

SKRIPSI

**PERBANDINGAN AKURASI ESTIMASI STATE OF CHARGE PADA BATERAI
VRLA MENGGUNAKAN METODE TIME CAPACITY DAN COULOMB**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

RAFLI LEO RAHMATULLAH

03041181621027

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

LEMBAR PENGESAHAN
PERBANDINGAN AKURASI ESTIMASI STATE OF CHARGE PADA BATERAI
VRLA MENGGUNAKAN METODE TIME CAPACITY DAN COULOMB



SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarja Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

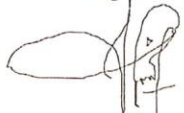
Oleh:

RAFLI LEO RAHMATULLAH
03041181621027

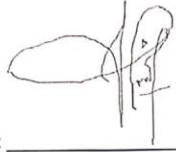
Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197108141999031005

Indralaya, Juli 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama


Dr. Herlina S.T., M.T.
NIP. 198007072006042004

Saya sebagai Pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).



Tanda Tangan : _____

Pembimbing Utama : Dr. Herlina S.T., M.T.

Tanggal : 13 / 07 / 2020

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rafli Leo Rahmatullah
NIM : 03041181621027
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PERBANDINGAN AKURASI ESTIMASI STATE OF CHARGE PADA BATERAI
VRLA MENGGUNAKAN METODE TIME CAPACITY DAN COULOMB**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya

Pada tanggal: Juli 2020



Rafli Leo Rahmatullah

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rafli Leo Rahmatullah
NIM : 03041181621027
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 15%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul **“Perbandingan Akurasi Estimasi State Of Charge Pada Baterai VRLA Menggunakan Metode Time Capacity Dan Coulomb”** merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya, Juli 2020



Rafli Leo Rahmatullah

NIM. 03041181621027

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah subhanahu wa ta'ala atas nikmat tak berujung yang dicurahkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **“Perbandingan Akurasi Estimasi State Of Charge Pada Baterai VRLA Menggunakan Metode Time Capacity Dan Coulomb”**. Shalawat serta salam kepada junjungan Nabi Muhammad shallahu'alaihi wasallam beserta keluarga, sahabat dan pengikut-pengikut beliau. Salah satu keindahan di dunia yang akan selalu dikenang adalah ketika kita dapat merasakan dan menggapai sebuah impian menjadi kenyataan. Dan inilah salah satu keindahan yang diberikan Allah atas segala nikmat dan karunia-Nya.

Kepada kedua orang tuaku tercinta, ayahanda Adi Sang Putra dan ibunda Siti Dahniar yang tak hentinya mendoakan, menasehati dan memotivasi sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Semoga Allah membalas segala pengorbanan mereka dengan surga-Nya. Dan kepada adikku Erlangga Dwi Nugraha dan Aqshal Bintang terima kasih untuk setiap dukungannya

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T., selaku Pembimbing yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing, memotivasi dan memberikan ilmu yang begitu berharga serta ucapan maaf atas segala kesalahan selama persiapan penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai. Ucapan terima kasih juga kepada :

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Sariman, M.S selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama masa perkuliahan dan memberikan ilmu.
3. Dosen penguji dan pembahas Ir. Sri Agustina, M.T, Ir. Sariman, M.S dan Ir. M. Suparlan, M.S, terima kasih atas bimbingan dan saran-saran yang diberikan.

4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih atas segala bimbingan dan ilmu yang diberikan selama proses perkuliahan.
5. Keluarga Besarku, Paman, Bibik, Nenek dan Kakak kakak Sepupu-sepupuku, terima kasih atas segala bantuannya baik berupa moril ataupun materi.
6. Keluarga Besar Teknik Elektro angkatan 2016, Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) yang menemani penulis dalam berorganisasi.
7. Keluarga Besar Laboratorium Mesin-Mesin Listrik terima kasih atas ilmu dan pengalaman penulis sebagai seorang asisten lab.
8. Rekan-rekan satu pembimbing skripsi Restu Dwi Alamsyah, Diaz Dwirahma Yudha, Aditya Kesuma yang selalu menjadi tempat berkeluh kesah, cerita dan berbagi ilmu selama penelitian.
9. Sahabat-sahabat penulis Kak Fitroh Qolbi, Anil Mulya, Ahmad Fadhlillah, Renaldy Baskara dan Muhammad Naqib terima kasih atas dukungan dan semangat yang kalian berikan.
10. Teman-teman grub Akatsuki dan PP The Best yang menjadi tempat main, keluh kesah, motivasi dan berbagi ilmu membuat penulis belajar banyak hal.

Semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan dapat menjadi amal kebaikan dihadapan Allah subhanahu wa ta'ala . Dan diharapkan Skripsi ini dapat menjadi sumbangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat menjadi manfaat bagi semua pihak yang terkait.

Palembang,2020

Penulis

ABSTRAK


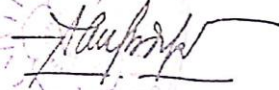
PERBANDINGAN AKURASI ESTIMASI STATE OF CHARGE PADA BATERAI VRLA MENGGUNAKAN METODE TIME CAPACITY DAN COULOMB

(Rafli Leo Rahmatullah, 03041181621027, 2020, 59 halaman)

Kapasitas penyimpanan sangat diperlukan untuk menyimpan sumber energi listrik dari pembangkit listrik tenaga surya, untuk mendapatkan kapasitas penyimpanan yang baik tentu saja harus dilakukan pengujian. Pada penelitian ini dibuatlah alat ukur kapasitas baterai (*Capacity Tester*). Kemudian dilakukan sebuah pengujian sensor, pengujian *Discharge Rate* dan perhitungan kapasitas baterai menggunakan dua metode. Pengujian sensor bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat hasil perhitungan *Capacity Tester*, pengujian *Discharge rate* bertujuan untuk mendapatkan karakteristik baterai yang di uji dan perhitungan kapasitas baterai menggunakan dua metode bertujuan untuk mendapatkan hasil perhitungan kapasitas baterai yang lebih akurat setelah dilakukan pengujian. Berdasarkan hasil pengujian sensor pada Capacity tester didapatkan nilai galat untuk sensor tegangan sebesar 0,07739%, sensor arus sebesar 4,44% , sensor suhu sebesar 9,375%. pada pengujian discharge rate baterai didapatkan karakteristik *discharge rate* pada C_{20} dengan tegangan berangsur angsur menurun dan stabil sedangkan pada C_4 , C_2 dan C_1 tegangan berangsur menurun namun tidak stabil. Didapatkan masing masing kapasitas baterai menggunakan dua buah metode, untuk metode time capacity pada C_{20} adalah 2,952 Ah, C_4 adalah 0,588 Ah, C_2 adalah 0,3114 Ah dan C_1 adalah 0,1614 Ah. Untuk metode coulomb pada C_{20} adalah -4.108,5 Ah, C_4 adalah 12.102 Ah, C_2 adalah 13.489 Ah dan C_1 adalah 12.448 Ah dari dua buah metode dapat disimpulkan bahwa metode time capacity memiliki nilai perhitungan yang lebih akurat

Kata Kunci : Baterai, *Capacity Tester*, *Discharge Rate*.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

Indralaya, Juli 2020

Menyetujui,
Pembimbing Utama



Dr. Herlina S.T., M.T.

NIP. 198007072006042004

ABSTRACT

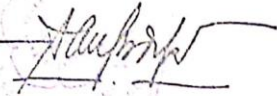
**COMPARATIVE ACCURACY OF THE STATE OF CHARGE ON THE
VRLA BATTERY USING THE TIME CAPACITY AND COULOMB
METHOD**

(Rafli Leo Rahmatullah, 03041181621027, 2020, 59 halaman)

Storage capacity is needed to save the source of electrical energy from solar power plants and testing must be done to get a good storage capacity. In this study, a battery capacity measurement tool is made. Then, a sensor test, Discharge Rate test and battery capacity calculation are done using two methods. Sensor testing aims to find out how accurate the results of the Capacity Tester calculation, Discharge rate testing aims to get the characteristics of the battery being tested and the calculation of battery capacity using two methods aiming to get more accurate battery capacity calculation results after testing. Based on the results of sensor testing on the Capacity tester, the error value for the voltage sensor is 0.07739%, current sensor is 4.44%, temperature sensor is 9.375%. the battery discharge rate test found the discharge rate characteristics at C20 with gradually decreasing and stable voltage while at C4, C2 and C1 the voltage gradually decreased but not stable. Each battery capacity is obtained using two methods, for the time capacity method at C20 is 2.952 Ah, C4 is 0.588 Ah, C2 is 0.3114 Ah and C1 is 0.1614 Ah. For the coulomb method at C20 is -4.108.5 Ah, C4 is 12,102 Ah, C2 is 13,489 Ah and C1 is 12,448 Ah of the two methods it can be concluded that the time capacity method has a more accurate calculation value.


Keyword : battery, capacity tester, discharge rate.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197108141999031005

Indralaya, Juli 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama



Dr. Herlina S.T., M.T.
NIP. 198007072006042004

DAFTAR ISI

COVER SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
HALAMAN PERNYATAAAN INTEGRITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR RUMUS	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Lingkup Kerja.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSAKA	
2.1. Baterai VRLA.....	6
2.1.1. Baterai VRLA AGM	6
2.1.2. Baterai VRLA Gel.....	7
2.1.3. <i>Charging dan Discharging</i>	8
2.2. <i>State Of Charge (SOC)</i>	9
2.3. <i>Depth Of Discharge (DOD)</i>	10
2.4. <i>State Of Health (SOH)</i>	11
2.5. <i>Capacity Tester</i>	11
2.5.1. Arduino Uno	11
2.5.2. Sensor Tegangan	12

2.5.3. Sensor Arus	13
2.5.4. Sensor Suhu.....	13
2.5.7. Data <i>Logger Shield</i>	14
2.5.8. IDE Arduino.....	14
2.6. Pengukuran Kapasitas Baterai	15
2.6.1. Persyaratan Sebelum Pengujian	15
2.6.2. Lamanya Pengujian.....	16
2.6.3. <i>Discharge Rate</i>	16
2.6.4. Pengaruh Temperatur pada Uji Kapasitas.....	16
2.6.4.1. Metode <i>Time Capacity</i>	16
2.6.4.2. Metode <i>Rate Adjustment Capacity</i>	18
2.6.4.3. Metode Coulomb	19
2.7. Parameter yang Mempengaruhi Kapasitas Baterai.....	19
2.8. Pemeliharaan Baterai	21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian	22
3.2. Lokasi Penelitian	23
3.3. Waktu Penelitian	23
3.4. Peralatan dan Bahan	24
3.4.1. Peralatan.....	24
3.4.2. Bahan	24
3.5. Rancang Bangun Alat.....	25
3.5.1. Perancangan <i>Hardware</i>	25
3.5.2. Perancangan <i>Firmware</i>	25
3.5.3. Cara Kerja Alat	26
3.5.4. Koneksi Komponen Pada Alat	27
3.6. Prosedur Percobaan	28
3.6.1. Kalibrasi Alat	28
3.5.2. Prosedur Pengujian.....	29
3.7. Skema Penelitian.....	30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Sensor	32
4.1.1. Sensor Tegangan	32
4.1.2. Sensor Arus	32
4.1.3. Sensor Suhu.....	33
4.2. Pengujian <i>Discharge Rate</i>	34
4.2.1. <i>Discharge Rate</i> C_{20}	34
4.2.2. <i>Discharge Rate</i> C_4	35
4.2.3. <i>Discharge Rate</i> C_2	36
4.2.4. <i>Discharge Rate</i> C_1	37
4.3. Perhitungan Kapasitas	38
4.3.1. Perhitungan Kapasitas C_{20}	39
4.3.2. Perhitungan Kapasitas C_4	41
4.3.3. Perhitungan Kapasitas C_2	42
4.3.4. Perhitungan Kapasitas C_1	44
4.4. Pembahasan dan Analisa	46

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....	48
5.2. Saran	49

DAFTAR PUSTAKA	50
-----------------------------	----

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kontruksi Baterai VRLA AGM	7
Gambar 2.2. Kontruksi Baterai VRLA Gel.....	7
Gambar 2.3. Rangkaian <i>Charging</i> Baterai.....	8
Gambar 2.4. Rangkaian <i>Discharging</i> Baterai	9
Gambar 2.5. Hubungan antara SOC dan DOD	10
Gambar 2.6. Papan Arduino Uno.....	12
Gambar 2.7. Sensor Tegangan	12
Gambar 2.8. Sensor ACS712	13
Gambar 2.9. Sensor Suhu LM35.....	13
Gambar 2.10. <i>Data Logger Shield</i>	14
Gambar 2.11. Tampilan Depan IDE Arduino	14
Gambar 3.1. Diagram Rangkain Pengujian	22
Gambar 3.2. Tampak Depan <i>Capacity Tester</i>	26
Gambar 3.3. Tampak Atas <i>Capacity Tester</i>	26
Gambar 3.4. Skema Rangkaian <i>Capacity Tester</i>	27
Gambar 3.6. Rangkaian Kalibrasi	28
Gambar 3.7. Rangkaian Pengujian.....	29
Gambar 3.8. Diagram Alir Skema Penelitian.....	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Hubungan antara SOC dengan Tegangan <i>Open Circuit</i>	10
Tabel 2.2. Rekomendasi Faktor Koreksi Suhu (K_T)	17
Tabel 2.3. Rekomendasi Faktor Koreksi Suhu (K_C)	18
Tabel 3.1. Waktu Penelitian	23
Tabel 3.2. Peralatan yang Digunakan	24
Tabel 3.3. Bahan atau Komponen yang Dipakai.....	24

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	8
Rumus 2.2	17
Rumus 2.3	18
Rumus 2.4	19
Rumus 2.5	21

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di era modern seperti sekarang ini energi merupakan sumber utama yang sangat dibutuhkan demi kelangsungan hidup. Belum lagi jumlah populasi penduduk yang tiap tahunnya meningkat dan memaksa kita untuk mencari sumber energi yang lebih banyak lagi, untuk itu sumber energi alternatif seperti energi angin, energi air, energi surya, dan yang lainnya merupakan pilihan yang tepat sebab selain karena jumlahnya tanpa batas energi alternatif tersebut juga dapat menghemat biaya ekonomi karena bisa didapatkan langsung dari alam.

Salah satu energi yang saat ini sedang hangatnya dibahas yaitu energi surya. Di Indonesia sendiri energi surya merupakan sumber energi dengan potensi yang cukup tinggi contohnya saja pada bagian barat Indonesia memiliki potensi penyinaran sekitar $4,5 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ dengan variasi bulanan 10% dan pada bagian timur Indonesia memiliki potensi penyinaran sekitar $5,1 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ dengan variasi bulanan 9% hal ini perlu dimanfaatkan dengan baik dengan cara membangun PLTS diberbagai tempat di Indonesia yang memiliki berbagai potensi sumber energi surya [1].

Untuk membangun pembangkit listrik tenaga surya tentunya ada beberapa hal yang harus diperhatikan yang paling utama adalah kapasitas penyimpanannya. Salah satu kapasitas penyimpanan PLTS adalah baterai oleh karena itu sangat penting bagi kita semua sebelum membangun PLTS harus mengetahui karakteristik baterai yang digunakan agar dari sisi ekonomi tidak terlalu memakan biaya baik itu pembangunan atau operasional.

Pengukuran kapasitas baterai berguna untuk menjamin kelangsungan penyimpanan pada baterai yang akan kita gunakan. Oleh sebab itu kita memerlukan alat ukur kapasitas baterai yaitu *capacity tester*.

Pada penelitian sebelumnya [2]-[3] telah dibuat desain alat ukur kapasitas baterai kemudian pengujian dilakukan terhadap akurasi pengukuran kapasitas baterai dan didapatkan hasil pengujian tegangan, arus dan suhu yang baik yaitu dengan *error* dibawah 5% [2]. Rancang Bangun Sistem Pengukuran Kapasitas Baterai Berdasarkan Standar IEEE 1188-2005 juga telah memberikan hasil pengukuran baterai yang lebih baik lagi dengan *error* pada tegangan dan arus dibawah 2% menggunakan metode perhitungan *time capacity* [3].

Berdasarkan uraian diatas maka pada tugas akhir ini dikembangkan kembali mengenai pengujian pengukuran pada baterai dan mendapatkan karakteristik baterai juga kapasitas baterai setelah diuji menggunakan dua metode perhitungan yang berbeda. Maka penulis mengambil judul “PERBANDINGAN AKURASI ESTIMASI STATE OF CHARGE PADA BATERAI VRLA MENGGUNAKAN METODE TIME CAPACITY DAN COULOMB ”

1.2. Rumusan Masalah

Pengukuran kapasitas baterai sangat dibutuhkan demi menjamin kelangsungan pemakaian baterai tersebut. Untuk melakukan pengukuran kapasitas baterai tersebut kita membutuhkan alat ukur dan alat ukur yang digunakan adalah *Capacity Tester*. Dari penelitian sebelumnya telah dibuat desain alat ukur kapasitas baterai dengan hasil pengujian yang cukup baik dan error berada dibawah 5% [2]. pada penelitian ini alat ukur yang digunakan kembali dengan desain alat ukur kapasitas baterai menggunakan konektor sependek mungkin, kotak minimalis dan perbaikan *firmware* (program) *capacity tester* sehingga lebih minimalis dan ditambahkan dua metode perhitungan yang baru.

Perbandingan Akurasi Estimasi *State Of Charge* pada baterai VRLA dengan dua metode ini bertujuan untuk mencari metode manakah yang memiliki tingkat akurasi yang cocok untuk digunakan mencari rasio persentasi baterai. Pada

penelitian ini menggunakan dua buah metode perhitungan yang berbeda yaitu metode *Time Capacity* dan metode *Coulomb*. Maka dari itu dalam penelitian ini yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan *State Of Charge* menggunakan metode *Time Capacity*
2. Perhitungan *State Of Charge* menggunakan metode *Coulomb*

1.3. Batasan Masalah

Untuk membatasi pembahasan supaya tidak melebar, Tugas Akhir ini difokuskan :

1. Rancang bangun *Capacity Tester* untuk meneliti karakteristik *baterai VRLA*.
2. Melakukan sistem pengukuran kapasitas pada *baterai VRLA* menggunakan metode *Time Capacity* dan metode *Coulomb*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk membandingkan dua metode perhitungan pada *State Of Charge* dengan dua metode.
2. Untuk mengetahui metode mana yang lebih baik digunakan pada perhitungan *State Of Charge*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mampu memilih metode yang lebih akurat digunakan dalam perhitungan *State of Charge*.
2. Mampu memahami kelebihan dan kekurangan masing masing metode perhitungan pada sistem pengukuran kapasitas *baterai VRLA*.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang berhubungan dengan pengerjaan skripsi ini terdiri dari lima bab secara berurutan yang bertujuan agar penulisan ini dapat lebih terarah dan sistematis, adapun beberapa bab yang digunakan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, lingkup kerja, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan dasar teori baterai, *Capacity Tester*, pengukuran kapasitas baterai berdasarkan standar IEEE 1188-2005 dan hal-hal yang berkaitan dengan baterai.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang metode penelitian, tempat dan waktu penelitian, peralatan dan bahan yang digunakan, rancang bangun alat, prosedur pengujian dan skema penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi serta menjelaskan secara umum tentang proses penelitian yang akan dilakukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini di jelaskan secara umum tentang data yang diperoleh dari hasil pengujian, menampilkan grafik atau gambar, pengolahan data, perhitungan kapasitas baterai serta melakukan pembahasan dan analisa dari hasil pengujian yang dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan penutup yang merupakan kesimpulan seluruh hasil penelitian serta saran-saran yang diharapkan agar dapat bermanfaat untuk penelitian berikutnya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. E. Outlook, "Indonesia Energy Outlook 2018," vol. 94, 2018.
- [2] A. Jasuan, "Suatu Desain Alat Ukur Kapasitas Baterai" vol. 61, 2018.
- [3] Royhan Ichsan Furqon, "Rancang Bangun Sistem Pengukuran Kapasitas Baterai Berdasarkan Standar IEEE 1188-2005", 2019.
- [4] A. Jasuan and A. H. Dalimuthe, "Analisa Penggunaan Buck Converter LM2596 Terhadap Akurasi Pengukuran Kapasitas Baterai" AVoER 10, vol.7, 2018.
- [5] A. Mariani, K. Thanapalan, P. Steveson, T. Stockley, and J. Williams, "Techniques for monitoring and predicting the OCV for VRLA battery system," in automation and computing (ICAC), 2015 21st International Conference on Automation & Computing University of Strathclyde, Glasgow, 2015, pp. 1-6.
- [6] P. E. S. IEEE, "IEEE Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Valve-Regulated Lead- Acid (VRLA) Batteries for Stationary Applications," vol. 44, 2006.
- [7] T. Bulletin, "VRLA Batteries and Their Application," vol. 6, 2013.
- [8] T. Bulletin, "Charging Valve Regulated Lead Acid Batteries," vol. 31, 2013.
- [9] H. Chemical, "VRLA Battery Characteristic-Discharge," vol. 3, 2016.
- [10] M Ahdil Falach S, Hubungan Antara Pola Pengisian Dan Pengosongan Baterai Pada Kondisi Pengisian Penuh Terhadap Umur Baterai VRLA", 2019.
- [11] M. Coleman, C. K. Lee, C. Zhu, and W. G. Hurley, "State-of-Charge Determination From EMF Voltage Estimation : Using Impedance , Terminal Voltage , and Current for Lead-Acid and Lithium-Ion Batteries," vol. 54, no. 5, 2007.
- [12] Yuli Astriani, "Penyeimbang *State Of Charge* Baterai *Lead Acid* Pada Prototipe *Battery Management System*," vol. 17, 2018.

- [13] F. Djuandi, "Pengenalan Arduino," *E-book. www. tobuku*, vol. 24, 2011.
- [14] I. Rachman and L. Subiyanto, "Implementasi Murray - Varley Bridge Berbasis Mikrokontroler untuk Mendeteksi Letak Hubung Singkat (Short Circuit) Kabel Listrik," *Semin. MASTER 2017 PPNS*, vol. 6, pp. 73–78, 2017.
- [15] I. D. Palittin, "Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Menggunakan Sensor LM35 dan Mikrokontroler Arduino Uno," *ejournal.unmus.ac.id*, vol. 8, pp. 255–262, 2015.
- [16] A. P. Abiyasa, I. W. Sukadana, I. W. Utama, and I. W. Sugarayasa, "Datalogger Portabel Online Untuk Remote Monitoring Menggunakan Arduino Mikrokontroler," *FORTEI 2017*, vol. 6, pp. 5–10, 2017.
- [17] B. Earl, "Adafruit Data Logger Shield Installing the Headers Assembly with male headers Assembly with Stacking Headers : Prototyping Area Wiring & Config Older Shield Pinouts Older Datalogger Shield Leonardo & Mega Library Talking to the RTC First RTC test Setting," vol, 68, pp. 1–67, 2018.
- [18] A. Modules, S. P. Micro, and A. Mega, "What is Arduino ? Arduino IDE : Initial Setup," vol.7, pp. 1–7, 2015.