagai penggerak sehingga tidak ada gas buang. Dalam mobil listrik baterai yang digunakan tidak hanya satu, baterai dapat disusun seri ataupun parallel untuk mendapat tegangan dan kapasitas yang diinginkan, susunan baterai ini dikenal dengan istilah baterai pak. Jenis baterai yang digunakan pada mobil listrik biasanya jenis litium-ion 18650 karena memiliki kerapatan energi yang tinggi. Namun jenis baterai ini tidak boleh digunakan pada kondisi diluar batasnya karna akan mengurangi siklus hidupnya dan lebih cepat untuk diganti sehingga berdampak pada sektor biaya perawatan mobil listrik. Oleh karena itu diperlukan sebuah alat untuk mengatur penggunaan baterai baik saat proses pengisian atau pengosongan yang dikenal dengan nama *Battery Management Sistem (BMS)*. BMS merupakan sistem elektronik yang berfungsi untuk mengatur, memonitoring, dan menjaga baterai dari kondisi kondisi yang dapat merusak baterai.

Berdasarkan permasalahan tersebut, sebuah BMS dirancang untuk baterai pak mobil listrik litium-ion 18650 tersusun seri. BMS yang dirancang ini dapat melakukan proses *balancing* terhadap 20 sel dengan metode *cell to cell active balancing*, pembacaan tegangan menggunakan metode *voltage divider*, pembacaan arus menggunakan sensor ACS712-30A, pembacaan suhu menggunakan sensor LM35, dan sistem proteksi yang digunakan adalah *relay* dan *fuse*.

Hasil penelitian menunjukkan BMS dapat memonitoring tegangan individu sel dengan rata-rata selisih 0,054 V, memonitoring arus pengisian dan pengosongan baterai dengan rata-rata selisih 0,04 A, memonitoring suhu dengan rata-rata selisih 1,21°C. Dan juga sistem proteksi baterai pak pada BMS bekerja sebagaimana mestinya saat kondisi *undervoltage*, *overvoltage*, *overheat*, dan *overcurrent*. Selain itu BMS juga dapat melakukan *balancing* antara baterai bertegangan tinggi dan baterai bertegangan rendah, dalam waktu 6 jam selisih tegangan berkurang menjadi 0,084V dengan arus *balancing* sebesar 22,5 mA rms.

Kata kunci: *Active Balancing*, *baterai manajmen sistem*, *baterai litium-ion*

SUMMARY

Alfian Khairi, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering University of Brawijaya, March 2018, Battery Management System Design on Electric Car Battery Pack Litium-Ion 18650 Arranged 20 Series, Supervisor: Soeprapto, Eka Maulana.

Electric car is an environmentally friendly car that uses electrical energy from a battery as a source of energy, and uses an electric motor as a propulsion so there is no exhaust gas. In an electric car the battery used is not just one, the battery can be arranged in series or parallel to get the desired voltage and capacity, the arrangement battery is known as battery pack. The type of battery used in electric cars is typically lithium-ion type 18650 because it has a high energy density. However, this type of battery should not be used in conditions beyond its limits because it will reduce its life cycle and faster to be replaced so that the impact on the sector of maintenance costs of electric cars. Therefore we need a tool to manage battery usage during the charging or discharging process known as Battery Management System (BMS). BMS is an electronic system that function to regulate, monitor, and maintain the battery from conditions that can damage the battery.

Based on these problems, a BMS is designed for a lithium-ion 18650 series electric car battery pack. This designed BMS can process balancing against 20 cells with cell to cell active balancing method, voltage reading using voltage divider method, current reading using ACS712-30A sensor, temperature reading using LM35 sensor, and protection system used is relay and fuse.

The results show that BMS can monitor individual cell voltages with an average error of 0.054 V, monitor the batteries current on charging and discharge state with an average error of 0.04 A, monitoring the temperature with an average error of 1.21°C. And also the battery pack protection system on BMS works as it should when undervoltage, overvoltage, overheat, and overcurrent conditions. In addition BMS can also perform balancing between high-voltage battery and low-voltage battery, within 6 hours the voltage difference is reduced to 0.084V with balancing current of 22.5 mA rms.

Keywords: Active Balancing, battery management system, lithium-ion battery

PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadirat Allah subhanahu wa ta'ala, karena atas segala petunjuk, rahmat, dan nikmat-Nya lah skripsi ini dapat diselesaikan. Sholawat serta salam tidak lupa penulis haturkan kepada junjungan Rasullullah Muhammad shallallahu 'alaihi wa salam semoga kelak mendapatkan syafaat beliau di yaumul qiyamah.

Skripsi berjudul “Perancangan *Battery Management System* pada *Battery Pack* Mobil Listrik Litium-Ion 18650 Tersusun 20 Seri” ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana teknik di jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan doa berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada :

- Kedua orang tua penulis, Bapak Ahmad dan Ibu Zakiyah atas segala doa, pengorbanan, inspirasi, nasehat, kasih sayang, perhatian, ketegasan dan kesabarannya dalam membesarkan dan mendidik penulis. Serta kedua adik tercinta, M Syauqi Alghifary, Siti Mutia Usroti Solihani atas doa dan dukungannya.
- Bapak Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya
- Ibu Ir. Nurussa, MT. selaku sekretaris jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya
- Bapak Ali Mustofa, ST., MT. selaku ketua program studi strata 1 Teknik Elektro Universitas Brawijaya
- Bapak Raden Arief Setiawan, ST., MT. selaku ketua kelompok dosen keahlian elektronika jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya
- Bapak Ir. Soeprapto, MT. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Eka Maulana, ST., MT., M.Eng selaku dosen pembimbing II atas segala bimbingan, pengarahan, saran, dan kritik yang telah diberikan selama proses pengerjaan skripsi.
- Seluruh dosen pengajar jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya atas ilmu yang diberikan selama menjalani masa studi

- Bapak Mulyadi, ST selaku pranata laboratorium elektronika jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya atas bantuan, fasilitas dan keramahannya selama penulis menjadi asisten laboratorium dan proses pengerjaan skripsi
- Teman-teman asisten laboratorium elektronika yang telah mendukung selama pengerjaan skripsi di lab
- Teman-teman konsentrasi elektronika 2013 yang telah kebersamai proses belajar dan pengerjaan skripsi
- Teman-teman jurusan teknik elektro angkatan 2013, semoga semakin solid
- Saudara seiman dan seperjuangan Konco lawas sak lawase AH 13, KBM Al-Hadiid FT UB, Masa Muda Kita, dan 14150117, semoga Allah mempertemukan kita kembali di surga-Nya

Pada akhirnya penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada masyarakat.

Malang, 19 Maret 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Baterai Litium Ion 18650.....	5
2.2. <i>Cell Balancing</i>	7
2.4. Sensor Suhu LM35	11
2.5. Sensor Arus ACS712	11
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1. Spesifikasi Alat	13
3.2. Perancangan Alat	13
3.3. Pengujian Alat	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Pembahasan Hasil Pengujian Sensor Tegangan	31
4.2. Pembahasan Hasil Pengujian Sensor Arus	33
4.3. Pembahasan Hasil Pengujian Sensor Suhu.....	35
4.4. Pembahasan Hasil Pengujian Rangkaian <i>Balancing</i>	36
4.5. Pembahasan Hasil Pengujian Rangkaian Proteksi	39
4.6. Pembahasan Hasil Pengujian Keseluruhan	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1. Kesimpulan.....	43
5.2. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel kelebihan & kekurangan baterai litium ion.....	5
Tabel 2.2	Datasheet Baterai Samsung Litium-Ion ICR18650	7
Tabel 2.3	Karakteristik sensor ACS712-30A.....	12
Tabel 3.1	Nilai perhitungan resistansi variabel resistor.....	15
Tabel 4.1	Hasil pengujian sensor tegangan.....	31
Tabel 4.2	Selisih pembacaan sensor terhadap voltmeter.....	32
Tabel 4.3	Hasil pengujian sensor arus ACS712-30A.....	33
Tabel 4.4	Hasil pengujian waktu pembacaan sensor arus.....	34
Tabel 4.5	Hasil pengujian sensor suhu LM35.....	35
Tabel 4.6	Hasil pengujian proses <i>balancing</i>	36
Tabel 4.7	Hasil pengujian arus proses <i>balancing</i>	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik <i>SoC</i> terhadap tegangan baterai litium-ion secara umum..	6
Gambar 2.2	Rangkaian <i>cell balancing</i> , (a) aktif, (b) pasif.....	8
Gambar 2.3	Rangkaian aktif balancing LC seri resonan.....	9
Gambar 2.4	Respon gelombang rangkaian aktif balancing LC seri resonan..	10
Gambar 2.5	Prinsip kerja <i>Hall effect sensor</i>	12
Gambar 3.1	Diagram blok keseluruhan alat.....	14
Gambar 3.2	Rangkaian sensor tegangan.....	15
Gambar 3.3	Rangkaian sensor arus.....	16
Gambar 3.4	Rangkaian sensor suhu.....	17
Gambar 3.5	Rangkaian LC seri resonan.....	18
Gambar 3.6	Rangkaian <i>bidirectional switch</i>	19
Gambar 3.7	Rangkaian <i>active cell balancing</i>	20
Gambar 3.8	Diagram blok rangkaian proteksi.....	21
Gambar 3.9	Rangkaian <i>driver relay</i>	21
Gambar 3.10	Diagram alir proses pembacaan sensor tegangan.....	22
Gambar 3.11	Diagram alir perangkat lunak keseluruhan.....	24
Gambar 3.12	Diagram alir proses pembacaan sensor arus.....	25
Gambar 3.13	Diagram alir proses <i>balancing</i>	25
Gambar 3.14	Diagram blok pengujian sensor tegangan.....	26
Gambar 3.15	Diagram blok pengujian sensor arus saat proses pengisian.....	27
Gambar 3.16	Diagram blok pengujian sensor arus saat proses pengosongan..	27
Gambar 3.17	Diagram blok pengujian waktu sensor arus.....	27
Gambar 3.18	Diagram blok pengujian sensor suhu.....	27
Gambar 3.19	Diagram blok pengujian <i>balancing</i>	28
Gambar 3.20	Diagram blok pengujian proteksi tegangan.....	29
Gambar 3.21	Diagram blok pengujian proteksi arus.....	29
Gambar 3.22	Diagram blok pengujian proteksi suhu.....	29
Gambar 4.1	Grafik perbandingan pembacaan arus.....	34
Gambar 4.2	Grafik perbandingan sensor suhu dengan <i>thermometer</i>	35
Gambar 4.3	Aliran arus pada rangkaian <i>balancing</i>	37

Gambar 4.4	Sinyal pada <i>osiloscope</i>	38
Gambar 4.5	Serial monitor sistem proteksi tegangan pada komputer.....	39
Gambar 4.6	Serial monitor sistem proteksi suhu pada komputer.....	40
Gambar 4.7	Serial monitor sistem proteksi arus pada komputer.....	41
Gambar 4.8	Tampilan informasi pada LCD 20x04.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Dokumentasi alat.....	45
Lampiran 2	Rangkaian Alat.....	46
Lampiran 3	Datasheet Komponen.....	48

