

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN MANAJEMEN BATERAI MOBIL LISTRIK

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF ELECTRIC CAR BATTERY MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM

Bayu Segara Putra¹, Angga Rusdinar², Ekki Kurniawan³

¹²³Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
Jalan Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

¹bayusegaraa@students.telkomuniversity.ac.id, ²angga.rusdinar@telkomuniversity.ac.id,

³ekki.kurniawan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Saat ini, pengembangan mobil listrik di Indonesia sedang menjadi bahan pembicaraan. Baterai menjadi salah satu pembahasan pada mobil listrik. Dibutuhkan kontrol dan monitor secara tepat untuk menjadikan mobil listrik sebagai kendaraan yang efisien dengan manajemen baterai yang tepat. Pada Tugas Akhir ini akan dirancang sistem monitoring dan manajemen baterai mobil listrik. Baterai pada mobil listrik akan diambil data. Data yang akan dimonitoring pada baterai adalah arus, tegangan. Data dari sensor lalu diolah dan dikirim menuju mikrokontroler Arduino Due. Lalu data tersebut ditampilkan pada LCD secara real-time. Setelah itu, dua buah baterai dibandingkan kapasitas tegangannya agar kapasitas kedua baterai seimbang.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem penyeimbang baterai berjalan namun sangat lamban. Sistem penyeimbang membutuhkan waktu 12 jam 54 menit untuk menyeimbangkan baterai dengan perbedaan tegangan 0.9 V. Sedangkan sistem monitoring baterai dapat memprediksi sisa waktu dan jarak mobil melaju dengan baik. Pada tabel hasil pengujian dengan arus 13,72A prediksi sisa waktu tempuhnya yaitu 38,2 Menit dan 1,83 km dan pengukuran dengan arus rata-rata 13 Ampere dan tegangan rata-rata mobil 12.4 V mobil melaju dapat melaju selama 32 Menit 24 detik dengan jarak tempuh 1,46 km. Dapat dikatakan prediksi sisa jarak dan waktu tempuh berjalan dengan baik.

Kata kunci: Baterai, Penyeimbang dan Monitor Baterai, Mobil Listrik

Abstract

Currently, the development of electric cars in Indonesia is becoming the talk. Batteries become one of the discussion on electric cars. It takes control and monitor appropriately to make the electric car as an efficient vehicle with proper battery management. In this final project will be designed system monitoring and management of electric car batteries. The battery in an electric car will be taken data. Data to be monitored is the current battery voltage. Data from the sensor is processed and sent to the microcontroller Arduino Due. Then the data is displayed on the LCD in real-time. After that, two batteries than the capacity of the battery voltage in order to balance capacity.

Results from this study indicate that the battery balancing system running but is very slow. Balancing system takes 12 hours 54 minutes for balancing battery with a voltage difference is 0.9 V. While the battery monitoring system can predict the remaining time and distance of oncoming cars well. At the table with the test results predicted 13,72A current travel time is 38.2 minutes and 1.83 km. The current measurements with an average of 13 Ampere and the average voltage of 12.4 V the car can drive for 32 minutes 24 seconds with the distance of 1.46 km. It can be said the prediction of rest distance and time running properly.

Keywords: Battery, Balancing and Monitoring Battery, Electric Car

1. Pendahuluan

Mobil merupakan salah satu sarana transportasi yang sering digunakan dalam kehidupan sehari – hari. Penggunaannya yang praktis dan nyaman membuat mobil menjadi primadona. Karena harga minyak dunia semakin tinggi, membuat banyak orang mencari alternatif bahan bakar mobil, salah satunya yaitu mobil listrik. Saat ini, pengembangan mobil listrik di Indonesia sedang menjadi bahan pembicaraan. Banyak peneliti yang

berlomba-lomba untuk menciptakan mobil listrik yang banyak fitur dan berbagai macam bentuk. Kapasitas baterai menjadi salah satu pembahasan pada mobil listrik.

Baterai pada mobil listrik yang digunakan bermacam-macam. Seperti baterai lead acid, lithium ion dan lain-lain. Jenis baterai sangat berpengaruh pada mobil listrik karena perbedaan karakteristik yang dimiliki oleh baterai. Tetapi baterai membutuhkan beberapa parameter agar dapat bekerja dengan maksimal. Parameter yang berperan pada baterai seperti tegangan, arus, suhu, berat jenis dan resistansinya. Dari parameter-parameter tersebut, dapat dianalisa kapasitas baterai. Dibutuhkan kontrol dan monitor secara tepat untuk menjadikan mobil listrik sebagai kendaraan yang efisien dengan manajemen baterai yang tepat.

Pada Tugas Akhir ini akan dirancang sistem monitoring baterai mobil listrik. Baterai diseimbangkan dengan metode Active Charge Equalization. Data yang akan dimonitoring pada baterai adalah arus, tegangan. Data dari sensor lalu diolah dan dikirim menuju mikrokontroler Arduino. Kemudian data tersebut di analisis agar didapat parameter baterai yang diinginkan. Lalu parameter tersebut ditampilkan pada LCD secara real-time. Pada sistem ini terdapat prediksi sisa waktu dan jarak tempuh.

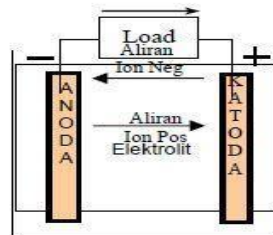
2. Dasar Teori

Pengembangan terhadap monitoring dan manajemen baterai mobil listrik memerlukan dasar teori yaitu sistem baterai, sistem penyeimbang, konverter daya, dan sensor.

2.1 Baterai

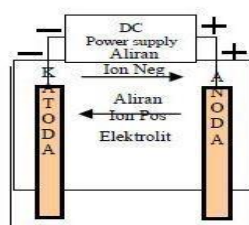
Baterai atau accumulator adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi^[1]. *Reversible* dapat diartikan dalam baterai terjadi proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia. Pengisian kembali baterai dengan cara regenerasi dari elektroda – elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel. Prinsip kerja baterai yaitu:

- a. Proses discharge pada sel berlangsung menurut skema Gambar 2.1. Bila sel dihubungkan dengan beban maka elektron mengalir dari anoda melalui beban ke katoda, kemudian ion-ion negatif mengalir ke anoda dan ion-ion positif mengalir ke katoda^[1].



Gambar 1 Baterai pada kondisi *discharge*^[1].

- b. Pada proses pengisian menurut skema Gambar 2.2 dibawah ini adalah bila sel dihubungkan dengan *power supply* maka elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negatif menjadi katoda dan proses kimia yang terjadi sebagai berikut^[1]:
 - 1). Aliran elektron menjadi terbalik, mengalir dari anoda melalui power supply ke katoda.
 - 2). Ion-ion negatif mengalir dari katoda ke anoda.
 - 3). Ion-ion positif mengalir dari anoda ke katoda.



Gambar 2 Baterai pada kondisi *charge*^[1].

Dalam pengisian dan pengosongan baterai, ada beberapa parameter yang menjadi pertimbangan bagus atau tidaknya sebuah baterai. Parameter tersebut antara lain^[2]:

- Tegangan
- Kapasitas Baterai
- Baterai *State of Charge* (SOC)
- Resistansi Internal
- Pelepasan Muatan Sendiri (*Self-Discharge*)

2.2 Sistem Penyeimbang Baterai

Sistem penyeimbang baterai adalah sebuah rangkaian elektronik yang mengatur baterai agar masing-masing kapasitas antar baterai seimbang. Cara kerja rangkaian penyeimbang baterai dengan membandingkan kapasitas baterai atau tegangan baterai. Setelah itu jika ada selisih yang cukup besar antara satu baterai dengan yang lainnya maka baterai yang tegangannya lebih besar akan mengisi baterai yang tegangannya lebih kecil dengan memanfaatkan topologi konverter daya DC ke DC.

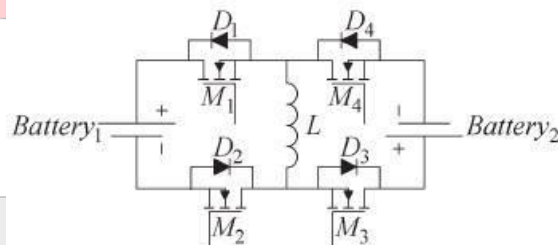
Menurut desain rangkaiannya^[3], Sistem penyeimbang baterai dibagi menjadi 2 bagian yaitu:

- *Passive charge equalization (Dissipative charge equalization)*

Teknik *Passive charge equalization* menggunakan elemen dissipatif untuk digunakan sebagai saklar untuk melewatkan atau mengalirkan energi dari baterai. Dalam teknik *resistive shunt equalization*, resistor dijadikan sebagai saklar antar baterai yang nilainya. Sedangkan pada teknik *analog shunt equalization*, transistor sebagai saklar dan dioda Zener sebagai tegangan reference setiap baterai. Rangkaian pembagi tegangan dapat digunakan untuk mengatur transistor sebagai saklar.

- *Active charge equalization (Nondissipative charge equalization)*

Teknik *active charge equalization* menggunakan element non-dissipatif untuk memindahkan energi dari satu baterai ke yang lainnya. Dalam hal ini, kapasitor digunakan sebagai saklar. Jika ada perbedaan antara dua baterai, maka perpindahan energi pada kondisi charge akan berasal dari baterai yang kuat ke baterai yang lemah dengan bantuan kapasitor diantara baterai tersebut. Kekurangannya metode ini, baterai akan seimbang dengan baterai yang lain tetapi tidak melihat tegangan reference dan waktu penyeimbangannya berlangsung dengan lambat.



Gambar 3 Rangkaian active charge equalization^[3].

2.3 Konverter Daya

Konverter elektronika daya adalah suatu alat atau rangkaian yang mengkonversikan suatu bentuk daya listrik ke bentuk daya listrik yang lain. Pada konverter daya dibagi menjadi beberapa bagian yaitu rangkaian power, rangkaian control dan rangkaian *trigger* atau *driver* sebagai saklar. Konverter elektronika daya dapat dibagi menjadi 4 jenis, yaitu^[4]:

- Konverter *Alternate Current (AC)* ke *Direct Current (DC)* (Rectifier)
- Konverter AC ke AC atau AC Controller
- Konverter DC ke DC atau DC Chopper
- Konverter DC ke AC atau Inverter

2.3.1 Konverter Daya DC ke DC

Konverter daya DC ke DC atau biasa disebut DC Chopper adalah suatu alat elektronika daya, untuk menghasilkan tegangan dc dari sumber dc, dengan prinsip saklaring (pensaklaran). Macam-macam topologi DC Chopper yang sering digunakan antar lain:

1. Buck Topologi: mengubah tegangan output lebih kecil dari pada tegangan input.
2. Boost Topologi: mengubah tegangan output lebih besar dari pada tegangan input.
3. Buck-Boost (menaik-turunkan): menggunakan keduanya untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

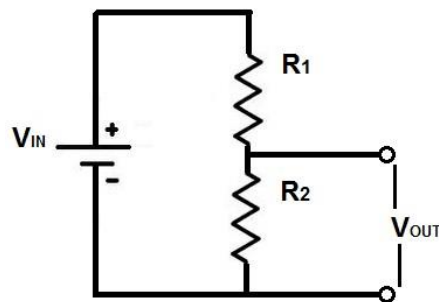
2.4 Sensor

Sensor adalah sebuah alat yang digunakan untuk merubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Contohnya sensor inframerah yang menggunakan cahaya sebagai parameter jarak dan diubah kedalam satuan listrik. Sensor mempunyai banyak jenis tergantung kegunaannya. Sensor merupakan bagian dari *transducer* yang merasakan adanya perubahan energi eksternal yang akan masuk ke bagian input dari *transducer*, sehingga perubahan kapasitas energi yang ditangkap dan dirubah menjadi sinyal listrik.

2.4.1 Sensor Tegangan

Sensor tegangan adalah suatu alat yang mengukur tegangan pada alat elektronik. Sensor tegangan umumnya berupa sebuah rangkaian pembagi tegangan atau yang biasa disebut *voltage divider*. Dengan menggunakan

perhitungan $V_0 = V_i \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ dan rangkaian pada gambar 2.3, tegangan pada baterai akan di konversikan ke dalam tegangan yang dapat di baca mikrokontroler yaitu nol sampai lima volt. Lalu tegangan diterjemahkan menjadi satuan digital melalui mikrokontroler agar dapat kita atur lebih lanjut.



Gambar 4 Rangkaian pembagi tegangan^[4].

2.4.1 Sensor Arus

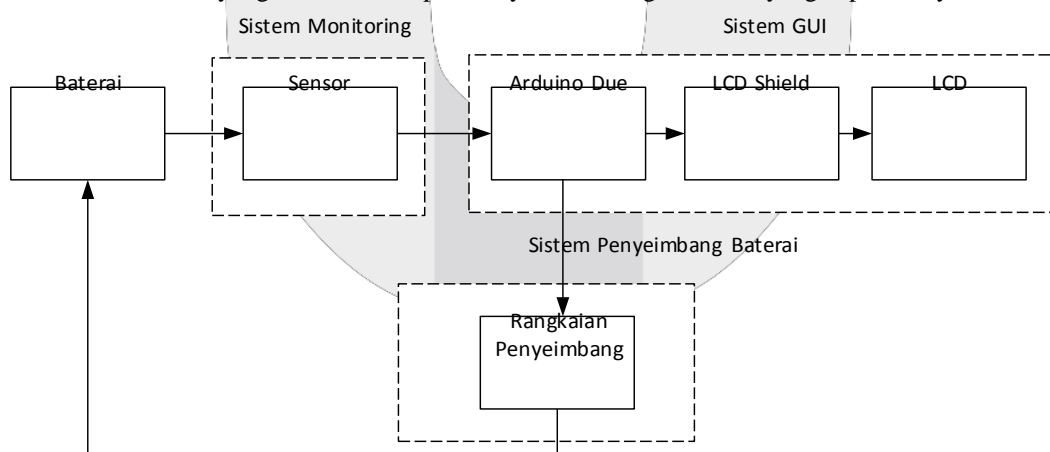
Sensor arus adalah suatu alat yang mengukur jumlah arus pada alat elektronik. Sensor arus biasanya terdiri dari rangkaian elektronik yang mengubah jumlah arus menjadi satuan listrik. Sensor arus yang biasa digunakan adalah chip ACS712. Sensor arus bekerja dengan membaca arus yang melalui tembaga yang di dalamnya menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh integrated Hall IC dan diubah menjadi tegangan proporsional.

3. Perancangan Sistem

Dalam merealisasikan penelitian mengenai monitoring dan manajemen baterai mobil listrik ini maka dirancang sistem sebagai berikut:

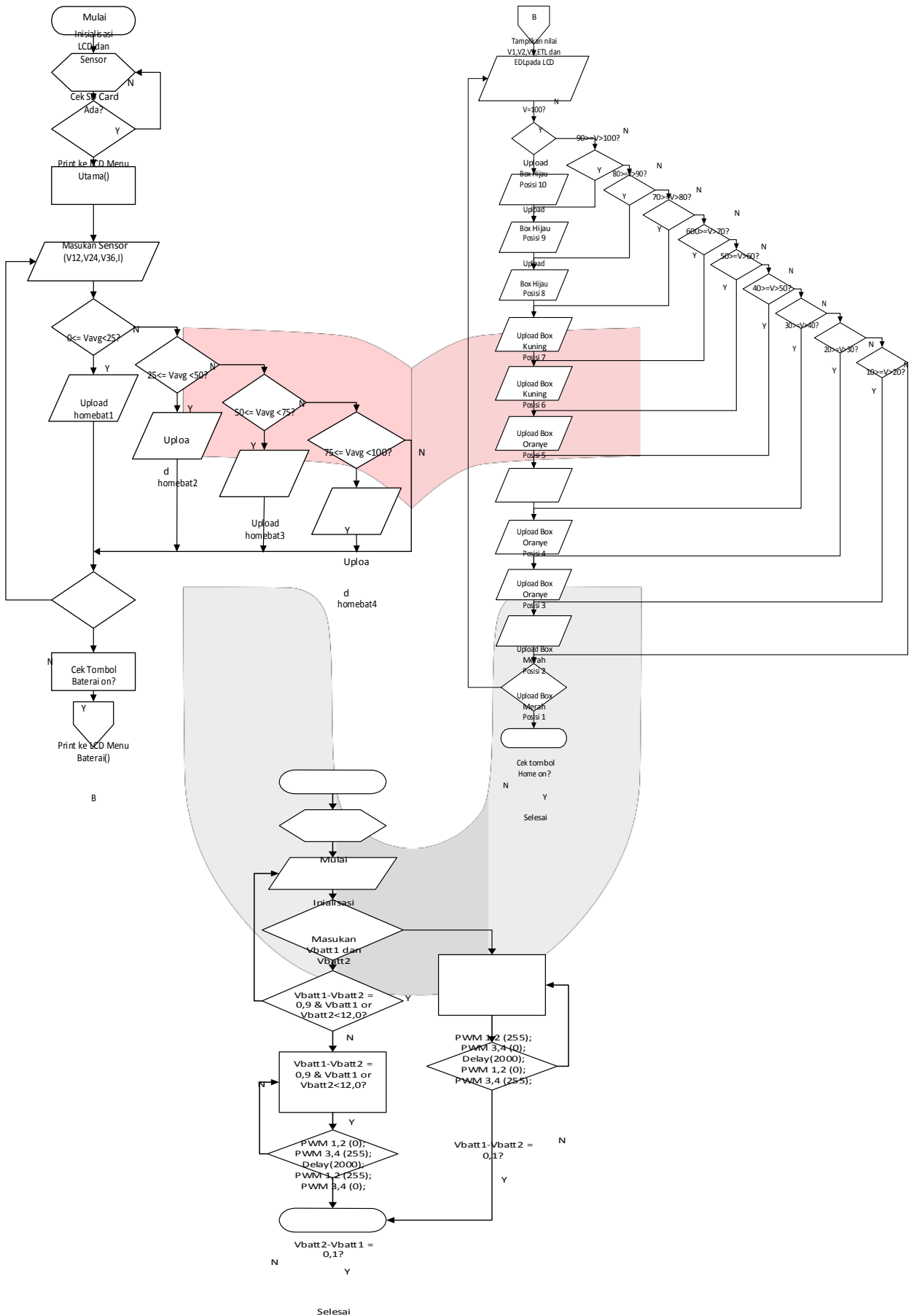
3.1 Diagram Blok Sistem

Dalam sistem monitoring dan manajemen baterai mobil listrik bertujuan untuk menampilkan kondisi baterai secara *real-time* pada LCD. Setiap baterai akan diukur masing-masing tegangannya menggunakan sensor tegangan. Arus diukur hanya pada catuan 36 Volt yang terhubung dengan motor mobil listrik. Tujuannya untuk mengetahui arus dan daya yang dikeluarkan motor mobil listrik. Setelah itu, data diolah Arduino Due kemudian ditampilkan pada LCD berupa GUI (*Graphic Unit Interface*). Untuk penyeimbang kapasitas baterai cara kerjanya membandingkan kapasitas tegangan 2 baterai. Bila tegangan baterai kurang dari 12 V dan selisih tegangan baterai sekitar 0.8 V maka baterai yang lebih besar kapasitasnya akan mengisi baterai yang kapasitasnya lebih kecil.



Gambar 5 Diagram Blok Sistem

3.2. Flowchart Sistem



Gambar 6 Flow Chart Sistem

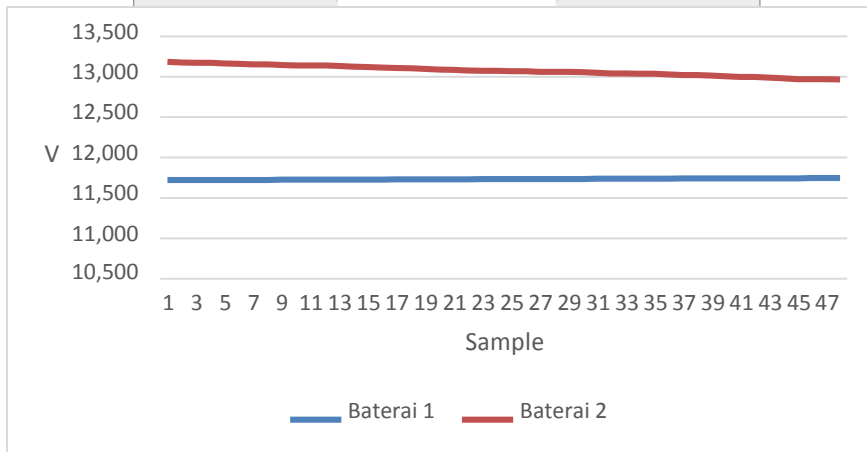
4. Analisis dan Pengujian Sistem

Dalam penelitian ini dibahas beberapa hal meliputi pengujian monitoring tegangan baterai, penyeimbang baterai dan prediksi sisa waktu dan jarak tempuh. Hasil Pengujian Monitoring Tegangan pada Tabel 1.

Tabel 1 Monitor Baterai

Baterai 1	Baterai 2	Baterai 3
12.64V	12.61V	12.17V
12.64V	12.61V	12.17V
12.64V	12.61V	12.17V
12.64V	12.59V	12.19V
12.64V	12.61V	12.17V
12.67V	12.58V	12.17V
12.67V	12.58V	12.17V
12.67V	12.58V	12.17V
12.67V	12.58V	12.17V
12.67V	12.58V	12.17V
12.67V	12.58V	12.17V
12.67V	12.58V	12.17V
12.67V	12.58V	12.17V
12.67V	12.58V	12.17V
12.64V	12.61V	12.17V
12.67V	12.58V	12.17V
12.67V	12.58V	12.17V
12.67V	12.58V	12.17V
12.67V	12.58V	12.17V
12.67V	12.58V	12.17V

Pada tabel diatas, dapat terlihat tegangan masing-masing baterai. Hasil Pengujian Sistem Penyeimbang Baterai pada Gambar 7.



Gambar 7 Grafik Perbandingan Baterai Sistem Penyeimbang Baterai

Dengan melihat Grafik dan Tabel diatas, dapat dikatakan sistem penyeimbang baterai bekerja namun hasilnya kurang maksimal karena sistem ini bergerak sangat lamban. Untuk menyetarakan yakni menambahkan baterai1 atau mengurangi baterai2 0.9 Volt dibutuhkan waktu 12 jam 54 menit. Hasil akhir tegangan baterai pada Baterai 1 yaitu sebesar 12,381 V dan Baterai 2 sebesar 12,504 V. Hasil pengujian perubahan arus yang dihasilkan oleh motor BLDC dapat dilihat perubahannya prediksi sisa waktu dan jarak tempuh gambar 8.



Gambar 8 Grafik Perubahan Prediksi Sisa Jarak Waktu Tempuh Mobil Listrik Terhadap Arus

Dapat dilihat ketika arusnya bertambah maka prediksi sisa waktu dan jarak tempuh menurun sesuai dengan perhitungan yang sudah dibuat pada perancangan program. Dan telah dilakukan pengukuran dengan arus rata-rata 13 Ampere dan tegangan rata-rata mobil 12.4 V mobil melaju dapat melaju selama 32 Menit 24 detik dengan jarak tempuh 1,46 km. Dengan perbandingan pada tabel dengan arus 13,72A prediksi sisa waktu tempuhnya yaitu 2292 s dan 1833 m. Dapat dikatakan prediksi sisa jarak dan waktu tempuh berjalan dengan baik. Hasil pada pengujian monitoring menunjukkan bahwa data sensor yang berubah-ubah berpengaruh pada indikator pada LCD. Dapat dilihat pada Gambar 9 indikator kapasitas baterai tersebut mendekati aslinya.



Gambar 9 Hasil Pengujian Monitoring Baterai

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada desain dan perancangan sistem monitoring dan manajemen baterai mobil listrik, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem monitoring dan manajemen baterai berjalan dengan baik.
2. Pembacaan sensor berjalan dengan baik.
3. LCD berjalan dengan baik indikator berfungsi dengan bagus.
4. Sistem penyeimbang baterai berjalan namun sangat lamban. Sistem penyeimbang membutuhkan waktu 12 jam 54 menit untuk menyeimbangkan baterai.
5. Pada pengukuran sebelumnya dengan arus rata-rata 13 Ampere dan tegangan rata-rata mobil 12.4 V mobil melaju dapat melaju selama 32 Menit 24 detik dengan jarak tempuh 1,46 km. Dengan perbandingan pada tabel hasil pengujian dengan arus 13,72A prediksi sisa waktu tempuhnya yaitu 38,2 Menit dan 1,83 km. Dapat dikatakan prediksi sisa jarak dan waktu tempuh berjalan dengan baik.

6. Daftar Pustaka

- [1] Aslimeri, dkk. 2008. Teknik Transmisi Tenaga Listrik. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- [2] Segara, Alief Prisma Bayu, Dedet Candra Riawan, dan Heri Suryoatmojo. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 1, No. 1, (2013) 1-6 20, 2013. Monitoring Kinerja Baterai Berbasis Timbal untuk Sistem Photovoltaic.
- [3] Yarlagaadda Sriram, Tom T.Hartley, dan Iqbal Husain. IEEE Transactions On Industry Applications, Vol 49, No.6, November/December, 2013. A Battery Management System Using an Active Charge Equalization Technique Based on a DC/DC Converter Topology.
- [4] Kurniawan, Ekki dkk (2014). Diktat Kuliah Elektronika Daya untuk Jurusan Teknik Elektro Universitas Telkom Bandung.
- [5] Arduino. 2015. Arduino Uno. <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>, diakses pada tanggal 25 Juni 2015 pukul 14.30 WIB.
- [6] Arduino. 2015. Getting started with the Arduino Due. <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoDue>, diakses pada tanggal 25 Juni 2015 pukul 18.30 WIB.
- [7] TFT SD Shield for Arduino Due. 2015. TFT/SD Shield for Arduino DUE TFT LCD Module SD Card Adapter 2.8 3.2 inch Mega. <http://www.ebay.com/itm/TFT-SD-Shield-for-Arduino-DUE-TFT-LCD-Module-SD-Card-Adapter-2-8-3-2-inch-Mega-/121057447668>, diakses pada tanggal 28 Juni 2015 pukul 15.30 WIB.
- [8] Electroschematics. 2015. Current Sensor Module For Microcontrollers w/ ACS712. <http://www.electroschematics.com/11279/current-sensor-module-microcontrollers/>, diakses pada tanggal 28 Juni 2015 pukul 14.30 WIB.
- [9] CTE TFT LCD/SD Shield Datasheet. 2015. CTE TFT LCD/SD Shield for Arduino DUE v1.02-1.04 Datasheet
- [10] Phillips Datasheet. 1999. IRFP460 PowerMOS transistor.
- [11] MOTOROLA Datasheet. 1996. MUR1560 Switch Mode Power Rectifier.
- [12] Mosfet Driver. 2015. Using High low side driver ir 2110. <http://tahmidmc.blogspot.com/2013/01/using-high-low-side-driver-ir2110-with.html>
- [13] Winhardi. 2008. Desain dan Implementasi Sistem Charger Otomatis untuk Baterai 48 Volt pada Mobil Listrik. Bandung: Universitas Telkom.
- [14] V. P. Labade, N. M. Kulkarni and A. D. Shaligram. ISSN 0976 – 6464(Print) ISSN 0976 – 6472(Online) Volume 4, Issue 3, May – June, 2013. Lead Acid Battery Management System for Electrical Vehicles.
- [15] LCD MD070SD Datasheet. 2013. MD070SD 7" Bus TFT Manual
- [16] TLP250 Datasheet. 2007. TLP250 photocoupler
- [17] ACS712 Datasheet. 2015.ACS712-DS, Rev.15
- [18] Henning Karlsen. 2014. Library Manual : UTFT
- [19] Henning Karlsen. 2014. Library Manual : Utouch