

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SOC BALANCING
BATERAI PADA SISTEM DC MICROGRID**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi

Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (S1)

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang



Disusun Oleh :

Junaedi Rahman	201910130311021
Hilda Medika Priyanti	201910130311008
M. Hamzah Yuda Kurniawan	201910130311055

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SOC BALANCING BATERAI
PADA SISTEM DC MICROGRID**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (S1) Teknik
Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

Junaedi Rahman	201910130311021
Hilda Medika Priyanti	201910130311008
Muhammad Hamzah Yuda Kurniawan	201910130311055

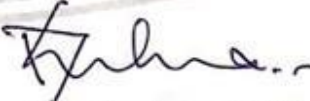
Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


Machmud Effendy, S.T., M.Eng.

NIDN. 0715067402


Ir. Diding Suhardi, M.T.

NIDN. 0706066501

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SOC BALANCING BATERAI
PADA SISTEM DC MICROGRID**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (S1) Teknik
Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

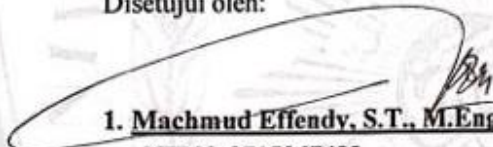
Disusun Oleh :

Muhammad Hamzah Yuda Kurniawan 201910130311055


Tanggal Ujian : 13 Juli 2023

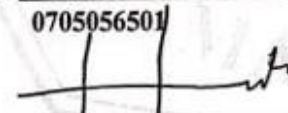
Periode Wisuda : 6

Disetujui oleh:


1. Machmud Effendy, S.T., M.Eng. (Pembimbing I)
NIDN. 0715067402


2. Ir. Diding Suhardi, M.T. (Pembimbing II)
NIDN. 0706066501


3. Dr. Ir. Ermah Azizul Hakim, M.T. NIDN. (Penguji I)
0705056501


4. Khusnul Hidayat, S.T., M.T. (Penguji II)
NIDN. 0723108202



Mengetahui,
Kepala Studi Teknik Elektro


Khusnul Hidayat, S.T., M.T.
NIDN. 0723108202

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Hamzah Yuda Kurniawan

Tempat/Tgl Lahir : Jember, 10 September 2000

NIM : 201910130311055

Fak/Jurusan : Teknik/Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SOC BALANCING BATERAI PADA SISTEM DC MICROGRID " beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang, 28 Oktober 2023

Yang Membuat Pernyataan



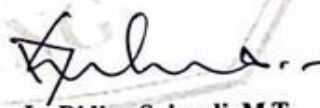
ih Yuda Kurniawan

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Maehmud Effendy, S.T., M.Eng.
NIDN. 0715067402


Ir. Diding Suhardi, M.T.
NIDN. 0706066501

ABSTRAK

Baterai digunakan sebagai media penyimpan energi dalam sistem *DC Microgrid* untuk menyimpan dan menyalurkan energi listrik yang dapat digunakan kembali. Namun, masalah seperti *overcharge* dan *overdischarge* dapat menyebabkan kerusakan pada baterai. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemantauan dan penyeimbangan tingkat status pengosongan kapasitas (*SOC*) baterai agar tidak terjadi ketidakseimbangan yang dapat membahayakan baterai. Dalam konteks ini, penggunaan baterai SMT125 tipe *VRLA* 12V 5Ah sebagai suplai pada sistem *DC Microgrid* terbukti andal. Strategi kontrol terpusat dan penggunaan alat penyeimbang (*balancer*) diperlukan untuk menjaga keseimbangan *SOC* baterai. Selain itu, pengujian pada konverter dan pengosongan baterai menghasilkan grafik yang menunjukkan keterkaitan antara tegangan, *SOC*, dan waktu. Dari hasil pengujian tersebut, diperoleh informasi penting tentang kurva *discharge* dan tegangan yang optimal untuk menjaga kinerja baterai. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa penggunaan arus *discharge* yang terlalu besar dapat mengurangi kapasitas baterai secara signifikan. Oleh karena itu, pengoperasian baterai dengan interval tegangan tertentu diperlukan untuk menjaga nilai arus yang konstan. Pentingnya pemantauan ini, dan penyeimbangan *SOC*, serta pengoperasian yang tepat dalam menjaga kinerja dan umur pakai baterai sebagai media penyimpan energi pada sistem *DC Microgrid* menjadikan baterai tersebut memiliki lama waktu penggunaan yang lama serta kehandalan suplai daya yang baik. Kedepannya dapat dikembangkan dengan komponen yang lain seperti pengujian baterai pada sistem yang digunakan lebih besar dari sistem *DCMG*.

Kata Kunci : SOC, Balancing, Baterai, DC Microgrid

ABSTRACT

Batteries are utilized as energy storage media in DC Microgrid systems to store and distribute electrical energy that can be reused. However, issues such as overcharge and overdischarge can cause damage to the batteries. Therefore, monitoring and balancing the State of Charge (SoC) of the batteries is necessary to prevent imbalances that can be detrimental to the batteries. In this context, the reliable use of SMT125 VRLA 12V 5Ah batteries as the supply in DC Microgrid systems has been proven. Centralized control strategies and the use of balancing devices (balancers) are required to maintain the SoC balance of the batteries. Additionally, testing the converters and discharging the batteries result in graphs that illustrate the relationship between voltage, SoC, and time. Valuable information regarding discharge curves and optimal voltage levels to preserve battery performance is obtained from the test results. The findings also indicate that excessive discharge currents can significantly reduce battery capacity. Hence, operating the batteries within specific voltage intervals is necessary to maintain a constant current value. The importance of monitoring, SoC balancing, and proper operation in preserving battery performance and lifespan as energy storage media in DC Microgrid systems contributes to extended usage time and reliable power supply. Future developments could involve exploring other components and testing batteries on a larger scale than the DC Microgrid system.

Keywords : SOC, Balancing, Battery, DC Microgrid

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan dan Pembuatan SoC Balancing Baterai Pada Sistem DC Microgrid”.

Tujuan penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah dalam rangka menyelesaikan rangkaian Tugas Akhir guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia kesehatan sehingga penulis bisa menuliskan penelitian dengan lancar.
2. Bapak Machmud Effendy, H., S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing 1 dan bapak Ir. Diding Suhardi, M.T. selaku Pembimbing 2.
3. Bapak Khusnul Hidayat, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang.
4. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan berbagai macam ilmu, pengalaman dan hal-hal bermanfaat.
5. Skripsi ini kupersembahkan untuk Ayah dan ibu tercinta serta keluarga besar, “orang spesial” yang telah memberikan semangat, doa dan kasih sayang kepada penulis.
6. Rekan – rekan seperjuangan angkatan 2019 Teknik elektro. Warga Sidodamai, kost “kentos” yang juga telah membantu dalam memberikan saran selama menyusun penelitian ini. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penulisan penelitian ini.

Penulis menyadari penelitian ini masih mempunyai kekurangan, baik dari isi maupun susunannya. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diperlukan penulis. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
CATATAN SEJARAH PERBAIKAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 <i>Product Characteristics</i>	2
1.3 <i>Business Analysis</i>	3
1.4 <i>Product Development Planning</i>	3
1.4.1 Cost Estimate.....	6
1.4.2 Daftar <i>Deliverables</i> , Spesifikasi, dan Jadwal	7
1.4.3 <i>Cluster Plan</i>	7
BAB II SPESIFIKASI.....	8
2.1 Desain	8
2.2 Spesifikasi Fungsi dan Performansi.....	8
2.3 Spesifikasi Fisik dan Lingkungan.....	9
2.4 Verifikasi	9
BAB III PERANCANGAN SISTEM.....	12
3.1 Desain	12
3.2 Spesifikasi Fungsi Dan Performansi.....	12
3.3 <i>Coulomb Counting</i>	15
3.4 Verifikasi	16
3.5 Perancangan Sistem.....	17
3.5.1 Penjabaran Sistem Level.....	17
3.5.2 Pendahuluan Metode	19
3.6 Desain Sistem	20
3.7 Desain <i>Hardware</i>	21
3.7.1 <i>Mikrokontroler ATmega328P</i>	21

3.7.2 Baterai	22
3.7.2.1 Kondisi-Kondisi Baterai	23
3.7.3 Sensor Arus	25
3.7.4 Sensor Tegangan	26
3.7.5 Sensor INA219	27
3.7.6 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	27
3.7.7 Konverter	27
3.7.8 <i>Load</i>	29
3.7.9 <i>Desain Software</i>	29
BAB IV IMPLEMENTASI.....	31
4.1 Implementasi.....	31
4.1.1 <i>Komponen Hardware dan Software</i>	31
4.1.2 <i>Hardware</i>	31
4.1.3 <i>Software Arduino IDE</i>	35
4.2 <i>Boost Konverter</i>	37
4.2.1 <i>Lingkup Pengujian Boost Konverter</i>	37
4.2.2 <i>Konfigurasi Pengujian Boost Konverter</i>	37
4.2.3 <i>Syarat Pengujian Boost Konverter</i>	37
4.2.4 <i>Prosedur Pengujian Boost Konverter</i>	38
4.2.5 <i>Hasil Pengujian Boost Konverter</i>	38
4.3 <i>Sensor Arus dan Tegangan</i>	40
4.3.1 <i>Lingkup Pengujian Sensor Arus dan Tegangan</i>	40
4.3.2 <i>Konfigurasi Pengujian Sensor Arus dan Tegangan</i>	40
4.3.3 <i>Syarat Pengujian Sensor Arus dan Tegangan</i>	40
4.3.4 <i>Prosedur Pengujian Sensor Arus dan Tegangan</i>	40
4.3.5 <i>Hasil Pengujian Sensor Arus dan Tegangan</i>	41
4.4 <i>LCD 16x2</i>	42
4.4.1 <i>Lingkup Pengujian LCD 16x2</i>	42
4.4.2 <i>Konfigurasi Pengujian LCD 16x2</i>	42
4.4.3 <i>Syarat Pengujian LCD 16x2</i>	42
4.4.4 <i>Prosedur Pengujian LCD 16x2</i>	42
4.4.5 <i>Hasil Pengujian LCD 16x2</i>	43
4.5 <i>Baterai</i>	43
4.5.1 <i>Lingkup Pengujian Baterai</i>	43
4.5.2 <i>Konfigurasi Pengujian Baterai</i>	43
4.5.3 <i>Syarat Pengujian Baterai</i>	43

4.5.4	Prosedur Pengujian Baterai.....	43
4.5.5	Hasil Pengujian Baterai	44
4.6	Arduino IDE	44
4.6.1	Lingkup Pengujian Arduino IDE.....	44
4.6.2	Konfigurasi Pengujian Arduino IDE	44
4.6.3	Syarat Pengujian Arduino IDE	45
4.6.4	Prosedur Pengujian Arduino IDE	45
4.6.5	Hasil Pengujian Arduino IDE.....	45
4.7	Pengujian Sistem <i>Balancing</i>	46
4.7.1	Lingkup Pengujian Sistem <i>Balancing</i>	46
4.7.2	Konfigurasi Pengujian Sistem <i>Balancing</i>	46
4.7.3	Syarat Pengujian Sistem <i>Balancing</i>	46
4.7.4	Prosedur Pengujian Sistem <i>Balancing</i>	46
4.7.5	Hasil Pengujian Sistem <i>Balancing</i>	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		50
5.1	Kesimpulan.....	50
5.2	Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN.....		52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prototype SoC balancing	8
Gambar 3.1 Blok Desain Sistem Alat.....	12
Gambar 3.2 DFD Sistem Leveling 0.....	17
Gambar 3.3 DFD Sistem Leveling 1.....	17
Gambar 3.4 DFD Level 2.....	18
Gambar 3.5 DFD Level 3.....	18
Gambar 3.6 DFD Level 4.....	19
Gambar 3.7 Blok sistem.....	20
Gambar 3.8 Bentuk-bentuk Baterai.....	23
Gambar 3.9 Kondisi-kondisi baterai.....	23
Gambar 3.10 Sensor Arus ACS712.....	25
Gambar 3.11 Konfigurasi Sensor ACS712.....	26
Gambar 3.12 Sensor Tegangan.....	27
Gambar 3.13 Sensor INA219.....	27
Gambar 3.14 <i>Liquid Crystal Display</i>	27
Gambar 3.15 Konverter.....	28
Gambar 3. 16 Desain PCB Konverter.....	28
Gambar 3.17 Skematik Boost Konverter.....	29
Gambar 3.18 Power Resistor.....	29
Gambar 3.19 <i>Flowchart</i>	30
Gambar 4.1 Bentuk Hardware.....	31
Gambar 4.2 Mikrokontroler Arduino.....	32
Gambar 4.3 Modul Sensor ACS712.....	33
Gambar 4.4 Sensor Tegangan.....	33
Gambar 4.5 Sensor INA219.....	33
Gambar 4.6 LCD 16x2.....	34
Gambar 4.7 Boost Konverter.....	34
Gambar 4.8 Box Alat SOC Balancing Baterai.....	35
Gambar 4.9 Baterai VRLA SMT125 12V/5AH.....	35
Gambar 4.10 SOC Meter.....	35
Gambar 4.11 Tampilan Program pada software Arduino IDE.....	36

Gambar 4.1 Grafik keluaran konverter.....	38
Gambar 4.2 grafik keluaran konverter.....	39
Gambar 4.3 Pengujian Konverter.....	39
Gambar 4.4 Sensor Arus dan Tegangan.....	41
Gambar 4.5 Pengujian LCD.....	43
Gambar 4.6 Pengujian Baterai.....	44
Gambar 4.7 Pengujian perangkat lunak.....	45
Gambar 4.8 Grafik hubungan SOC terhadap waktu (Pengosongan).....	47
Gambar 4.9 Grafik hubungan tegangan baterai terhadap waktu (Pengosongan) ..	47
Gambar 4.10 Grafik nilai tegangan baterai 1 dan SOC.....	48
Gambar 4.11 Grafik hubungan nilai tegangan baterai 2 dengan SOC.....	48
Gambar 4.12 Grafik hubungan arus discharging terhadap waktu (Pengosongan)	49
Gambar 4.13 Pengujian integrasi hardware.....	49



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Deliverables, spesifikasi dan jadwal proyek penelitian	5
Tabel 1.2 Harga Produksi Pengembangan Riset dan Pembuatan Produk	6
Tabel 1.3 Deliverables, Spesifikasi dan Jadwal Proyek Penelitian	7
Tabel 2. 1 Tugas masing masing anggota kelompok	11
Tabel 3.1 Spesifikasi Baterai VRLA	12
Tabel 3. 2 Spesifikasi Mikrokontroler 328P	13
Tabel 3. 3 Sensor Tegangan	13
Tabel 3. 4 Sensor ACS712	14
Tabel 3. 5 Sensor INA219	14
Tabel 3. 6 Spesifikasi Konverter	14
Tabel 3. 7 Spesifikasi Mikrokontroler ATmega328	21
Tabel 4. 1 Kebutuhan Komponen	31
Tabel 4. 2 Boost Konverter	37
Tabel 4. 3 Lingkup Pengujian Sensor Arus Dan Tegangan	40
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor INA219	41
Tabel 4. 5 Hasil pengujian Sensor Tegangan	41
Tabel 4. 6 Lingkup Pengujian LCD 16x2	42
Tabel 4. 7 Lingkup Pengujian Baterai	43
Tabel 4. 8 Pengujian Perangkat Lunak	44
Tabel 4. 9 Lingkup Pengujian Terintegrasi	46

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Ghalib, E. G. Shehat, J. Thomas, And R. M. Mostafa, “Adaptive Droop Control For High-Performance Operation In Low-Voltage Dc Microgrids,” *Electrical Engineering*, Vol. 101, No. 4, Pp. 1311–1322, Dec. 2019, Doi: 10.1007/S00202-019-00869-8.
- [2] Khanh Duc Hoang, Sung-Jin Choi, And Hong-Hee Lee, “Battery State Of Charge Balancing With Accurate Power Sharing In Dc Microgrid,” In *2019 Ieee Vehicle Power And Propulsion Conference (Vppc)*, Ieee, Oct. 2019. Doi: <https://doi.org/10.1109/Vppc46532.2019.8952333>.
- [3] R. H. S. A. M. M. H. Akbar Taufik, “Estmasi State Of Charge Baterai Regulated,” *Jieom*, Vol. 2, May 2019.
- [4] Y. Astriani, A. Kurniasari, E. Rakhman Priandana, And Aryanto Aryono Nur, “Penyeimbangan State Of Charge Baterai Lead Acid Pada Prototipe Battery Management System,” *Ketenagalistrikan Dan Energi Terbarukan*, Vol. 17, No. 1, Pp. 43–52, Jun. 2018.
- [5] F. Chen, J. Yuan, C. Zheng, C. Wang, Z. Li, And X. Zhou, “A State-Of-Charge Based Active Ev Battery Balancing Method,” In *2nd International Conference On Electrical Engineering And Automation (Iceea 2018)*, Feng Chen, Ed., Atlantis Press, Mar. 2018, Pp. 70–73. Doi: <https://doi.org/10.2991/Iceea-18.2018.16>.
- [6] R. Di Rienzo, M. Zeni, F. Baronti, R. Roncella, And R. Saletti, “Passive Balancing Algorithm For Charge Equalization Of Series Connected Battery Cells,” Cagliari, Italy, Oct. 2020. Doi: 10.1109/Ieses45645.2020.9210643.
- [7] S. Herdiawan Alvaro, D. Darmawan, And A. Qurthobi, “Design And Implementation State Of Charge (Soc) Measuring Device On Lead-Acid Battery Using Coulomb Counting Method,” Apr. 2017.
- [8] T. Wu, F. Ji, L. Liao, And C. Chang, “Voltage-Soc Balancing Control Scheme For Series-Connected Lithium-Ion Battery Packs,” *J Energy Storage*, Vol. 25, Aug. 2019, Doi: 10.1016/J.Est.2019.100895.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO & D3 TEKNIK ELEKTRONIKA
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144 Telp. 0341 - 464318 Ext. 129, Fax. 0341 - 460782

FORM CEK PLAGIASI LAPORAN TUGAS
AKHIR


Nama Mahasiswa : Muhammad Hamzah Yuda Kurniawan
NIM : 201910130311055
Judul TA : Perancangan Dan Pembuatan SOC Balancing Baterai Pada Sistem DC Microgrid

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin


No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	0 %
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	22 %
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	26 %
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	10 %
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	0 %
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	16 %

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,


(Machmud Effendy, S.T., M.Eng.)

Dosen Pembimbing II,


(Ir. Diding Suhardi, M.T.)