

SKRIPSI

ANALISIS HUBUNGAN ANTARA POLA PENGISIAN DAN PENGOSONGAN BATERAI PADA KONDISI PENGISIAN *FLOATING* TERHADAP UMUR BATERAI VRLA



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

M. REZKY DERMAWAN

03041181520027

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2019

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS HUBUNGAN ANTARA POLA PENGISIAN DAN
PENGOSONGAN BATERAI PADA KONDISI PENGISIAN
FLOATING TERHADAP UMUR BATERAI VRLA**



Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

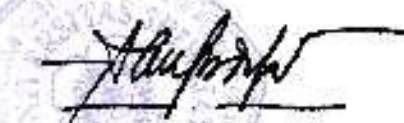
Oleh :

M. REZKY DERMAWAN

03041181520027

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

NIP : 197108141999031005

Indralaya, Oktober 2019

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 memenuhi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan : _____

Pembimbing Utama : _____

Tanggal : _____

A handwritten signature in blue ink is written over the line for the main supervisor. The signature is stylized and appears to be 'A. H. A.'.

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Rezky Dermawan

NIM : 03041181520027

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Analisis Hubungan antara Pola Pengisian dan Pengosongan
Baterai
pada Kondisi Pengisian Floating terhadap Umur Baterai VRL A

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan proyek 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, Oktober 2019

M. Rezky Dermawan

NIM. 03041181520027

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Hubungan Antara Pola Pengisian dan Pengosongan Baterai Pada Kondisi Pengisian *Floating* Terhadap Umur Baterai VRLA**”. Shalawat serta salam kepada junjungan Nabi Muhammad shallahu’alaihi wasallam beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya.

Penulis menyadari, bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya, beserta keluarga besar saya yang tercinta yang tak berhenti untuk terus mendoakan dan mendukung agar penulisan skripsi berjalan lancar
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya beserta staff.
3. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya beserta staff.
4. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya sekaligus pengganti Pembimbing Akademik saya.
5. Bapak Ir. Aryulius Jasuan, M.T. (rahimahullah) dan Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T selaku Pembimbing Akademik dan Pembimbing Utama dalam penulisan Tugas Akhir ini.
6. Keluarga besar Teknik Elektro angkatan 2015 dan Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) Universitas Sriwijaya.
7. Rekan – rekan Asisten Laboratorium Mesin – mesin Listrik Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
8. M. Ahdil Falach, M. Rezky Dermawan dan Royhan Ichsan Furqon sebagai rekan penelitian.

9. Serta pihak – pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga semua doa, dukungan, dan bantuan yang telah diberikan dapat menjadi amal berkah dan diridhoi Allah SWT. Dan penulis mengharapkan tugas akhir ini bisa memberikan sumbangsih bagi ilmu pengetahuan dan teknologi yang bermanfaat bagi banyak orang.

Palembang, Oktober 2019

Penulis

ABSTRAK

Energi yang tidak dapat diperbaharui akan cepat habis. Maka dari itu energi alternatif sangat dibutuhkan. Salah satu energi alternatif yang digunakan yaitu energi surya. Energi surya bisa dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga surya guna merawat dan mencegah bumi dari kerusakan yang disebabkan kelebihan penggunaan energi. Energi listrik yang telah dikonversi akan disimpan ke dalam baterai aki kering atau *lead – acid* jenis VRLA yang bisa menghasilkan listrik yang stabil dan mempunyai ketahanan listrik yang bisa membuat siklus pengisian dan pengosongan secara berulang – ulang sehingga pemakaian bisa bertahan lama. Pola pengisian dan pengosongan baterai pada kondisi pengisian *Floating* diduga sangat berpengaruh terhadap umur baterai dalam hal ini berupa jumlah siklus (*Cycle Number*) baterai. Kondisi *Floating* berupa sistem pengisian pada baterai VRLA dalam keadaan *full charge* (terisi penuh) dan baterai tetap tersambung dengan *charger* untuk mempertahankan baterai dalam keadaan penuh. Penelitian dilakukan dengan menggunakan alat *battery management system* dan *capacity tester*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan grafik perbandingan waktu *discharge* baterai dan grafik laju penurunan kapasitas baterai yang menunjukkan perbedaan waktu *discharge* dikarenakan pengaruh suhu ruangan dan sensitivitas alat yang kurang baik. Grafik hubungan kapasitas baterai terhadap *cycle number* nya belum dapat terlihat dikarenakan waktu penelitian yang sangat terbatas.

Kata Kunci : baterai, *Battery Management System*, *Capacity Tester*, *Floating*, pengisian dan pengosongan, VRLA

ABSTRACT

Non-renewable energy will be quickly run out. Therefore alternative energy is really needed. One alternative energy used is solar energy. Solar energy can be utilized for solar power generation to treat and prevent the earth from damage caused by excess energy use. The converted electrical energy will be stored in dry battery or lead-acid type VRLA which can produce stable electricity and has electrical resistance that can make the charging and emptying cycle repeatedly so that usage can last a long time. The pattern of charging and discharging a battery under the Floating charging condition is thought to have a significant influence on the battery's life in this case in the form of the number of cycles (battery cycle). Floating conditions in the form of a charging system on a VRLA battery in a state of full charge and the battery remains connected to the charger to maintain the battery in a full state. This research was done using a battery management system and capacity tester. Based on this research there was a comparison graph of battery discharge time and battery capacity reduction rate which showed the difference of discharge time due to the influence of room temperature and poorly device sensitivity. The relation between battery capacity and cycle numbers can not be seen due to the limited research time.

Keyword : battery, Battery Management System, Capacity Tester, Floating, charging and discharging, VRLA

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| SKRIPSI | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS | iii |
| KATA PENGANTAR | v |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| NOMENKLATUR | xiv |
| BAB I | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat penelitian | 3 |
| 1.6 Metode Penulisan | 3 |
| 1.7 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB II | 5 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya | 5 |
| 2.2 Sistem Kelistrikan PLTS <i>Off Grid</i> | 6 |
| 2.3 <i>Valve Regulated Lead – Acid Battery (VRLA)</i> | 7 |
| 2.3.1 <i>Starting Battery</i> | 8 |
| 2.3.2 <i>Deep Cycle Battery</i> | 8 |
| 2.3.3 Keunggulan dan Kekurangan Baterai VRLA | 9 |
| 2.4 <i>Battery Management System (BMS)</i> | 9 |
| 2.4.1 Konsep <i>Battery Management System</i> | 10 |
| 2.4.2 Persentase <i>State of Charge (SOC)</i> | 11 |
| 2.4.3 Persentase <i>Depth of Discharge (DOD)</i> | 12 |

| | |
|--|----|
| 2.4.4 <i>State of Health (SOH)</i> | 13 |
| 2.4.5 Pengaruh Suhu terhadap SOC | 13 |
| 2.4.6 Siklus Hidup (<i>Cycle Life</i>) Baterai | 13 |
| 2.5 Pengukuran Kapasitas Baterai | 14 |
| 2.5.1 Metode <i>Time-adjustment</i> | 14 |
| 2.5.1.1 Penentuan Kapasitas Waktu | 14 |
| 2.5.1.2 Faktor Suhu | 15 |
| 2.5.2 Metode <i>Rate-Adjustment</i> | 15 |
| 2.5.2.1 Penentuan Kapasitas..... | 15 |
| BAB III | 17 |
| METODOLOGI PENELITIAN | 17 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 17 |
| 3.2 Alat dan Bahan..... | 17 |
| 3.3 Prosedur Pelaksanaan Pengujian | 17 |
| 3.4 Skema Penelitian | 19 |
| BAB IV | 21 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | 21 |
| 4.1 Pengujian / Eksperimen..... | 21 |
| 4.1.1 Eksperimen <i>Daily Load</i> (Pembebanan Harian) Kondisi <i>Floating</i> | 21 |
| 4.1.2 Pengujian Penghitungan Kapasitas Baterai | 23 |
| 4.1.2.1 Hasil Perhitungan Kapasitas Pada Baterai Tanggal 9 Agustus 2019..... | 23 |
| 4.1.2.2 Grafik dan Perhitungan Kapasitas Baterai pada 16 Agustus 2019..... | 25 |
| 4.1.2.3 Grafik dan Perhitungan Kapasitas Baterai pada 23 Agustus 2019..... | 27 |
| 4.1.2.4 Grafik dan Perhitungan Kapasitas Baterai pada 30 Agustus 2019..... | 28 |
| 4.1.2.5 Grafik dan Perhitungan Kapasitas Baterai pada 6 September 2019 | 30 |
| 4.1.2.6 Grafik dan Perhitungan Kapasitas Baterai pada 13 September 2019 ... | 31 |
| 4.1.2.7 Grafik dan Perhitungan Kapasitas Baterai pada 20 September 2019 ... | 33 |
| 4.2 Hasil dan Pembahasan | 34 |
| BAB V | 38 |
| PENUTUP | 38 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 38 |
| 5.2 Saran | 38 |
| DAFTAR PUSTAKA | 39 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|-----------|
| Gambar 2.1 Panel Surya | 5 |
| Gambar 2.2 Baterai VRLA | 7 |
| Gambar 2.3 Hubungan antara SOC dan DOD | 11 |
| Gambar 3.1 Blok Diagram Pengukuran Kapasitas Baterai | 16 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan <i>Battery Management System</i> | 17 |
| Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian | 18 |
| Gambar 4.1 Grafik Pola Pengisian dan Pengosongan 22 Agustus 2019..... | 20 |
| Gambar 4.2 Grafik Penggunaan Kapasitas Baterai 9 Agustus 2019..... | 21 |
| Gambar 4.3 Grafik Penggunaan Kapasitas Baterai 16 Agustus 2019..... | 23 |
| Gambar 4.4 Grafik Penggunaan Kapasitas Baterai 23 Agustus 2019..... | 25 |
| Gambar 4.5 Grafik Penggunaan Kapasitas Baterai 30 Agustus 2019..... | 26 |
| Gambar 4.6 Grafik Penggunaan Kapasitas Baterai 6 September 2019..... | 28 |
| Gambar 4.7 Grafik Penggunaan Kapasitas Baterai 13 September 2019..... | 29 |
| Gambar 4.8 Grafik Penggunaan Kapasitas Baterai 20 September 2019..... | 31 |
| Gambar 4.9 Grafik Perbandingan <i>Charge</i> dan <i>Discharge</i> Kondisi <i>Floating</i>...32 | |
| Gambar 4.10 Grafik Laju Penurunan Kapasitas Baterai..... | 33 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|-----------|
| Tabel 2.1 Hubungan antara tegangan dan SOC | 11 |
| Tabel 2.2 Faktor Koreksi Waktu yang Disarankan (K_T) | 14 |
| Tabel 2.3 Rekomendasi faktor koreksi (K_c) untuk suhu selain 25°C | 15 |
| Tabel 4.1 Jumlah <i>cycle</i> yang dialami baterai selama penelitian..... | 20 |
| Tabel 4.2 Nilai kapasitas baterai pada 9 Agustus 2019 sampai dengan 20 September 2019..... | 33 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|-----|
| Lampiran 1 <i>Datasheet</i> baterai VRLA LC-V127R2 | 38 |
| Lampiran 2 Spesifikasi <i>constant current electronic DC load</i> | 46 |
| Lampiran 3 Tabel data hasil pengujian kapasitas baterai pada 9 Agustus 2019..... | 57 |
| Lampiran 4 Tabel data hasil pengujian kapasitas baterai pada 16 Agustus 2019..... | 70 |
| Lampiran 5 Tabel data hasil pengujian kapasitas baterai pada 23 Agustus 2019..... | 83 |
| Lampiran 6 Tabel data hasil pengujian kapasitas baterai pada 30 Agustus 2019..... | 95 |
| Lampiran 7 Tabel data hasil pengujian kapasitas baterai pada 6 September 2019..... | 107 |
| Lampiran 8 Tabel data hasil pengujian kapasitas baterai pada 13 September 2019..... | 119 |
| Lampiran 9 Tabel data hasil pengujian kapasitas baterai pada 20 September 2019..... | 132 |
| Lampiran 10 Gambar proses pengujian | 144 |

NOMENKLATUR

- C_p : kapasitas baterai pada arus *discharge* sebesar satu ampere
- I : arus aktual *discharge*
- k : konstanta Peukert
- t : waktu aktual untuk mendischarge baterai
- H : *rating* waktu *discharge* pada baterai
- C : *rating* kapasitas *discharge rate* pada baterai
- T_a : waktu aktual pada pengujian untuk mencapai tegangan akhir sel atau tegangan baterai
- T_s : *rating* waktu yang digunakan untuk mencapai tegangan akhir sel atau tegangan baterai
- X_t : waktu yang memuat pada baterai untuk mencapai tegangan akhir sel atau tegangan baterai
- X_a : waktu aktual yang digunakan untuk pengujian
- K_T : faktor koreksi suhu
- K_C : faktor koreksi suhu

- *Discharge* : Pengosongan Muatan Baterai
- *Charge* : Pengisian Muatan Baterai
- *State Of Charge* : Status Pengisian
- *Depth Of Discharge* : Kedalaman Pengosongan
- *State Of Health* : Status Kesehatan
- *Discharging* : Proses Pengosongan
- *Charging* : Proses Pengisian
- *Discharge Rate* : Laju Pengosongan
- *Charge Rate* : Laju Pengisian
- *Rate Hour* : Laju Waktu
- *Over Voltage* : Tegangan Lebih

- *Rating* : Tingkatan
- *Capacity* : Kapasitas

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi sangat dibutuhkan bagi manusia apalagi kebutuhan energi listrik dari hari ke hari akan terus meningkat seiring pertumbuhan jumlah manusia dan perekonomian di dunia ini. Seperti yang kita ketahui energi primer terbesar berasal dari fosil-fosil yang sudah tersimpan sangat lama di dalam perut bumi. Kemungkinan besar energi-energi yang tidak terbarukan tersebut akan cepat habis.[1]

Sebenarnya para ahli memang sudah menemukan energi alternatif baru seperti energi matahari, energi angin, energi air dan sebagainya. Namun pemanfaatan energi-energi tersebut masih sangat kecil. Banyak negara-negara di dunia ini yang masih kesulitan untuk pengembangan energi terbarukan dikarenakan banyak faktor yang mempengaruhi pemanfaatan energi-energi tersebut seperti biaya instalasi yang lumayan mahal dan sering bergantung pada kondisi alam. Maka dari itu banyak para ahli menemukan energi alternatif baru salah satunya adalah energi surya atau matahari yang tidak akan habis dan dapat diperbarukan[1].

Energi surya atau matahari bisa dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga surya guna merawat dan mencegah bumi dari kerusakan yang disebabkan kelebihan penggunaan energi. Energi listrik sangat penting bagi keberlangsungan hidup umat manusia. Pembangkit listrik tenaga surya merupakan salah satu pembangkit yang menggunakan energi matahari. Pembangkit listrik tenaga surya dibagi menjadi dua yaitu *Off Grid System* dan *On Grid System*. *Off Grid System* ialah suatu system pembangkit listrik yang hanya mengandalkan energi matahari sebagai sumber energi listrik utama yang menggunakan suatu rangkaian *photovoltaic modul* (Solar PV). Sistem ini biasanya digunakan pada daerah-daerah terpencil atau pedesaan yang belum ada jaringan listrik dari PLN. Pembangkit ini memiliki beberapa komponen seperti *controller*, *inverter*, modul surya dan baterai [2].

Baterai atau aki kering atau *lead - acid* merupakan salah satu komponen yang sangat penting pada PLTS karena penggunaannya dalam menyimpan energi listrik. Ada dua jenis baterai aki ini yaitu *starting battery* dan *deep cycle battery*. Baterai aki yang digunakan dalam PLTS menggunakan jenis baterai aki *deep cycle battery* dikarenakan bisa menghasilkan listrik yang stabil dan mempunyai ketahanan listrik yang bisa membuat siklus (pengisian dan pembebanan) secara berulang – ulang sehingga pemakaian bisa bertahan lama. Penggunaan komponen baterai sangat perlu diperhatikan karena komponen ini sangat rentan sekali terhadap kerusakan apalagi harga dan biaya perawatannya lebih tinggi dibandingkan dengan komponen yang lain [3].

Cycle atau siklus pengisian dan pengosongan baterai pada penelitian ini menggunakan pola pengisian *floating* berdasarkan jurnal [4] I. Charging and M. For, dengan judul “*Application Note Lead-Acid Batteries Using The UC3906*,” pada tahun 1999 dan jurnal [3] A. Jasuan, Z. Nawawi, and H. Samaulah, dengan judul “*Comparative Analysis of Applications Off-Grid PV System and On-Grid PV System for Households in Indonesia*,” pada tahun 2018. Dari penelitian tersebut, pola *float charge* pada baterai VRLA sangat mempengaruhi umur baterai [5]. Untuk itulah dirancang *Battery Management System* untuk menghindari kegagalan pada baterai. Dari BMS tersebut kita bisa melihat beberapa parameter yaitu *State of Charge* (SOC), *Depth of Discharge* (DOD), dan *State of Health* (SOH) untuk mengindikasikan persentase atau level pengisian daya pada baterai VRLA[5].

Dari dua sumber penelitian tersebut, maka saya akan melakukan pengujian atau eksperimen dengan judul “Analisis Hubungan antara Pola Pengisian dan Pengosongan Baterai pada Kondisi Pengisian *Floating* terhadap Umur Baterai VRLA”.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian pengaruh pola pengisian dan pengosongan baterai pada kondisi pengisian *floating* terhadap penurunan kapasitas suatu baterai adalah :

1. Bagaimana grafik hubungan antara kapasitas baterai dan *cycle number* nya.
2. Bagaimana laju penurunan kapasitas baterai terhadap *cycle number*.

1.3 Batasan Masalah

Beberapa Batasan perlu diberikan agar permasalahan yang akan dibahas menjadi terarah, Batasan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengukuran kapasitas baterai sesuai dengan IEEE std 1188-2005.
2. Menggambarkan dalam bentuk grafik tentang hubungan kapasitas baterai dengan *cycle number* nya.
3. Mensimulasikan proses pengisian dan pengosongan baterai dengan menggunakan pola pengisian *floating*.
4. Proses simulasi dengan menggunakan peralatan yang disebut dengan *Battery Management System* (BMS).

1.4 Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana atau seberapa besar pengaruh baterai VRLA pada kondisi pengisian *floating* sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan baterai agar pemakaian baterai lebih awet dan tidak cepat rusak.

Secara khusus tujuan penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui grafik hubungan antara kapasitas baterai dan *cycle number*.
- b. Mengetahui pengaruh pola pengisian dan pengosongan pada kondisi *floating* terhadap laju penurunan kapasitas baterai.

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu :

- a. Dapat mengurangi biaya untuk perawatan baterai VRLA.
- b. Dapat menghindari kerusakan atau kegagalan pada baterai VRLA.
- c. Dapat mengetahui apa pengaruh pola pengisian *floating* terhadap umur baterai VRLA.

1.6 Metode Penulisan

Metode yang digunakan pada penulisan Tugas Akhir (TA) adalah :

1. **Studi Literatur**

Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan informasi yang berasal dari buku-buku kuliah, artikel, jurnal, internet dan berbagai macam sumber lain.

2. **Studi Wawancara**

Metode ini dilakukan dengan cara diskusi antar mahasiswa ke mahasiswa dan mahasiswa ke dosen atau juga ke dosen-dosen lainnya mengenai topik apa yang akan diteliti dalam tugas akhir ini.

3. **Metode Observasi**

Metode ini dilakukan dengan meninjaunya secara langsung seperti melakukan pengukuran, pengamatan dan pengambilan data yang diperlukan.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam memudahkan penyusunan proposal tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : Pendahuluan, dalam bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : Tinjauan Pustaka, berisi tentang pengertian dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya, komponen penyusun Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Baterai VRLA dan faktor – faktor yang mempengaruhi umur suatu baterai.

BAB III : Metodologi Penelitian, dalam bab ini menguraikan tentang waktu dan tempat pelaksanaan penelitian, alat dan bahan, preparasi dan simulasi pola pengisian dan pengosongan baterai pada kondisi pengisian *floating* terhadap Baterai VRLA.

BAB IV : Pembahasan, dalam bab ini menjelaskan tentang analisis pola pengisian dan pengosongan baterai pada kondisi pengisian *floating* terhadap umur Baterai VRLA.

BAB V : Penutup, dalam bab ini berisikan kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Dartanto, “BBM, Kebijakan Energi, Subsidi, dan Kemiskinan indonesia,” *Inovasi*, vol. 5/XVII, pp. 61–64, 2005.
- [2] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, “Panduan Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTS Off-Grid,” *Anim. Genet.*, vol. 39, no. 5, pp. 561–563, 2008.
- [3] A. Jasuan, Z. Nawawi, and H. Samaulah, “Comparative Analysis of Applications Off-Grid PV System and On-Grid PV System for Households in Indonesia,” *Proc. 2018 Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Sci. ICECOS 2018*, pp. 253–258, 2019.
- [4] I. Charging and M. For, “APPLICATION NOTE LEAD-ACID BATTERIES USING THE UC3906,” pp. 78–89.
- [5] B. Anto, E. Hamdani, and R. Abdullah, “Portable Battery Charger Berbasis Sel Surya,” *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 11, no. 1, pp. 19–24, 2015.
- [6] I. A. . Anggara, U.W.G.A., Kumara, I.N.S dan Giriantari, “Studi terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 KW di Universitas Udayana,” no. January 2017, 2014.
- [7] Jatmiko. Asy’ari. Purnama, “Pemanfaatan Sel Surya dan Lampu LED untuk Perumahan,” vol. 2011, no. Semantik, 2011.
- [8] M. Naim, “Rancangan Sistem Kelistrikan Plts Off Grid 1000 Watt Di Desa Mahalona Kecamatan Towuti,” vol. 9, no. 1, pp. 27–32, 2017.
- [9] Contained Energy Indonesia, “Energi yang Terbarukan,” p. 106, 2011.
- [10] E. Di, E. Sebagai, and L. Untuk, “Studi Perencanaan PLTS Skala Rumah Sederhana di Daerah Pedesaan sebagai Pembangkit Listrik Alternatif untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan dan Energy Terbarukan,” pp. 223–230.

- [11] U. Indonesia, P. Sarjana, T. Industri, and F. Teknik, “Analisis Keekonomian Kompleks Perumahan Berbasis Energi Sel Surya (Studi Kasus: Perumahan Cyber Orchid Town Houses, Depok),” 2012.
- [12] R. Alfanz *et al.*, “Rancang Bangun Penyedia Energi Listrik Tenaga Hibrida (PLTS- PLTB-PLN) Untuk Membantu Pasokan Listrik Rumah Tinggal,” vol. 4, no. 2, 2015.
- [13] R. Hartono, *Perancangan Sistem Data Logger Temperatur Baterai Berbasis Arduino Duemilanove. Laporan proyek Akhir. Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.* 2013.
- [14] T. R. Crompton, “The Battery Reference Book,” 2000.
- [15] M. T. Afif, I. Ayu, and P. Pratiwi, “ANALISIS PERBANDINGAN BATERAI LITHIUM-ION , LITHIUM-POLYMER , LEAD ACID DAN NICKEL-METAL HYDRIDE PADA PENGGUNAAN MOBIL LISTRIK - REVIEW,” vol. 6, no. 2, pp. 95–99, 2015.
- [16] P. Morin *et al.*, “(12) United States Patent,” vol. 1, no. 12, 2002.
- [17] Andri, “Design System Battery Charging Automatic,” *Univ. Indones.*, p. 13, 2010.
- [18] T. Instruments, “Battery Monitoring Basics.” Dallas, 2012.
- [19] A. Chandratre, H. Saini, S. H. Vemuri, and M. B. Srinivas, “Battery Management System for E-Bike : A Novel Approach to Measure Crucial Battery Parameters for a VRLA Battery,” 2011.
- [20] S. Battery and P. Engineering, *IEEE Std 1188TM-2005, IEEE Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Valve-Regulated Lead- Acid (VRLA) Batteries for Stationary Applications*, vol. 2005, no. February. 2006.