TUGAS AKHIR – TF 145565

PERANCANGAN SISTEM CHARGING DAN MONITORING PADA BATERAI LEVEL TEGANGAN 12 VOLT DC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16

FITRIA DAYANTI
NRP. 10 51 15 000 00 034

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc
Murry Raditya, S.T., M.T

PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018

TUGAS AKHIR TF 145565

PERANCANGAN SISTEM CHARGING DAN MONITORING PADA BATERAI LEVEL TEGANGAN 12 VOLT DC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16

FITRIA DAYANTI
NRP. 10 51 15 000 00 034

Dosen Pembimbing I
Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc
NIP. 19600901 198701 1 001

Dosen Pembimbing II
Murry Raditya, S.T., M.T
NIP. 1988201711055

PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

FINAL PROJECT – **TF 145565**

DESIGN OF CHARGING AND MONITORING SYSTEMS 12 VOLT DC VOLTAGE BATTERY LEVEL USING ATMEGA16 MICROCONTROLLER

FITRIA DAYANTI
NRP. 10 51 15 000 00 034

ADVISOR LECTURER I
Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc
NIP. 19600901 198701 1 001

ADVISOR LECTURER II
Murry Raditya, S.T., M.T
NIP. 1988201711055

DIPLOMA 3 DEGREE INSTRUMENTATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF ENGINEERING INSTRUMENTATION
FACULTY OF VOCATIONAL
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PERANCANGAN SISTEM CHARGING DAN MONITORING PADA BATERAI LEVEL TEGANGAN 12 VOLT DC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16

TUGAS AKHIR

Oleh :

FITRIA DAYANTI
NRP. 10 51 15 000 00 034

Surabaya, 30 Juli 2018
Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc	**Murry Raditya, S.T, M.T**
NIP. 19600901 198701 1 001	NIP. 1988201711055

Kepala Departemen
Teknik Instrumentasi, FV

Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PERANCANGAN SISTEM CHARGING DAN MONITORING PADA BATERAI LEVEL TEGANGAN 12 VOLT DC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi D3 Teknologi Instrumensi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :
FITRIA DAYANTI
NRP. 10 51 15 000 00 034

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc. ..... (Pembimbing I)
2. Murry Raditya, S.T, M.T ..... (Pembimbing II)
3. Dr. Ir. Purwadi Agus D., M.Sc. ..... (Penguji)

SURABAYA
30 Juli 2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PERANCANGAN SISTEM CHARGING DAN MONITORING BATERAI LEVEL TEGANGAN 12 VOLT DC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16

Nama Mahasiswa	**: Fitria Dayanti**
NRP	**: 10 51 15 000 00 034**
Program Studi	**: D3 Teknologi Instrumentasi**
Departemen	**: Departemen Teknik Instrumentasi FV-ITS**
Dosen Pembimbing	**: Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc.**
	Murry Raditya, S.T, M.T

Abstrak

Indonesia memiliki potensi untuk mengembangkan energi alternatif. Pembangkit listrik alternatif dianggap lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan pembangkit listrik konvensional yang menggunakan minyak bakar dan batu bara. Energi alternatif tersebut dapat berupa *solar cell* dan turbin angin. Salah satu komponen penting dalam pembuatan pembngkit listrik ini adalah *charge controller*. Pada prinsipnya pengisian muatan baterai dilakukan dengan cara mengaliri arus listrik secara terus menerus. Sistem *charging* dan *monitoring* pada baterai level tegangan 12 volt perlu dirancang agar baterai terhindar dari penyebab kerusakan yang sering terjadi yaitu pengisian atau penggunaan baterai yang tidak terkontrol. Pada perancangan ini, sensor yang digunakan yaitu sensor tegangan sumber, pengisian, dan sensor tegangan baterai yang memiliki nilai ketidakpastian diperluas (Uexp) yaitu 1,36, 0,49, dan 0,95. Proses *charging* yang telah dibuat mampu mencapai tegangan 13,38 V dengan daya baterai bernilai 16.11 Watt. Sistem *monitoring* mampu menampilkan daya baterai dan tegangan pada *charge controller*.

Kata kunci: Baterai, Sensor Tegangan, *Charge Controller, Monitoring*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DESIGN OF CHARGING AND MONITORING SYSTEMS 12 VOLT DC VOLTAGE BATTERY LEVEL USING ATMEGA16 MICROCONTROLLER

Student Name	***: Fitria Dayanti***
NRP	***: 10 51 15 000 00 034***
Study Program	***: D3 Instrumentation Technology***
Mayor	***: Departement Of Engineering Instrumentation FV-ITS***
Advisor Lecturer	***: Dr. Ir. Ali Musyafa', M.Sc. Murry Raditya, S.T, M.T***

Abstract

Indonesia has the potential to develop alternative energy. Alternative power plants are considered more environmentally friendly when compared to conventional power plants that use fuel oil and coal. Alternative energy can be solar cell and wind turbine. One important component in making this electricity generator is the charge controller. In principle, charging a battery charge is carried out by flowing electric current continuously. Charging and monitoring systems on a 12 volt battery level need to be designed so that the battery is protected from the causes of damage that often occurs, which is charging or using uncontrolled batteries. In this design, the sensors used are the source voltage, charging, and battery voltage sensors which have an extended uncertainty value (Uexp) is 1.36, 0.49 and 0.95. The charging process that has been made is able to reach a voltage of 13.38 V with a battery power of 16.11 Watt. The monitoring system is capable of displaying battery power and voltage on the charge controller.

Keywords : Battery, Voltage Divider, Charge Controller, Monitoring

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya serta shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "**PERANCANGAN SISTEM CHARGING DAN MONITORING BATERAI LEVEL TEGANGAN 12 VOLT DC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16**". Penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwinto, M.Sc. Selaku Kepala Departemen Teknik Instrumentasi.
2. Bapak Dr. Ir. Ali Musyafa',M.Sc. selaku dosen pembimbing pertama dan Bapak Murry Raditya, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang senantiasa memberikan motivasi, bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Heri Joestiono, M.T. selaku Dosen Wali penulis.
4. Bapak dan Ibu dosen Teknik Fisika dan Teknik Instrumentasi yang telah memberikan bimbingan, ilmu dan arahan selama masa perkuliahan di Teknik Fisika dan Teknik Instrumentasi ITS.
5. Seluruh Staf Departemen Teknik Instrumentasi yang telah membantu penulis dalam hal administrasi.
6. Keluarga penulis yang telah memberikan dukungan dan doa.
7. M. Adil F, Dimas A.P, Denny A, dan N. Fadila S. selaku teman dan *partner* Tugas Akhir, yang memberikan dorongan dan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. M. Musa dan M. Haris yang tidak kenal lelah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

9. Naqiya R.L teman satu kamar yang selalu ada disamping penulis.
10. Teman-teman seperjuangan dalam mengerjakan Tugas Akhir dan Transcendent Frontier yang telah memberikan semangat kepada teman-teman Teknik Instrumentasi 2015.
11. Kakak – kakak Laboratorium Pengukuran Fisis Teknik Fisika yang membantu dan meminjamkan peralatan penunjang dalam pengerjaan tugas akhir.
12. Serta semua orang yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Tugas Akhir ini tidaklah sempurna. Oleh karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sehingga mencapai sesuatu yang lebih baik lagi. Penulis juga berharap semoga laporan ini dapat menambah wawasan yang bermanfaat bagi pembacanya.

Surabaya, 30 Juli 2018

Penulis.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN iii
ABSTRAK v
ABSTRACT vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xiii

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Tujuan 2
1.4. Manfaat 2
1.5. Batasan Masalah 3
1.6. Sistematika Laporan 3

BAB II DASAR TEORI 5
2.1. Pengertian Baterai 5
2.2. Parameter Baterai 5
2.2.1 Sensor Tegangan dan Arus 5
2.2.2 Kapasitas Baterai 7
2.2.3 Resistansi Internal 8
2.2.4 State of Charge (SOC) 9
2.3. Baterai Deep-Cycle 10
2.4. Mikrokontroler ATMega16 12
2.5. Solid State Relay (SSR) 14
2.6. Charger Controller 16
2.7 Liquid Crystal Display 17
2.8 Perancangan Elemen Sensing/Kalibrasi 19

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT 23
3.1. Gambaran UmumTugas Akhir 23

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

3.2. Diagram Blok Perancangan Alat 25
3.3. Gambaran Umum Perancangan Tugas Akhir 29
3.4. Perancangan Alat Tugas Akhir 32

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN..... 41
4.1. Analisis Data..... 41
4.1.1 Pengujian Sensor Tegangan Sumber 41
4.1.2 Pengujian Sensor Tegangan Pengisian 44
4.1.3 Pengujian Sensor Tegangan Baterai 48
4.1.4 Pengujian Rangkaian Buck Converter..... 51
4.1.5 Pengujian Sistem Keseluruhan..... 55
4.4. Pembahasan 57

BAB V PENUTUP 59
5.1. Kesimpulan..... 59
5.2. Saran..... 59

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN A DATASHEET ACS712 30A
LAMPIRAN B DATASHEET TRANSISTOR IRFP460
LAMPIRAN C DATASHEET DIODA 1N4004
LAMPIRAN D RANGKAIAN CHARGE CONTROLLER
LAMPIRAN E DATASHEET ATMEGA16
LAMPIRAN F DATASHEET MINIMUM SISTEM ATMEGA16
LAMPIRAN G SPESIFIKASI BATERAI
LAMPIRAN H LISTING PROGRAM PADA ATMEGA16
LAMPIRAN I RANGKAIAN SISTEM CHARGING DAN MONITORING BATERAI 12 VOLT

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rangkaian Pembagi Tegangan 6
Gambar 2.2 Kurva Penurunan Tegangan Sebuah Baterai 1 AH Untuk Pemakaian 3, 4, dan 7 jam 8
Gambar 2.3 Model Baterai 8
Gambar 2.4 Hubungan Voc dengan Kapasitas Baterai 9
Gambar 2.5 *Starting Battery* 11
Gambar 2.6 *Deep Cycle Battery* 11
Gambar 2.7 DOD dan SOC Baterai 12
Gambar 2.8 Blok Diagram ATMega16.....14
Gambar 2.9 Pin Konfigurasi ATMega16 14
Gambar 2.10 Solid State Relay.....15
Gambat 2.11 Diagram Blok Solid State Relay 16
Gambar 2.12 Rangkaian Buck Converter 17
Gambar 2.13 LCD Character 16x2 17
Gambar 2.14 Kolom dan Baris Karakter Pada LCD 16x2 18
Gambar 3.1 Diagram Blok Keseluruhan Perancangan Alat 23
Gambar 3.2 Flowchart Tugas Akhir 24
Gambar 3.3 Diagram Blok Pembuatan Sistem Charging dan Monitoring Baterai 26
Gambar 3.4 Flowchart SIstem Charging Baterai.....27
Gambar 3.5 Flowchart Monitoring Level Baterai.....28
Gambar 3.6 Diagram Blok Monitoring Level Baterai 29
Gambar 3.7 Rangkaian Buck Converter 30
Gambar 3.8 Baterai yang Digunakan Dalam Sistem Alat.....31
Gambar 3.9 Rangkaian Mekanisme Charging dan Monitoring 32
Gambar 3.10 Blok Diagram Perancangan Alat 33
Gambar 3.11 Rangkaian Charge Controller 34
Gambar 3.12 Rangkaian Pembagi Tegangan Masukan Charge Controller 35
Gambar 3.13 Rangkaian Pembagi Tegangan Keluaran Charge Controller 35
Gambar 3.14 Sensor Tegangan.....36

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Gambar 3.15 Sensor Arus ACS712 30A.....36
Gambar 3.16 Sistem Minimum Atmega16.....37
Gambar 3.17 Tampilan CodeVision AVR 38
Gambar 3.18 Rangkaian LCD 38
Gambar 4.1 Grafik Pengujian Tegangan dari Pembacaan Alat dan Pembacaan Standar 42
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Tegangan dari Pembacaan Alat dan Pembacaan Standar 45
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Tegangan dari Pembacaan Alat dan Pembacaan Standar. 49
Gambar 4.4 Hasil Dari Sinyal PWM dengan Duty Cycle 10%.52
Gambar 4.5 Hasil Dari Sinyal PWM Dengan Duty Cycle 60%52
Gambar 4.6 Grafik Pengujian Buck Converter Menggunakan Beban 22kΩ 54
Gambar 4.7 Grafik Pengujian Buck Converter Menggunakan Beban 10Ω 55
Gambar 4.8 Tampilan Monitoring Tegangan Baterai di LCD 16x2 57

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konfigurasi Pin LCD 16x2……..……18
Tabel 3.1 Penggunaan Port Mikrokontroler Atmega16……...36
Tabel 4.1 Data Pengujian Sensor Tegangan Sumber……...41
Tabel 4.2 Data Karakteristik Statik Alat Ukur Tegangan Sumber……...….42
Tabel 4.3 Data Pengukuran Kalibrasi Tegangan Sumber……....43
Tabel 4.4 Data Pengujian Sensor Tegangan Pengisian……...45
Tabel 4.5 Data Karakteristik Statik Alat Ukur Tegangan Pengisian…….46
Tabel 4.6 Data Pengukuran Kalibrasi Tegangan Pengisian…….47
Tabel 4.7 Data Pengujian Sensor Tegangan Baterai……....48
Tabel 4.8 Data Karakteristik Statik Alat Ukur Tegangan Baterai……..49
Tabel 4.9 Data Pengukuran Kalibrasi Tegangan Baterai…….....50
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Buck Converter Menggunakan Beban 22kΩ……...…....53
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Buck Converter Menggunakan Beban 10kΩ……...……....54
Tabel 4.12 Hasil Data Keseluruhan Alat…….56

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan dalam menunjang kehidupan manusia saat ini. Energi listrik dapat dikatakan menjadi kebutuhan primer masyarakat Indonesia, baik yang tinggal di kota besar maupun yang menetap di pelosok atau pedesaan. Indonesia merupakan negara tropis yang dilalui oleh garis khatulistiwa, di mana intensitas cahaya matahari dan energi angin sangat banyak dan dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. [1] .

Indonesia memiliki potensi untuk mengembangkan energi alternatif. Pembangkit listrik alternatif dianggap lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan pembangkit listrik konvensional yang menggunakan minyak bakar dan batu bara. Selain itu, pembangkit listrik alternatif juga merupakan sumber daya terbarukan. Karena memanfaatkan alam sebagai sumber energinya[2]. Energi alternatif tersebut dapat berupa *solar cell* dan turbin angin. Energi alternatif tersebur dapat diaplikasikan pada salah satu kelas yang ada di Departemen Teknik Instrumentasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang akan disebut sebagai *smartroom*. Dengan demikian, pemanfaatan teknologi sel surya dan turbin angin tersebut dapat menghemat konsumsi energi listrik yang berasal dari PLN.

Dalam pemanfaatannya, perlu adanya baterai untuk menyimpan hasil dari energi sel surya dan turbin angin yang nantinya disalurkan ke ruang kelas. Oleh karena itu, perlu adanya baterai atau aki untuk menyimpan energi listrik tersebut. Dalam proses pengisian baterai tersebut membutuhkan *charge controller* untuk mengontrol tegangan yang masuk ke baterai untuk melakukan pengisian. Dari permasalahan tersebut, maka dibuatlah sistem *charging* dan *monitoring* pada pengisian baterai agar dapat terkontrol dengan baik sesuai tegangan pengisian baterai serta baterai dapat berusia panjang. *Monitoring* baterai

dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan masukan baterai, daya baterai, dan sisa daya baterai.

Perlunya suatu sistem untuk dapat mengisi dan mengontrol tegangan untuk masuk ke baterai. Sehingga tugas akhir ini akan membahas mengenai perancangan sistem *charging* dan *monitoring* pada baterai level tegangan 12 volt DC berbasis mikrokontroler ATMega16. Dalam perancangan sistem charging dan monitoring ini memakai ATMega16 sebagai kontrolernya dan Solid State Relay (SSR) yaitu relay yang elektronik sebagai aktuatornya. Pembuatan sistem tersebut berfungsi untuk mendeteksi besar nilai tegangan dan dapat memutuskan tegangan ketika baterai sudah terisi penuh dan ketika baterai dalam proses pengisian.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapatkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

a. Bagaimana cara merancang sistem charging dan monitoring pada baterai level tegangan 12 volt DC berbasis mikrokontroler ATMega16 ?
b. Bagaimana cara mengetahui dan mengatur tegangan untuk mengisi baterai dengan tegangan 12V ?

1.3 Tujuan

Tujuan utama dari rancang bangun alat ini yaitu pada rumusan masalah yaitu:

a. Mampu merancang sistem charging dan monitoring pada baterai level tegangan 12 volt DC berbasis mikrokontroler ATMega16.
b. Mengetahui dan mengatur tegangan untuk mengisi baterai dengan tegangan 12V.

1.4 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini adalah agar dapat digunakan sebagai sistem penyimpanan daya dari pv dan turbin angin di baterai.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penyelesaian masalah pada penelitian tugas akhir ini, maka batasan masalah yang diangkat adalah sebagai berikut :

1. Spesifikasi baterai yang digunakan adalah 12 volt 100 Ah.
2. Pemutusan daya apabila baterai telah terisi penuh.
3. Hanya membahas mengenai sistem *charging* dan monitoring baterai.

1.6 Sistematika Laporan

Sistematika laporan yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I. Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika laporan.

BAB II. Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi teori-teori dan alat yang digunakan dalam Rancang Bangun Sistem Charging dan Monitoring Pada Baterai Level Tegangan 12 Volt DC Berbasis Mikrokontroler Atmega16.

BAB III. Perancangan dan Pembuatan Alat

Bab ini berisi tentang langkah – langkah dalam pengerjaan Sistem Charging dan Monitoring Pada Baterai Level Tegangan 12 Volt DC Berbasis Mikrokontroler Atmega16.

BAB IV. Pengujian Alat dan Analisis Sistem
Bab ini berisi tentang pengujian dan analisis sistem dari Rancang Bangun Sistem Charging dan Monitoring Pada Baterai Level Tegangan 12 Volt DC Berbasis Mikrokontroler Atmega16.

BAB V. Penutup
Bab ini berisi kesimpulan yang berasal dari kesimpulan dan saran sebagai penunjang pengembangan penelitian kedepannya.

BAB II
DASAR TEORI

2.1 Pengertian Baterai

Baterai adalah perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energi yang dapat dikonversi menjadi daya. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Baterai atau akkumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia reversibel adalah didalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda - elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewatkan arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan didalam sel.

Baterai terdiri dari dua jenis yaitu, baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang hanya dapat dipergunakan sekali pemakaian saja dan tidak dapat diisi ulang. Hal ini terjadi karena reaksi kimia material aktifnya tidak dapat dikembalikan. Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang, karena material aktifnya didalam dapat diputar kembali. Kelebihan dari pada baterai sekunder adalah harganya lebih efisien untuk penggunaan jangka waktu yang panjang[3].

2.2 Parameter Baterai

2.2.1 Sensor tegangan dan arus

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 *tranducer* yang merasakan adanya perubahan energi eksternal

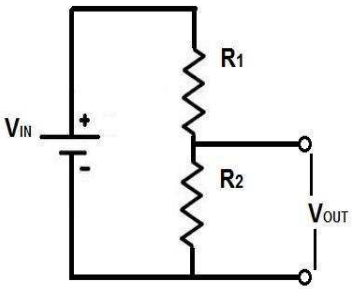
yang akan masuk ke bagian input dari *tranducer*, sehingga perubahan kapasitas energi yang ditangkap dan dirubah menjadi sinyal listrik.

A. 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 :

$$Vo = Vi \frac{R2}{R1+R2} \qquad (2.1)$$

Rangkaian pada gambar 2.1, 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 diatur lebih lanjut.



Gambar 2.1 Rangkaian Pembagi Tegangan[4].

B. 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

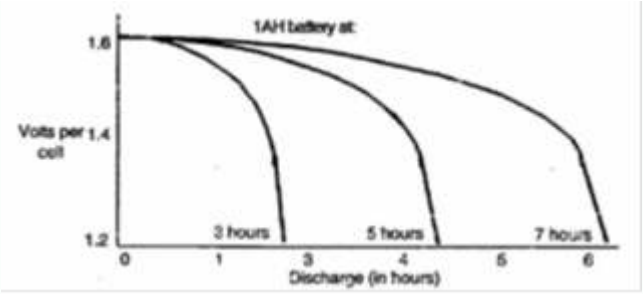
dialamnya menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh integrated Hall IC dan diubah menjadi tegangan proporsional[4].

2.2.2 Kapasitas Baterai

Kapasitas (*Capacity*) adalah energi yang disimpan di dalam sebuah cell. Energi yang dapat disimpan dalam baterai bersifat terbatas. Kapasitas baterai dapat dinyatakan dalam parameter kapasitas arus atau biasa disebut kapasitas saja. Kapasitas baterai memiliki satuan AH (ampere-hour) atau mAH (mili ampere hour, 1000 mAH = 1 AH). Kapasitas adalah perkalian antara arus konstan yang dikeluarkan dengan lamanya pemakaian baterai. Sebagai contoh baterai 500 mAH mampu mengeluarkan arus 250 mA secara konstan selama 2 jam atau arus konstan 10 mA selama 50 jam. Disamping itu kapasitas juga merupakan perkalian antara kerapatan energi dengan masa baterai.

Pada kenyataannya sebagian besar baterai tidak mampu mengeluarkan arus sebesar ratingnya. Contohnya baterai 500 mAH tidak mampu mengeluarkan arus konstan 500 mAH selama 1 jam. Arus sebesar ini akan menghasilkan panas yang cukup signifikan. Baterai akan berperilaku aneh (mengeluarkan tegangan dan arus dengan nilai yang tidak diharapkan) dan bahkan dapat rusak. Selain itu umumnya baterai juga tidak mampu mengeluarkan arus sangat kecil selama waktu yang diharapkan dalam rating. Sebagai contoh baterai 500 mAH tidak dapat mengeluarkan arus konstan 0.1 mA selama 5000 jam, arus ini hanya akan bertahan kurang dari 5000 jam. Penyebabnya adalah *self discharge* baterai. Pada rentang waktu yang lama kebocoran kapasitas baterai akan lebih terasa.

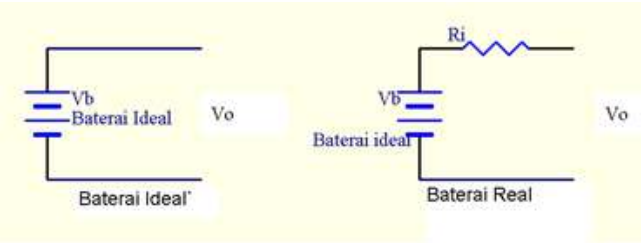
Untuk pemakaian robot, sebaiknya kita pilih baterai yang memiliki rating amp-hour sekitar 20 – 40 % lebih tinggi dari yang dibutuhkan. Penghitungan kapasitas yang dibutuhkan pada robot hampir tidak mungkin dilakukan sampai seluruh robot dirancang dan dirakit atau kecuali anda dapat dengan baik memperhitungkan konsumsi arus yang dibutuhkan[5].



Gambar 2.2 Kurfa Penurunan Tegangan Sebuah Baterai 1 AH Untuk Pemakaian 3, 5, Dan 7 Jam [5]

2.2.3 Resistansi Internal

Ketika baterai dihubung singkat, arus yang disuplay baterai dibatasi oleh resistansi internalnya. Resistansi internal bertambah seiring dengan pengosongan baterai. Resistansi internal adalah resistansi ada di dalam baterai. Resistansi ini dapat dimodelkan dengan sebuah resistor yang di seri dengan baterai ideal. Besarnya resistansi internal ini tergantung pada material penyusun dan teknologi pembuatan baterai. Baterai carbon-zinc dan alkaline memiliki resistansi internal yang cukup besar. Baterai Lead-acid dan NiMH memiliki resistansi internal yang rendah. Disamping itu nilai real resistansi internal ditentukan oleh usia baterai, kapasitas, pengisian dan temperatur.

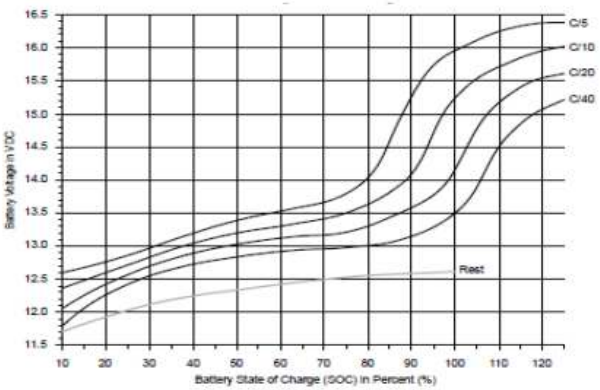


Gambar 2.3 Model baterai [6]

Baterai ideal memiliki resistansi internal 0 ohm. Baterai ini mampu mempertahankan tegangan keluarannya (Vo = Vb) sama dengan tegangan nominal baterai pada arus keluaran berapapun. Baterai sebenarnya (real) memiliki resistansi internal tidak nol (Ri). Pada resistansi ini akan terjadi drop tegangan sebesar i.Ri . Dimana i adalah arus keluaran baterai. Semakin besar arus, maka drop tegangan akan semakin besar, sehingga tegangan keluaran akan semakin menurun (Vo = Vb – i.Ri). Semakin besar resistansi internal, maka daya keluaran baterai juga semakin kecil[6].

2.2.4 *Stete of Charge* (SOC)

State of Charge merupakan besaran yang digunakan untuk mengetahui kondisi pengisian baterai berdasarkan hubungan antara tegangan open circuit baterai (Voc) dengan kapasitas baterai (Ah) seperti ditunjukkan oleh Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Hubungan Voc dengan Kapasitas Baterai[7].

Angka C/XX merupakan besaran nilai saat charging dalam ampere (C) sebanding terhadap kapasitas baterai (XX). Jika digunakan baterai dengan kapasitas 50 Ah dan arus pengisian 2.5 A, maka kurva yang digunakan adalah kurva C/20. State of

Charge (SOC) juga dapat didefinisikan berdasarkan persamaan berikut [7]:

$$SOC(t) = SOC(t_0) - \frac{1}{AHC}\int_{t_0}^{t} i(\tau)d\tau \quad (2.2)$$

Dimana, SoC(t0) merupakan SoC baterai pada keadaan sebelumnya, AHC adalah kapasitas baterai saat fully charged, dan i( ) τ adalah arus peluahan. Selain SoC terdapat istilah lain yang berkaitan dengan kapasitas baterai yaitu SoH (State of Health). SoH dapat didefinisikan sebagai rasio antara kapasitas charge maksimum dari baterai lama (AHC(Aged)) dengan kapasitas charge dari baterai baru (AHC(Nom)) yang dapat dirumuskan sebagai berikut [7] :

$$SOH = \frac{AHC_{Aged}}{AHC_{Nom}} \quad (2.3)$$

2.3 Baterai *Deep-Cycle*

Aki adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat dibalikkan). Maksudnya adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan energi kimia menjadi tenaga listrik yaitu pada proses pengosongan, dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, yaitu proses pengisian aki kembali. Fungsi aki adalah untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang dapat digunakan untuk mensuplai atau menyediakan listik ke sistem *starter*, lampu-lampu dan komponen komponen kelistrikan lainnya. Secara umum aki dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

a. *Starting Battery*

Starting Battery merupakan jenis aki yang mampu menghasilkan arus listrik yang tinggi dalam waktu singkat. Aki jenis ini banyak digunakan pada kendaraan untuk menyalakan

mesin. karena terbuat dari pelat timbal yang tipis namun banyak sehingga luas permukannya besar, dengan demikian dapat menyuplai arus listrik yang besar pada awal menghidupkan mesin kendaraan.

Gambar 2.5 *Starting Battery* [8]

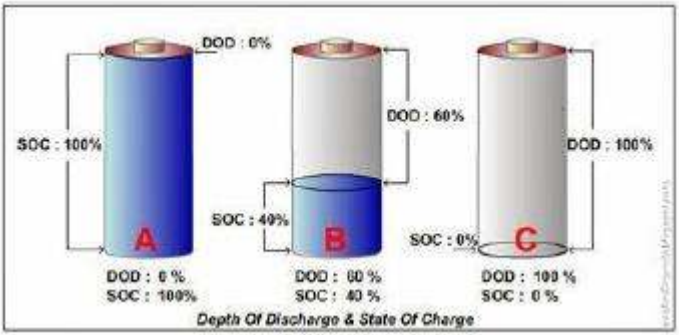
b. *Deep Cycle Battery*

Deep Cycle Battery memiliki sifat yang berkebalikan dengan *Starting Battery* yaitu menghasilkan energi listrik yang stabil dalam waktu lama. Aki jenis ini tahan terhadap siklus pengisian - pengosongan aki yang berulang-ulang. Karena konstruksinya yang menggunakan pelat yang lebih tebal seperti terlihat pada gambar 2.1. Oleh sebab itu, aki *Deep Cycle* biasa digunakan pada pembangkit listrik tenaga surya, pembangkit listrik tenaga angin, pembangkit listrik tenaga air, hingga pada motor listrik.

Gambar 2.6 *Deep Cycle Battery* [8]

Dalam banyak jenis baterai, energi penuh disimpan dalam baterai tidak dapat ditarik (dengan kata lain, baterai tidak dapat sepenuhnya dikosongkan) tanpa menyebabkan kerusakan serius, dan sering dapat diperbaiki ke baterai. *Depth Of Discharge*

(DOD) dari baterai menentukan fraksi kekuasaan yang dapat ditarik dari bateraiai. Misalnya, jika DOD baterai diberikan oleh produsen sebesar 25%, maka hanya 25% dari kapasitas baterai dapat digunakan oleh beban[8].



Gambar 2.7 DOD dan SOC Baterai [9]

Kebalikan dari DOD adalah SOC (*State of Charge*), besarnya arus listrik yang tersisa setelah dipakai. Sedangkan *self discharge* adalah kondisi dimana baterai akan tetap membuang arus listriknya sendiri walau dalam keadaan tanpa beban atau tidak dipakai. Hal ini disebabkan adanya reaksi kimia internal dari baterai tersebut. Ini memang salah satu dari karakteristik baterai.

2.4 Mikrokontroler ATMega16

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (chip). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (Read-Only Memory), RAM (Read-Write Memory), beberapa bandar masukan maupun keluaran, dan beberapa peripheral seperti pencacah/pewaktu, ADC (Analog to Digital converter), DAC (Digital to Analog converter) dan serial komunikasi.

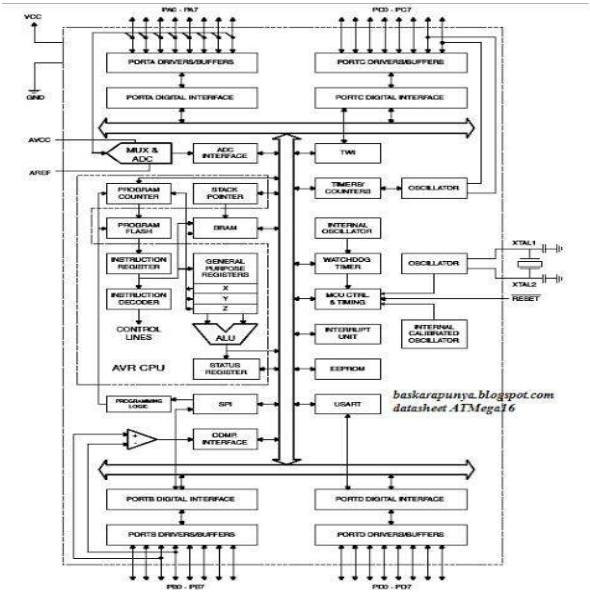
Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (Reduce Instuction Set Compute) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dapat

dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATMega dan ATtiny. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fiturnya[10].

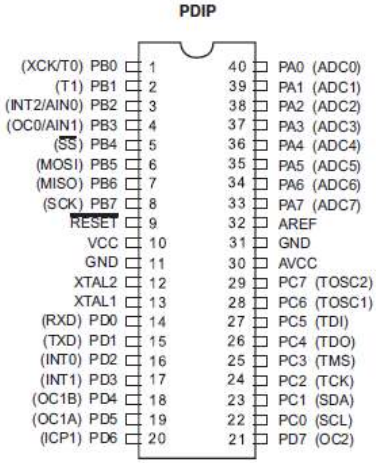
2.4.1 Arsitektur ATMEGA16

Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (concurrent). Secara garis besar mikrokontroler ATMega16 terdiri dari :

a. Arsitektur RISC dengan throughput mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16Mhz.
b. Memiliki kapasitas Flash memori 16Kbyte, EEPROM 512 Byte, dan SRAM 1Kbyte.
c. Saluran I/O 32 buah, yaitu Bandar A, Bandar B, Bandar C, dan Bandar D.
d. CPU yang terdiri dari 32 buah register.
e. User interupsi internal dan eksternal.
f. Bandar antarmuka SPI dan Bandar USART sebagai komunikasi serial
g. Fitur Peripheral
    - Dua buah 8-bit timer/counter dengan prescaler terpisah dan mode compare.
    - Satu buah 16-bit timer/counter dengan prescaler terpisah, mode compare, dan mode capture.
    - Real time counter dengan osilator tersendiri.
    - Empat kanal PWM dan Antarmuka komparator analog 8 kanal, 10 bit ADC.
    - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
    - Watchdog timer dengan osilator internal



Gambar 2.8 Blok Diagram ATMega16 [10]



Gambar 2.9 Pin Konfigurasi ATMega16 [10]

2.5 *Solid State Relay* (SSR)

Solid state relay adalah relay yang elektronik, yaitu relay yang tidak menggunakan kontaktor mekanik. *Solid state relay* menggunakan kontaktor berupa komponen aktif seperti TRIAC, sehingga solid state relay dapat dikendalikan dengan tegangan rendah dan dan dapat digunakan untuk mengendalikan tegangan AC dengan voltase besar. Baik relay kontaktor biasa maupun solid state relay **(SSR)** mempunyai keuntungan dan kerugian. Baik keuntungan maupun kerugian tersebut merupakan 'trade-off' yang harus dipilih bagi disainer sistem kontrol.

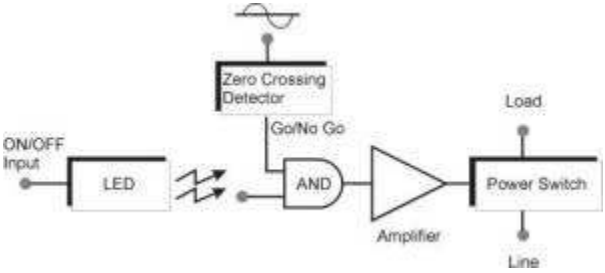
Gambar 2.10 *Solid State Relay* [11]

Pada dasarnya **Solid state relay (SSR)** merupakan relay yang dapat didiskripsikan sebagai berikut :

- Mempunyai empat buah terminal, 2 input terminal dan 2 buah output terminal.
- Tegangan input dapat berupa tegangan AC atau DC.
- Antara output dan input diisolasi dengan sistem optikal.
- Output menggunakan keluarga thyristor, SCR untuk beban DC dan TRIAC untuk beban AC.

- Switching ON, yang sering disebut '*firing*', solid state relay hanya bisa terjadi pada saat tegangan yang masuk ke output pada level yang sangat rendah mendekati nol volt.
- Output berupa tegangan AC (50 Hz atau 60 Hz).

Berikut merupakan blok diagram Solid-State Relay (SSR) :



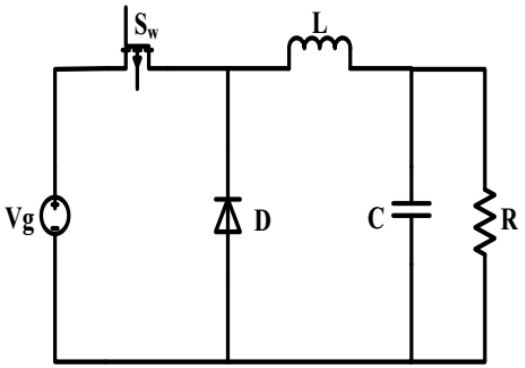
Gambar 2.11 *Diagram Blok Solid State Relay* [11]

Penggunaan solid state relay mempunyai beberapa keuntungan yang menyebabkan solid-state relay saat ini menarik untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi kontrol untuk beban AC daripada digunakannya relay mekanik (Electromechanical Relay, EMR), walaupun biaya sebuah solid-state relay lebih mahal daripada biaya sebuah relay mekanik biasa

2.6 Charger Controller

Pada dasarnya *charger* adalah suatu alat yang digunakan sebagai pengisi ulang baterai atau tempat penyimpanan energi lainnya dengan melawan arus listriknya. *Buck converter* berfungsi untuk menurunkan tegangan *output* dari tegangan *input*, pada Gambar 2.13 merupakan rangkaian *buck converter* yang terdiri dari induktor, dioda, mosfet, kapasitor dan beban. Cara kerja *buck converter* dibagi menjadi dua yaitu, saat *switch* S terbuka arus listrik pada induktor meningkat secara linier dan dioda d mati. Saat switch S tertutup energi yang tersimpan pada induktor

dilepaskan melalui dioda menuju rangkaian RC[13].

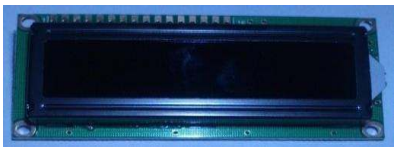


Gambar 2.12 Rangkaian *Buck Converter*[13]

Untuk *buck converter* ideal, setiap tegangan *output* dari 0 V untuk VIN dapat diperoleh. Telah terbukti bahwa tegangan *output* sebanding dengan siklus dan masukan tegangan. Mengingat tegangan *input* tertentu, ada keterbatasan yang mencegah siklus dari meliputi seluruh yang berkisar dari 0 sampai 100% [14].

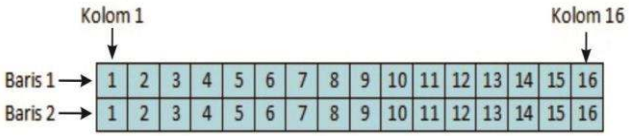
2.7 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan salah satu komponen display elektronik yang berfungsi menampilkan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik [12]. LCD dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan cara tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit.



Gambar 2.13 LCD Character 16x2[12].

Jenis LCD yang umum digunakan yaitu LCD karakter dan LCD Grafik. LCD karakter adalah LCD yang hanya bisa menampilkan karakter, khususnya karakter ASCII seperti karakter yang terdapat pada *keyboard* komputer. Sedangkan LCD grafik adalah LCD yang tidak terbatas tampilannya, bahkan dapat menampilkan foto[15]. LCD grafik inilah yang nantinya berkembang menjadi LCD yang biasa dilihat pada layar komputer. LCD karakter yang beredar dipasaran umumnya dituliskan dalam bilangan matriks dari jumlah karakter yang dapat dituliskan dalam LCD tersebut, yaitu jumlah kolom dikalikan dengan jumlah baris. Sebagai contoh LCD 16x2 memiliki 16 kolom dan 2 baris, jadi total karakter yang dapat dituliskan berjumlah 32 karakter[12]. Bentuk fisik dari LCD karakter 16x2 dapat dilihat pada gambar 2.14. Konfigurasi LCD dapat dilihat pada gambar 2.15 di bawah ini



Gambar 2.14 Kolom dan Baris Karakter pada LCD 16x2[12]

Untuk dapat mengendalikan LCD harus memiliki koneksi yang benar dengan mengetahui konfigurasi pin – pin pada modul LCD seperti yang ditampilkan pada table 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Konfigurasi Pin LCD 16x2

Nomor Pin	Pin	Keterangan
1	VSS	GND
2	VDD	5V
3	Vo	Kontras
4	RS	Register Select
5	R/W	Read/Write
6	EN	Enable

7	DB0	Data 0
8	DB1	Data 1
9	DB2	Data 2
10	DB3	Data 3
11	DB4	Data 4
12	DB5	Data 5
13	DB6	Data 6
14	DB7	Data 7

Pada modul LCD juga terdapat pin yang digunakan sebagai kontrol atau masukan data diantaranya adalah :

1. Pin Data (DB0 - DB7) : merupakan jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan pada LCD. Pin ini dapat dihubungkan dengan bus data dar rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
2. Pin RS (*Register Select*) : berfungsi sebagai indikator atau penentu jenis data yang masuk, apakah merupaan data atau perintah. Logika low menunjukkan ada perintah yang masuk seperti clear screen dan posisi kursor, sedangkan logika high menunjukkan data text yang akan ditampilkan pada LCD.
3. Pin R/W (*Read/Write*) : berfungsi sebagai instruksi pada modul LCD. Jika berlogika low maka modul akan menulis data sedangkan jika high maka modul akan membaca data. Pada aplikasi umum pin R/W dihubungkan dengan logika low atau dihubungkan langsung ke pin GND.
4. Pin EN (*Enable*) : diigunakan untuk mengaktifan atau menonaktifkan LCD.
   Pin Vo (*Contrast*) : berfungsi untuk mengatur kecerahan tampilan (kontras) pada LCD[12].

2.8 Perancangan Elemen *Sensing* / Kalibrasi

Dalam tahap ini dilakukan perancangan elemen *sensing*, dengan menyusun rangakaian *sensing* serta pembuatan elemen *sensing*. Setelah elemen *sensing* dirancang maka dilakukan uji

sensor untuk mengetahui apakah keluaran dari sensor sudah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Untuk sensor arus menggunakan sensor ACS712 5A. Sedangkan untuk rangkaian sensor tegangan menggunakan sistem pembagi tegangan. Dalam pengujian sensor atau kalibrasi dilakukan dengan bantuan regulator DC.

Dalam melakukan pengujian alat dan kalibrasi sensor, adapun beberapa tahapan perhitungan. Berikut beberapa persamaan yang digunakan :

a. Karakteristik statik
   - Sensitivitas
     $$\text{Sensitivitas} = \frac{\Delta O}{\Delta I} \quad (2.4)$$
   - Non-linieritas
     $$(N(I)) = O(I) - (KI + a) \quad (2.5)$$
   - *Non – linieritas* maksimum per unit
     $$\frac{N}{Omax - Omin} x\ 100\% \quad (2.6)$$
     $$a\ (zero\ bias) = O_{min} - KI_{min} \quad (2.7)$$
   - Histerisis :
     $H(I) = O(I)_{I\uparrow} - O(I)_{I\downarrow}$, $\hat{H} = H(I)_{max}$
     $$\%\ \text{maksimum histerisis} = \frac{\hat{H}}{Omax - Omin} x\ 100\% \quad (2.8)$$
   - Akurasi
   - $$A = 1 - \left| \frac{Yn - Xn}{Yn} \right| x\ 100\%. \quad (2.9)$$
     Dengan : *Yn* = Pembacaan Standar
     Xn = Pembacaan Alat
   - Kesalahan(Error)
     $$e = 1 - A \quad (2,10)$$

b. Nilai Ketidakpastian tipe A:
   - Standar deviasi :
     $$\boldsymbol{\sigma} = \frac{\sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2}}{\boldsymbol{n-1}} \quad (2.11)$$
   - $\boldsymbol{U_{a1}}$ adalah ketidakpastian standar
     Ketidakpastian standar dihitung dengan rumus:
     $$\boldsymbol{U_{a1}} = \frac{\boldsymbol{\sigma}}{\sqrt{\boldsymbol{n}}} \quad (2.12)$$

- $\boldsymbol{U_{a2}}$ adalah ketidakpastian regresi
  Ketidakpastian regresi dihitung dengan rumus:
- $\boldsymbol{U_{a2}} = \sqrt{\frac{\boldsymbol{SSR}}{\boldsymbol{n-2}}}$ (2.13)

  Dimana :
  SSR *(Sum Square Residual)* = ΣSR(*Square Residual*)
  SR = $(Y-Yreg)^2$
  Yi (Nilai koreksi) = Pemb. Stndar – Pemb. Alat (2.14)
  $Yreg = a + (b\ x\ ti)$ (2.15)
  $a = \overline{y_i} + (b\ x\ \overline{t_i})$ (2.16)
  $b = \frac{n\ .\sum t_i y_i - \sum y\ .\sum t_i}{n\ .\ \sum {t_i}^2 - (\sum t_i)^2}$ (2.17)
  Dimana :
  $ti = Pemb.standar$
  $yi = Nilai\ koreksi$
  $n = Jumlah\ data$

c. Nilai ketidakpastian tipe B

Pada ketidakpastian tipe B ini terdapat 2 parameter ketidakpastia, yaitu ketidakpastian Resolusi (U_{B1}) dan ketidakpastian alat standar *multimeter* (U_{B2}). Berikut ini adalah perhitungan ketidakpastian tipe B :

- $U_{B1} = \frac{\frac{1}{2} x\ Resolusi}{\sqrt{3}}$ (2.18)
- $U_{B2} = \frac{a}{k}$ (2.19)

d. Nilai ketidakpastian kombinasi U_c :

U_c adalah nilai ketidakpastian kombinasi

$$U_c = \sqrt{{U_{AI}}^2 + {U_{A2}}^2 + {U_{B1}}^2 + {U_{B2}}^2} \quad (2.20)$$

Dengan kondisi V atau derajat kebebasan dari kedua tipe ketidakpastian, sebagai berikut :

V = n-1, sehingga :

V3 = 50; V4 = 50 (berdasarkan table T)

Dengan nilai Veff (Nilai derajat kebebasan effektif) sebagai berikut :

$$Veff = \frac{(U_c)^4}{\sum^{(U_i)^4}/_{V_i}} \quad (2.21)$$

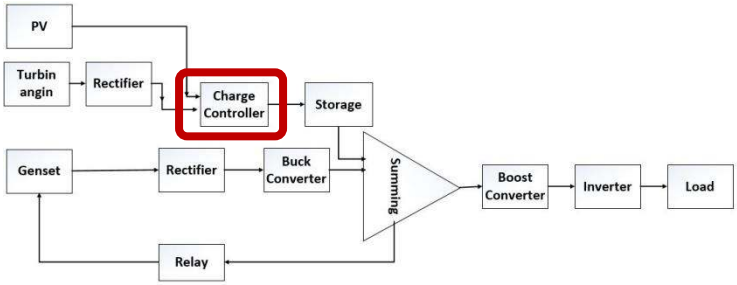
Oleh karena itu, hasil nilai ketidakpastian diperluas sebesar :

$$U_{exp} = k\ x\ U_c \quad (2.22)$$

BAB III
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

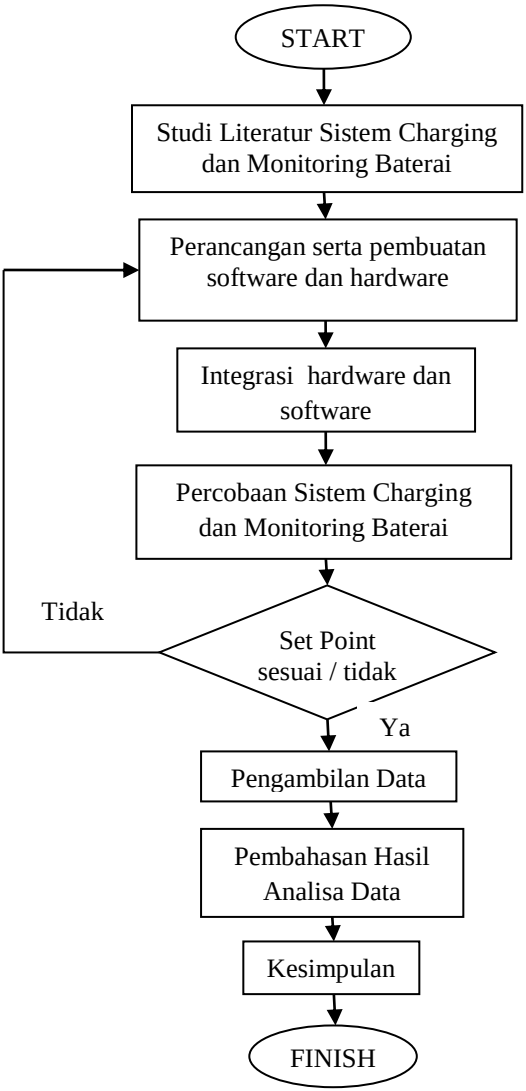
3.1 *Flowchart* Perancangan Alat

Tugas akhir ini terdapat beberapa perancangan sistem. Berikut ini merupakan diagram blok keseluruhan perancangan alat. Dimana antara satu sistem dengan sistem lainnya saling memiliki keterkaitan dalam pembuatan alat tugas akhir ini.



Gambar 3.1 Diagram Blok Keseluruhan Perancangan Alat

Pada gambar 3.1 merupakan diagram blok alur sistem keseluruhan perancangan alat. Sistem dari *summing amplifier* ini merupakan sistem perancangan tugas akhir satu kelompok yang bertujuan untuk menjumlahkan dua tegangan yang bersumber dari baterai dan genset. Baterai tersebut merupakan hasil penyimpanan tegangan dari turbin angin dan sel surya. Pada laporan Tugas Akhir ini akan membahas tentang *charge controller* untuk mengecas baterai atau aki pada sistem ini. Tugas akhir ini terdiri dari sistem *charging* dan *monitoring* baterai. *Monitoring* ini digunakan untuk mengetahui nilai tegangan yang bekerja pada alat. Berikut adalah *flow chart* dari perancangan dan pembuatan alat yang akan dilaksanakan :



Gambar 3.2 *Flow Chart* Tugas Akhir

Adapun penjelasan dari langkah-langkah *flowchart* diatas adalah sebagai berikut :

a. Studi Literatur Sistem Charging dan Monitoring Baterai

Kegiatan ini dilakukan dengan mencari materi penunjang dari buku, jurnal dan artikel pada media cetak maupun online. Mencari dasar teori yang tepat dalam merancang alat, sistem charging dan monitoring baterai. Serta melakukan studi literatur yang berhubungan dengan ATMega16.

b. Perancangan serta Pembuatan Software dan Hardware

Perancangan serta pembuatan *software* dan *hardware* merupakan bentuk perancangan dari desain rangkaian, pemrograman dan model sistem yang telah direncanakan sebelumnya. Untuk pemrograman sistem charging dan monitoring dapat disambungkan kepada ATMega16.

c. Integrasi hardware dan Software

Proses identifikasi dan penyesuaian diantara hardware dengan software untuk menghasilkan suatu sistem yang utuh.

d. Percobaan Sistem Charging dan Monitoring Baterai

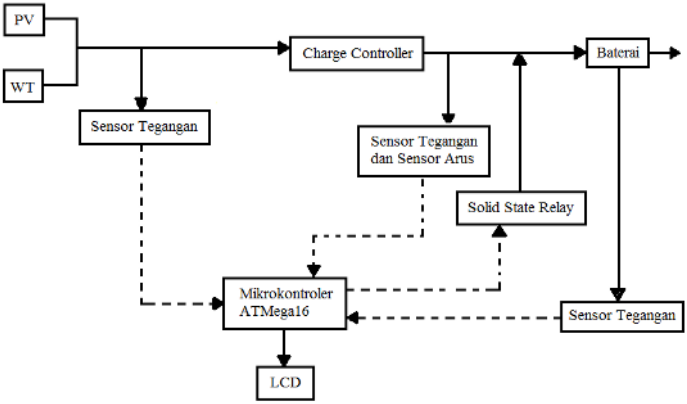
Tahapan ini adalah tahapan terpenting dari metode pelaksanaan lainnya, dikarenakan tahapan ini merupakan tolak ukur keberhasilan sistem. Proses uji coba sistem charging dan monitoring baterai ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem sudah berhasil sesuai yang direncanakan atau tidak. Dari percobaan ini akan didapatkan proses *charging* maupun monitoring pada baterai.

e. Pembahasan Hasil Analisa Data

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data yang dihasilkan dari proses uji coba dan juga dianalisa hasilnya. Membahas mengenai proses yang sudah dilakukan beserta kendala-kendala yang dihadapi saat pembuatan sistem.

3.2 Diagram Blok Perancangan Alat

Diagram blok perancangan alat untuk sistem *charging* dan *monitoring* pada baterai yaitu sebagai berikut :



Gambar 3.3 Diagram Blok Pembuatan Sistem Charging dan Monitoring Baterai

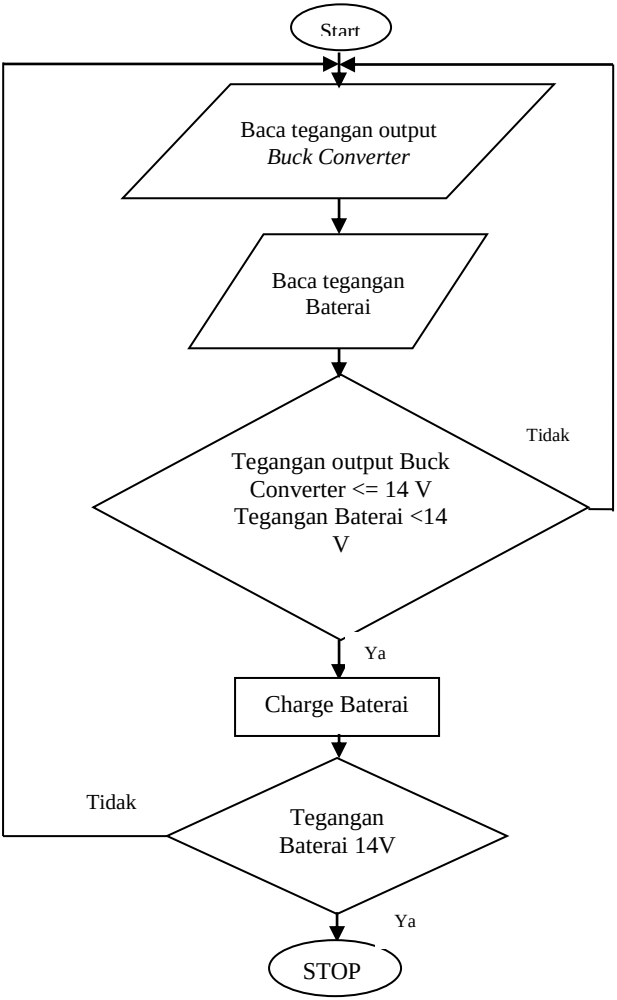
Pada gambar 3.3 diagram blok sistem charging dan monitoring baterai tersebut menjelaskan bahwa hasil tegangan dari *photovoltaic* dan turbin angin akan dibaca oleh sensor tegangan. Tegangan tersebut mempunyai nilai yang tinggi sehingga diperlukan rangkaian untuk menurunkan tegangan supaya dapat disesuaikan dengan input baterai yang digunakan. Untuk *charge controller* digunakan rangkaian *Buck Converter* karena rangkaian ini dapat menurunkan tegangan dan juga sering dipakai dalam proses *charging* baterai.

Sensor tegangan pada sistem ini menggunakan prinsip pembagi tegangan. Sensor tegangan ini terpasang pada hasil turbin angin dan *photovoltaic*, dan mendeteksi tegangan di baterai. Tegangan pengecasan untuk setiap baterai yaitu sekitar 13,5V – 13,8V. Disini menggunakan keluaran buck converter bernilai 14 V untuk mengisi tegangan baterai. Keluaran dari *charge controller* akan terhubung oleh SSR yang berfungsi sebagai pengontrol proses pengecasan.

Ketika baterai sudah dalam keadaan penuh maka solid state relay tersebut akan memutuskan tegangan yang akan mengisi ke baterai. Jika tegangannya kurang dari 14 V maka sensor tegangan

akan memberi sinyal ke mikrokontroler kemudian mikrokontroler akan mengaktifkan solid state relay untuk mengisi baterai.

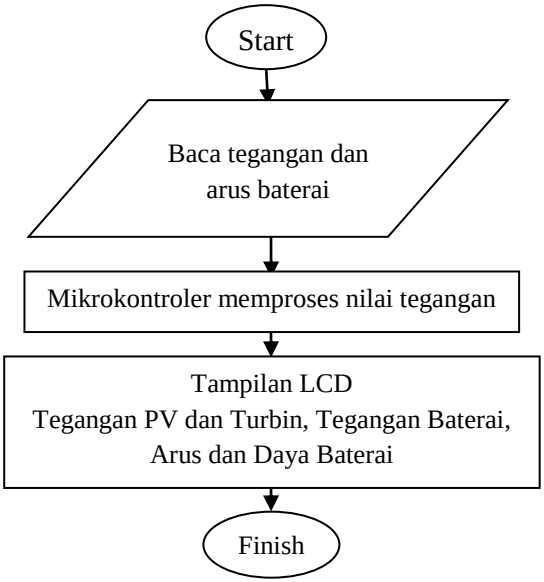
Berikut ini merupakan *flowchart* dari sistem charging baterai, yaitu sebagai berikut :



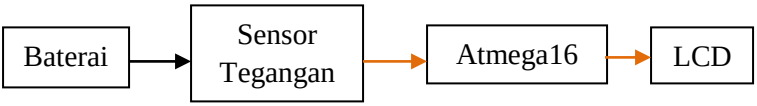
Gambar 3.4 *Flowchart* Sistem Charging Baterai

Gambar 3.4 *Flowchart* sistem charging baterai 12 volt. Dimulai dari start kemudian membaca tegangan hasil *photovoltaic* dan turbin angin atau input dari buck konverter dan tegangan pada baterai. Kemudian diproses jika tegangan output turbin angin dan pv bernilai 100V dan tegangan baterai kurang dari 14V maka sistem akan melanjutkannya dengan proses pengisian. Jika tidak sesuai dengan proses maka akan kembali untuk membaca tegangan. Jika dalam proses pengisian baterai, kemudian tegangan baterai sudah mencapai 14V maka proses pengisian akan berhenti.

Pada proses pengisian baterai ada hal yang harus dilakukan yaitu monitoring tegangan keluaran dari pv dan turbin angin dan tegangan keluaran dari *charge controller* dan mengontrol pengecasan supaya tidak *overcharge.* Berikut ini merupakan diagram blok dan *flowchart* dari sistem monitoring pada perancangan alat ini.



Gambar 3.5 *Flowchart* Monitoring Level Baterai



Gambar 3.6 Diagram Blok Monitoring Level Baterai

Gambar 3.5 dan 3.6 merupakan *flowchart* dan diagram blok mekanisme sistem monitoring level baterai. Dalam perancangan dan pembuatan alat ini yaitu mengukur tegangan dan daya pada baterai yang akan diukur dengan menggunakan sensor arus dan tegangan. Kemudian sensor tersebut memberi sinyal kepada mikrokontroler untuk menampilkannya pada LCD. Data yang akan ditampilkan pada LCD yaitu tegangan masukan *buck converter*, tegangan keluaran *buck converter*, dan daya masing-masing baterai.

3.3 Gambaran Umum Perancangan Tugas Akhir

Adapun perancangan tugas akhir ini yaitu membuat sistem *charging* dan *monitoring* baterai. Dimana tegangan yang keluar dari pv dan turbin angin diatur supaya dapat mengisi baterai dan dapat memutuskan tegangan pengisian baterai. Terdapat beberapa perancangan dalam tugas akhir ini yaitu :

a. Perancangan Sensor Tegangan Sumber Dan Sensor Tegangan Pengecasan *Buck Converter*

   Perancangan sensor tegangan input *buck converter* dirancang untuk mengetahui nilai tegangan hasil keluaran dari pv dan turbin angin. Sensor masukan *buck converter* dapat disebut juga dengan sensor tegangan sumber. Sensor tegangan pengecasan atau output *buck converter* dirancang untuk dapat membaca nilai tegangan keluaran dari *buck converter* yang nantinya akan dilanjutkan sebagai tegangan pengecasan baterai atau aki. Rangkaian sensor tegangan ini menggunakan rangkaian pembagi tegangan.

   Untuk rangkaian pembagi tegangan dapat dilihat pada gambar 2.1 dan untuk perhitungannya menggunakan rumus

2.1. Untuk sensor ini menggunakan input range antara 0 sampai 100 volt. Berikut ini merupakan perhitungan sensor pembagi tegangan input *buck converter* :

$$Vo = V_i \frac{R2}{R1+R2}$$
$$= 100\,V \frac{10.000\Omega}{200.000\Omega + 10.000\Omega}$$
$$= 4{,}76\,V$$

Berikut ini merupakan hasil perhitungan untuk perancangan sensor tegangan keluaran *buck converter* dengan menggunkan rumus 2.1 :

$$Vo = V_i \frac{R2}{R1 + R2}$$
$$= 30\,V \frac{2.000\Omega}{10.000\Omega+2.000\Omega}$$
$$= 5\,V$$

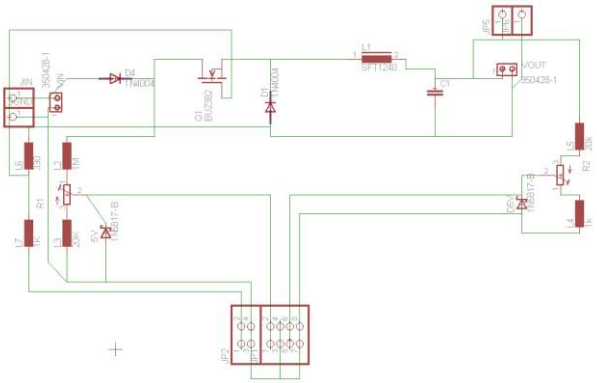
Dari perhitungan rangkaian pembagi tegangan diatas didapatkan nilai tegangan output bernilai 4,76 Volt dan 5 Volt, dimana tegangan keluaran tersebut disambungkan ke port ADC mikrokontroler atmega16. Atmega16 menerima tegangan masukan maksimal sebesar 5 volt.

b. Perancangan Rangkaian *Charge Controller*

Untuk *Charger Controller* pada tugas akhir ini menggunakan rangkaian *Buck Converter*. *Buck Converter* ini berfungsi sebagai penurun tegangan DC dengan menggunakan Mosfet sekaligus sebagai *charge* baterai.

Pada rangkaian *buck* ini menggunakan metode *switching* yang maksudnya tidak menggunakan ic regulator pada umumnya. Sehingga arus yang keluar dari kontroler ini dapat

maksimal. Rangkaian *buck converter* dikendalikan melalui sinyal *fast pwm* dari mikrokontroler Atmega 16. Beberapa komponen yang digunakan pada rangkaian *buck converter* yaitu mosfet irf p460, induktor 2,5 mH, kapasitor 10uF, dan Dioda IN4004 dan Dioda Zener.



Gambar 3.7 Rangkaian Buck Converter

Besarnya aliran tegangan keluaran melalui kaki *drain* bergantung dari seberapa besar tegangan yang digunakan untuk membuka kaki *gate* mosfet irfp460 sesuai dengan sinyal *pwm* atau prosentase *duty cycle* dari mikrokontroller Atmega 16. Mikrokontroler ini digunakan sebagai sinyal pembangkit untuk mosfet. Sinyal pembangkit ini digunakan untuk memberikan sinyal *input pwm* pada rangkaian *switching/*mosfet. Sehingga mikrokontroler merupakan komponen penting untuk membuat *buck converter*.

c. Baterai atau *Accumulator* (Aki)

Baterai atau *Accumulator* (Aki) merupakan jenis baterai yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi listrik. Energi listrik ini dihasilkan oleh pv dan juga turbin angin.

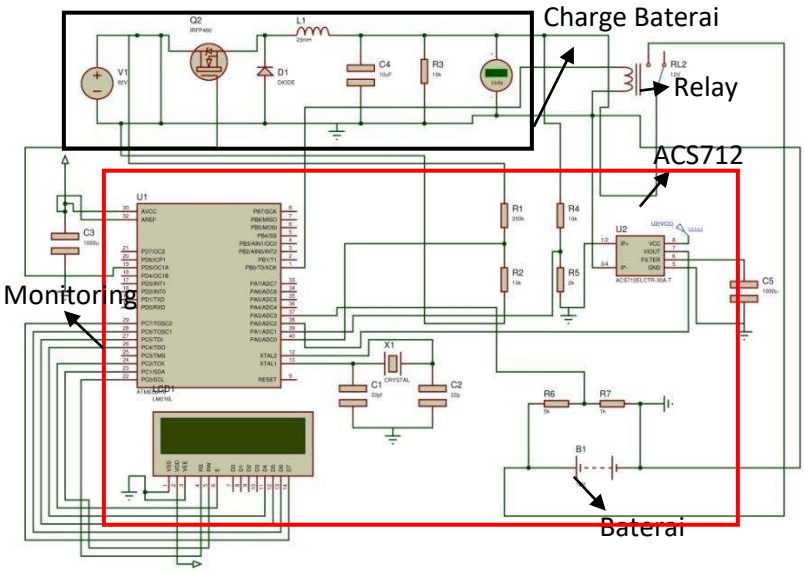
Gambar 3.8 Baterai yang Digunakan Dalam Sistem Alat

Seperti pada gambar 3.8, jenis baterai atau aki yang digunakan dalam tugas akhir ini yaitu aki kering VRLA Gel *Deep Cycle* Zanetta 12V/100Ah. Berikut ini merupakan spesifikasi baterai yang digunakan yaitu :

- *Cycle use* : 14,4V – 14,9V
- *Stanby use* : 13,5V – 13,8V
- *Initial Current* : 30A

3.4 Perancangan Alat Tugas Akhir

Pada perancangan alat tugas akhir ini dilakukan beberapa perancangan yaitu perancangan *charge controller,* sensor tegangan sumber, sensor tegangan pengecasan, simulasi dan pembuatan program CV AVR. Proses pengecasan harus dilakukan monitoring tegangan dan arus yang masuk ke baterai agar tidak terjadi *overcharge*. Nilai tegangan yang masuk ke baterai harus sesuai dengan minimum pengecasan. Tegangan diatur dengan nilai 13V sampai 14V tergantung dari spesifikasi setiap baterai. Selain itu juga harus memonitoring tegangan masukan dan keluaran dari *charge control.* Berikut ini merupakan gambar mekanisme proses *charging* dan *monitoring* baterai.



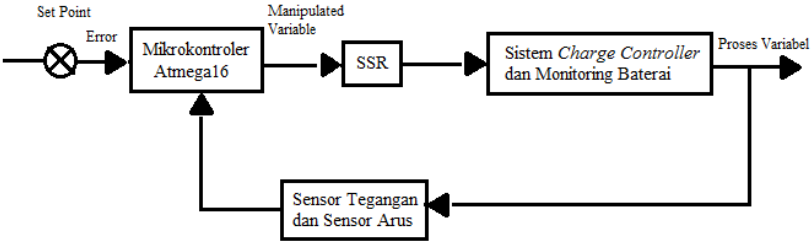
Gambar 3.9 Rangkaian Mekanisme Charging dan Monitoring

Pada gambar 3.9 dapat dilihat bahwa proses perancangan masing-masing komponen yang disambungkan ke mikrokontroler atmega16 dan disambung menjadi satu sistem *charging* dan *monitoring* baterai. Untuk garis berwarna merah merupakan sistem monitoring level baterai dan untuk kotak berwarna hitam merupakan rangkaian kontroler pengisian baterai.

Fungsi dari masing – masing komponen yang digunakan, sebagai berikut :

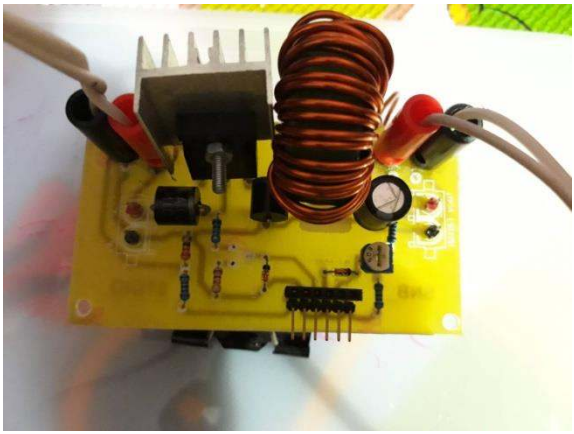
- Sensor pembagi tegangan digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi nilai tegangan *charge controller* dan baterai.
- *Buck converter* digunakan sebagai rangkaian penurun tegangan dan juga sebagai *charge controller.*
- Sensor ACS712 30A digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi nilai arus yang menuju baterai.

- Relay digunakan untuk mengatur proses pengisian switching pada baterai.
- Baterai digunakan untuk tempat menyimpan daya yang dihasilkan oleh sumber.
- Mikrokontroler atmega 16 digunakan sebagai pengatur proses sistem kerja alat.
- LCD sebagai penampil.



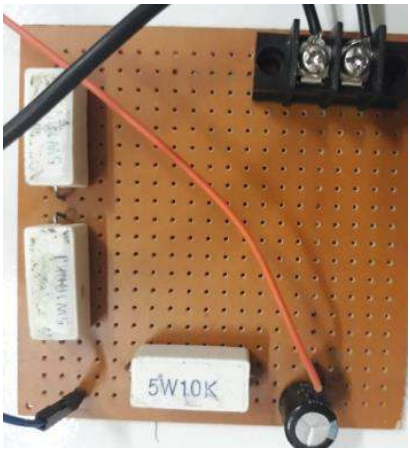
Gambar 3.10 *Blok Diagram* Perancangan Alat

Diagram blok perancangan alat dapat dilihat pada gambar 3.10. Proses variabel yang digunakan berasal dari tegangan baterai atau aki. Sensor digunakan untuk mengukur nilai tegangan dan nilai arus pada baterai atau aki. Hasil pengukuran tegangan tersebut akan dibandingkan dengan nilai *set point.* Nilai *set point* tersebut berasal dari nilai minimum dan maksimum tegangan yang telah ditentukan. Ketika nilai tegangan yang terukur kurang dari nilai *set point* maka mikrokontroler akan memberikan perintah berupa sinyal kepada ssr (*solid state relay*) untuk mengaktifkan relay agar dapat mengisi baterai. Sedangkan ketika nilai tegangan yang terukur lebih dari nilai *set point* maka mikrokontroler akan memberikan sinyal kepada SSR untuk memutuskan arus sehingga tidak terjadi pengisian terus – menerus pada baterai.



Gambar 3.11 Rangkaian *Charge Controller*

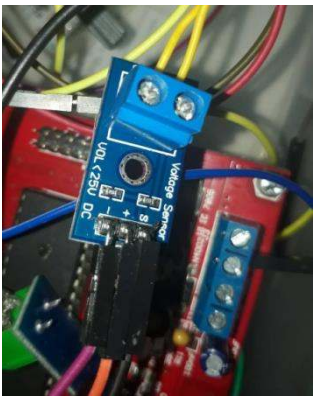
Gambar 3.11 merupakan rangkaian mekanisme *charging* yang menggunakan rangkaian *buck converter*. Rangkaian ini terdiri dari mosfet IRFP460, kapasitor, dioda, dan induktor. Berikut ini merupakan penggunaan port mikrokontroler ke komponen.



Gambar 3.12 Rangkaian Pembagi Tegangan Masukan *Charge Controller*

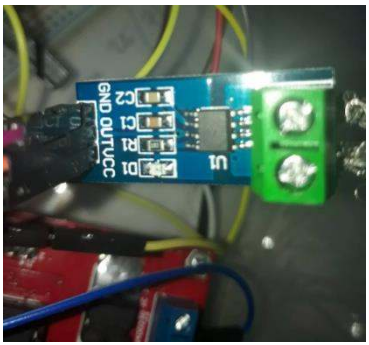
Gambar 3.13 Rangkaian Pembagi Tegangan Keluaran *Charge Controller*

Gambar 3.12 dan 3.13 merupakan hasil perancangan sensor pembagi tegangan. Rangkaian pembagi tegangan digunakan untuk mengukur nilai tegangan yang terdapat pada rangkaian yang telah dibuat. Nilai dari tegangan tersebut akan masuk ke port ADC yang nantinya akan diolah oleh mikrokontroler dan akan ditampilkan ke LCD.



Gambar 3.14 Sensor Tegangan

Sensor tegangan pada gambar 3.14 digunakan untuk mengukur tegangan pada baterai. Sensor tegangan ini mampu mengukur tegangan 0 sampai 24 volt.

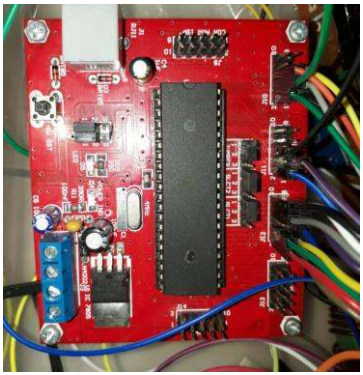


Gambar 3.15 Sensor Arus ACS712 30A

Gambar 3.15 merupakan sensor arus ACS712 yang mampu mengukur arus dari rentang -30 A sampai 30 A. Sensor ini digunakan untuk mengukur arus yang masuk ke baterai atau aki.

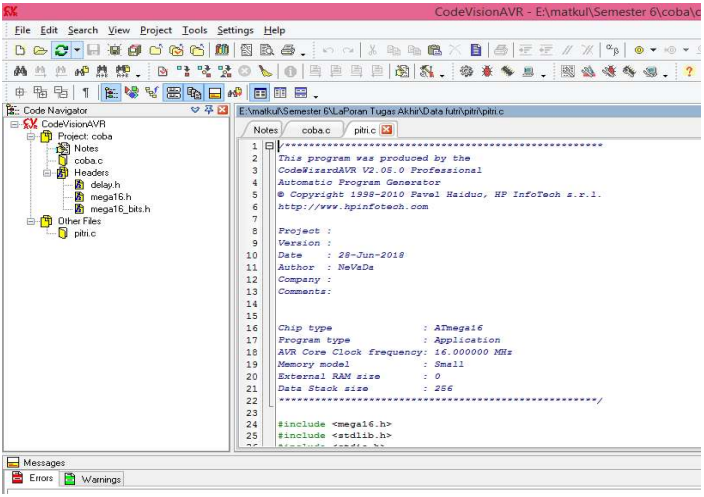
Tabel 3.1 Penggunaan Port Mikrokontroler Atmega16

No	Nama Port	Keterangan
1	PortA.0	ADC 0 (Tegangan sumber)
2	PortA.1	ADC 1 (Tegangan Charge)
3	PortA.2	ADC 2 (Arus Charge)
4	PortA.3	ADC 3 (Tegangan Baterai1)
5	PortB.0	*Solid State Relay*
6	PortB.3	PWM
7	PortC.0	Pin RS (LCD)
8	PortC.1	Pin RD (LCD)
9	PortC.2	Pin EN (LCD)
10	PortC.4	Pin D4 (LCD)
11	PortC.5	Pin D5 (LCD)
12	PortC.6	Pin D6 (LCD)
13	PortC.7	Pin D7 (LCD)



Gambar 3.16 Sistem Minimum Atmega16

Gambar 3.16 merupakan sistem minimum Atmega16 yang digunakan pada perancangan sistem *charging* dan *monitoring* level baterai. Kabel jumper sebagai penghubung antara konfigurasi pin pada mikrokontroler dengan rangkaian sensor, relay, lcd, dan rangkaian *charge controller*.



Gambar 3.17 Tampilan CodeVision AVR

Perancangan software mikrokontroler dilakukan dengan menggunakan software CodeVision AVR dengan bahasa pemrograman C. Perancangan software ini menggunakan mikrokontroler Atmega16, dalam CV AVR ini akan disusun untuk membaca sensor tegangan dan sensor arus, mengontrol relay yang ada pada baterai, dan juga mengontrol proses jalannya hardware.

Gambar 3.18 Rangkaian LCD

Gambar 3.18 merupakan gambar LCD yang digunakan sebagai penampil data yang terdapat pada keseluruhan alat. Data tersebut berupa hasil monitoring pada beberapa bagian alat seperti nilai tegangan keluaran sumber, nilai tegangan keluaran *charge controller*, nilai arus yang masuk ke baterai, dan juga daya yang ada pada baterai. LCD ini disambungkan ke mikrokontroler dengan menggunakan jumper.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data

Pada tugas akhir tentang Perancangan Sistem *Charging* dan *Monitoring* Pada Baterai Level Tegangan 12 Volt DC Berbasis Mikrokontroler Atmega16 akan dilakukan pengujian alat serta pengambilan data yang dilakukan sebagai berikut :

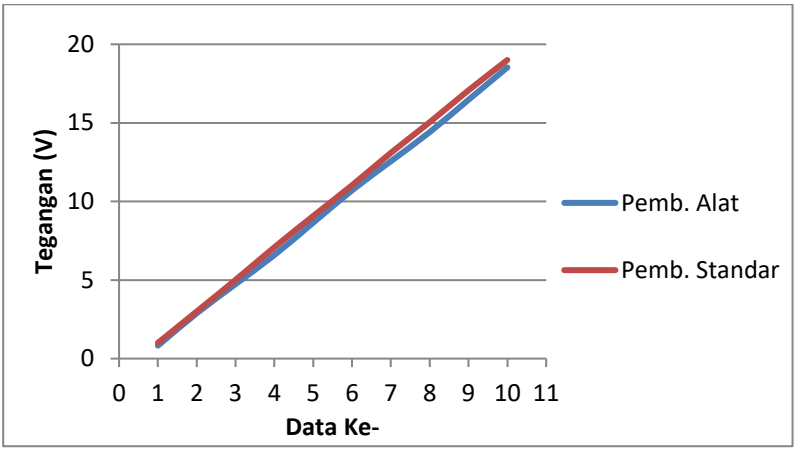
4.1.1 Pengujian Sensor Tegangan Sumber

Pengujian sensor tegangan sumber dilakukan pengambilan data pada 10 titik pengukuran. Pengambilan data ini diambil pada setiap kenaikan 2 V.

Tabel 4.1 Data Pengujian Sensor Tegangan Sumber

No.	Pembacaan Standar (V)	Pembacaan Alat (V)		Rata-rata Pemb. Alat (V)	Error (V)
		Naik	Turun		
1	1.0024	0.823	0.823	0.823	0.1794
2	3	2.882	2.882	2.882	0.118
3	5.01	4.529	4.941	4.735	0.275
4	7.086	6.588	6.588	6.588	0.498
5	9.074	8.647	8.647	8.647	0.427
6	11.03	10.705	10.705	10.705	0.325
7	13.092	12.764	12.352	12.558	0.534
8	15.04	14.411	14.411	14.411	0.629
9	17.072	16.47	16.47	16.47	0.602
10	19	18.529	18.529	18.529	0.471
Jml	100.4064	96.348	96.348	96.348	4.0584

Rata-rata	10.04064	9.6348	9.6348	9.6348	0.40584



Gambar 4.1 Grafik Pengujian Tegangan dari Pembacaan Alat dan Pembacaan Standar

Pada gambar 4.1 grafik uji sensor dapat dilihat perbandingan antara sensor tegangan dengan multimeter. Dari grafik tersebut diperoleh pembacaan alat ukur tegangan hampir mendekati nilai standar (multimeter). Berdasarkan data yang telah didapatkan dari pengujian sensor tegangan melalui data karakteristik statik akan menghasilkan data sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Karakteristik Statik Alat Ukur Tegangan Sumber

No	Pemb. Stndar (V)	Pemb. Alat (V)		Histerisis (V)	Akurasi (V)	Non-Linearitas (V)
		Naik	Turun		(Std-Alat/Std)	
1	1.0026	0.823	0.823	0	0.1791	-0.0001

2	3.0594	2.882	2.882	0	0.0580	0.0021
3	5.06	4.529	4.941	0.412	0.1049	-0.0159
4	7.05	6.588	6.588	0	0.0655	-0.0100
5	9.01	8.647	8.647	0	0.0403	-0.0024
6	11.01	10.705	10.705	0	0.0277	0.0029
7	13.03	12.764	12.352	-0.412	0.0204	0.0071
8	15.044	14.411	14.411	0	0.0421	-0.0116
9	17.01	16.47	16.47	0	0.0317	-0.0043
10	19.03	18.529	18.529	0	0.0263	-0.0001

Berdasarkan persamaan 2.4 sampai 2.10 pada bab 2 diperoleh hasil karakteristik sensor tegangan sebagai berikut :

a. Range : 1,002 – 19,03 V
b. Span : 18,028 V
c. Resolusi : 0,001
d. Non-liniaritas : 0,004 %
e. Histerisis : 2,327 %
f. Akurasi : 97,9 %
g. Error : 0,024

Setelah mengetahui nilai karakteristik statik dari alat ukur tegangan, selanjutnya yaitu dilakukan kalibrasi alat ukur. Kalibrator atau pembacaan standar yang digunakan yaitu multimeter digital. Berikut ini merupakan hasil dari pengukuran kalibrasi untuk mencari nilai ketidakpastian alat ukur.

Tabel 4.3 Data Pengukuran Kalibrasi Tegangan Sumber

No.	Pemb. Standar (V)	Pemb. Alat (V)	Koreksi (V)	SR (V)
1	1.0025	0.823	0.1795	0.667345412
2	3.0297	2.882	0.1477	0.304829359

3	5.035	4.735	0.3	0.224611595
4	7.068	6.588	0.48	0.176624221
5	9.042	8.647	0.395	0.011746846
6	11.02	10.705	0.315	0.039585422
7	13.061	12.558	0.503	0.060292621
8	15.042	14.411	0.631	0.119186577
9	17.041	16.47	0.571	0.40321417
10	19.015	18.529	0.486	0.896573119

Berdasarkan persamaan kalibrasi 2.11 sampai 2.22 pada bab 2 maka didapatkan hasil nilai ketidakpastian. Berikut merupakan nilai ketidakpastian dari alatukur :

a. Ua1 : 0,0512
b. Ua2 : 0,6025
c. Ub1 : 0,0029
d. Ub2 : 0
e. Uc : 0,6047
f. Veff : 9,1307
g. Uexp : 1,3678

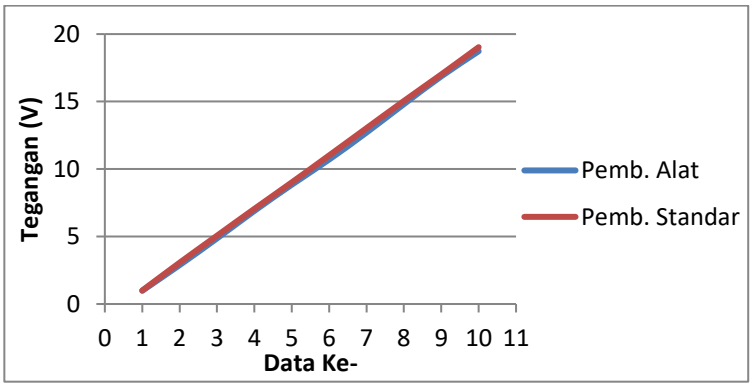
Sehingga berdasarkan perhitungan ketidakpastian diperluas diatas,menghasilkan nilai ketidakpastian alat sebesar ±1,36. Nilai ketidakpastian tersebut akan menjadi acuan untuk pembacaan alat ukur tersebut digunakan.

4.1.2 Pengujian Sensor Tegangan Pengisian

Pengujian sensor tegangan pengisian dilakukan pengambilan data pada 10 titik pengukuran. Pengambilan data ini diambil pada setiap kenaikan 2 V.

Tabel 4.4 Data Pengujian Sensor Tegangan Pengisian

No.	Pemb. Standar (V)	Pembacaan Alat (V)		Rata-rata Pemb. Alat (V)	Error (V)
		Naik	Turun		
1	1.0026	0.98	0.98	0.98	0.0226
2	3.0594	2.882	2.882	2.882	0.1774
3	5.06	4.78	4.941	4.8605	0.1995
4	7.05	6.9	6.9	6.9	0.15
5	9.01	8.84	8.84	8.84	0.17
6	11.01	10.705	10.705	10.705	0.305
7	13.03	12.86	12.552	12.706	0.324
8	15.044	14.811	14.811	14.811	0.233
9	17.01	16.87	16.87	16.87	0.14
10	19.03	18.729	18.729	18.729	0.301
Jml	100.306	98.357	98.21	98.2835	2.0225
Rata-rata	10.0306	9.8357	9.821	9.82835	0.2022



Gambar 4.2 Grafik Pengujian Tegangan dari Pembacaan Alat dan Pembacaan Standar

Pada gambar 4.2 grafik uji sensor dapat dilihat perbandingan antara nilai sensor tegangan atau pembacaan alat dengan hasil pembacaan standar atau multimeter. Dari tabel tersebut dapat diketahui nilai eror pada setiap perubahan nilai tegangan. Dari grafik tersebut diperoleh pembacaan alat ukur tegangan sudah mendekati nilai standar (multimeter).

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari pengujian sensor tegangan melalui data karakteristik statik akan menghasilkan data sebagai berikut :

Tabel 4.5 Data Karakteristik Statik Alat Ukur Tegangan Pengisian

No.	Pemb. Stndar (V)	Pembacaan Alat (V)		Histerisis (V)	Akurasi (V)	Non-Linearitas (V)
		Naik	Turun		(Std-Alat/Std)	
1	1.0026	0.98	0.98	0	0.0225	0.0087
2	3.0594	2.882	2.882	0	0.0580	0.0021
3	5.06	4.78	4.941	0.161	0.0553	-0.0017
4	7.05	6.9	6.9	0	0.0213	0.0076
5	9.01	8.84	8.84	0	0.0189	0.0085
6	11.01	10.705	10.705	0	0.0277	0.0029
7	13.03	12.86	12.552	-0.308	0.0130	0.0125
8	15.044	14.811	14.811	0	0.0155	0.0110
9	17.01	16.87	16.87	0	0.0082	0.0182
10	19.03	18.729	18.729	0	0.0158	0.0112

Berdasarkan persamaan 2.4 sampai 2.10 pada bab 2 diperoleh hasil karakteristik sensor tegangan sebagai berikut :

a. Range : 1,002 – 19,03 V

b. Span : 18,028 V
c. Resolusi : 0,001
d. Non-liniaritas : 0,07 %
e. Histerisis : 0,09 %
f. Akurasi : 98,6 %
g. Error : 0,013

Setelah mengetahui nilai karakteristik statik dari alat ukur tegangan, selanjutnya yaitu dilakukan kalibrasi alat ukur. Kalibrator atau pembacaan standar yang digunakan yaitu multimeter digital. Berikut ini merupakan hasil dari pengukuran kalibrasi untuk mencari nilai ketidakpastian alat ukur.

Tabel 4.6 Data Pengukuran Kalibrasi Tegangan Pengisian

No.	Pemb. Standar (V)	Pemb. Alat (V)	Koreksi (V)	SR (V)
1	1.0026	0.98	0.0226	0.036268
2	3.0594	2.882	0.1774	0.068742
3	5.06	4.8605	0.1995	0.040856
4	7.05	6.9	0.15	0.004807
5	9.01	8.84	0.17	7.16E-05
6	11.01	10.705	0.305	0.003896
7	13.03	12.706	0.324	4.85E-06
8	15.044	14.811	0.233	0.030403
9	17.01	16.87	0.14	0.121986
10	19.03	18.729	0.301	0.072437

Berdasarkan persamaan kalibrasi 2.11 sampai 2.22 pada bab 2 maka didapatkan hasil nilai ketidakpastian. Berikut merupakan nilai ketidakpastian dari alatukur :

a. Ua1 : 0,029
b. Ua2 : 0,217
c. Ub1 : 0,00028
d. Ub2 : 0
e. Uc : 0,219
f. Veff : 9,3229
g. Uexp : 0,497

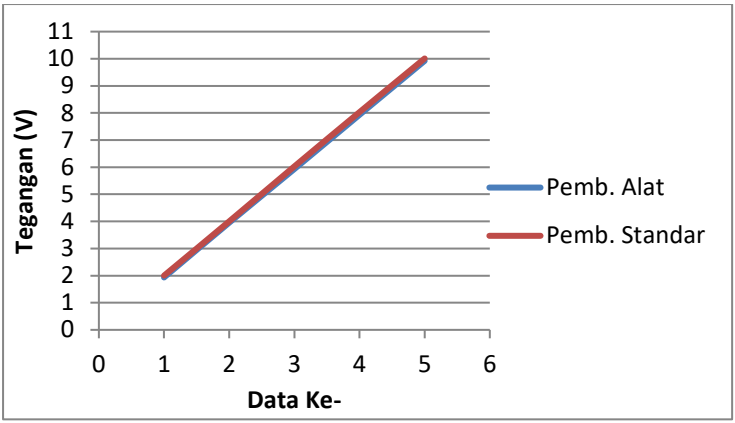
Sehingga berdasarkan perhitungan ketidakpastian diperluas diatas,menghasilkan nilai ketidakpastian alat sebesar ±0,49. Nilai ketidakpastian tersebut akan menjadi acuan untuk pembacaan alat ukur tersebut digunakan.

4.1.3 Pengujian Sensor Tegangan Baterai

Pengujian sensor tegangan baterai dilakukan pengambilan data pada 5 titik pengukuran. Pengambilan data ini diambil pada setiap kenaikan 2 V.

Tabel 4.7 Data Pengujian Sensor Tegangan Baterai

No.	Pembacaan Standar (V)	Pembacaan Alat (V)		Rata-rata Pemb. Alat (V)	Error (V)
		Naik	Turun		
1	2.001	1.9414	1.9218	1.9316	0.0694
2	4.0014	3.9416	3.9612	3.9514	0.05
3	6.028	5.9604	5.9016	5.931	0.097
4	8.03	7.9214	7.94	7.9307	0.0993
5	10.01	9.9412	9.902	9.9216	0.0884
Jml	30.0704	29.706	29.6266	29.6663	0.4041
Rata-rata	3.00704	2.9706	2.96266	2.96663	0.04041



Gambar 4.3 Grafik Pengujian Tegangan dari Pembacaan Alat dan Pembacaan Standar

Pada gambar 4.3 grafik uji sensor dapat dilihat perbandingan antara sensor tegangan dengan multimeter. Dari grafik tersebut pembacaan alat ukur tegangan sudah sesuai dengan nilai standar (multimeter).

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari pengujian sensor tegangan melalui data karakteristik statik akan menghasilkan data sebagai berikut :

Tabel 4.8 Data Karakteristik Statik Alat Ukur Tegangan Baterai

No.	Pemb. Stndar (V)	Pembacaan Alat (V)		Histeris is (V)	Akurasi (V)	Non-Linearitas (V)
		Naik	Turun		(Std-Alat/Std)	
1	2.0065	1.9414	1.9218	-0.0196	0.0324	0.001862
2	4.0327	3.9416	3.9612	0.0196	0.0226	-0.00164
3	6.019	5.9604	5.9016	-0.0588	0.0097	0.002173

4	8.015	7.9214	7.94	0.0186	0.0117	-0.00245
5	10.01	9.9412	9.902	-0.0392	0.0069	0.000399

Berdasarkan persamaan 2.4 sampai 2.10 diperoleh hasil karakteristik sensor tegangan sebagai berikut :

a. Range : 2,0065 – 10,01 V
b. Span : 8,0035 V
c. Resolusi : 0,01
d. Non-liniaritas : 0,027 %
e. Histerisis : 0,245 %
f. Akurasi : 99,31 %
g. Error : 0,0069

Setelah mengetahui nilai karakteristik statik dari alat ukur tegangan, selanjutnya yaitu dilakukan kalibrasi alat ukur. Kalibrator atau pembacaan standar yang digunakan yaitu multimeter digital.

Berikut ini merupakan hasil dari pengukuran kalibrasi untuk mencari nilai ketidakpastian alat ukur.

Tabel 4.9 Data Pengukuran Kalibrasi Tegangan Baterai

No.	Pemb. Standar (V)	Pemb. Alat (V)	Koreksi (V)	SR (V)
1	2.0065	1.9316	0.0749	0.119840777
2	4.0327	3.9514	0.0813	0.028611974
3	6.019	5.931	0.088	2.32202E-05
4	8.015	7.9307	0.0843	0.028630357
5	10.01	9.9216	0.0884	0.116490602

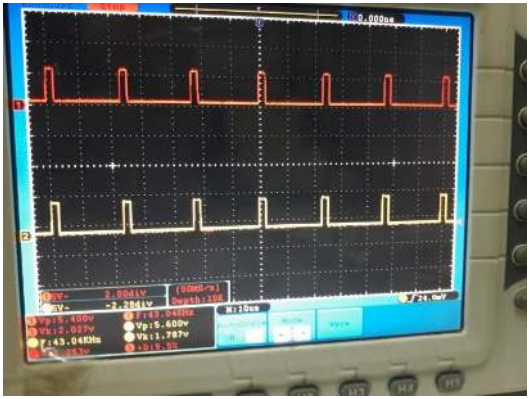
Berdasarkan persamaan kalibrasi 2.11 sampai 2.22 maka didapatkan hasil nilai ketidakpastian. Berikut ini merupakan nilai ketidakpastian dari alat ukur :

a. Ua1 : 0,0025
b. Ua2 : 0,3427
c. Ub1 : 0,0029
d. Ub2 : 0
e. Uc : 0,3427
f. Veff : 4,001
g. Uexp : 0,951

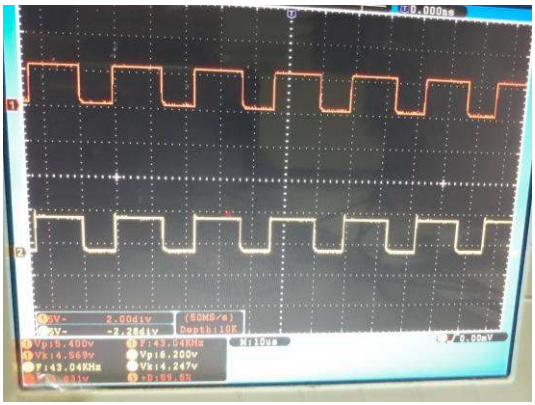
Sehingga berdasarkan perhitungan ketidakpastian diperluas diatas,menghasilkan nilai ketidakpastian alat sebesar ±0,95. Nilai ketidakpastian tersebut akan menjadi acuan untuk pembacaan alat ukur tersebut digunakan.

4.1.4 Pengujian Rangkaian *Buck Converter*

Setelah dilakukan perancangan alat dilakukan pengujian *charge controller*. Pengujian *charge controller* atau *buck converter* ini dilakukan dengan cara menguji sinyal PWM. Pwm merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mendriver dari mosfet yang digunakan pada rangkaian *charger controller*. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan nilai duty cycle yang berbeda – beda. Dari pemberian nilai duty cycle dari 10% sampai 100% tersebut dilihat juga hasilnya pada osiloskop. Dan dilihat apakah hasil sinyal PWM di osiloskop sudah sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 4.4 Hasil Dari Sinyal *PWM* Dengan *Duty Cycle* 10%



Gambar 4.5 Hasil Dari Sinyal PWM Dengan *Duty Cycle* 60%

Pada gambar 4.4 dan 4.5 merupakan sinyal keluaran pwm melalui osiloskop. Nilai dutycycle yang diatur adalah 10% dan 60%. Dari hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa nilai duty cycle tersebut sesuai dengan pengaturan pada mikrokontroler atmega16.

Pengujian selanjutnya yaitu dengan menggunakan varian duty cycle dilakukan untuk mengetahui pengaruh duty cycle terhadap tegangan output. Pengujian ini menggunakan beban 22kΩ dan 10Ω. Pengujian duty cycle tersebut dilakukan dengan menggunakan power supply 16 V yang kemudian dilihat nilai outputnya menggunakan multimeter. Berikut ini merupakan hasil pengujian *buck converter*.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Buck Converter Menggunakan Beban 22kΩ.

Duty Cycle	Tegangan Input (V)	Tegangan Output (V)
10 %	5	3.19
	10	3.19
	15	3.19
20 %	5	0.77
	10	2.07
	15	1.68
30 %	5	1.27
	10	2.77
	15	2.6
40 %	5	1.87
	10	3.8
	15	3.67
50 %	5	3.11
	10	3.12
	15	3.12

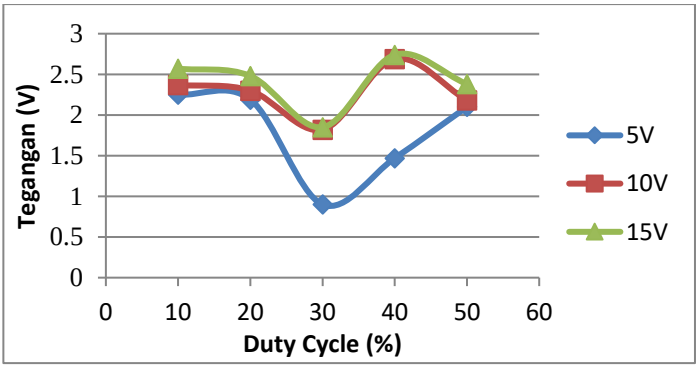
Gambar 4.6 Grafik Pengujian *Buck Converter* Menggunakan Beban 22kΩ

Pada pengujian buck converter menggunakan beban 22kΩ,nilai arus pada regulator tidak muncul. Sehingga data yang didapatkan hanya nilai tegangan input dan juga tegangan output.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Buck Converter Menggunakan Beban 10Ω.

Duty Cycle	Vin (V)	Iin (A)	Pin (Watt)	Vout (V)	Iout (A)	Pout (Watt)	Efisiensi (%)
10%	5	0.21	1.05	2.25	0.14	0.315	30.00
	10	0.24	2.4	2.37	0.16	0.3792	15.80
	15	0.24	3.6	2.57	0.16	0.4112	11.42
20%	5	0.07	0.35	2.19	0.03	0.0657	18.77
	10	0.14	1.4	2.3	0.1	0.23	16.43
	15	0.25	3.75	2.48	0.23	0.5704	15.21
30%	5	0.03	0.15	0.9	0.01	0.009	6.00
	10	0.06	0.6	1.82	0.02	0.0364	6.07
	15	0.06	0.9	1.85	0.02	0.037	4.11
40%	5	0.07	0.35	1.47	0.03	0.0441	12.60

	10	0.14	1.4	2.69	0.06	0.1614	11.53
	15	0.23	3.45	2.74	0.18	0.4932	14.30
50%	5	0.21	1.05	2.1	0.16	0.336	32.00
	10	0.19	1.9	2.18	0.13	0.2834	14.92
	15	0.2	3	2.38	0.06	0.1428	4.76



Gambar 4.7 Grafik Pengujian *Buck Converter* Menggunakan Beban 10Ω

Tabel 4.10 dan 4.11 merupakan karakteristik duty cycle pada buck konverter yang dilakukan uji coba dengan menggunakan variasi beban. Dengan mengambil variasi masukan sebesar 5 volt, 10 volt, dan 15 volt.

4.1.5 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk melihat bagaimana hasil *charge controller* dalam perancangan alat keseluruhan. Dengan sistem *charge controller* tersebut diharuskan untuk melihat dan mengendalikan nilai tegangan yang masuk pada sistem. Berikut ini merupakan nilai yang terekam

pada sistem monitoring yang menggunakan LCD 16x2. Dengan nilai tegangan masukan yaitu 22 V sampai 24 V.

Tabel 4.12 Hasil Data Keseluruhan Alat

No	Vin (V)	Vout (V)	Iout (A)	Daya (Watt)
1	22.11	12.47	1.12	13.91
2	22.14	12.52	1.12	14.01
3	22.16	12.53	1.12	14.05
4	22.18	12.5	1.12	13.96
5	22.18	12.54	1.12	14.05
6	22.2	12.55	1.12	14.08
7	22.23	12.57	1.12	14.11
8	22.31	12.61	1.13	14.21
9	22.57	12.74	1.14	14.49
10	22.59	12.78	1.14	14.59
11	22.61	12.78	1.14	14.58
12	22.61	12.77	1.14	14.58
13	23.49	13.21	1.19	15.7199
14	23.54	13.23	1.19	15.7437
15	23.35	13.13	1.18	15.4934
16	23.4	13.13	1.18	15.4934
17	23.4	13.16	1.18	15.5288
18	23.31	13.11	1.18	15.44
19	23.41	13.16	1.18	15.56
20	23.44	13.14	1.18	15.54
21	23.67	13.33	1.2	15.96
22	23.56	13.28	1.19	15.85
23	23.51	13.26	1.19	15.82

24	23.51	13.24	1.19	15.76
25	23.56	13.27	1.19	15.81
26	23.49	13.22	1.19	15.68
27	23.36	13.18	1.18	15.6
28	23.8	13.38	1.2	16.05
29	23.81	13.38	1.2	16.11
30	23.43	13.18	1.18	15.62

Dalam proses pengisian baterai akan diatur oleh mikrokontroler. Digunakan sensor pembagi tegangan untuk membaca atau mengukur nilai tegangan pada input *charge controller*, output *charge controller*, dan nilai baterai. Rangkaian pembagi tegangan ini akan memberikan input ke port adc mikrokontroler untuk menentukan proses pengisian baterai. Proses pengisian akan berjalan ketika tegangan baterai kurang dari 13V dan tegangan output *charge controller* bernilai ≥13V DC. Nilai dari sensor tegangan tersebut merupakan acuan dari sistem *charging* akan melakukan pengisian atau tidak. Jika nilai yang terukur bukan merupakan nilai tersebut maka proses *charging* tidak akan terjadi. Pada perancangan ini terdapat relay pada inputan baterai. Ketika sensor tegangan membaca nilai tegangan baterai dan tegangan tersebut bernilai ≥14 V maka relay akan memutuskan arus pengisian, sehingga tidak terjadi pengisian. Dan akan melakukan pengisian lagi ketika nilai tegangan baterai 12V.

Berikut ini merupakan tampilan dari LCD pada sistem monitoring alat :

Gambar 4.8 Tampilan Monitoring Tegangan Baterai di LCD 16x2

Pada gambar 4.8 merupakan hasil dari pembacaan sensor tegangan dan juga sensor arus pada alat. Vi merupakan nilai tegangan masukan *charge controller,* Vo merupakan nilai tegangan keluaran *charge controller,* I merupakan nilai arus yang mengalir menuju baterai, dan P merupakan daya pada baterai.

4.2 Pembahasan

Pada tugas akhir ini tentang perancangan sistem charging dan monitoring baterai level tegangan 12V DC berbasis mikrokontroler Atmega16 ini telah dilakukan beberapa pengujian yaitu pengujian kalibrasi sensor tegangan, pengujian sinyal pembangkit *pwm*, pengujian *charge controller*, dan pengujian keseluruhan alat. Untuk pengujian pertama yaitu kalibrasi sensor tegangan untuk mengetahui karakteristik statik dari sensor tegangan sumber, pengisian, dan pada baterai. Didapatkan nilai ketidakpastian diperluas (Uexp) yaitu 1,36 , 0,49 dan 0,95 dimana nilai tersebut tidak melebihi nilai eror maksimum suatu alat ukur yaitu 3% atau 5%.

Pengujian yang kedua yaitu pengujian sinyal *pwm.* Sinyal *pwm* dibangkitkan melalui mikrokontroler atmega16 dengan mengatur nilai duty cycle pada program dengan frekuensi yang digunakan 15.5 KHz. Pengujian keluaran sinyal *pwm* dengan duty

cycle 10% dan 60% hasilnya dapat dilihat pada osiloskop, dengan melihat pembentukan pulsa sesuai dengan yang diinginkan. Didapatkan bahwa dari sinyal *pwm* pada gambar 4.4 dan 4.5 mendapatkan hasil yang sesuai dengan lebar pulsa dari masing-masing duty cycle. Sehingga pembangkit *pwm* melalui atmega 16 sudah berhasil.

Pengujian selanjutnya yaitu pengujian *charge controller*. Pengujian ini dilakukan untuk melihat bagaimana respon *charge controller* ketika diberi nilai *duty cycle* yang berbeda. Pengujian ini dilakukan dengan pemberian beban resistor bernilai 22kΩ dan 10Ω. Didapatkan hasil bahwa dengan menggunakan beban 10Ω terdapat nilai arus yang keluar dari rangkaian tersebut, jika menggunakan beban 22kΩ maka nilai arus tidak muncul. Sehingga pada pengujian nilai *duty cycle* ini dilakukan pengujian dengan menggunakan beban 10Ω. Untuk tegangan keluaran yang dihasilkan oleh rangkaian tersebut yang menghasilkan nilai efisiensi yang paling tinggi yaitu dengan *duty cycle* 50% dengan nilai tegangan input 5 volt. Efisiensi yang baik merupakan nilai efisiensi yang sesuai dengan perhitungan antara nilai tegangan input dan output dari rangkaian. Sehingga pada perancangan digunakan nilai *duty cycle* tersebut sebagai acuan dalam melakukan pengujian alat keseluruhan.

Pengujian selanjutnya yaitu pengujian keseluruhan alat untuk melihat bagaimana nilai input dan ouput tegangan pada *charge controller* dengan nilai *duty cycle* yang diatur pada mikrokontroler secara otomatis dengan nilai acuan 50%. Dari tabel 4.12 didapatkan nilai tegangan output yang bertambah naik dan mendapatkan keluaran maksimal 13,38 volt dengan daya baterai 16.11 watt. Kenaikan daya baterai bergantung

dengan tegangan pengisian yang merupakan nilai output dari *buck converter.*

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan alat dan hasil analisa data didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Perancangan sistem *charging* dan *monitoring* telah berhasil dibuat untuk memenuhi tegangan minimum dalam melakukan pengisian. Dengan tegangan pengisian 13,38 volt dan didapatkan nilai daya sebesar 16,11 watt
2. Sistem monitoring baterai mampu menyediakan informasi untuk mengetahui nilai tegangan input *charge controller*, output *charge controller*, arus pengisian baterai, dan daya baterai. Tegangan pengisian diatur dengan nilai antara 13 V sampai 14 V dengan menggunakan cara *switching* mosfet yang diatur oleh atmega16.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Adanya penambahan data logger untuk menyimpan nilai daya baterai.
2. Untuk pengerjaan sistem charging dan monitoring ini sebaiknya dilakukan beberapa metode yang lebih baik dalam membuat rangkaian *charge controller* dan untuk mengetahui level baterai sehingga mendapatkan hasil pembacaan yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. A. J. and E. Prasetyono, "Rancang Bangun Hybrid Battery Charger Menggunakan Metode PI Controller untuk Daerah Terpencil," *UKSW Salatiga*, vol. 66–69, pp. 1–4, 2014.

[2] M. A. P. PRADANA, F. Teknologi Sains dan Teknologi, U. Sanata Dharma, and PRADANA, "Kontrol Pengisian Baterai Otomatis Pada Sistem Pembangkitan Listrik Alternatif," pp. 1–79, 2015.

[3] R. K. Sitanggang, "PerancanganInstrument Miniatur Monitoring Arus Listrik PLN," *Univ. Sumatera Utara*, vol. 2, pp. 1–23, 2015.

[4] P. B. Segara, A. Rusdinar, and E. Kurniawan, "Desain Dan Implementasi Sistem Monitoring Dan Manajemen Baterai Mobil Listrik Design and Implementation of Electric Car Battery," *Univ. Telkom*, vol. 2, no. 2, pp. 1909–1916, 2015.

[5] S. Sumaryo, "ROBO CLUB: PARAMETER-PARAMETER BATERAI (Tutorial 1)," *www.robofansclub.com*, 2015. [Online]. Available: http://www.robofansclub.com/2015/01/parameter-parameter-baterai-tutorial-1.html. [Accessed: 20-Apr-2018].

[6] S. Sumaryo, "ROBO CLUB: PARAMETER-PARAMETER BATERAI (Tutorial 2)," *www.robofansclub.com*, 2015. [Online]. Available: http://www.robofansclub.com/2015/01/parameter-parameter-baterai-tutorial-2.html. [Accessed: 20-Apr-2018].

[7] D. A. N. Pengosongan, B. Asam, J. T. Elektro, F. Teknik, and U. Andalas, "Pengaturan keseimbangan pengisian dan pengosongan baterai asam timbal," *Unversitas Andalas*, vol. 5, no. 2, 2016.

[8] A. F, "Lead-Acid Battery," *J. Tek. Komput.*, pp. 102–108, 2012.

[9] U. S. D. o. T. Interior, "Storage Battery Maintenance and

Principles," *Colorado*, 1998.
[10] F Nasution, "Perancangan Telemetri Suhu Ruang Berbsis Mi," pp. 5–42, 2011.
[11] Z. Elektro, "Solid State Relay," *Http://Zonaelektro.Net*. 2004.
[12] A. M. Aminullah, "RANCANG BANGUN SISTEM MANAJEMEN BATERAI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16," *ITS Surabaya*, 2017.
[13] S. K. Peddapelli, "Recent Advances In Pulse Width Modulation Techniques and Multilevel Inverter," *Int. Sci. Index*, vol. 8, p. 3, 2014.

LAMPIRAN A
DATASHEET ACS712 30A

ACS712

Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with 2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

Features and Benefits

- Low-noise analog signal path
- Device bandwidth is set via the new FILTER pin
- 5 µs output rise time in response to step input current
- 50 kHz bandwidth
- Total output error 1.5% at T_A = 25°C, and 4% at –40°C to 85°C
- Small footprint, low-profile SOIC8 package
- 1.2 mΩ internal conductor resistance
- 2.1 kV_{RMS} minimum isolation voltage from pins 1-4 to pins 5-8
- 5.0 V, single supply operation
- 66 to 185 mV/A output sensitivity
- Output voltage proportional to AC or DC currents
- Factory-trimmed for accuracy
- Extremely stable output offset voltage
- Nearly zero magnetic hysteresis
- Ratiometric output from supply voltage

Package: 8 pin SOIC (suffix LC)

Approximate Scale 1:1

Description

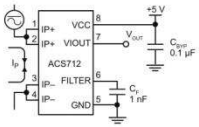
The Allegro® ACS712 provides economical and precise solutions for AC or DC current sensing in industrial, automotive, commercial, and communications systems. The device package allows for easy implementation by the customer. Typical applications include motor control, load detection and management, switched-mode power supplies, and overcurrent fault protection.

The device consists of a precise, low-offset, linear Hall sensor circuit with a copper conduction path located near the surface of the die. Applied current flowing through this copper conduction path generates a magnetic field which is sensed by the integrated Hall IC and converted into a proportional voltage. Device accuracy is optimized through the close proximity of the magnetic signal to the Hall transducer. A precise, proportional voltage is provided by the low-offset, chopper-stabilized BiCMOS Hall IC, which is programmed for accuracy after packaging.

The output of the device has a positive slope (>$V_{IOUT(Q)}$) when an increasing current flows through the primary copper conduction path (from pins 1 and 2, to pins 3 and 4), which is the path used for current sensing. The internal resistance of this conductive path is 1.2 mΩ typical, providing low power

Continued on the next page…

Typical Application



Application 1. The ACS712 outputs an analog signal, V_{OUT}, that varies linearly with the uni- or bi-directional AC or DC primary sensed current, I_P, within the range specified. C_F is recommended for noise management, with values that depend on the application.

Description (continued)

loss. The thickness of the copper conductor allows survival of the device at up to 5× overcurrent conditions. The terminals of the conductive path are electrically isolated from the sensor leads (pins 5 through 8). This allows the ACS712 current sensor to be used in applications requiring electrical isolation without the use of opto-isolators or other costly isolation techniques.

The ACS712 is provided in a small, surface mount SOIC8 package. The leadframe is plated with 100% matte tin, which is compatible with standard lead (Pb) free printed circuit board assembly processes. Internally, the device is Pb-free, except for flip-chip high-temperature Pb-based solder balls, currently exempt from RoHS. The device is fully calibrated prior to shipment from the factory.

Selection Guide

Part Number	Packing*	T_{OP} (°C)	Optimized Range, I_P (A)	Sensitivity, Sens (Typ) (mV/A)
ACS712ELCTR-05B-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	–40 to 85	±5	185
ACS712ELCTR-20A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	–40 to 85	±20	100
ACS712ELCTR-30A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	–40 to 85	±30	66

*Contact Allegro for additional packing options.

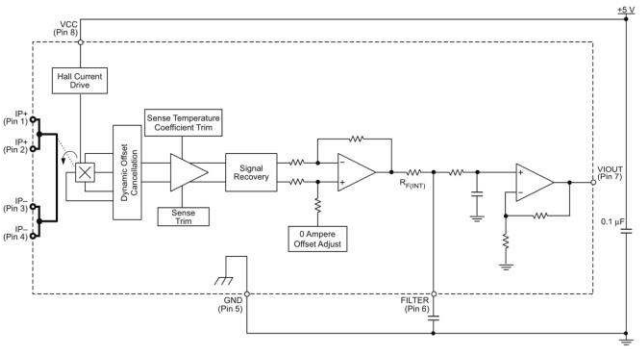
Absolute Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Units
Supply Voltage	V_{CC}		8	V
Reverse Supply Voltage	V_{RCC}		–0.1	V
Output Voltage	V_{IOUT}		8	V
Reverse Output Voltage	V_{RIOUT}		–0.1	V
Output Current Source	$I_{IOUT(Source)}$		3	mA
Output Current Sink	$I_{IOUT(Sink)}$		10	mA
Overcurrent Transient Tolerance	I_P	100 total pulses, 250 ms duration each, applied at a rate of 1 pulse every 100 seconds.	60	A
Maximum Transient Sensed Current	I_R(max)	Junction Temperature, $T_J < T_J$(max)	60	A
Nominal Operating Ambient Temperature	T_A	Range E	–40 to 85	°C
Maximum Junction	T_J(max)		165	°C
Storage Temperature	T_{stg}		–65 to 170	°C

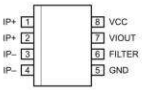
TÜV America
Certificate Number:
U8V 06 05 54214 010

Parameter	Specification
Fire and Electric Shock	CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1-03 UL 60950-1:2003 EN 60950-1:2001

Functional Block Diagram



Pin-out Diagram



Terminal List Table

Number	Name	Description
1 and 2	IP+	Terminals for current being sensed; fused internally
3 and 4	IP–	Terminals for current being sensed; fused internally
5	GND	Signal ground terminal
6	FILTER	Terminal for external capacitor that sets bandwidth
7	VIOUT	Analog output signal
8	VCC	Device power supply terminal

COMMON OPERATING CHARACTERISTICS[1] over full range of T_{OP}, C_F = 1 nF, and V_{CC} = 5 V, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
Supply Voltage	V_{CC}		4.5	5.0	5.5	V
Supply Current	I_{CC}	V_{CC} = 5.0 V, output open	6	8	11	mA
Output Zener Clamp Voltage	V_Z	I_{CC} = 11 mA, T_A = 25°C	6	8.3	–	V
Output Resistance	R_{IOUT}	I_{IOUT} = 1.2 mA, T_A=25°C	–	1	2	Ω
Output Capacitance Load	C_{LOAD}	VIOUT to GND	–	–	10	nF
Output Resistive Load	R_{LOAD}	VIOUT to GND	4.7	–	–	kΩ
Primary Conductor Resistance	$R_{PRIMARY}$	T_A = 25°C	–	1.2	–	mΩ
RMS Isolation Voltage	V_{ISORMS}	Pins 1-4 and 5-8; 60 Hz, 1 minute, T_A=25°C	2100	–	–	V
DC Isolation Voltage	V_{ISODC}	Pins 1-4 and 5-8; 1 minute, T_A=25°C	–	5000	–	V
Propagation Time	t_{PROP}	I_P = I_P(max), T_A = 25°C, C_{OUT} = open	–	3	–	µs
Response Time	$t_{RESPONSE}$	I_P = I_P(max), T_A = 25°C, C_{OUT} = open	–	7	–	µs
Rise Time	t_r	I_P = I_P(max), T_A = 25°C, C_{OUT} = open	–	5	–	µs
Frequency Bandwidth	f	–3 dB, T_A = 25°C; I_P is 10 A peak-to-peak	50	–	–	kHz
Nonlinearity	E_{LIN}	Over full range of I_P	–	±1	±1.5	%
Symmetry	E_{SYM}	Over full range of I_P	98	100	102	%
Zero Current Output Voltage	$V_{IOUT(Q)}$	Bidirectional; I_P = 0 A, T_A = 25°C	–	V_{CC} × 0.5	–	V
Magnetic Offset Error	V_{ERROM}	I_P = 0 A, after excursion of 5 A	–	0	–	mV
Clamping Voltage	V_{CH}		Typ. –110	V_{CC} × 0.9375	Typ. +110	mV
	V_{CL}		Typ. –110	V_{CC} × 0.0625	Typ. +110	mV
Power-On Time	t_{PO}	Output reaches 90% of steady-state level, T_J = 25°C, 20 A present on leadframe	–	35	–	µs
Magnetic Coupling[2]			–	12	–	G/A
Internal Filter Resistance[3]	$R_{F(INT)}$			1.7		kΩ

[1]Device may be operated at higher primary current levels, I_P, and ambient, T_A, and internal leadframe temperatures, T_{OP}, provided that the Maximum Junction Temperature, T_J(max), is not exceeded.

[2]1G = 0.1 mT.

[3]$R_{F(INT)}$ forms an RC circuit via the FILTER pin.

COMMON THERMAL CHARACTERISTICS[1]

			Min.	Typ.	Max.	Units
Operating Internal Leadframe Temperature	T_{OP}	E range	–40	–	85	°C
					Value	Units
Junction-to-Lead Thermal Resistance[2]	$R_{\theta JL}$	Mounted on the Allegro ASEK 712 evaluation board			5	°C/W
Junction-to-Ambient Thermal Resistance	$R_{\theta JA}$	Mounted on the Allegro 85-0322 evaluation board, includes the power consumed by the board			23	°C/W

[1]Additional thermal information is available on the Allegro website.

[2]The Allegro evaluation board has 1500 mm² of 2 oz. copper on each side, connected to pins 1 and 2, and to pins 3 and 4, with thermal vias connecting the layers. Performance values include the power consumed by the PCB. Further details on the board are available from the Frequently Asked Questions document on our website. Further information about board design and thermal performance also can be found in the Applications Information section of this datasheet.

x05A PERFORMANCE CHARACTERISTICS T_{OP} = –40°C to 85°C[1], C_F = 1 nF, and V_{CC} = 5 V, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	I_P		–5	–	5	A
Sensitivity[2]	$Sens_{TA}$	Over full range of I_P, T_A = 25°C	–	185	–	mV/A
	$Sens_{TOP}$	Over full range of I_P	178	–	193	mV/A
Noise	$V_{NOISE(PP)}$	Peak-to-peak, T_A= 25°C, 185 mV/A programmed Sensitivity, C_F = 4.7 nF, C_{OUT} = open, 20 kHz bandwidth	–	45	–	mV
		Peak-to-peak, T_A = 25°C, 185 mV/A programmed Sensitivity, C_F = 47 nF, C_{OUT} = open, 2 kHz bandwidth	–	20	–	mV
		Peak-to-peak, T_A = 25°C, 185 mV/A programmed Sensitivity, C_F = 1 nF, C_{OUT} = open, 50 kHz bandwidth	–	75	–	mV
Electrical Offset Voltage	V_{OE}	I_P = 0 A	–40	–	40	mV
Total Output Error[3]	E_{TOT}	I_P =±5 A, T_A = 25°C	–	±1.5	–	%

[1]Device may be operated at higher primary current levels, I_P, and ambient temperatures, T_{OP}, provided that the Maximum Junction Temperature, $T_{J(max)}$, is not exceeded.
[2]At –40°C Sensitivity may shift as much 9% outside of the datasheet limits.
[3]Percentage of I_P, with I_P = 5 A. Output filtered.

x20A PERFORMANCE CHARACTERISTICS T_{OP} = –40°C to 85°C[1], C_F = 1 nF, and V_{CC} = 5 V, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	I_P		–20	–	20	A
Sensitivity[2]	$Sens_{TA}$	Over full range of I_P, T_A = 25°C	–	100	–	mV/A
	$Sens_{TOP}$	Over full range of I_P	97	–	103	mV/A
Noise	$V_{NOISE(PP)}$	Peak-to-peak, T_A= 25°C, 100 mV/A programmed Sensitivity, C_F = 4.7 nF, C_{OUT} = open, 20 kHz bandwidth	–	24	–	mV
		Peak-to-peak, T_A = 25°C, 100 mV/A programmed Sensitivity, C_F = 47 nF, C_{OUT} = open, 2 kHz bandwidth	–	10	–	mV
		Peak-to-peak, T_A = 25°C, 100 mV/A programmed Sensitivity, C_F = 1 nF, C_{OUT} = open, 50 kHz bandwidth	–	40	–	mV
Electrical Offset Voltage	V_{OE}	I_P = 0 A	–30	–	30	mV
Total Output Error[3]	E_{TOT}	I_P =±20 A, T_A = 25°C	–	±1.5	–	%

[1]Device may be operated at higher primary current levels, I_P, and ambient temperatures, T_{OP}, provided that the Maximum Junction Temperature, T_J(max), is not exceeded.
[2]At –40°C Sensitivity may shift as much 9% outside of the datasheet limits.
[3]Percentage of I_P, with I_P = 20 A. Output filtered.

x30A PERFORMANCE CHARACTERISTICS T_{OP} = –40°C to 85°C[1], C_F = 1 nF, and V_{CC} = 5 V, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	I_P		–30	–	30	A
Sensitivity[2]	$Sens_{TA}$	Over full range of I_P, T_A = 25°C	–	66	–	mV/A
	$Sens_{TOP}$	Over full range of I_P	64	–	68	mV/A
Noise	$V_{NOISE(PP)}$	Peak-to-peak, T_A= 25°C, 66 mV/A programmed Sensitivity, C_F = 4.7 nF, C_{OUT} = open, 20 kHz bandwidth	–	20	–	mV
		Peak-to-peak, T_A = 25°C, 66 mV/A programmed Sensitivity, C_F = 47 nF, C_{OUT} = open, 2 kHz bandwidth	–	7	–	mV
		Peak-to-peak, T_A = 25°C, 66 mV/A programmed Sensitivity, C_F = 1 nF, C_{OUT} = open, 50 kHz bandwidth	–	35	–	mV
Electrical Offset Voltage	V_{OE}	I_P = 0 A	–30	–	30	mV
Total Output Error[3]	E_{TOT}	I_P = ±30 A, T_A = 25°C	–	±1.5	–	%

[1]Device may be operated at higher primary current levels, I_P, and ambient temperatures, T_{OP}, provided that the Maximum Junction Temperature, T_J(max), is not exceeded.
[2]At –40°C Sensitivity may shift as much 9% outside of the datasheet limits.
[3]Percentage of I_P, with I_P = 30 A. Output filtered.

LAMPIRAN B
DATASHEET TRANSISTOR IRFP460

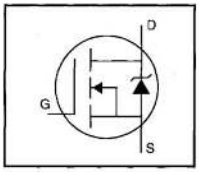
International
IOR Rectifier

PD-9.512B

IRFP460

HEXFET® Power MOSFET

- Dynamic dv/dt Rating
- Repetitive Avalanche Rated
- Isolated Central Mounting Hole
- Fast Switching
- Ease of Paralleling
- Simple Drive Requirements



V_{DSS} = 500V

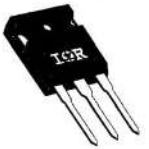
$R_{DS(on)}$ = 0.27Ω

I_D = 20A

Description

Third Generation HEXFETs from International Rectifier provide the designer with the best combination of fast switching, ruggedized device design, low on-resistance and cost-effectiveness.

The TO-247 package is preferred for commercial–industrial applications where higher power levels preclude the use of TO-220 devices. The TO-247 is similar but superior to the earlier TO-218 package because of its isolated mounting hole. It also provides greater creepage distance between pins to meet the requirements of most safety specifications.



TO-247AC

DATA SHEETS

Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
I_D @ T_C = 25°C	Continuous Drain Current, V_{GS} @ 10 V	20	A
I_D @ T_C = 100°C	Continuous Drain Current, V_{GS} @ 10 V	13	
I_{DM}	Pulsed Drain Current ①	80	
P_D @ T_C = 25°C	Power Dissipation	280	W
	Linear Derating Factor	2.2	W/°C
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	±20	V
E_{AS}	Single Pulse Avalanche Energy ②	960	mJ
I_{AR}	Avalanche Current ①	20	A
E_{AR}	Repetitive Avalanche Energy ①	28	mJ
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt ③	3.5	V/ns
T_J T_{STG}	Operating Junction and Storage Temperature Range	-55 to +150	°C
	Soldering Temperature, for 10 seconds	300 (1.6mm from case)	
	Mounting Torque, 6-32 or M3 screw	10 lbf•in (1.1 N•m)	

Thermal Resistance

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	—	—	0.45	°C/W
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	—	0.24	—	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient	—	—	40	

Electrical Characteristics @ T_J = 25°C (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	500	—	—	V	V_{GS}=0V, I_D= 250μA
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.63	—	V/°C	Reference to 25°C, I_D= 1mA
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	0.27	Ω	V_{GS}=10V, I_D=12A ④
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	2.0	—	4.0	V	V_{DS}=V_{GS}, I_D= 250μA
g_{fs}	Forward Transconductance	13	—	—	S	V_{DS}=50V, I_D=12A ④
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	μA	V_{DS}=500V, V_{GS}=0V
		—	—	250		V_{DS}=400V, V_{GS}=0V, T_J=125°C
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	V_{GS}=20V
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		V_{GS}=-20V
Q_g	Total Gate Charge	—	—	210	nC	I_D=20A
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	—	29		V_{DS}=400V
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	—	110		V_{GS}=10V See Fig. 6 and 13 ④
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	18	—	ns	V_{DD}=250V
t_r	Rise Time	—	59	—		I_D=20A
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	110	—		R_G=4.3Ω
t_f	Fall Time	—	58	—		R_D=13Ω See Figure 10 ④
L_D	Internal Drain Inductance	—	5.0	—	nH	Between lead, 6 mm (0.25in.) from package and center of die contact
L_S	Internal Source Inductance	—	13	—		
C_{iss}	Input Capacitance	—	4200	—	pF	V_{GS}=0V
C_{oss}	Output Capacitance	—	870	—		V_{DS}= 25V
C_{rss}	Reverse Transfer Capacitance	—	350	—		f=1.0MHz See Figure 5

Source-Drain Ratings and Characteristics

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
I_S	Continuous Source Current (Body Diode)	—	—	20	A	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode.
I_{SM}	Pulsed Source Current (Body Diode) ①	—	—	80		
V_{SD}	Diode Forward Voltage	—	—	1.8	V	T_J=25°C, I_S=20A, V_{GS}=0V ④
t_{rr}	Reverse Recovery Time	—	570	860	ns	T_J=25°C, I_F=20A
Q_{rr}	Reverse Recovery Charge	—	5.7	8.6	μC	di/dt=100A/μs ④
t_{on}	Forward Turn-On Time	Intrinsic turn-on time is neglegible (turn-on is dominated by L_S+L_D)				

Notes:

① Repetitive rating; pulse width limited by max. junction temperature (See Figure 11)

② V_{DD}=50V, starting T_J=25°C, L=4.3mH R_G=25Ω, I_{AS}=20A (See Figure 12)

③ I_{SD}≤20A, di/dt≤160A/μs, V_{DD}≤$V_{(BR)DSS}$, T_J≤150°C

④ Pulse width ≤ 300 μs; duty cycle ≤2%.

LAMPIRAN C
DATASHEET DIODA 1N4004

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

1N4001 - 1N4007

Features

- Low forward voltage drop.
- High surge current capability.

DO-41
COLOR BAND DENOTES CATHODE

General Purpose Rectifiers

Absolute Maximum Ratings*

T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_{RRM}	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current, .375 " lead length @ T_A = 75°C	1.0							A
I_{FSM}	Non-repetitive Peak Forward Surge Current 8.3 ms Single Half-Sine-Wave	30							A
T_{stg}	Storage Temperature Range	-55 to +175							°C
T_J	Operating Junction Temperature	-55 to +175							°C

*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Value	Units
P_D	Power Dissipation	3.0	W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	50	°C/W

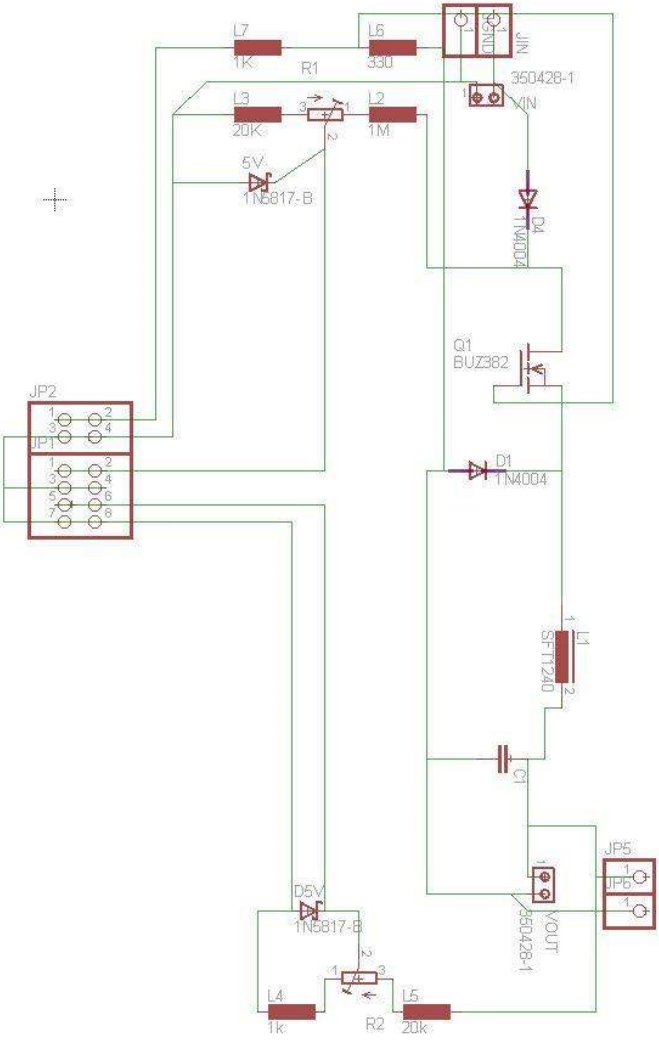
Electrical Characteristics

T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Device							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_F	Forward Voltage @ 1.0 A	1.1							V
I_{rr}	Maximum Full Load Reverse Current, Full Cycle T_A = 75°C	30							µA
I_R	Reverse Current @ rated V_R T_A = 25°C T_A = 100°C	5.0 500							µA µA
C_T	Total Capacitance V_R = 4.0 V, f = 1.0 MHz	15							pF

©2003 Fairchild Semiconductor Corporation

LAMPIRAN D
RANGKAIAN CHARGE CONTROLLER



LAMPIRAN E
DATASHEET ATMEGA16

Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
  - 16 Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
  - 512 Bytes EEPROM
  - 1 Kbyte Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C(1)
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    In-System Programming by On-chip Boot Program
    True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
  - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
  - Extensive On-chip Debug Support
  - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Four PWM Channels
  - 8-channel, 10-bit ADC
    8 Single-ended Channels
    7 Differential Channels in TQFP Package Only
    2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
  - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
  - Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated RC Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
  - 32 Programmable I/O Lines
  - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
  - 2.7V - 5.5V for ATmega16L
  - 4.5V - 5.5V for ATmega16
- Speed Grades
  - 0 - 8 MHz for ATmega16L
  - 0 - 16 MHz for ATmega16
- Power Consumption @ 1 MHz, 3V, and 25°C for ATmega16L
  - Active: 1.1 mA
  - Idle Mode: 0.35 mA
  - Power-down Mode: < 1 µA

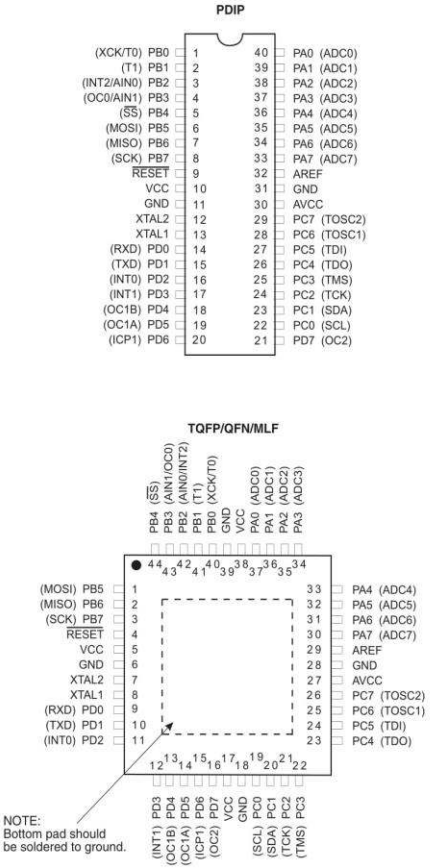
8-bit AVR® Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash

ATmega16
ATmega16L

Rev. 2466T–AVR–07/10

Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega16



Disclaimer

Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

LAMPIRAN F
DATASHEET MINIMUM SISTEM ATMEGA16

DT-AVR

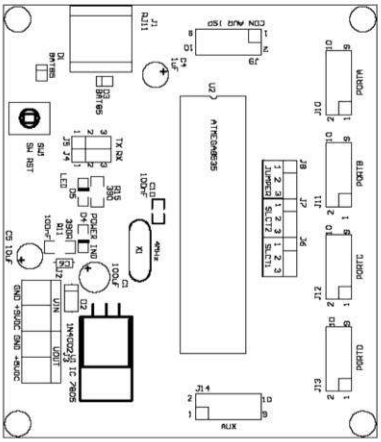
Low Cost Micro System

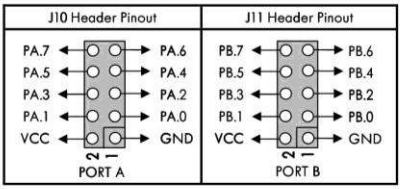
DT-AVR Low Cost Micro System is a single chip module based on AVR® Microcontroller and has the ability to perform UART RS-232 serial data communication and memory programming through ISP (In-System Programming). Examples of this module's application are: LED display controller, motor driver controller, digital voltmeter, data communications between module and PC, etc.

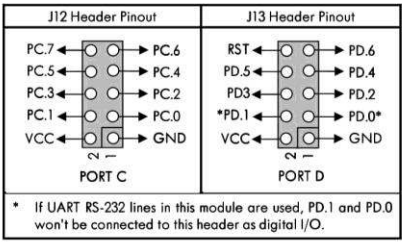
Hardware Specification

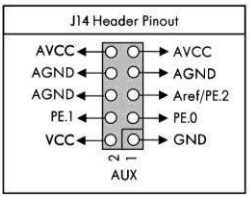
1. ATmega8535, a High-performance, Low-power AVR® 8-bit Microcontroller with 8 KB Flash Memory and 8-channel, 10-bit ADC.
2. Supports variant of 40-pins AVR®, such as: ATmega8535, ATmega8515, AT90S8515, AT90S8535, etc. Conversion socket is required for AVR® without internal ADC.
3. Up to 35 pins programmable I/O lines.
4. An external brown out detector in reset circuit.
5. Jumper configuration to select types of reference voltage for AVR® with internal ADC.
6. Programming indicator LED.
7. 4 MHz oscillator frequency.
8. UART RS-232 serial communication lines with RJ11 connector.
9. ISP programming port.
10. Power supply input voltage 9-12 VDC (VIN) and output voltage 5 VDC (VOUT).

Layout and Jumper Configuration

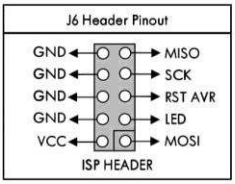




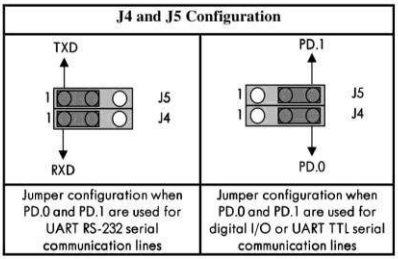




Programming through ISP (In-System Programming) uses ISP Header. The pin configuration is shown in the following figure:

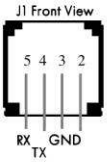


To use UART RS-232 serial communication in the module, configure J4 and J5 as follows:

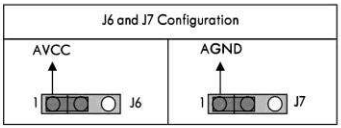


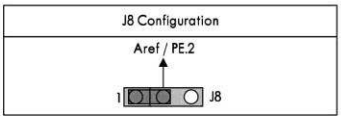
The table below shows the connection between computer and Low Cost Micro System through UART RS-232:

COM port Komputer DB9	DT-AVR Low Cost Micro System J1
RX (pin 2)	RX (pin 5)
TX (pin 3)	TX (pin 4)
GND (pin 5)	GND (pin 3)

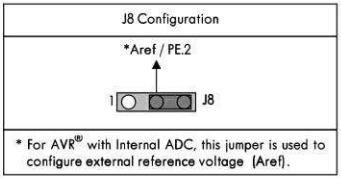


To use AVR® with internal ADC, reference voltage can be obtained from AVCC or Aref. To obtain reference voltage from AVCC, configure jumper J6, J7, and J8 as follows:

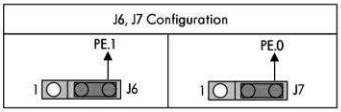


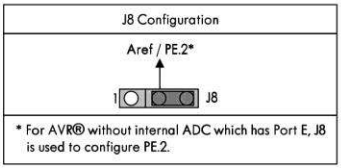


To obtain reference voltage (Aref) from external source, configure jumper J8 as follows:



To use AVR® without internal ADC, a conversion socket must be used. Configure jumper J6, J7, and J8 as follows:





J6, J7, and J8 jumper configuration is used to configure microcontroller's pin 30, 31, and 32. For some microcontrollers, such as Atmega8515, the pins function as Port E (PE.0 - PE.2).

CD Contents

1. CodeVisionAVR© 1.24.2c Evaluation Version.
2. Program for I/O, Serial, and ADC testing in C language.
3. TESTBOARD.EXE Tester Program.
4. Datasheets of several AVR® Microcontrollers supported by DT-AVR Low Cost Micro System.
5. DT-AVR Low Cost Micro System Manual.
6. DT-AVR Low Cost Micro System and Conversion Socket schematics.
7. Innovative Electronics Offline Website.

Testing Procedure

A program that has been written down into ATmega8535 (avrtest.prj) can be used for preliminary testing. This program will generate square waves through all Port B, Port C, and Port D I/O pins, except PD.0 and PD.1 because they are used as UART communication lines.

The steps to test serial port are as follows:

1. Configure J4 and J5 for UART RS-232 communication, and then apply power supply input voltage to Low Cost Micro System.
2. Connect DB-9 Connector on computer and RJ11 on Low Cost Micro System using the provided serial cable.
3. Run TESTBOARD.EXE program. Determine COM Port to be used. Click **Serial Test** button. If serial communication is successful, information about the sent and received data ("0 = 0", "1 = 1", "2 = 2", etc) will be displayed in green, and a window containing text "Success!" will appear. If serial communication is failed, the text "Fail" will be displayed in red and a window containing text "Fail!" will appear.

The square waves on Port B, Port C, and Port D can be examined by oscilloscope or by connecting the ports to LED circuitry or to DT-I/O LED Logic Tester to see the blinking LED lights.

In ADC testing, Port A is used as input channel. Before testing, configure J6, J7, and J8 to obtain reference voltage from AVCC. Input the voltage between 0 – 5 Volt to one of ADC channel (channel 0 – channel 7). Select input channel to be measured, then click **Test ADC** button. If there is no error, the result of input voltage measurement will be displayed on screen.

Note:

DT-AVR Low Cost Micro System and Conversion Socket schematics are in the CD.

E-mail: support@innovativeelectronics.com

Trademark & Copyright

- CodeVisionAVR is copyright by Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
- AVR is registered trademark of Atmel.

LAMPIRAN G
SPESIDIKASI BATERAI/AKI

LAMPIRAN H
LISTING PROGRAM PADA ATMEGA16

```
/*****************************************************
*
This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
http://www.hpinfotech.com

Project : Monitoring battery charger
Version : 1
Date    : 27-Jul-2018
Author  : SNB Stdio
Company : EEPIS
Comments:


Chip type               : ATmega16
Program type            : Application
AVR Core Clock frequency: 4.000000 MHz
Memory model            : Small
External RAM size       : 0
Data Stack size         : 256
*****************************************************
/

#include <mega16.h>
#include <delay.h>
#include <stdlib.h>

// Alphanumeric LCD functions
```

```
#include <alcd.h>

// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>

#define ADC_VREF_TYPE 0x00
#define baca_Vin read_adc(0)
#define baca_Vout read_adc(1)
#define baca_Arus read_adc(2)
#define baca_Vb read_adc(3)
#define Relay PORTB.0
#define on 1
#define off 0


// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
delay_us(10);
// Start the AD conversion
ADCSRA|=0x40;
// Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA & 0x10)==0);
ADCSRA|=0x10;
return ADCW;
}

// Declare your global variables here
float Vin,Vout,Arus,Daya,Vb;
int i;
char value[10],buffer[16];    //buffer display
```

```
void dutycycle_PWM(int dutycycle)
{
OCR0=dutycycle*256/100-1;
}

void setting_vout(int set_vout)
{
int dutycycle=set_vout*100/Vin;
dutycycle_PWM(dutycycle);
}

void main(void)
{
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=Out Func2=In
Func1=In Func0=Out
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=0 State2=T
State1=T State0=T
PORTB=0x01;
DDRB=0x09;

// Port C initialization
```

```
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x00;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 4000.000 kHz
// Mode: Fast PWM top=0xFF
// OC0 output: Non-Inverted PWM
TCCR0=0x69;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
```

```
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;
```

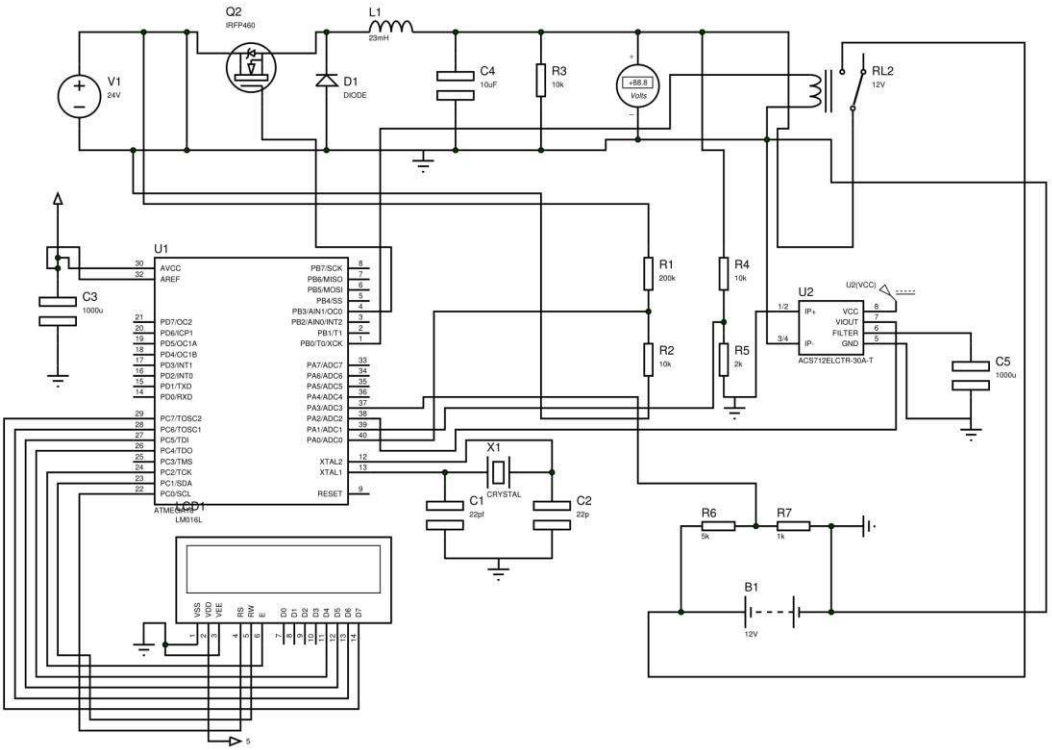
```
// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: Off
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x08;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x19;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 1000.000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x82;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;
```

```
// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD
menu:
// RS - PORTC Bit 0
// RD - PORTC Bit 1
// EN - PORTC Bit 2
// D4 - PORTC Bit 4
// D5 - PORTC Bit 5
// D6 - PORTC Bit 6
// D7 - PORTC Bit 7
// Characters/line: 8
lcd_init(16);
Relay=on;
Vin=(baca_Vin*0.00488758553)*21;
setting_vout(1);

while (1)
      {
      Vin=0; Vout=0; Arus=0; Daya=0; Vb=0;

      // Place your code here
      //MENCARI NILAI RATA-RATA
      for(i=1; i<=100;i++){
      Vin=Vin+(baca_Vin*0.00488758553)*21;   //prescale 1;
5/1023=0.00488758553 , prescale 2;pembagi tegangan
      Vout=Vout+(baca_Vout*0.00488758553)*11; //prescale 1;
5/1023=0.00488758553 , prescale 2;pembagi tegangan
      Arus=Arus+(baca_Arus-512)*0.00488758553*2; //Arus
positif(0A-5A) --> 2,5V sampai 5V,  prescale 1;
5/1023=0.00488758553
      Vb=Vb+baca_Vb*0.00488758553*5;
```

```
    if(Vb/i>=12 || (baca_Arus-
512)*0.00488758553*2<0.001){setting_vout(0); Relay=off;}

    delay_us(10);
    }


    Vout=Vout/100; Vin=Vin/100; Arus=Arus/100;
    Daya=Vb/12; //Daya_rata"  = rata"_tegangan * rata"_arus


    ftoa(Vin,1,value);
//KONVERSI FLOAT TO ASCII
    sprintf(buffer,"Vi=%sV",value); printf("|| %s  \n",buffer);
//buffer 1 --> buffer 2, kirim debug serial
    lcd_gotoxy(0,0); lcd_puts(buffer);
//tampilkan buffer 2 ke LCD

    ftoa(Vout,1,value);
//KONVERSI FLOAT TO ASCII
    sprintf(buffer,"Vo=%sV",value); printf(", %s  \n",buffer);
//buffer 1 --> buffer 2, kirim debug serial
    lcd_gotoxy(0,1); lcd_puts(buffer);
//tampilkan buffer 2 ke LCD

    ftoa(Arus,1,value);
//KONVERSI FLOAT TO ASCII
    sprintf(buffer,"I=%sA",value); printf(", %s  \n",buffer);
//buffer 1 --> buffer 2, kirim debug serial
    lcd_gotoxy(10,0); lcd_puts(buffer);
//tampilkan buffer 2 ke LCD
```

```
    ftoa(Vb/100,5,value);
//KONVERSI FLOAT TO ASCII
    sprintf(buffer,"Vb=%sV",value); printf(", %s  \n",buffer);

    ftoa(Daya,0,value);
//KONVERSI FLOAT TO ASCII
    sprintf(buffer,"P=%s%c",value,'%'); printf(", %s  \n",buffer);
//buffer 1 --> buffer 2, kirim debug serial
    lcd_gotoxy(10,1); lcd_puts(buffer);
//tampilkan buffer 2 ke LCD
    delay_ms(10);
    }
}
```

LAMPIRAN I
RANGKAIAN SISTEM CHARGING DAN MONITORING BATERAI 12 VOLT



BIODATA PENULIS

Nama lengkap penulis adalah Fitria Dayanti yang dilahirkan di Kota Kediri pada tanggal 9 Februari 1997 dari ayah bernama Moh. Saderi dan ibu bernama Toni. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Saat ini penulis tinggal di Jl. Melati Desa Bancong Kec. Wonoasri, Kab. Madiun, Jawa Timur. Pada tahun 2009, penulis menyelesaikan pendidikan dasar di MIN Bancong Madiun. Pada tahun 2012 penulis menyelesaikan pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Mejayan Madiun. Pada tahun 2015 penulis menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMAN 2 Mejayan Madiun. Pada tahun 2018, penulis mampu menyelesaikan gelar ahli madya di Program Studi DIII-Metrologi dan Instrumentasi, Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "**PERANCANGAN SISTEM CHARGING DAN MONITORING BATERAI LEVEL TEGANGAN 12 VOLT DC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16"**. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini maka dapat menghubungi penulis melalui fitriadayanti@gmail.com.