

PROTOTIPE SISTEM KONTROL OTOMATIS PADA MANAJEMEN PENGISIAN BATERAI PANEL SURYA SECARA SEQUENSIAL

Kasim¹⁾, Dahlia Nur¹⁾

¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

To store the energy produced by solar panels needed batteries, the amount of energy that can be stored in batteries is limited, so the battery will experience a charge and discharge cycle. Incorrect charge and discharge processes can cause battery performance to decrease. Therefore, a control system for battery management is needed so that battery performance can reach its maximum. The control system works through two separate application layers; the first layer is embedded in Arduino Uno, which works to read sensor data and control the relay while the second layer has three application modules namely a module for sensor monitoring, relay control module and configuration settings module. Charging the battery is carried out alternately automatically without determining the order. Battery replacement based on the smallest voltage level. Charging will resume when the voltage level drops below the specified voltage level. This repetition can occur on the same battery as long as the voltage level is the smallest. It is recommended that each battery is equipped with a temperature sensor, to monitor whether there is an increase in temperature when charging. Intervals of 30 seconds, Maximum = 14.4 volts and Vminimum = 11.8 Volts for each battery. A small time interval is intended to maintain the balance of filling

Keywords: *Solar Cell, Batteries, charge and discharge, Arduino Uno*

1. PENDAHULUAN

Energi terbarukan sering disebut sebagai energi bersih yang berasal dari sumber alami, misalnya sinar matahari atau angin yang tetap bersinar dan bertiup, meskipun ketersediaannya tergantung pada waktu tertentu dan cuaca[1]. Energi terbarukan kerap kali dianggap sebagai teknologi baru, walaupun pemanfaatannya telah lama digunakan untuk pemanasan, transportasi, penerangan, dan sebagainya. Sekarang telah tersedia cara yang semakin inovatif dan lebih murah untuk menangkap dan mempertahankan energi angin dan matahari. Perluasan pemanfaatan energi terbarukan dapat terjadi pada skala besar dan kecil, dari panel surya atap rumah yang dapat menjual daya kembali ke jaringan listrik, bahkan di beberapa pedesaan bergantung pada energi terbarukan untuk pemanas dan penerangan. Saat ini sinar matahari telah digunakan dalam berbagai cara, menghangatkan air, pengeringan, destilasi air laut, perangkat daya, dan sebagainya.

Pengisi daya surya dapat menggunakan energi matahari untuk menyediakan tambahan pasokan listrik di siang hari untuk menghemat energi, atau mengisi baterai. Secara umum, pengisi daya cenderung portable, bahkan dapat ditemukan tertanam di dalam berbagai perangkat seperti *power bank*, lampu, tas ransel dan tas kerja. Pengisi daya surya dapat mengisi baterai timbal asam atau baterai Ni-Cd [2]. Secara umum, pengisi daya surya akan menggunakan pengontrol muatan cerdas.

Baterai memiliki peran penting dalam perkembangan kebutuhan energi. Kinerja baterai yang baik, akan mendukung perangkat yang ditunjangnya. Energi yang dapat disimpan dalam baterai jumlahnya terbatas, sehingga baterai akan mengalami siklus charge dan discharge. Proses charge dan discharge yang tidak tepat dapat menyebabkan kinerja baterai menurun. Oleh karena itu sistem manajemen baterai diperlukan agar kinerja baterai dapat mencapai maksimal. Salah satu aspek manajemen baterai adalah pemantauan state of charge (SOC) yang merupakan rasio kapasitansi energi yang tersedia dengan kapasitas energi maksimum. Sistem manajemen baterai adalah elemen utama untuk memantau dan mengendalikan sistem penyimpanan energi. Modular sistem manajemen baterai dapat diterapkan dalam berbagai jenis dan ukuran kemasan baterai melalui perangkat keras dan struktur perangkat lunaknya yang fleksibel melalui pemanfaatan mikrokontroler. Salah satu kendala yang sering terjadi pada pengisian baterai menggunakan energi terbarukan adalah ketika terjadi pengisian berlebihan (over-charge) yang tidak terkendali dengan baik, tegangan terlampau rendah dan suhu baterai yang terlalu panas[3]. Selain itu, untuk kemasan baterai memerlukan keseimbangan pengisian (charging) maupun pengosongan (discharging)[4].

Sebagai penyimpan energy dari panel surya, pemanfaatan jumlah baterai sangat bergantung pada jumlah kapasitas energi yang dibutuhkan sehingga memungkinkan untuk menggunakan baterai lebih dari satu, dan

¹ Korespondensi penulis: Kasim, Telp 081342561900, kasim@poliupg.ac.id

dapat terhubung secara seri ataupun parallel. Saat baterai terhubung secara paralel tegangannya akan berusaha menyamakan, tetapi ketika voltase berbeda terlalu banyak, akan berisiko membakar kabel, baterai terlalu panas, atau bahkan menyebabkan kebakaran. Untuk mengisi daya baterai secara paralel secara aman, baterai hanya boleh dihubungkan dengan level tegangan yang sama. Sebagai contoh, perbedaan dalam 0,1V per sel akan menghasilkan perbedaan 0,4V untuk 4 baterai. Semakin kecil perbedaan voltase, semakin aman. Rangkaian baterai seri lebih aman digunakan pada panel surya. Pengisian Baterai secara individu dan menggunakan algoritma yang merutekan arus pengisian daya ke baterai paling lemah daripada memberikan masing-masing arus pada pengisian baterai, arus pengisian daya yang di berikan ke baterai yang membutuhkan daripada berkonsentrasi pada tingkat maksimum baterai[5].

Penelitian yang dilakukan oleh Sagar, B, S dkk [5], menyajikan skema pemerataan aktif yang sederhana dan efisien untuk menyamakan baterai yang terhubung secara seri. Model yang diterapkan memeriksa nilai tegangan pada setiap baterai dan mengidentifikasi baterai dengan tegangan terlemah. Baterai yang teridentifikasi diizinkan mengisi tanpa memengaruhi kebutuhan pengisian baterai lainnya di dalam rangkaian. Dengan menggunakan beberapa relay elektromekanis dan pengisi daya terpisah untuk merutekan arus pengisian ke baterai yang lebih lemah. Sebuah mikrokontroler 8bit PIC16f877A digunakan untuk mendeteksi tegangan baterai individu dan untuk mengontrol fungsi relay.

Michael A. P. Pradana dan Tjendro [6] meneliti hal yang sama, namun pengisian baterai dilakukan secara berurutan. Baterai pertama akan diisi sampai penuh terlebih dahulu baru kemudian beralih ke baterai selanjutnya. Metode ini digunakan untuk memaksimalkan kapasitas media penyimpanan sehingga tidak akan mengganggu suplai keluarannya. Selain itu, sistem ini memiliki kemampuan menonaktifkan proses penggunaan baterai (discharging) pada saat proses pengisian (charging) sedang berlangsung. Hal ini disebabkan karena pengisian baterai akan lebih cepat jika pada saat bersamaan baterai sedang tidak digunakan dan juga dapat memperpanjang umur pakai dari baterai tersebut. Prototype smart switching dikontrol oleh suatu sistem control elektromekanik yang terdiri dari relai dan mikrokontroler ATmega 8535 dengan bahasa C sebagai Bahasa pemrogramannya.

Lain halnya dengan Koko Friansa, dkk [7], Dalam penelitian ini, sistem pemantauan baterai telah dikembangkan untuk memantau operasional dan kinerja baterai dalam sistem smart microgrid berdasarkan IoT. Smart microgrid terdiri dari baterai, sistem PV, pengontrol hibrida, koneksi jaringan dan beban listrik. Paket baterai terdiri dari delapan baterai asam timbal dengan tegangan nominal 12V dan 100Ah yang dikonfigurasi sebagai 4 baterai yang terhubung secara seri dan kemudian dua string dihubungkan secara paralel sehingga menghasilkan tegangan nominal 48V dan kapasitas nominal 200Ah atau 9600Wh. Pengontrol hibrida menggunakan inverter duaarah SI-5048 dengan kapasitas total 5000Wp dan merupakan Intelligent Electronic Device (IED) yang mengukur tegangan, suhu, dan arus sistem baterai. IED menyediakan SMA-COM yang merupakan komunikasi public eksklusif untuk berkomunikasi dari/ke IED, dan juga menyediakan komunikasi TCP/IP dengan format JSON sebagai protocol komunikasi terbuka, namun penelitian [7] tidak menjelaskan mekanisme pengisian baterai yang digunakan.

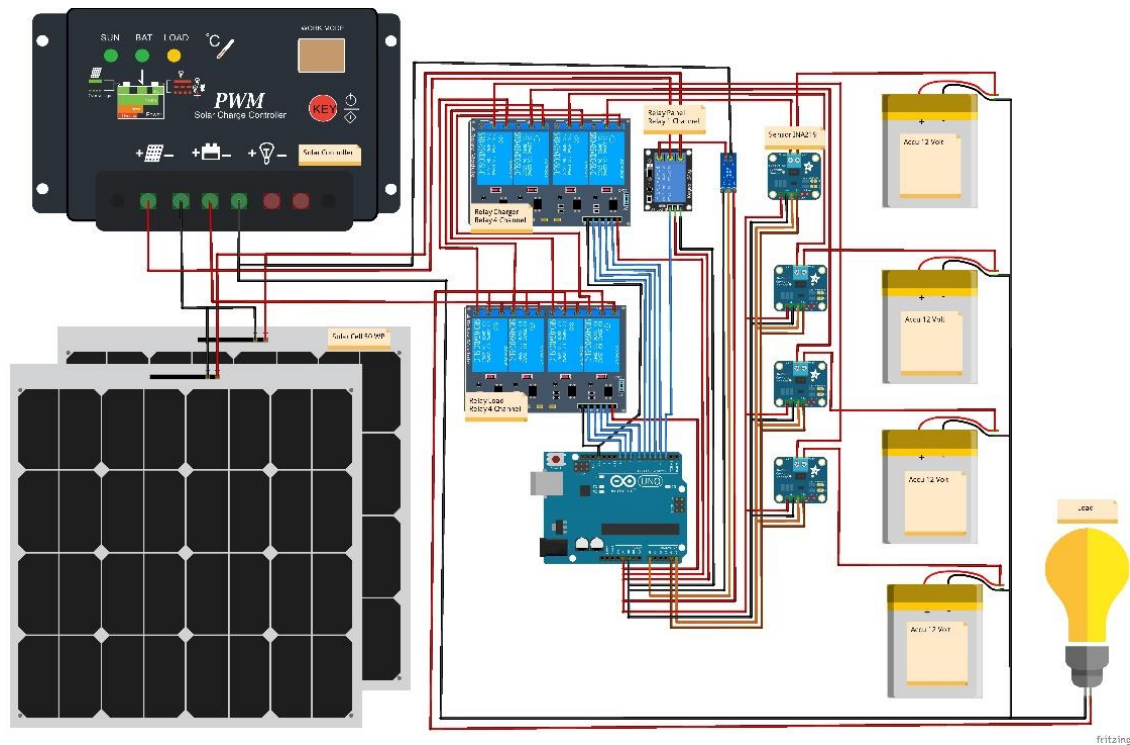
Pada penelitian ini, kendali pengisian baterai menggunakan Arduino plus Yun shield. Setiap baterai dilengkapi dengan 4 relai pengisian (charge), 4 relay pengosongan (discharge), dan 4 sensor arus/tegangan (INA219). Sensor ini bekerja 2 arah (bidirectional), untuk memantau pengisian dan pengosongan baterai. Hasil tracking tegangan untuk menentukan tegangan maksimum dan minimum dari bank baterai yang disusun secara serial. Baterai dengan kapasitas tegangan maksimum akan disalurkan ke beban sedang baterai dengan tegangan minimum akan diisi.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada riset ini diawali dengan studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan desain konseptual, perancangan hardware, perancangan software, pengujian, serta diakhiri dengan analisis hasil pengujian.

Rangkaian Prototipe

Gambar 1. Memperlihatkan rangkaian prototipe sistem kontrol otomatis pada manajemen pengisian baterai panel surya secara sequencial.



Gambar 1. Rangkaian prototipe

Alat dan Bahan

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Nama Alat/Bahan	Jumlah	Fungsi
1	Panel Surya 50 Wp, 19 Volt	2	Perangkat yang mengubah energi matahari menjadi listrik
2	Solar Controller tipe PPT	1	Pengatur level tegangan panel surya untuk aki 12V
3	Aki 12Ah/12v	2	Penyimpan energi listrik dari panel surya
4	Aki 7Ah/12V	2	Penyimpan energi listrik dari panel surya
5	Arduino Uno	1	Controller untuk memantau sensor dan mengontrol relay
6	Arduino Yun Shield	1	Server monitoring dan control
7	Modu Relay 4 Channel	2	4 channel saklar penghubung solar controller dan 4 buah aki pada saat pengisian, 4 channel saklar penghubung aki dan beban
8	Modul Relay 1 Channel	1	Saklar penghubung panel surya dan solar controller
9	Sensor arus dan tegangan INA219	4	Memantau arus dan tegangan pada saat pengisian dan pembebanan
10	Micro SD 16 GB	1	Storage data parameter pengukuran dan aplikasi
11	Sensor tegangan 25 Volt	1	Memantau tegangan panel surya
12	Lampu DC 12V 5 watt	2	Beban untuk pengujian
13	Fuse 5A + Jack	1	Pemutus arus ketika terjadi hubung singkat

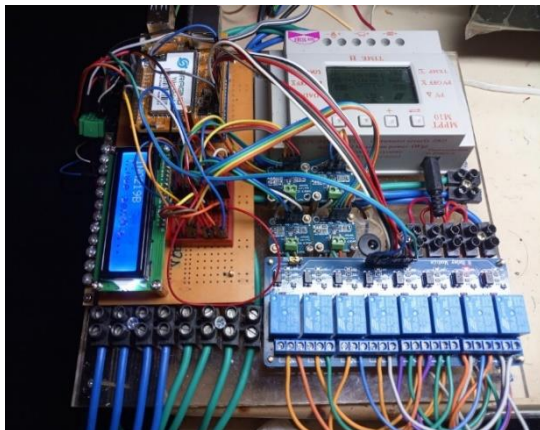
Prinsip Kerja Alat

Sistem kontrol otomatis pada manajemen pengisian aki ini sepenuhnya bekerja melalui 2 lapisan aplikasi yang terpisah. Aplikasi lapisan pertama tertanam pada Arduino uno yang bekerja untuk membaca data sensor dan mengendalikan relay berdasarkan konfigurasi yang ditentukan pada aplikasi lapisan kedua yang tertanam pada sistem Linux. Pada aplikasi lapisan kedua ini terdapat tiga modul aplikasi yaitu modul untuk monitoring sensor, modul pengendali relay dan modul pengaturan konfigurasi. Pada modul konfigurasi terdapat 2 mode untuk aplikasi: mode testing digunakan hanya memantau pembacaan semua sensor yang terpasang tanpa mengirim data ke server, mode running digunakan untuk menjalankan operasi charging dan discharging baterai. Pada mode ini, terdapat 3 mode untuk baterai yaitu mode Load only yaitu controller hanya bekerja untuk pembebanan, mode Charge dan Load yaitu controller bekerja melakukan pengisian dan sekaligus pembebanan pada saat yang bersamaan. Pada kondisi ini baterai dengan level tegangan terkecil yang akan diisi, sedangkan untuk baterai dengan level terbesar yang akan menyuplai beban berdasarkan batas level tegangan yang ditetapkan pada konfigurasi. Mode pengoperasian baterai yang ketiga adalah pengisian dan pembebanan ditentukan oleh adanya tegangan dari panel surya. Ketika ada tegangan panel surya di atas level tegangan baterai, maka akan dilakukan pengisian dan pembebanan secara otomatis akan bekerja ketika tidak ada tegangan dari panel surya.

Pada saat pengisian baterai, aplikasi controller yang tertanam pada arduino akan melakukan tracking level tegangan terkecil, dan menghidupkan relay control pada baterai tersebut untuk menghubungkan baterai dan solar controller melalui sensor INA219 (sensor arus dan tegangan). Selanjutnya aplikasi akan menghidupkan relay panel surya, jika pada saat itu level tegangan dari panel surya cukup untuk melakukan pengisian. Pengisian baterai secara otomatis akan berganti antara yang satu dengan yang lain. Pergantian ini ditentukan oleh level tegangan terkecil dari baterai. Sebaliknya untuk pembebanan level tegangan terbesar dari baterai yang menjadi acuan, namun tetap mengikuti konfigurasi yang ditetapkan seperti batas minimal level tegangan baterai untuk menyuplai beban. Pada prototipe ini sensor yang memegang peranan penting adalah sensor arus dan tegangan (INA219) yang dapat membaca arus dan tegangan dalam dua arah (bidirectional). Selama dalam pengisian dan pembebanan, semua nilai sensor yang terbaca (tegangan panel surya, arus dan tegangan baterai) akan dikirim ke server yang ada dalam sistem Linux. Jadi sistem manajemen pengisian baterai ini melibatkan 3 aplikasi terpisah yaitu aplikasi controller pada arduino yang bekerja untuk memantau sensor dan mengirim data, aplikasi server socket untuk menerima dan mengumpulkan data dalam bentuk data log yang terpisah untuk pengisian dan pembebanan pada setiap harinya secara otomatis. Aplikasi yang ketiga adalah monitoring dan visualisasi yang bekerja bersamaan pada saat penerimaan dan perekaman data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan perakitan semua komponen elektronika pendukung prototipe sistem kontrol otomatis pada manajemen pengisian baterai panel surya secara sequencial. Hasil yang diperoleh seperti terlihat pada gambar 2. Alat control yang telah dirakit dan gambar 3 Solar Panel yang digunakan pada penelitian ini. Proses pengukuran pada jaringan komputer Politeknik Negeri Ujung Pandang.



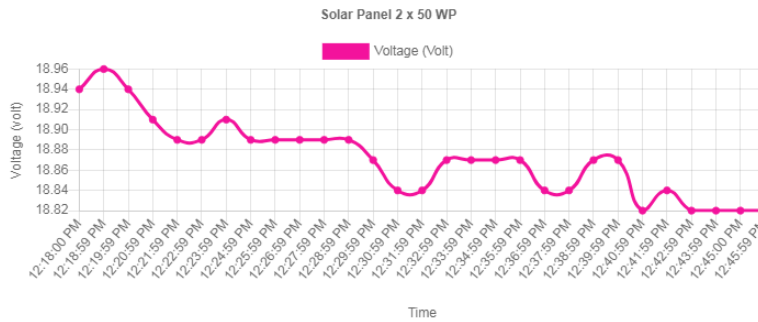
Gambar 2 Alat Kontrol Otomatis Pengisian Baterai



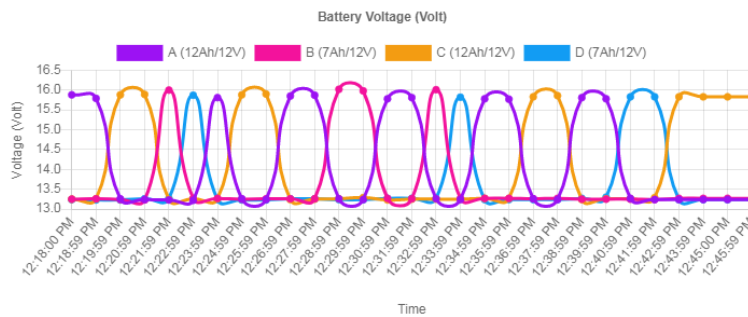
Gambar 3. Panel Surya

3.1 Pengujian Kinerja Alat

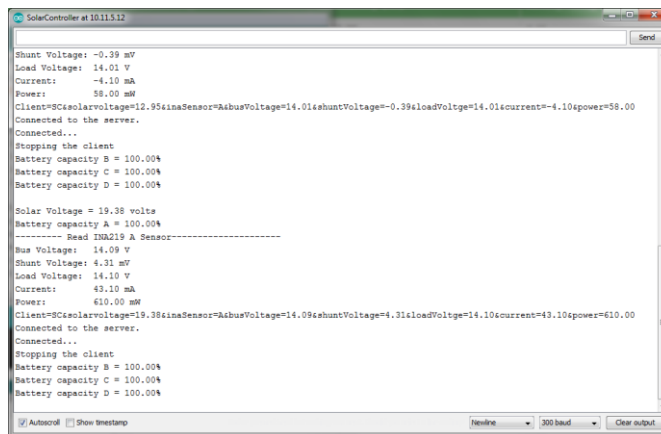
Untuk mengukur kinerja dari alat yang telah dibuat, dilakukan 3 jenis pengujian yaitu: Pengukuran tegangan panel surya, pengukuran tegangan baterai, penerimaan data di console server linux.



Gambar 4. Pengukuran Tegangan Panel Surya



Gambar 5. Pengukuran Tegangan Baterai



Gambar 6. Tampilan Console Arduino Pengirima Data

Pada grafik yang diperlihatkan pada gambar 4 menunjukkan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya di ukur pada pukul 12.18 – 12.45 siang. Tegangan terukur mencapai nilai maksimum pada 18.96 Volt dan minimum pada 18.82 volt. Sedang pada gambar 5 memperlihatkan pergantian pengisian baterai, dimana ketika 1 baterai level tegangannya akan maksimum, $V_{maksimum} = 14.4$ volt dan $V_{minimum} = 11.8$ Volt, sedangkan baterai yang lain akan menurun pada posisi steady state sementara, dan kemungkinan akan turun lagi sampai pada level antara 13.0-13.3 Volt (sebagian baterai 12.8-12.9 Volt). Level tegangan inilah yang dianggap sebagai tegangan maksimum baterai pada saat kondisi istirahat. Level ini juga sangat ditentukan oleh kualitas dan karakteristik baterai yang digunakan.

Sistem pergantian pengisian ini (gambar 5) ditentukan oleh level tegangan baterai, untuk yang terkecil akan mendapat giliran dan dapat terjadi pengulangan pada baterai yang sama, sebelum giliran baterai berikutnya. Untuk beberapa percobaan yang dilakukan durasi waktu yang diperlukan sebelum waktu tunda (penghentian sementara) adalah berkisar 5-30 detik. Ketika diberikan durasi 60 detik, aplikasi tidak dapat bekerja dengan baik dan mengalami hang dalam rentang waktu 30 menit.

Untuk membuktikan bahwa pengiriman data antara perangkat berfungsi dengan baik terlihat pada gambar 6. Dengan menggunakan console pada server linux proses penerimaan data dari client ditampilkan dengan menggunakan PuTTY

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Prototipe prototipe sistem kontrol otomatis pada manajemen pengisian baterai panel surya secara sequencial yang telah dibuat menghasilkan manajemen pengisian baterai dengan nilai tegangan bervariasi antara Interval 30 detik, $V_{maksimum}=14.4$ volt dan $V_{minimum}=11.8$ Volt,
2. Secara umum, input pengisian meningkatkan tegangan aktual pada baterai di atas tegangan istirahatnya, dan memuat (menguras baterai) menurunkannya di bawah tegangan istirahatnya. Semakin besar arus atau beban pengisian, semakin jauh di atas atau di bawah tegangan istirahat baterai. Jadi melihat tegangan tidak memberi pembacaan yang akurat tentang seberapa isi baterai.
3. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, prototype ini dapat diimplementasikan dalam keadaan riil diperumahan-perumahan yang menggunakan sistem solar panel.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Manan, "Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif Yang Effisien, Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia," *Gema Teknologi*, 2009.
- [2] J. Junaidi, K. Khwee, and A. Hiendro, "Migrasi Baterai Lithium dari Mode Otomotif ke Mode Penyimpan Energi untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *ELKHA*, vol. 8, 12/15 2016.
- [3] A. Ainuddin, S. Manjang, and F. A. Samman, "Sistem Pengendali Pengisian Baterai pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE)*, vol. 21, pp. 16-24, 2017.
- [4] Y. Astriani, A. Kurniasari, E. R. Priandana, and N. A. Aryono, "Penyeimbangan State of Charge Baterai Lead Acid Pada Prototipe Battery Management System," *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, vol. 17, pp. 43-52, 2018.
- [5] B. S. Sagar, B. P. Divakar, and K. S. V. Prasad, "Series battery equalization using sequential difference algorithm," in *2014 International Conference on Advances in Electronics Computers and Communications*, 2014, pp. 1-6.
- [6] M. A. P. Pradana, "Prototipe Sistem Kontrol Otomatis pada Pembangkit Listrik Alternatif Tegangan Rendah," *Widya Teknik*, vol. 15, pp. 112-126, 2016.
- [7] K. Friansa, I. N. Haq, B. M. Santi, D. Kurniadi, E. Leksono, and B. Yulianto, "Development of battery monitoring system in smart microgrid based on internet of things (IoT)," *Procedia engineering*, vol. 170, pp. 482-487, 2017.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana atas pembiayaan dari dana Rutin Politeknik Negeri Ujung Pandang tahun anggaran 2019. Untuk itu penulis ingin mengucapkan penghargaan setinggi-tingginya kepada : Direktur, Ka.Unit UPPM dan staf, Ketua Jurusan Teknik Elektro, dan Rekan-rekan Dosen Prodi Teknik Komputer dan Jaringan Politeknik Negeri Ujung Pandang atas semua dukungan yang telah diberikan sehingga penelitian ini terlaksana dengan baik