



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**IMPLEMENTASI METODE ESTIMASI SOC COULOMB
COUNTING PADA PERANCANGAN ALAT MONITORING
BATERAI SISTEM PEMADAM KEBAKARAN CO₂**



LAPORAN TUGAS AKHIR

UNIVERSITAS
AMMAR MAULANA
41422110021
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**



**IMPLEMENTASI METODE ESTIMASI SOC COULOMB
COUNTING PADA PERANCANGAN ALAT MONITORING
BATERAI SISTEM PEMADAM KEBAKARAN CO₂**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : AMMAR MAULANA
NIM : 41422110021
PEMBIMBING : Ir. SAID ATTAMIMI, M.T

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Ammar Maulana
NIM : 41422110021
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Implementasi Metode Estimasi SoC Coulomb Counting
Pada Perancangan Alat Monitoring Baterai Sistem
Pemadam Kebakaran CO₂

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh :

Pembimbing : Ir. Said Attamimi, MT
NIDN/NIDK/NIK : 0307106101

Tanda Tangan



Ketua Penguji : Akhmad Wahyu Dani, ST.MT
NIDN/NIDK/NIK : 0320078501



Anggota Penguji : Fadli Sirait, S.Si, MT
NIDN/NIDK/NIK : 0320057603



Jakarta, 23 Januari 2024

Mengetahui,

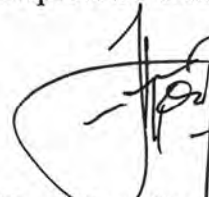
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN: 0307037202

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc

NIDN: 0314089201

HALAMAN PERNYATAAN *SIMILARITY*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ir. Said Attamimi, MT
NIDN/NIDK : 0307106101
Jabatan : Dosen Teknik Elektro

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Ammar Maulana
N.I.M : 41422110021
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Implementasi Metode Estimasi SoC Coulomb Counting
Pada Perancangan Alat Monitoring Baterai Sistem
Pemadam Kebakaran CO₂

telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada Rabu, 31 Januari 2024 dengan hasil presentase sebesar 7% dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 31 Januari 2024



(Ir. Said Attamimi, M.T)

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ammar Maulana
N.I.M : 41422110021
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Implementasi Metode Estimasi SoC Coulomb Counting
Pada Perancangan Alat Monitoring Baterai Sistem
Pemadam Kebakaran CO₂

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 23 Januari 2024

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Ammar Maulana

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala nikmat, karunia serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Implementasi Metode Estimasi SoC Coulomb Counting Pada Perancangan Alat Monitoring Baterai Sistem Pemadam Kebakaran CO₂”.

Dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini, penulis tidak bisa terlepas dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, nikmat serta karunianya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak, ibu, serta kakak yang telah memberikan do'a dan dukungan baik secara moril maupun materil.
3. Bapak Ir. Said Attamimi, MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk, saran serta dukungan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
4. Koordinator Tugas Akhir Teknik Elektro Semester Ganjil 2023 yang telah memberikan arahan terkait prosedur pelaksanaan tugas akhir.
5. Semua pihak yang membantu dalam penulisan laporan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis juga menyadari terdapat kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini. Penulis berharap tugas akhir ini dapat menjadi sumber ilmu yang bermanfaat bagi pembacanya.

Jakarta, 23 Januari 2024



Ammar Maulana

ABSTRAK

Pada suatu panel sistem kontrol pemadam kebakaran CO₂ terdapat dua buah baterai sealed lead acid 12V 7,2Ah yang berfungsi sebagai sumber daya cadangan 24VDC untuk mensuplai tegangan pada PCB kontroler ketika sumber tegangan utama mati. Sayangnya kontroler pada sistem ini tidak bisa menampilkan dan mengukur kapasitas baterai secara aktual, sehingga untuk perawatan baterai dilakukan dengan mengganti baterai secara periodik tanpa mengetahui kapasitas baterai, tentu ini membuat penggunaan baterai menjadi tidak efisien. Oleh karena itu, dirancang alat yang dapat mengukur dan menampilkan informasi mengenai kapasitas sisa atau *State of Charge* baterai secara aktual.

Dalam penelitian ini dilakukan implementasi metode estimasi SoC *Coulomb Counting* untuk mengestimasi dua buah baterai *sealed lead acid* 12V 7,2Ah yang dirangkai seri ketika dalam kondisi pengosongan atau *discharging*. Serta diimplementasikan juga metode estimasi *Open Circuit Voltage* (OCV) pada saat baterai kondisi *standby*. Metode OCV juga digunakan sebagai penentuan estimasi SoC awal. Rancangan alat menggunakan mikrokontroler arduino uno sebagai perangkat pemrosesannya, pembacaan tegangan baterai menggunakan rangkaian *voltage divider*. Pengukuran arus menggunakan modul sensor ACS712.

Hasil pengujian sensor, menunjukkan pembacaan tegangan oleh *voltage divider* memiliki akurasi dengan *error* sebesar 0,028% dan pembacaan arus oleh ACS712 sebesar 5,53%. Alat dapat memasuki mode *standby* dan melakukan estimasi dengan metode OCV ketika tidak mendeteksi arus dan ketika terdeteksi arus keluar, alat dapat memasuki mode pengosongan atau *discharging* dan melakukan estimasi menggunakan metode *coulomb counting*. Pengujian metode OCV didapatkan hasil persentase SoC dengan rata-rata *error* sebesar 0,32% terhadap nilai persentase SoC yang dihitung secara manual. Pengujian estimasi SoC *coulomb counting* dilakukan saat kapasitas SoC awal 80,27% pada mode *standby* dan dihubungkan pada beban *cooling fan* dengan arus rata-rata 0,81A. Pengujian dilakukan selama ± 5 jam sampai SoC baterai mencapai alarm *cut-off* yaitu 25%. Berdasarkan rumus *coulomb counting*, muatan baterai pada SoC 80,27% adalah 5,78Ah. Muatan keluar yang terhitung adalah 3,98Ah, sehingga estimasi muatan akhir baterai adalah 1,83 Ah dengan persentase pengosongan yang dilakukan adalah sebesar 55,3%. Ini menunjukkan bahwa alat dapat mengestimasi nilai SoC berdasarkan muatan yang keluar terhadap kapasitas muatan maksimal dari baterai sesuai dengan algoritma *coulomb counting*.

Kata kunci : *State of Charge* (SoC), *Coulomb Counting*, *Open Circuit Voltage*, *Sealed lead acid battery*

ABSTRACT

In a fire suppression system for CO₂, there are two sealed lead acid batteries 12V 7,2Ah that function as backup power 24VDC to supply voltage to the PCB controller when the main power source is off. Unfortunately, the controller in this system cannot display and measure the battery capacity in real time, so the battery maintenance is done by replacing the battery periodically without knowing the battery capacity, which certainly makes the battery usage inefficient. Therefore, a device that can measure and display information about the remaining or State of Charge of the battery in real time is designed.

In this study, the Coulomb Counting method was implemented to estimate two sealed lead acid 12V 7,2Ah batteries that were connected in series when empty or discharging. The Open Circuit Voltage (OCV) method was also implemented at standby mode. The OCV method was also used as an initial estimation of SoC. The design of the device used an Arduino Uno microcontroller as the processing device, a voltage divider circuit for battery reading, and a sensor ACS712 for current measurement.

The test results of the sensor showed that the voltage divider reading had an accuracy of 0.028% and the ACS712 reading had 5.53%. The device could enter standby mode and perform estimation using the OCV method when no current was detected and when current was detected, the device could enter discharge mode and perform estimation using the Coulomb Counting method. The OCV test result obtained an average error of 0.32% compared to the manual calculation of SoC percentage. The Coulomb Counting estimation test was performed when SoC initial value was 80.27% in standby mode and connected to a cooling fan load with an average current of 0.81A. The test was performed for ±5 hours until SoC battery reached alarm cut-off value which is 25%. Based on the Coulomb Counting formula, the battery charge at SoC 80.27% is 5.78Ah. The discharged charge calculated is 3.98Ah, so the final battery charge estimate is 1.83 Ah with a discharge percentage of 55.3%. This shows that the device can estimate SoC based on discharged charge against maximum charge capacity of battery according to Coulomb Counting algorithm.

Keyword : State of Charge (SoC), Coulomb Counting, Open Circuit Voltage, Sealed lead acid battery

DAFTAR ISI

SALAMAN SAMPUL/COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Baterai	9
2.2.1 Baterai Sealed Lead Acid	10
2.3 <i>State of charge (SoC)</i>	11
2.3.1 Metode <i>Open Circuit Voltage</i>	11
2.3.2 Metode <i>Coulomb Counting</i>	12
2.4 Arduino Uno	13
2.5 Rangkaian Pembagi Tegangan atau <i>Voltage Divider</i>	15
2.6 Sensor Arus ACS712	16
2.7 <i>Liquid Crystal Display (LCD) 16x2</i>	17

BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Perancangan Alat.....	19
3.1.1 Perancangan Sensor Tegangan.....	20
3.1.2 Perancangan Sensor Arus.....	22
3.1.3 Perancangan Alat	23
3.2 Perancangan Sistem Kerja Alat	24
3.2.1 Implementasi Algoritma Metode Estimasi <i>Open Circuit Voltage</i>	26
3.2.2 Implementasi Algoritma Metode Estimasi <i>Coulomb Counting</i>	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Pembacaan Tegangan.....	29
4.2 Hasil Pembacaan Arus.....	32
4.3 Hasil Pengujian Metode Estimasi <i>Open Circuit Voltage</i>	36
4.4 Hasil Pengujian Metode <i>Coulomb Counting</i>	38
4.5 Analisa Perbandingan Tegangan Metode OCV - Coulomb Counting.....	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN.....	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-jenis baterai	9
Gambar 2.2 Konstruksi baterai <i>lead acid</i>	10
Gambar 2.3 Grafik persentase SoC baterai terhadap tegangan	12
Gambar 2.4 Arduino uno	15
Gambar 2.5 Rangkaian pembagi tegangan.....	15
Gambar 2.6 Sensor arus ACS712	16
Gambar 2.7 LCD 16x2	18
Gambar 3.1 Diagram blok rancangan alat.....	19
Gambar 3.2 Skema perancangan sensor tegangan	21
Gambar 3.3 Kurva <i>output</i> tegangan sensor terhadap pembacaan arus.....	22
Gambar 3.4 Skema perancangan sensor arus.....	23
Gambar 3.5 Skema rancangan alat.....	24
Gambar 3.6 Diagram alir sistem kerja alat.....	25
Gambar 4.1 Pengujian pembacaan tegangan	29
Gambar 4.2 Grafik linearitas tegangan pada nilai ADC	31
Gambar 4.3 Pengujian sensor arus	33
Gambar 4.4 Grafik pembacaan arus.....	34
Gambar 4.5 Grafik nilai ADC.....	34
Gambar 4.6 Grafik pembacaan arus setelah kalibrasi	35
Gambar 4.7 Grafik hasil estimasi SoC.....	38
Gambar 4.8 Pengujian alat pada baterai terhubung beban.....	39
Gambar 4.9 Grafik persentase SoC terhadap muatan	39
Gambar 4.10 Grafik perbandingan SoC CC – OCV terhadap tegangan.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Referensi penelitian.....	7
Tabel 2.2 Pin sensor arus ACS712	17
Tabel 2.3 Pin LCD 16x2.....	18
Tabel 4.1 Hasil pembacaan tegangan sebelum dikalibrasi.....	30
Tabel 4.2 Hasil pembacaan tegangan	32
Tabel 4.3 Hasil pembacaan arus.....	33
Tabel 4.4 Hasil pembacaan arus setelah kalibrasi	35
Tabel 4.5 Hasil estimasi SoC metode OCV	37



UNIVERSITAS
MERCU BUANA