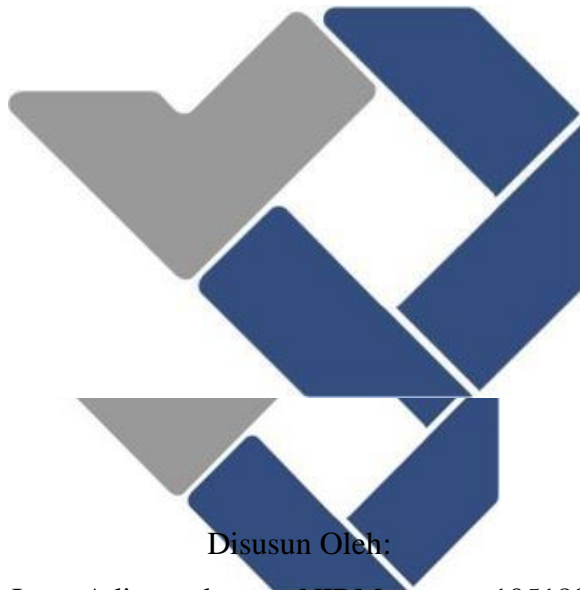


**KONTROL ELEKTRONIKA UNTUK MOBIL LISTRIK  
TENAGA MATAHARI  
PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Irsan Adiansyah	NIRM	1051809
Supriadi	NIRM	1051828

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

### KONTROL ELEKTRONIKA UNTUK MOBIL LISTRIK TENAGA MATAHARI

Diusulkan oleh

Irsan Adiansyah

NIRM 1051809

Supriadi

NIRM 1051828

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
kelulusan Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui

Pembimbing 1



I Made Andik Setiawan, Ph.D

Pembimbing 2



Surojo, M.T

Penguji 1



Ocsirendi, M.T

Penguji 2



Eko Sulistyono, M.T

## **PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT**

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Irsan Adiansyah NIRM 1051809  
Nama Mahasiswa 2 : Supriadi NIRM 1051828

Dengan Judul : KONTROL ELEKTRONIKA UNTUK MOBIL  
LISTRIK TENAGA MATAHARI

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri bukan merupakan plagiat. Pernyataan kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata di kemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia diberikan sanksi yang berlaku.

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Irsan Adiansyah
2. Supriadi

## **ABSTRAK**

*Proyek akhir ini bertujuan untuk membuat sistem kontrol elektronika untuk mobil listrik tenaga matahari. Metode proyek akhir yang dilakukan adalah metode pengambilan data dan sampel pada alat yang telah dirancang. Proyek akhir dimulai dari pengujian per komponen. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan bahwa besar tegangan keluaran dari panel surya berkisar pada 17-20 volt, sedangkan tegangan keluaran maksimum dari boost converter setelah diatur adalah 90 volt. Sedangkan tegangan minimal untuk mengisi 4 buah baterai berkapasitas 12 volt 7 ah yang dirangkai seri adalah lebih besar dari 48 Volt. Lama tidaknya waktu pengisian baterai tergantung dari nilai arus yang mengalir. Pada proyek akhir ini dilakukan pengisian baterai selama 2 jam, dengan tegangan awal 48 volt dan tegangan akhir 50,2 volt. Untuk memutus arus ketika baterai sudah penuh digunakan relay. Besar nilai arus rata-rata 0,28 ampere. Saat dilakukan pengosongan baterai pada beban berupa motor bldc 850 watt dengan kecepatan maksimum, baterai hanya bertahan 20 menit.*

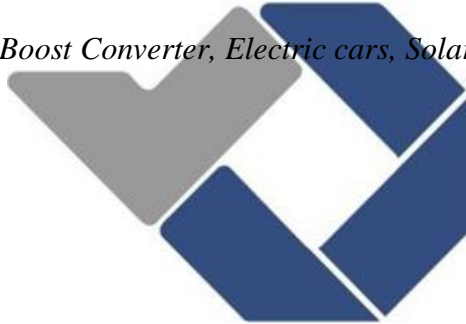
*Kata Kunci: Baterai, Boost Converter, Mobil Listrik, Panel Surya*



## **ABSTRACT**

*This study aims to create an electronic control system for solar electric cars. The research method used is the method of collecting data and samples on a toll that has been designed. Research starts from testing per component. Based on the tests that has been carried out, it is found that the output voltage from the solar panel is around 17-20 volts, while the maximum output voltage from the boost converter after setting is 90 volts. While the minimum voltage to charge 4 batteries with a capacity of 12 volts 7 ah in series is greater than 48 volts. The length of time for charging the battery depends on the value of the current flowing. In this study, the battery was charged for 2 hours, with an initial voltage of 48 volts and a final voltage of 50,2 volts. To cut off the current when the battery is full, a relay is used. The average current value is 0,28 ampere. When the battery is discharged at a load in the form of an 850 watt bldc motor at maximum speed, the battery only lasts 20 minutes*

*Keywords: Battery, Boost Converter, Electric cars, Solar Panel*



## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir. Adapun tujuan disusunnya makalah ini adalah sebagai syarat dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan kurikulum program pendidikan Diploma IV di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penyusun mencoba untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah dipelajari selama 4 tahun mengecap pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada pembuatan alat dan makalah Proyek Akhir ini.

Tersusunnya Laporan Proyek Akhir ini tentu bukan karena buah kerja penyusun semata, melainkan juga atas bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penyusun ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang membantu terselesaikannya laporan ini, diantaranya:

1. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam mengerahkan pengarahan dalam penulisan Laporan Proyek Akhir ini.
2. Bapak Surojo, M.T. , selaku pembimbing II yang telah memberikan saran-saran dan solusi dari masalah-masalah yang dihadapi selama proses perencanaan dan pembuatan alat, serta penyusunan laporan.
3. Bapak M.Iqbal Nugraha, M.Eng. , selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Indra Dwisaputra, M.T. , selaku Kepala Prodi Diploma IV Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Yudhi, M.T. , selaku Wali Kelas 4 Teknik Elektronika Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

6. Seluruh staf pengajar dan karyawan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Keluarga besar yang selalu senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan moril maupun materi dan semangat.
8. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama menyelesaikan Proyek Akhir.
9. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan proyek akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan penulis adalah manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan. Oleh karenanya, sangat diharapkan segala petunjuk, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat menunjang pengembangan dan perbaikan penulisan selanjutnya. Penyusun berharap semoga laporan ini bermanfaat untuk kita semua. Terimakasih.



Sungailiat, 18 Januari 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....	ii
<i>ABSTRAK</i> .....	iii
<i>ABSTRACT</i> .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 RumusanMasalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan .....	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Panel Surya.....	4
2.2 Motor Listrik BLDC .....	5
2.2.1 Kontruksi Motor Bldc.....	6
2.3 Baterai .....	7
2.3.1 Metode Pengisian Lambat .....	7
2.3.2 Metode Pengisian Cepat .....	7
2.4 Dc-dc Converter .....	8



2.5 Arduino Mega 2560 .....	9
2.6 Sensor Tegangan .....	9
2.7 Sensor Acs 712.....	10
<b>BAB III METODE PELAKSANAAN .....</b>	<b>12</b>
3.1 Flowchart.....	12
3.2 Blok Diagram .....	13
3.3 Pemilihan dan Pengujian Komponen.....	13
3.4 Pembuatan Dudukan Komponen.....	14
3.4.1 Uji Coba Panel Surya .....	14
3.4.2 Uji Coba Boost Converter .....	15
3.4.3 Uji Coba Sistem Pengisian .....	15
3.4.4 Uji Coba Pengosongan Baterai dengan Motor 850 Watt .....	16
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>17</b>
4.1 Kalibrasi Sensor .....	17
4.2 Pengujian Panel Surya tanpa Beban.....	21
4.3 Pengujian Pengisian Baterai dengan <i>Power Supply</i> .....	24
4.4 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan dengan Panel Surya .....	25
4.5 Pengujian Baterai dengan Beban Motor .....	27
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>29</b>
5.1 Kesimpulan .....	29
5.2 Saran.....	29
Daftar Pustaka .....	30
Lampiran 1 .....	32
Lampiran 2 .....	35

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel surya .....	4
Gambar 2.2 Motor bldc .....	5
Gambar 2.3 Konstruksi motor bldc .....	6
Gambar 2.4 Rotor .....	6
Gambar 2.5 Stator .....	7
Gambar 2.6 Boost converter .....	8
Gambar 2.7 Saklar terbuka .....	8
Gambar 2.8 Saklar tertutup .....	9
Gambar 2.9 Arduino Mega .....	9
Gambar 2.10 Sensor Tegangan .....	10
Gambar 2.11 Acs 712 .....	10
Gambar 2.12 Pin out Acs 712 .....	11
Gambar 3.1 Flowchart .....	12
Gambar 3.2 Blok diagram .....	13
Gambar 3.3 Dudukan rangkaian .....	14
Gambar 4.1 Rangkaian uji coba sensor tegangan .....	17
Gambar 4.2 Cara kerja sensor tegangan .....	17
Gambar 4.3 Blok pengujian panel surya tanpa beban .....	21
Gambar 4.4 Grafik pengujian panel surya .....	23
Gambar 4.5 Blok kerja pengisian baterai dengan power supply .....	24
Gambar 4.6 Rangkaian uji coba sistem secara keseluruhan .....	25
Gambar 4.7 Blok uji coba pengosongan baterai .....	27
Gambar 4.8 Pengosongan baterai dengan motor 850 Watt .....	27

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi motor.....	5
Tabel 2.2 Deskripsi pin .....	11
Tabel 4.1 Hasil pengujian sensor .....	19
Tabel 4.2 Kalibrasi sensor 1 .....	19
Tabel 4.3 Hasil kalibrasi sensor 2 .....	20
Tabel 4.4 Pengujian panel surya tanpa beban .....	23
Tabel 4.5 Pengujian pengisian baterai dengan <i>power supply</i> .....	24
Tabel 4.6 Foto pengujian sistem .....	26
Tabel 4.7 Pengujian sistem .....	26
Tabel 4.8 Pengujian baterai dengan beban.....	28



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada zaman sekarang sarana transportasi berkembang pesat, baik kendaraan roda dua maupun kendaraan roda empat. Kendaraan-kendaraan ini masih menggunakan bahan bakar fosil sehingga menimbulkan emisi pada lingkungan yang bisa menyebabkan dampak negatif. Keterbatasan jumlah bahan bakar fosil membuat negara ini harus mencari energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar ini[1][2]. Maka harus ada terobosan untuk mengatasi keterbatasan bahan bakar fosil pada masa yang akan datang. Salah satu terobosan yang sedang digalakkan adalah pengembangan kendaraan berbahan bakar energi terbarukan, baik yang bersumber dari cahaya matahari, angin, arus laut, bio dan lain sebagainya[3]. Sebagai contoh yaitu penggunaan cahaya matahari sebagai sumber tenaga kendaraan mobil listrik. Mudah didapatkan dan jumlahnya berlimpah menjadi alasan digunakannya energi terbarukan sebagai bahan bakar mobil listrik[2].

Saat ini ada beberapa pilihan kendaraan ramah lingkungan, yaitu kendaraan hibrida, kendaraan berbahan bakar hidrogen, kendaraan berbahan bakar listrik dan kendaraan berbahan bakar bio[3]. Mobil listrik adalah kendaraan ramah lingkungan yang kedepannya diharapkan bisa menjadi solusi untuk mengurangi penggunaan sumber energi fosil dan minyak bumi yang jumlahnya semakin sedikit. Mobil listrik merupakan kendaraan yang menggunakan baterai sebagai media penyimpanan energi. Kelebihan dari mobil listrik diantaranya: suaranya halus dan tidak mengeluarkan emisi terhadap lingkungan. Mobil listrik adalah mobil harapan semua orang di masa depan, hal ini karena sumber daya alam pada masa yang akan datang pasti berkurang bahkan habis sehingga perlu dicari energi alternatif yang jumlahnya berlimpah dan tidak terbatas[1].

Saat ini ada beberapa pilihan kendaraan ramah lingkungan, yaitu kendaraan hibrida, kendaraan berbahan bakar hidrogen, kendaraan berbahan bakar listrik dan kendaraan berbahan bakar bio[3]. Mobil listrik adalah jenis kendaraan yang

menggunakan motor listrik sebagai penggerak dan menggunakan baterai sebagai tempat menyimpan energi listrik[4]. Mobil listrik saat ini sangat penting untuk dikembangkan, mengingat tingginya harga BBM saat ini, ditambah lagi efek pemanasan global yang semakin parah membuat manusia harus mencari energi alternatif pengganti BBM.

Trend mobil listrik saat ini berkembang pesat, terutama dikalangan mahasiswa dan perguruan tinggi. Hal ini dibuktikan dengan semakin banyaknya mahasiswa yang berpartisipasi dalam kontes mobil listrik, baik tingkat regional, nasional maupun internasional. Adapun beberapa ajang perlombaan mobil listrik sebagai berikut: Kontes Mobil Listrik Indonesia (KMLI), Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE), Indonesia *Energy Marathon Challenge* (IEMC) dan *Shell Eco Marathon* (SEM)[5]. Dari beberapa ajang tersebut diharapkan lebih banyak lagi siswa maupun mahasiswa yang berpartisipasi dalam pembuatan mobil listrik pada masa yang akan datang.

Pada proyek akhir sebelumnya, telah banyak dilakukan penelitian tentang rancang bangun mobil listrik. Salah satu masalah yang ditemui adalah terjadi ketimpangan antara lama waktu pemakaian mobil dengan lamanya waktu pengisian baterai. Artinya, waktu pengisian baterai lama sedangkan waktu pemakaian mobil sebentar. Masalah yang biasanya ditemui peneliti saat merancang mobil listrik adalah pembuatan mobil dengan alat seadanya, sehingga hasil yang didapatkan dari penelitian juga tidak maksimal dan hanya sebatas prototipe tanpa ada lanjutan mau diapakan prototipe tersebut kedepannya[6]. Sebagian besar dari penelitian sebelumnya belum menggunakan energi terbarukan sebagai sumber energi utama, seperti cahaya matahari, angin, gelombang air laut dan energi lainnya.

Dari pembahasan diatas, perlu di rancang mobil hemat energi yang tidak menimbulkan efek negatif bagi lingkungan, seperti tidak menimbulkan emisi bagi lingkungan. Sumber energi dari kendaraan tersebut bisa dari tenaga matahari, tenaga angin, ataupun sumber energi terbarukan lainnya. Pada penelitian [4]dijelaskan bahwa dalam proses merancang mobil listrik, aspek mekanik seperti merancang rangka mobil harus diperhitungkan sebaik mungkin baik dari komponen

yang digunakan maupun perhitungan kekuatan bahan yang digunakan. Hal ini supaya hasil yang didapat maksimal.

Oleh karena itu, pada Proyek Akhir yang berjudul “Kontrol Elektronika untuk Mobil Listrik Tenaga Matahari” ini akan dirancang sebuah kontrol mobil listrik hemat energi yang ramah lingkungan dengan cara memanfaatkan panel surya sebagai komponen yang menyerap cahaya matahari dan baterai sebagai media penyimpanan energi dari panel surya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang yang telah dibuat, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara *boost converter* bisa mengisi baterai?
2. Bagaimana perbandingan antara lama waktu pengisian baterai dengan lama waktu pengosongan baterai?

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dari proyek akhir ini sebagai berikut :

1. Sistem kontrol yang dibuat hanya bisa mendapat sumber dari baterai
2. Sensor tegangan tidak mampu membaca tegangan sistem diatas 25 Volt

## **1.4 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, maka didapatkan tujuan yaitu:

1. Mendesain sistem kontrol elektronika pada mobil listrik tenaga matahari dengan memanfaatkan panel surya sebagai sumber energi.
2. Memaksimalkan penggunaan *boost converter* sebagai penaik tegangan panel surya.
3. Mendapatkan hasil perbandingan antara lama waktu pengisian baterai dengan lama waktu pengosongan baterai.

## BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan dasar-dasar teori dibuatkannya proyek akhir ini. Dasar teori ini diambil dari penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian yang sama dengan proyek akhir ini, yang membedakannya adalah penggunaan komponen untuk *charging* baterai dan tipe motor yang digunakan. Untuk lebih jelas, dibawah ini akan dijelaskan komponen apa saja yang digunakan dan akan dijelaskan fungsi dari komponen-komponen tersebut serta dijelaskan secara detail bagian-bagian dari komponen beserta fungsinya.

### 2.1 Panel Surya

Panel Surya merupakan komponen yang digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Di dalam *solar cell* terdapat teknologi fotovoltaik yang digunakan untuk mengubah radiasi energi matahari menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan *solar cell* akan digunakan untuk mengisi muatan pada baterai. Baterai ini nantinya akan digunakan untuk kebutuhan listrik pada komponen elektronik. Cara kerja panel surya secara sederhana yaitu dengan cara menyerap sinar matahari kemudian menampung energi tersebut kedalam media penyimpanan. Dengan begitu, meskipun intensitas cahaya matahari sedikit, kondisi hujan atau ketika malam hari sistem bisa berjalan[2]. Pada gambar 2.1. merupakan bentuk fisik dari panel surya.



Gambar 2.1 Panel surya[7]

Di bawah ini dicantumkan spesifikasi dari panel surya. Adapun spesifikasi panel surya dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Spesifikasi motor

Deskripsi	Spesifikasi
Maximum Power (Pmax)	100 W
Maximum Power Current (Imax)	5,62 A
Maximum Power Voltage (Vmp)	17,8 V
Open Circuit Voltage (Voc)	21,8 V
Short Circuit Current (Iso)	6,05 A

## 2.2 Motor Listrik BLDC

Secara umum motor dibagi menjadi dua jenis, yaitu motor sinkron dan motor asinkron. Sedangkan motor BLDC adalah motor jenis sinkron. Sinkron berarti rotor dan stator berputar dalam frekuensi yang sama sehingga menghasilkan medan magnet[8]. Gambar 2.2 menunjukkan gambar fisik dari motor listrik BLDC.

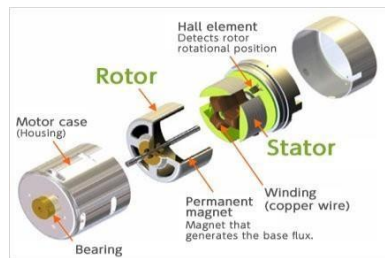


Gambar 2.2 Motor bldc



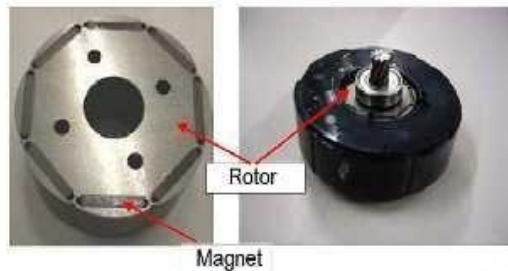
### 2.2.1 Kontruksi Motor Bldc

Pada umumnya, motor BLDC terdiri dari dua bagian komponen utama, yaitu rotor (bagian yang berputar) dan stator (bagian yang diam). Pada Gambar 2.3 dapat dilihat konstruksi motor bldc.



Gambar 2.3 Konstruksi motor bldc[9]

1. Rotor adalah komponen dari motor BLDC yang berputar. Perputaran ini disebabkan karena adanya gaya elektromagnetik dari stator. Rotor motor BLDC berbeda dengan rotor pada motor DC konvensional, perbedaannya yaitu pada motor DC konvensional cuma tersusun dari satu buah *brushless* saja. Rotor merupakan bagian yang terbuat dari magnet tetap dan bisa didesain dari minimal dua sampai delapan kutub magnet selatan dan utara. Gambar 2.4. menunjukkan rotor dari motor listrik ini.



Gambar 2.4 Rotor[9]

2. Stator adalah bagian yang memberikan gaya elektromagnetik kepada rotor supaya rotor bisa berputar. Rotor adalah bagian dari motor BLDC yang tidak bergerak atau diam. Stator motor BLDC berbeda dengan stator motor DC konvensional. Perbedaannya adalah pada motor BLDC statornya terhubung dengan tiga buah kutub, sedangkan pada motor DC konvensional statornya terhubung dengan dua buah kutub untuk dihubungkan ke rangkaian kontrol.

Bentuk fisik dari rotor motor BLDC dapat dilihat pada Gambar 2.5 dibawah ini



Gambar 2.5 Stator[9]

### 2.3 Baterai

Baterai atau aki merupakan salah satu komponen yang penting dalam kendaraan bermotor. Baterai atau aki digunakan untuk menghidupkan mesin kendaraan. Pada umumnya Baterai atau aki berfungsi mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Saat ini baterai atau aki sangat mudah dijumpai dipasaran dan jenisnya pun beragam, mulai dari tegangan 6 volt, tegangan 9 volt, dan tegangan 12 volt. Tetapi yang biasa digunakan adalah aki bertegangan 12 volt[10]. Berikut adalah rumus perhitungan lama waktu pengisian baterai.

$$\text{Waktu pengisian} = \left| \frac{\text{Arus aki}}{\text{Arus pengisian}} \right| + 20\% \left| \frac{\text{Arus aki}}{\text{Arus pengisian}} \right| \dots\dots\dots(2)$$

Ada dua metode pengisian baterai, yaitu metode lambat dan metode cepat[11].

#### 2.3.1 Metode Pengisian Lambat

Yaitu metode pengisian baterai yang membutuhkan arus 10% dari kapasitas baterai. Misal kapasitas baterai 7 Ah, maka arus pengisian baterai adalah 0,7 Ah sesuai perhitungan dibawah ini

$$\text{Waktu pengisian} = \left| \frac{7 \text{ Ah}}{0.7 \text{ Ah}} \right| + 20\% \left| \frac{7 \text{ Ah}}{0.7 \text{ Ah}} \right| = 12 \text{ jam}$$

Lama waktu pengisian baterai dengan metode pengisian lambat membutuhkan waktu selama 12 jam hingga baterai terisi penuh.

#### 2.3.2 Metode Pengisian Cepat

Yaitu metode pengisian baterai yang membutuhkan arus 40% dari kapasitas baterai. Misal kapasitas arus baterai 7 Ah, maka arus pengisian yang dibutuhkan adalah 2,8 Ah.

$$\text{Waktu pengisian} = \left| \frac{7 \text{ Ah}}{2.8 \text{ Ah}} \right| + 20\% \left| \frac{7 \text{ Ah}}{2.8 \text{ Ah}} \right| = 3 \text{ jam}$$

Lama waktu pengisian baterai dengan metode pengisian cepat membutuhkan waktu selama 3 jam hingga baterai terisi penuh.

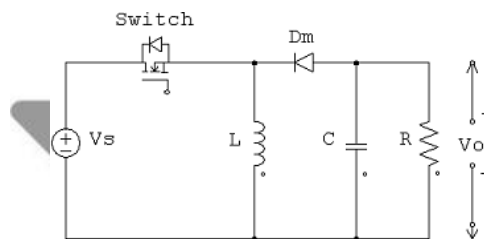
## 2.4 Dc-dc Converter

Jenis *dc-dc converter* yang digunakan adalah *boost converter*. *Boost converter* adalah komponen elektronika yang bisa digunakan sebagai penaik tegangan, fungsinya adalah menaikkan nilai input dari sumber rangkaian. Persamaan untuk menghitung *duty cycle*, tegangan input dan tegangan output dari *boost converter* adalah sebagai berikut

$$Duty\ cycle = 1 - \left| \frac{V_{in}}{V_{out}} \right| \dots\dots\dots (2)$$

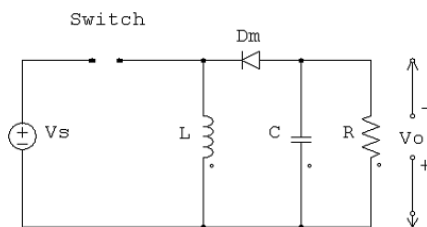
$$V_{out} = \left| \frac{V_{in}}{1 - duty\ cycle} \right| \dots\dots\dots (3)$$

Rangkaian *boost converter* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Boost converter[12]

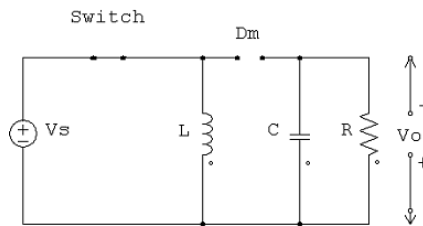
Dari Gambar 2.5 dapat dilihat bahwa komponen utama *boost converter* terdiri dari induktor, *switch*, dioda, dan kapasitor. Adapun cara kerja *boost converter* dibagi menjadi dua, yaitu kondisi saklar terbuka dan kondisi saklar tertutup. Gambar 2.7. menunjukkan gambar rangkaian *boost* saklar terbuka.



Gambar 2.7 Saklar terbuka[12]

Pada Gambar 2.7 saat rangkaian *boost converter* dalam keadaan *switch off*, pada saat rangkaian diberi sumber, maka arus akan mengalir dari induktor menuju beban melalui dioda sehingga arus pada induktor berkurang.

Pada Gambar 2.8 dapat dilihat rangkaian *boost converter* saklar tertutup. Dimana pada kondisi saklar tertutup, ketika sumber mengalir atau diberikan tegangan, maka arus akan mengalir ke induktor untuk disimpan dan kemudian di alirkan ke beban. Rangkaian saklar tertutup dapat dilihat pada Gambar 2.8 dibawah ini



Gambar 2. 8 Saklar tertutup[12]

## 2.5 Arduino Mega 2560

Arduino merupakan komponen elektronika yang berupa papan atau *board* yang bersifat *open source* yang digunakan sebagai media pemrograman. Arduino bisa diakses melalui komputer maupun laptop[8]. Jenis arduino yang sering digunakan adalah arduino nano, arduino uno dan arduino mega. Penggunaan arduino sendiri tergantung pada jumlah port yang digunakan. Tampilan arduino dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Arduino Mega[7]

## 2.6 Sensor Tegangan

Sensor tegangan adalah sensor yang berfungsi membaca nilai tegangan pada suatu rangkaian. Untuk membaca nilai tegangan biasanya menggunakan arduino. Cara kerja sensor tegangan menggunakan prinsip pembagi tegangan, yaitu membagi tegangan input menjadi tegangan output atau merubah tegangan besar menjadi kecil[13]. Spesifikasi dari sensor tegangan tipe ini hanya bisa mengukur tegangan sampai 25 Volt. Untuk mengukur tegangan diatas 25 Volt, sensor ini harus di modifikasi terlebih dahulu.

Untuk mengetahui bagaimana gambaran dari sensor tegangan, maka tampilan fisik dari sensor tegangan dapat dilihat pada Gambar 2.10



Gambar 2.10 Sensor Tegangan[14]

Jenis sensor tegangan yang pada Gambar 2.10 adalah sensor tegangan dengan prinsip pembagi tegangan. Sensor ini berfungsi untuk mengukur tegangan keluaran dari panel surya dan *boost converter*. Dalam keadaan normal tegangan maksimal yang bisa dibaca sensor ini adalah 25 volt. Berikut adalah rumus persamaan pembagi tegangan (*voltage divider*).

$$V_{out} = V_{in} \left[ \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right] \quad (4)$$

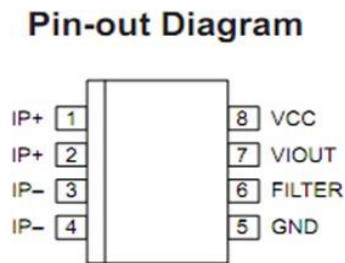
## 2.7 Sensor Acs 712

Sensor arus berfungsi untuk memonitoring besarnya nilai arus pada rangkaian elektronik. Jenis sensor yang digunakan yaitu Acs712. Sensor ini bisa digunakan untuk mengukur arus DC maupun arus AC. Sensor ini mampu membaca nilai arus kisaran -30 A sampai 30 A. Bentuk fisik dari sensor Acs 712 dapat dilihat pada Gambar 2.11 dibawah ini



Gambar 2. 11 Acs 712[7]

Berikut ini adalah gambaran pin out rangkaian sensor acs712 dan penjelasan tiap-tiap pin dijelaskan pada Gambar 2.12 dibawah ini.



Gambar 2.12 Pin out Acs 712[9]

Dalam pemakaiannya, sensor ACS 712 memiliki 3 variasi pengukuran besaran arus yaitu, spesifikasi pengukuran -5 sampai 5 A, spesifikasi pengukuran -20 sampai 20 A, dan spesifikasi tertinggi yaitu -30 A sampai 30 A.

Penjelasan dari pin-pin diatas dicantumkan pada Tabel terminal list dibawah ini.

Tabel 2.2 menunjukkan fungsi pin-pin pada sensor acs 712 seperti berikut

Tabel 2. 2 Deskripsi pin[9]

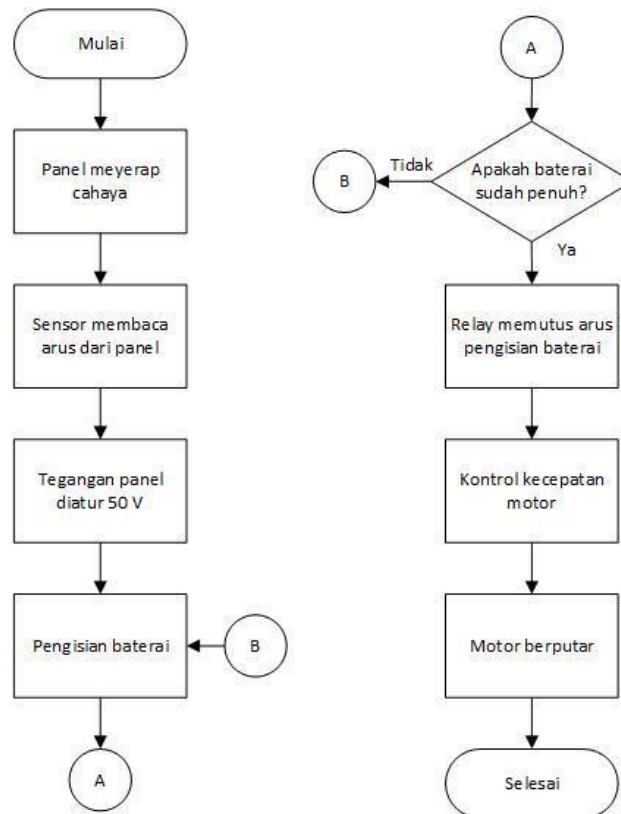
Nomor	Nama	Deskripsi
1 and 2	IP+	Pin pendeteksi arus
3 dan 4	IP-	Pin pendeteksi arus
5	GND	Pin ground
6	FILTER	Pin untuk kapasitor eksternal yang digunakan menentukan <i>bandwidth</i>
7	Vout	Arus keluaran yang dihitung
8	VCC	Tegangan power supply 5 V

### BAB III METODE PELAKSANAAN

Pada bab ini, akan dijelaskan tahapan pembuatan proyek akhir ini secara padat dan jelas. Mulai dari pemilihan komponen yang digunakan sampai ke proses pengerjaan proyek akhir ini yang dibagi dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

#### 3.1 Flowchart

Untuk memahami bagaimana sistem ini bekerja, maka dibuatlah diagram alir atau flowchart. Flowchart cara kerja sistem yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.1



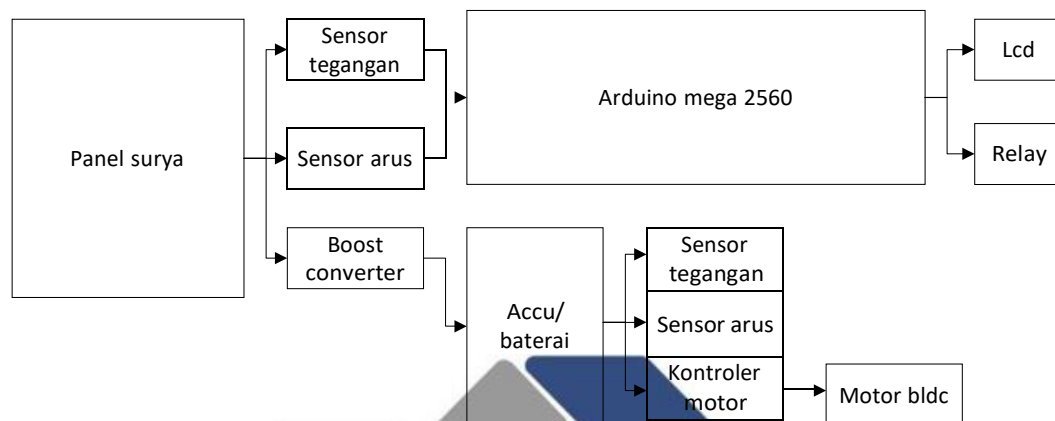
Gambar 3.1 Flowchart

Cara kerjanya dimulai dari panel surya menyerap cahaya matahari, *output* dari panel surya berupa tegangan dan arus dibaca oleh arduino. Tegangan keluaran dari panel surya dinaikkan menjadi 50 volt melalui *boost converter* sehingga baterai mengisi. Baterai akan mengisi jika tegangan dari sumber lebih besar daripada

tegangan baterai. Ketika kondisi baterai sudah penuh, maka relay akan memutus sistem pengisian baterai. Sedangkan ketika kondisi baterai belum penuh, maka baterai akan tetap mengisi. Relay akan memutus saat tegangan baterai  $\geq 51,2$  Volt.

### 3.2 Blok Diagram

Untuk memahami cara kerja dari sistem kontrol ini lebih jelas lagi, dibuatlah blok diagram seperti pada Gambar 3.2 dibawah ini



Gambar 3.2 Blok diagram

Cara kerja dari sistem ini dimulai dari pemasangan panel surya sebagai sumber energi. Keluaran dari panel surya berupa arus dan tegangan akan di baca oleh sensor dan diolah melalui arduino mega. Tegangan keluaran dari panel surya akan dinaikan oleh *boost converter* menyesuaikan kebutuhan dari baterai. Disini *boost converter* berfungsi sebagai komponen pengecasan dan dibantu oleh relay, tegangan keluaran maksimum dari *boost converter* adalah 90 volt. Ketika tegangan baterai kurang dari 51,4 volt, maka baterai akan mengisi, sedangkan ketika tegangan baterai diatas 51,4 v, maka relay memutus rangkaian pengecasan. Keluaran dari baterai berupa arus dan tegangan akan di baca oleh sensor dan diolah melalui arduino mega dan keluaran baterai. Baterai akan digunakan untuk menggerakkan motor bldc. Motor bldc yang digunakan berdaya 850 watt. Nilai dari pembacaan sensor akan ditampilkan oleh lcd. Motor hanya bias mendapat sumber dari baterai secara langsung.

### 3.3 Pemilihan dan Pengujian Komponen

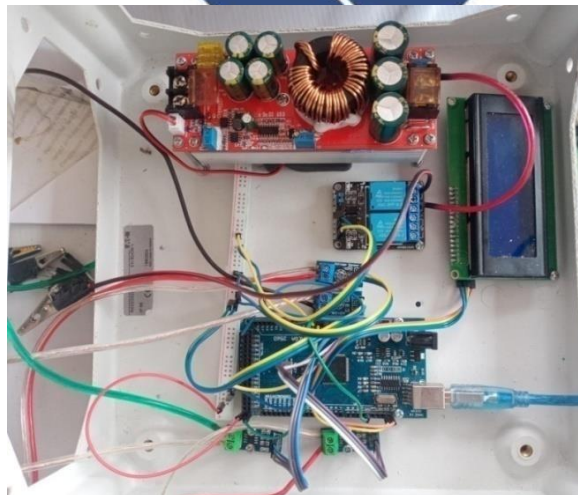
Tahapan awal pada proyek akhir ini adalah pemilihan komponen yang digunakan. Pemilihan komponen dilakukan bertujuan untuk mendapatkan



komponen sesuai dengan fungsi yang diinginkan dengan spesifikasi yang tepat. Setelah semua komponen didapatkan, dilakukan ujicoba pada semua komponen apakah semua komponen berfungsi dengan baik atau tidak. Semua komponen yang akan digunakan pada proyek akhir ini harus di uji coba terlebih dahulu untuk melihat apakah semua komponen berfungsi dengan baik atau tidak. Jika komponen berfungsi dengan baik, maka komponen akan digunakan. Sedangkan jika komponen tidak berfungsi dengan baik, maka akan dilakukan penggantian komponen.

### 3.4 Pembuatan Dudukan Komponen

Bahan yang digunakan pada proses pembuatan dudukan adalah plastik berbentuk segiempat berukuran 30x30 cm. Didalam dudukan ini terdiri dari beberapa komponen diantaranya *boost converter*, sensor arus, sensor tegangan, relay, arduino mega 2560 dan lcd. Peralatan tambahan yang digunakan antara lain : kabel jumper, baut, mor, dan peralatan penunjang seperti obeng, tang, solder, timah solder, bor dan lain sebagainya. Pada Gambar 3.3 dapat dilihat dudukan komponen dari sistem yang telah dibuat. Dimana sistem terdiri dari *boost converter*, arduino mega 2560, sensor tegangan, sensor Acs 712, relay, dan lcd.



Gambar 3.3 Dudukan rangkaian

#### 3.4.1 Uji Coba Panel Surya

Uji coba ini dilakukan untuk mengetahui berapa daya maksimal dan daya minimal yang bisa dikeluarkan oleh panel surya. Pengujian dilakukan dari pukul 9 pagi sampai jam 4 sore yang dilakukan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka

Belitung. Data diambil setiap 1 menit sekali untuk melihat tegangan maksimal yang dikeluarkan oleh panel surya. Pengujian dilakukan dengan bantuan sensor tegangan untuk membaca tegangan panel dan arduino untuk menampilkan data dari sensor tegangan sehingga pengambilan data dilakukan secara otomatis melalui laptop melalui aplikasi arduino. Panel surya yang digunakan pada uji coba ini berdaya 100 Wp sebanyak 1 buah.

### **3.4.2 Uji Coba Boost Converter**

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan apakah komponen ini bisa digunakan untuk mengatur nilai keluaran panel surya. Pengaturan output dari panel surya dilakukan dengan merubah nilai PWM (*Pulse Width Modulation*) melalui pin *enable* pada *boost converter*. Pengaturan dengan nilai *pwm* dilakukan supaya pengaturan nilai output *boost* tidak dilakukan secara manual.

### **3.4.3 Uji Coba Sistem Pengecasan**

Komponen yang berperan sebagai pengontrol sistem pengecasan adalah *boost converter*. Komponen ini mengatur tegangan keluaran dari panel surya sehingga sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan untuk pengisian baterai. Pada proses pengisian baterai digunakan relay yang fungsinya untuk memutus arus yang mengalir ketika daya baterai sudah penuh. Ketika baterai dalam kondisi penuh, maka relay akan memutus aliran arus sehingga aliran arus pengecasan langsung bisa digunakan untuk menggerakkan motor. Pada proyek akhir ini, sumber penggerak motor bisa berasal dari baterai dan bisa berasal dari panel surya secara langsung. Untuk menentukan kapasitas baterai dan lama waktu pengisian baterai, maka dibuatlah rumus seperti dibawah ini

#### **1. Menentukan kapasitas baterai untuk pengosongan baterai**

Penentuan kapasitas baterai ditentukan oleh spesifikasi motor yang digunakan. Pada proyek akhir ini digunakan motor 48 Volt 850 Watt. Jadi digunakan 4 buah baterai berkapasitas 12 Volt 7 Ah.

#### **2. Menentukan lama waktu pengisian baterai**

Misalkan arus pengisian baterai adalah 0,8 Ampere, maka rumus perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu pengisian} = \left| \frac{\text{Arus aki}}{\text{Arus pengisian}} \right| + 20\% \left| \frac{\text{Arus aki}}{\text{Arus pengisian}} \right| \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Waktu pengisian} = \left| \frac{7}{0,3} \right| + 20\% \left| \frac{7}{0,3} \right| = 27,96 \text{ jam}$$

### 3.4.4 Uji Coba Pengosongan Baterai dengan Motor 850 Watt

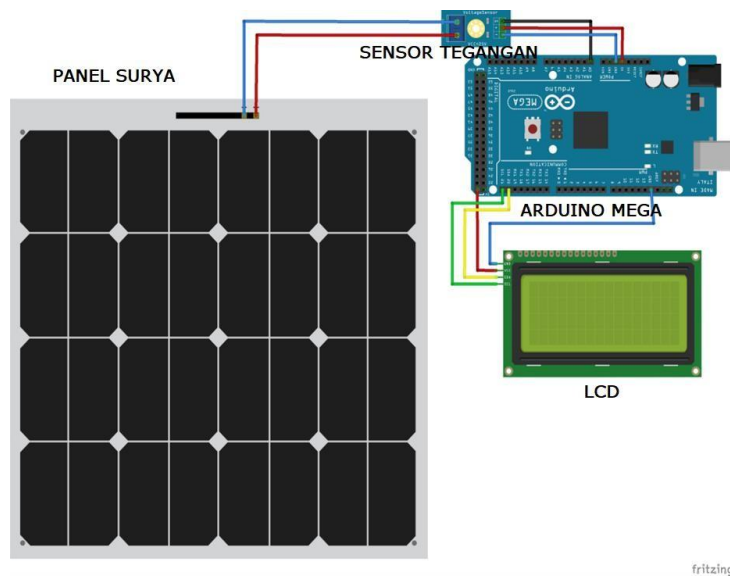
Baterai yang sudah terisi penuh akan digunakan untuk menggerakkan motor listrik berdaya 850 watt. Tujuan dari uji coba ini adalah untuk mengetahui berapa lama waktu pemakaian baterai dengan beban motor listrik. Apakah lama waktu pengisian lebih lama daripada waktu pengosongan baterai atau sebaliknya. Pada uji coba ini juga dilakukan monitoring arus dan tegangan yang mengalir pada motor saat motor dalam keadaan maksimum. Sehingga bisa dilakukan analisa pengaruh arus dan tegangan terhadap lama waktu pemakaian motor dan akan dilakukan perbandingan perhitungan antara teori yang sudah ada dengan hasil langsung dilapangan.



## BAB IV PEMBAHASAN

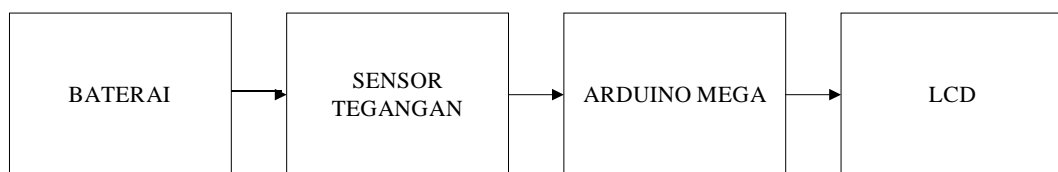
### 4.1 Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor dilakukan untuk menghitung nilai error antara pengambilan data dengan cara pengukuran melalui alat ukur dengan pengambilan data melalui sensor tegangan. Cara pengujian sensor tegangan dapat dilihat pada rangkaian pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Rangkaian uji coba sensor tegangan

Untuk melihat cara kalibrasi sensor ini lebih jelasnya terlihat pada blok diagram pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Cara kerja sensor tegangan

Cara kerja dari blok diagram diatas yaitu dimulai dari baterai yang berperan sebagai sumber, keluaran baterai akan berupa tegangan akan dibaca oleh sensor tegangan yang kemudian di olah oleh Arduino mega dan hasil pembacaan tegangan akan ditampilkan melalui lcd.

Berikut program pengujian sensor tegangan:

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
int analogPin = A0;
float Vmodul = 0.0;
float hasil = 0.0;
float R1 = 30000.0;
float R2 = 7500.0;
float value = 0;
void setup(){
pinMode(A0, INPUT);
Serial.begin(9600);
lcd.init();
lcd.backlight();
}
void loop()
{
value = analogRead(analogPin);
Vmodul = (value * 5.0)/1023;
hasil = Vmodul/(R2/(R1+R2));
lcd.setCursor (0,0);
lcd.print("Tegangan = ");
lcd.print(hasil,2);
lcd.print(" volt");
delay(600);
}
```

Library

Inisialisasi LCD

Rumus membaca tegangan sensor  
tegangan di pin A0

Menampilkan nilai tegangan dengan  
delay 0,6 s pada LCD

Pada Tabel 4.1 dapat dilihat gambar pengujian sensor tegangan. Berikut adalah gambar pengujian sensor tegangan:

Tabel 4.1 Hasil pengujian sensor

Tegangan	Sensor 1	Sensor 2
12 V	12,28	12,18
13 V	13,28	13,26
14 V	14,33	14,23
15 V	15,36	15,26
16 V	16,41	16,26
17 V	17,41	17,29

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan *error* kalibrasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase error} = \left| \frac{\text{Multimeter} - \text{sensor}}{\text{Multimeter}} \right| \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Hasil kalibrasi sensor tegangan dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Kalibrasi sensor 1

Multimeter (V)	Sensor (V)	Error (%)
12	12,28	2,3
13	13,28	2,07
14	14,33	2,35
15	15,36	2,40
16	16,41	2,56
17	17,41	2,41

Berikut adalah perhitungan *error* dari Tabel 4.2

1. Perhitungan *error* pada tegangan 12 Volt

$$\text{Nilai error} = \left| \frac{12 - 12,28}{12} \right| \times 100\% = 2,3 \%$$

2. Perhitungan *error* pada tegangan 13 Volt

$$\text{Nilai error} = \left| \frac{13 - 13,28}{13} \right| \times 100\% = 2,07 \%$$

3. Perhitungan *error* pada tegangan 14 Volt

$$\text{Nilai error} = \left| \frac{14-14,33}{14} \right| \times 100\% = 2,35 \%$$

4. Perhitungan *error* pada tegangan 15 Volt

$$\text{Nilai error} = \left| \frac{15-15,36}{15} \right| \times 100\% = 2,40 \%$$

5. Perhitungan *error* pada tegangan 16 Volt

$$\text{Nilai error} = \left| \frac{16-16,41}{16} \right| \times 100\% = 2,56 \%$$

6. Perhitungan *error* pada tegangan 17 Volt

$$\text{Nilai error} = \left| \frac{17-17,41}{17} \right| \times 100\% = 2,41 \%$$

Berdasarkan Tabel 4.2, diketahui bahwa sensor tegangan 1 memiliki rata-rata *error* 2,34%. Uji coba dilakukan dengan sumber *power supply* dan dilakukan pengambilan data sebanyak 6 sampel sehingga hasil perbandingan yang didapatkan benar-benar akurat. Semakin kecil nilai persentase *error*, maka semakin akurat pembacaan sensor tersebut. Sedangkan untuk perbandingan, dilakukan kalibrasi pada sensor tegangan yang kedua. Hasil kalibrasi sensor tegangan 2 dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Hasil kalibrasi sensor 2

Multimeter (V)	Sensor (V)	Error (%)
12	12,18	1,4
13	13,26	2
14	14,23	1,6
15	15,26	1,7
16	16,26	1,6
17	17,29	1,7

Berikut adalah perhitungan *error* dari Tabel 4.3

1. Perhitungan *error* pada tegangan 12 Volt

$$\text{Nilai error} = \left| \frac{12-12,18}{12} \right| \times 100\% = 1,4 \%$$

2. Perhitungan *error* pada tegangan 13 Volt

$$\text{Nilai error} = \left| \frac{13-13,26}{13} \right| \times 100\% = 2 \%$$

3. Perhitungan *error* pada tegangan 14 Volt

$$\text{Nilai error} = \left| \frac{14-14,23}{14} \right| \times 100\% = 1,6 \%$$

4. Perhitungan *error* pada tegangan 15 Volt

$$\text{Nilai error} = \left| \frac{15-15,26}{15} \right| \times 100\% = 1,7 \%$$

5. Perhitungan *error* pada tegangan 16 Volt

$$\text{Nilai error} = \left| \frac{16-16,26}{16} \right| \times 100\% = 1,6 \%$$

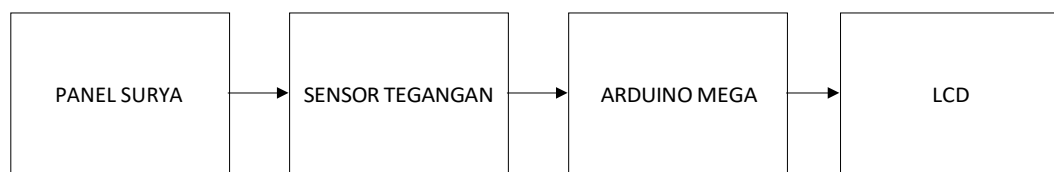
6. Perhitungan *error* pada tegangan 17 Volt

$$\text{Nilai error} = \left| \frac{17-17,29}{17} \right| \times 100\% = 1,7 \%$$

Berdasarkan Tabel 4.3, Sensor tegangan 2 memiliki persentase *error* rata-rata 1,66%. Pengujian dilakukan menggunakan *power supply* dan dilakukan pengambilan data sebanyak 6 sampel sehingga hasil yang didapat benar-benar akurat. Semakin kecil persentase *error*, maka semakin akurat pembacaan nilai tegangan dari sensor.

#### 4.2 Pengujian Panel Surya tanpa Beban

Pengujian panel surya dilakukan selama kurang lebih 3 jam, yang dimulai dari jam 11 pagi sampai jam 2 sore. Waktu pengujian dilakukan selama 3 jam untuk melihat kapan panel surya mengeluarkan daya maksimal. Blok diagram rangkaian uji coba panel surya tanpa beban dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4. 3 Blok pengujian panel surya tanpa beban

Pada uji coba seperti gambar diatas, panel surya berfungsi sebagai sumber energi. Sedangkan sensor tegangan berfungsi untuk membaca tegangan keluaran dari panel surya yang kemudian diolah melalui Arduino mega dan hasilnya ditampilkan melalui lcd.



## Program pembacaan sensor tegangan pada pengujian panel surya tanpa

beban dapat dilihat dibawah ini:

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
int analogPin = A0;
float Vmodul = 0.0;
float hasil = 0.0;
float R1 = 30000.0;
float R2 = 7500.0;
float value = 0;
void setup(){
pinMode(A0, INPUT);
Serial.begin(9600);
lcd.init();
lcd.backlight();
}
void loop()
{
value = analogRead(analogPin);
Vmodul = (value * 5.0)/1023;
hasil = Vmodul/(R2/(R1+R2));
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Tegangan = ");
lcd.print(hasil,2);
lcd.print(" volt");
delay(600);
```

Pengalamatan

Inisialisasi LCD

Rumus menghitung nilai  
tegangan

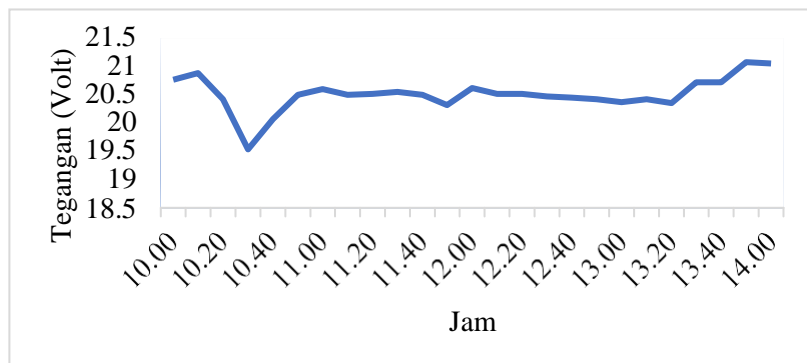
Menampilkan nilai tegangan dengan  
delay 0,6 s pada LCD

Data hasil pengujian panel surya tanpa beban dapat dilihat pada Tabel 4.5 dibawah ini

Tabel 4.4 Pengujian panel surya tanpa beban

Jam	Tegangan (Volt)
10.00	20,78
10.10	20,90
10.20	20,43
10.30	19,54
10.40	20,08
10.50	20,51
11.00	20,61
11.10	20,51
11.20	20,53
11.30	20,56
11.40	20,51
11.50	20,33
12.00	20,63
12.10	20,53
12.20	20,53
12.30	20,48
12.40	20,46
12.50	20,43
13.00	20,38
13.10	20,43
13.20	20,36
13.30	20,73
13.40	20,73
13.50	21,09
14.00	21,07

Grafik dari pengujian panel surya tanpa beban dapat dilihat pada Gambar 4.4 seperti dibawah ini



Gambar 4. 4 Grafik pengujian panel surya

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa dari pengujian yang dilakukan selama 3 jam, tegangan tertinggi dari panel surya sebesar 21,09 volt tepat pada jam 14.00 pagi. Sedangkan tegangan terendah dari panel surya sebesar 19,54 volt tepat pada jam 10.30 pagi. Rata-rata tegangan keluaran panel selama 3 jam pengujian adalah 20,4 volt. Besarnya tegangan keluaran dari panel surya tergantung dari panas tidaknya cahaya matahari pada saat pengambilan data.

### 4.3 Pengujian Pengisian Baterai dengan *Power Supply*

Pengujian pengisian menggunakan *power supply* bertujuan untuk mendapatkan data pada tegangan berapa baterai mulai mengisi. Blok diagram cara pengujian pengisian baterai dengan *power supply* dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Blok kerja pengisian baterai dengan power supply

Data pengujian pengisian baterai dengan *power supply* dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Pengujian pengisian baterai dengan *power supply*

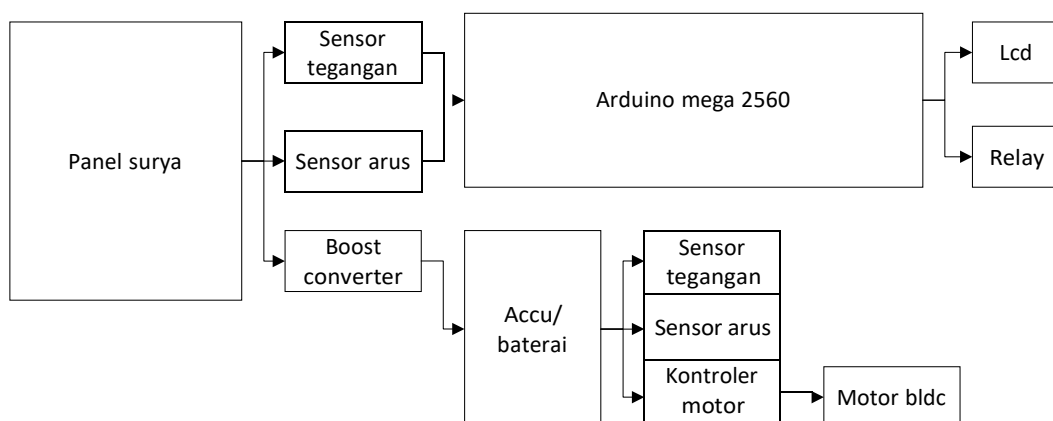
Tegangan (Volt)	Arus (Amper)	Status
48,1	0	Tidak mengisi
48,2	0	Tidak mengisi
48,3	0	Tidak mengisi
48,4	0	Tidak mengisi
48,5	0	Tidak mengisi
48,6	0	Tidak mengisi
48,7	0	Tidak mengisi
48,8	0	Tidak mengisi
48,9	0	Tidak mengisi

49,0	0	Tidak mengisi
49,1	0	Tidak mengisi
49,2	0	Tidak mengisi
49,3	0,028	Mengisi
49,4	0,032	Mengisi
49,5	0,088	Mengisi
49,6	0,057	Mengisi
49,7	0,134	Mengisi

Berdasarkan hasil percobaan diatas, tegangan minimal agar baterai mengisi adalah 49,3 Volt. Tegangan awal baterai sebelum dilakukan pengecasan adalah 49,2 Volt. Kesimpulan yang bisa diambil adalah tegangan pengisian harus lebih besar dari tegangan baterai dan harus ada arus yang mengalir dari sumber ke baterai.

#### 4.4 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan dengan Panel Surya

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan minimum yang digunakan untuk mengecas aki dan berapa nilai arus yang mengalir saat proses pengecasan serta berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai. Rangkaian uji coba pengisian baterai dengan panel surya dapat dilihat pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Rangkaian uji coba sistem secara keseluruhan

Cara kerja dari sistem pada Gambar 4.6 yaitu panel surya menyerap energi cahaya matahari, kemudian keluaran panel surya masuk ke *boost converter* untuk dinaikkan nilai tegangannya supaya bisa digunakan untuk mengisi baterai. Tegangan minimal dari *boost converter* untuk bisa mengisi baterai yaitu nilai tegangan dari *boost converter* harus lebih besar dari tegangan baterai. Misalkan total tegangan dari baterai 48 Volt, maka tegangan dari *boost converter* harus lebih besar dari 48 Volt. Gambar hasil pengujian pengisian baterai dengan panel surya dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Foto pengujian sistem

<b>Tegangan panel (Volt)</b>	<b>Tegangan baterai (Volt)</b>	<b>Arus input (Amper)</b>	<b>Arus output (Amper)</b>
10,71	49,8	1,44	0,09
6,84	49,5	1,84	0
11,14	49,5	1,86	0
10,14	49,8	2,04	0,12
20,46	51,2	2,04	0
19,65	51,2	1,74	0
13,65	50,2	1,94	0,21
20,78	51,2	1,64	0

Untuk lebih jelas, data pengujian pengisian baterai dengan panel surya dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Pengujian sistem

<b>Tegangan panel(V)</b>	<b>Tegangan baterai(V)</b>	<b>Arus input boost(A)</b>	<b>Arus output boost(A)</b>
10,71	49,8	1,44	0,09
6,84	49,5	1,84	0
11,14	49,5	1,86	0
10,14	49,8	2,02	0,12
20,46	51,2	2,04	0
19,65	51,2	1,74	0
13,65	50,2	1,94	0,21
20,78	51,2	1,64	0

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat disimpulkan bahwa pada saat nilai arus *output* = 0, maka ada 2 kemungkinan yang terjadi. Pertama, baterai tidak mengisi dan yang kedua, kondisi baterai sudah dalam kondisi penuh. Saat baterai sudah dalam kondisi penuh, maka relay akan memutus rangkaian pengisian dari sumber secara otomatis. Pada saat nilai arus *output* lebih besar dari 0, maka baterai sedang melakukan pengisian. Perbedaan antara nilai arus *input* dengan arus *output* terjadi karena adanya rangkaian *boost converter* yang membuat arus *output* berkurang nilainya.

#### 4.5 Pengujian Baterai dengan Beban Motor

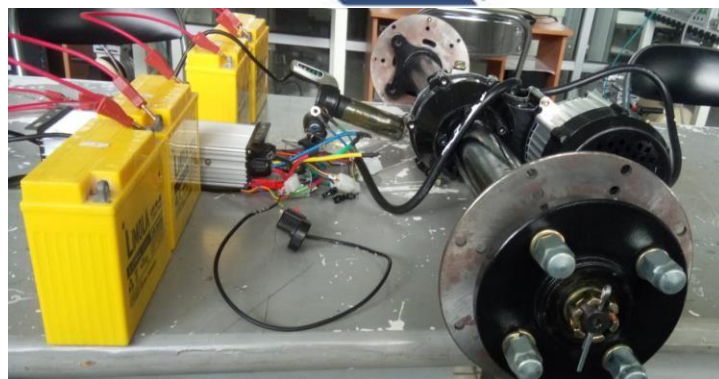
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu pengecasan baterai dan berapa lama baterai bisa bertahan untuk menggerakkan motor 850 Watt.

Blok diagram pengujian baterai dengan beban motor bldc 850 Watt dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Blok uji coba pengosongan baterai

Berikut adalah gambar hasil pengosongan baterai dengan beban motor bldc yang terdapat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Pengosongan baterai dengan motor 850 Watt

Hasil pengujian pengosongan baterai dengan beban motor 850 Watt dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Pengujian baterai dengan beban

Tegangan baterai (V)	Tegangan saat motor maksimum (V)	Arus (A)	pemakaian (menit)
49,4	45,8	4,13	17
49,6	46,0	4,21	23
49,8	46,2	4,27	18
49,8	46,2	4,28	20
49,9	46,3	4,29	18

Dari Tabel 4.8, disimpulkan bahwa arus rata-rata pengecasan adalah 4,21 A, sedangkan pada saat motor belum digerakkan, besar nilai tegangan baterai adalah kisaran 49,4-49,9 Volt.waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai sampai ke tegangan 51,2 Volt (penuh) adalah 2 jam. Saat baterai digunakan untuk menggerakkan motor 850 Watt, motor hanya bertahan selama 20 Menit. Tegangan 51,2 volt dari baterai bukanlah kondisi penuh. Berikut adalah perhitungan lama waktu pengisian baterai dengan panel surya dan lama waktu pemakaian baterai dengan beban motor listrik bldc.

$$\text{Waktu pengisian} = \left| \frac{\text{Arus aki}}{\text{Arus pengisian}} \right| + 20\% \left| \frac{\text{Arus aki}}{\text{Arus pengisian}} \right| \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Waktu pengisian} = \left| \frac{7}{0,3} \right| + 20\% \left| \frac{7}{0,3} \right| = 27,96 \text{ jam}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan lama waktu pengecasan baterai adalah 27,96 jam atau sekitar 1 hari 3 jam pengecasan. Semakin besar nilai arus yang mengalir, maka semakin cepat baterai mengisi.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Tegangan pengisian baterai harus lebih tinggi dari tegangan baterai. Misalkan tegangan baterai 48 volt, maka tegangan pengisian harus  $>48$  volt.
2. Pada saat tegangan keluaran panel surya  $<19$  volt (kondisi teduh), maka baterai tidak akan mengisi karena arus = 0.
3. *Boost converter* mampu menaikkan tegangan keluaran panel hingga 90 volt, tetap tidak bisa menaikkan arus keluaran panel.
4. Tegangan minimal untuk mengecras baterai 49,5 volt adalah 49,8 volt dengan arus 0,04 Ampere.
5. Waktu pengisian baterai dari 48 volt – 51,2 volt selama 2 jam, sedangkan waktu pengosongan baterai dengan beban motor bldc 850 watt selama 20 menit.

#### 5.2 Saran

1. Penggunaan *boost converter* sebagai komponen pengisian baterai kurang efektif, karena *boost converter* hanya bisa mengatur tegangan pengisian tetapi tidak bisa mengatur arus pengisian baterai. Sedangkan faktor yang menentukan mengisi atau tidaknya baterai adalah arus pengisian. Sehingga sistem pengisian baterai dengan *boost converter* tidak efektif. Maka perlu dicari komponen lain yang bisa mengatur arus pengisian baterai.
2. Pembacaan tegangan pengisian baterai menggunakan sensor tegangan spesifikasi 25 volt tidak efektif, sehingga perlu dicari sensor yang mampu membaca tegangan hingga 50 volt atau sensor tegangan yang sudah ada dimodifikasi terlebih dahulu supaya spesifikasi pembacaannya lebih besar.



## Daftar Pustaka

- [1] C. Indonesia, “5 Latar Belakang Indonesia Butuh Akselerasi Kendaraan Listrik,” *cnnindonesia.com*, 2018. .
- [2] B. P. Rochman, Sagita; Sembodo, “Rancang Bangun Alat Kontrol Pengisian Aki Untuk Mobil Listrik Menggunakan Energi Sel Surya Dengan Metode Sequensial,” *J. Tek.*, vol. 12, pp. 60–66, 2014.
- [3] A. Pranayaditya, “3 Jenis Mobil Ramah Lingkungan,” *www.otosia.com*, 2021. .
- [4] A. M. Adriana, Marlia; Angkasa, “Rancang Bangun Rangka (Chasis) Mobil Listrik Roda Tiga Kapasitas Satu Orang,” *J. Elem.*, vol. 4, pp. 129–133, 2017.
- [5] Adhan Efendi, “Rancang Bangun Mobil Listrik Sula Politeknik Negeri Subang,” *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuru.*, vol. 17, no. 75–84, 2020.
- [6] Lilis Setiono, “Perancangan Mekanika Dan Realisasi Kontrol Mobil Listrik,” *E-Proceeding Eng.*, vol. 3, pp. 4669–4675, 2016.
- [7] E. K. Hartono, Rudi; Noor, Muhammad Fathuddin; Y, “Perancangan dan Pembuatan Mobil Sel Surya Menggunakan Motor Dc Magnet Permanen,” vol. 6, pp. 37–42, 2016.
- [8] N. Masudi, “Desain Controller Motor Blde Untuk Meningkatkan Performa(Daya Output) Sepeda Motor Listrik,” pp. 5–24, 2014.
- [9] S. Muslimin, “Sistem Manajemen Energi Pada Mobil Listrik Solar Cell,” *Dielektrika*, vol. 2, pp. 131–140, 2015.
- [10] H. E. A. Edovidata, “Perancangan Sistem Pengisian Accumulator Mobil Listrik Dengan Sumber Listrik Solar Cell Berbasis Mikrokontroller,” *J. Tek. Elektro dan Vokasional*, vol. 6, pp. 57–68, 2020.
- [11] Muhammad Indra, “Rancang Bangun Sistem Pengisian Daya Pada Mobil

Listrik Solar Cell,” *J. Tek. Elektro*, pp. 6–31, 2015.

- [12] F. Waesal, Karni; Setiawan, I Nyoman; Citarsa, Ida; Bagus, “Rancang Bangun Buck Boost Converter Sebagai Regulator Tegangan Keluaran Pada Panel Surya,” *J. Elektro*, 2018.
- [13] I. B. F. Karni, Waesal; Setiawan, I Nyoman Wahyu; Citarsa, “Rancang Bangun Buck Boost Converter Sebagai Regulator Tegangan Keluaran Pada Panel Surya,” *J. Elektro*, 2018.
- [14] R. Octavian, Bea Y;Mangindaan, Glanny;Manembu, Pinrolonvic;Robot, “Sistem Monitoring Intensitas Cahaya dan Kecepatan Angin Berbasis Web Di Kawasan Relokasi Pandu,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 21–30, 2020.



# Lampiran 1



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Data pribadi

Nama Lengkap : Supriadi  
Tempat, Tanggal Lahir : Tiang Tarah, 16 Oktober 2000  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Alamat : Jl.Raya Muntok Km 47 Desa  
Tiang Tarah  
Email : [jumandisupriadi@gmail.com](mailto:jumandisupriadi@gmail.com)  
Agama : Islam



### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 06 Bakam Lulus 2012  
SMP Negeri 3 Bakam Lulus 2015  
SMA Negeri 1 Bakam Lulus 2018  
D-IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung 2018-Sekarang

Sungailiat, 11 Maret 2022

Supriadi

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Data pribadi

Nama Lengkap : Irsan Adiansyah  
Tempat, Tanggal Lahir : Cupat, 13 Juli 2000  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Alamat : Desa Cupat  
Email : [irsanadiansyah3@gmail.com](mailto:irsanadiansyah3@gmail.com)  
Agama : Islam



### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 15 Parit Tiga Lulus 2012  
SMP Negeri 2 Parit Tiga Lulus 2015  
SMK Negeri 1 Parit Tiga Lulus 2018  
D-IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung 2018-Sekarang



Sungailiat, 11 Maret 2022

Irsan Adiansyah



## **Lampiran 2**

## PROGRAM

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
//Deklarasi sensor arus 1
const int pinADC1 = A0;
float sensitivitas1 = 185; //tegantung sensor arus yang digunakan,
yang ini 5A
float nilaiadc1= 00;
int teganganoffset1 = 2500; //nilai pembacaan offset saat tidak ada
arus yang lewat
double tegangan1 = 00;
double nilaiarus = 00;
//Deklarasi sensor arus 2
const int pinADC2 = A1;
float sensitivitas2 = 185; //tegantung sensor arus yang digunakan,
yang ini 5A
float nilaiadc2= 00;
int teganganoffset2 = 2500; //nilai pembacaan offset saat tidak ada
arus yang lewat
double tegangan2 = 00;
double arusoutput = 00;
// Deklarasi sensor tegangan 1
int analogPin1 = A2; // pin arduino yang terhubung dengan pin S
modul sensor tegangan
float Vmodul1 = 0.0;
float hasil1 = 0.0; // Nilai tegangan sensor 1
float R1_sensor_satu = 30000.0; //30k
float R2_sensor_satu = 7500.0; //7500 ohm resistor,
float value1 = 0;
float kalibrasi1 = 0.62 / 100; // Nilai persentase error sensor 1
float hasil_kalibrasi1 = 0; // Hasil kalibrasi yang akan dikurangi
dengan tegangan yang terbaca pada sensor 1
float v_terkalibrasi1 = 0; // Tegangan sensor 1 yang telah
terkalibrasi
```

```

// Deklarasi sensor tegangan 2
int analogPin2 = A1; // pin arduino yang terhubung dengan pin S
modul sensor tegangan
float Vmodul2 = 0.0;
float hasil2 = 0.0; // Nilai tegangan sensor 2
float R1_sensor_dua = 30000.0; //30k
float R2_sensor_dua = 7500.0; //7500 ohm resistor,
float value2 = 0;
float kalibrasi2 = 0.44 / 100; // Nilai persentase error sensor 1
float hasil_kalibrasi2 = 0; // Hasil kalibrasi yang akan dikurangi
dengan tegangan yang terbaca pada sensor 1
float v_terkalibrasi2 = 0; // Tegangan sensor 2 yang telah
terkalibrasi
//Deklarasi sensor tegangan 3
int analogPin3 = A3; // pin arduino yang terhubung dengan pin S
modul sensor tegangan
float Vmodul3 = 0.0;
float hasil3 = 0.0;
float R1 = 30000.0; //30k
float R2 = 7500.0; //7500 ohm resistor,
float value3 = 0;
// Deklarasi akumulasi tegangan
float tegangan_total = 0;
float tegangan_total_terkalibrasi = 0;
// Deklarasi pin relay dan pengambilan waktu sampel
int relay = 12; // Pin relay
int sampling_time = 1000;
void data_olah1(){
nilaiadc1 = analogRead(pinADC1);
tegangan1 = (nilaiadc1 / 1024.0) * 5000;
nilaiarus = ((tegangan1 - teganganoffset1) / sensitivitas1 + 0.7);
}
void data_olah2(){
nilaiadc2 = analogRead(pinADC2);
tegangan2 = (nilaiadc2 / 1023.0) * 5000;
arusoutput = ((tegangan2 - teganganoffset2) / sensitivitas2 + 0.2);
}
// Baca tegangan sensor tegangan 1

```



```

void tegangan_sensor_satu()
{
value1 = analogRead(analogPin1);
Vmodul1 = (value1 * 10.0) / 1023.0;
hasil1 =Vmodul1/ (R2_sensor_satu/(R1_sensor_satu+R2_sensor_satu));
hasil_kalibrasil = 0;
hasil_kalibrasil = hasil1 * kalibrasil;
v_terkalibrasil = hasil1 - hasil_kalibrasil;
}
// Menampilkan nilai tegangan sensor 1
void tampil_tegangan_sensor_satu()
{
Serial.print("Tegangan asli sensor 1 = ");
Serial.print(hasil1,2);
Serial.print("volt\t");
Serial.print("Tegangan terkalibrasi sensor 1 = ");
Serial.print(v_terkalibrasil,2);
Serial.println("volt");
delay(sampling_time);
}
// Baca tegangan sensor tegangan 2
void tegangan_sensor_dua()
{
value2 = analogRead(analogPin2);
Vmodul2 = (value2 * 10.0) / 1024;
hasil2 = Vmodul2 / (R2_sensor_dua/(R1_sensor_dua+R2_sensor_dua));
hasil_kalibrasi2 = 0;
hasil_kalibrasi2 = hasil2 * kalibrasi2;
v_terkalibrasi2 = hasil2 - hasil_kalibrasi2;
}
// Menampilkan nilai tegangan sensor 2
void tampil_tegangan_sensor_dua()
{
Serial.print("Tegangan asli sensor 2 = ");
Serial.print(hasil2,2);
Serial.print("volt\t");
Serial.print("Tegangan terkalibrasi sensor 2 = ");
Serial.print(v_terkalibrasi2,2);
}

```

```

Serial.println("volt");
delay(sampling_time);
}
//Baca tegangan sensor tegangan 3
void tegangan_sensor_tiga()
{
value3 = analogRead(analogPin3);
Vmodul3 = (value3 * 5.0) / 1023.0;
hasil3 = Vmodul3 / (R2/(R1+R2));
}
// Akumulasi kedua tegangan
void akumulasi_tegangan()
{
tegangan_total = hasil1 + hasil2;
tegangan_total_terkalibrasi = v_terkalibrasi1 + v_terkalibrasi2 -
24;
}
// Menampilkan nilai tegangan sensor 2
void tampil_akumulasi_tegangan()
{
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("V aki:");
lcd.print(tegangan_total_terkalibrasi,2);
lcd.print("volt");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Arus in : ");
lcd.print(nilai arus);
lcd.print(" A");
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("Arus out : ");
lcd.print(arusoutput);
lcd.print(" A");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("V panel : ");
lcd.print(hasil3,2);
lcd.print("volt");
delay(sampling_time);
}

```

```

// Pemutusan aki
void putus_charging()
{
if (tegangan_total_terkalibrasi>52){
digitalWrite(relay, LOW);
Serial.println("Aki berhenti melakukan pengisian daya");
delay(sampling_time);
}
else if (tegangan_total_terkalibrasi>47 &&
tegangan_total_terkalibrasi<=49.5){
digitalWrite(relay, HIGH);
Serial.println("Aki melakukan pengisian daya");
delay(sampling_time);
}
else{
digitalWrite(relay, HIGH);
Serial.println("Aki sangat lemah, melakukan pengisian daya");
delay(sampling_time);
}
}
void setup()
{
lcd.init();
lcd.backlight();
pinMode(A0, INPUT);
pinMode(A1, INPUT);
pinMode(A3, INPUT);
pinMode(relay, OUTPUT);
Serial.begin(9600);
Serial.println("mengukur tegangan DC");
}
void loop()
{
data_olah1();
data_olah2();
tegangan_sensor_satu();
tegangan_sensor_dua();
tegangan_sensor_tiga();
}

```

```
akumulasi_tegangan();  
//testing_akumulasi_tegangan();  
//tampil_tegangan_sensor_satu();  
//tampil_tegangan_sensor_dua();  
tampil_akumulasi_tegangan();  
putus_charging();  
}
```

