

**RANCANG BANGUN SOLAR POWER BANK 150 WATT
BERBASIS ATMEGA16**

SKRIPSI



**Disusun Oleh :
Hatta Eko Yulianto
NIM : 09.12.216**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2014**

2014

REKAMATI TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI
KONTRIBUTOR TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI
ZONA SEKTOR TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMUNIKASI
KONTRIBUTOR TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMUNIKASI

REKAMATI TEKNOLOGI
INFORMASI DAN KOMUNIKASI
KONTRIBUTOR TEKNIK
INFORMATIKA DAN KOMUNIKASI

REKAMATI TEKNOLOGI

REKAMATI TEKNOLOGI
INFORMASI DAN KOMUNIKASI KONTRIBUTOR TEKNIK
INFORMATIKA DAN KOMUNIKASI

LEMBAR PERSETUJUAN
RANCANG BANGUN SOLAR POWER BANK 150 WATT
BERBASIS ATMEGA 16

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi Persyaratan Guna
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :

Hatta Eko Yulianto
09.12.216

Mengetahui,
Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT
NIP.P. 1030000365

Dosen Pembimbing II

Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP.Y. 1028700172



Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashfari, ST, MT
NIP.P.1030100358

MILITAN
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

NI (PERSERO) MALANG
K NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : **Hatta Eko Yulianto**
Nim : **09.12.216**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Elektronika**
Masa Bimbingan : **Semester Ganjil 2013-2014**
Judul : **RANCANG BANGUN SOLAR POWER BANK 150
WATT BERBASIS ATMEGA 16**

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Rabu
Tanggal : 19 Februari 2014
Dengan Nilai : 81,9 (A) *o*

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua Majelis Penguji

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.Y.1030100358

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT
NIP.Y.1030800417

ANGGOTA PENGUJI

Penguji I

Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP.Y.1028400082

Penguji II

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.Y.1030100358

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang Bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hatta Eko Yulianto
NIM : 09.12.216
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 1 April 2014

Yang membuat pernyataan,



Hatta Eko Yulianto

NIM : 09.12.216

RANCANG BANGUN SOLAR POWER BANK 150 WATT BERBASIS ATMEGA 16

Hatta Eko Yulianto

(09.12.216)

Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Elektronika
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo Km 2 Malang
E-mail : e.hatta@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pemakaian barang elektronik menjadi suatu kebutuhan khusus guna menunjang kehidupan sehari-hari seperti Handphone, laptop, dan lain sebagainya. Semakin banyak kebutuhan energi listrik untuk mencukupi kebutuhan baik di desa maupun kota, Indonesia adalah negara tropis yang sangat kaya dengan sinar matahari hampir setiap hari maka terdapat energi alternatif yang memanfaatkan sinar matahari sebagai sumbernya yaitu dengan solar cell. Penggunaan solar cell terus meningkat sebagai energi listrik yang murah dan ramah lingkungan yang digunakan untuk menyuplai energi listrik. Seiring perkembangan jaman penggunaan solar cell dengan menggunakan power bank sebagai penyimpan energinya.

Pada tugas skripsi ini dibuat sebuah alat yang menggunakan solar cell sebagai sumber inputan dan tegangan 220 volt. Sistem alat ini yang mempunyai dua inputan agar mudah mendapatkan energi untuk disimpan ke baterai, dalam melakukan pengisian dan pemakaian energi melewati beberapa alat yaitu regulator untuk mengubah tegangan ac ke dc, Relay sebagai saklar sumber inputan menuju ke baterai, sensor pembagi tegangan agar bisa membaca kapasitas baterai, Inverter untuk outputan. Sedangkan mikrokontroler Atmega16 sebagai pemantau kapasitas baterai. Prinsip kerja dari alat ini adalah jika tidak ada inputan sumber tegangan 220V maka sumber tegangan yang dipakai adalah solar cell, tapi apa bila ada inputan dari tegangan 220 volt relay akan berubah dari normaly closed ke normaly open. Selain itu alat ini juga dilengkapi sensor tegangan yang berfungsi untuk membaca tegangan dari baterai supaya kalau tegangan dari baterai tidak cukup menyuplai inverter ada peringatan untuk melakukan pengisian.

Hasil output alat ini berupa tegangan DC dan tegangan AC. Tegangan DC bisa digunakan untuk mencharge handphone karena keluaran output 5 volt, sedangkan untuk tegangan output AC bisa digunakan sampai daya 150 watt.

Kata kunci : Solar cell, Regulator, Sensor tegangan, Inverter.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. atas segala limpahan berkah dan rahmat-Nya sehingga tugas skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Solar Power Bank 150 Watt Berbasis ATmega 16” dapat terselesaikan dengan baik.

Pembuatan skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat akhir kelulusan pendidikan jenjang Strata I di Institut Teknologi Nasional Malang.

Terima kasih yang mendalam penulis haturkan kepada kedua Orang tua yang telah berjasa membentuk kepribadian penulis, khususnya memberikan inspirasi yang kuat serta dukungan dan doa yang tiada henti. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Ir. SoeparnoDjiwo, MT selaku Rektor ITN Malang.
2. Ir. Anang Subardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. M. Ibrahim ashari, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
4. Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
5. Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT selaku Dosen Pembimbing I
6. Ir, Eko Nurchayo, MT selaku Dosen Pembimbing II.
7. Teman – teman seangkatan yang terus member semangat.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak bias penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sebuah kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan untuk perbaikan penelitian ini.

Malang, 17 februari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan.....	i
Surat Pernyataan Orisinalitas	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi.....	v
Daftar Gambar.....	vii
Daftar Tabel.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Manfaat.....	2
1.5. Batasan Masalah.....	2
1.6. Metodologi Penulisan.....	2
1.7. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Solar cell.....	5
2.2. Mikrokontroler ATmega 16	8
2.3. Regulator	12
2.4. Relay.....	14
2.5. Baterai	15
2.6. Pembagi Tegangan	17
2.6.1. Rangkaian Dasar Pembagi Tegangan	17
2.6.2. Rangkaian Pembagi Tegangan Terbebani.....	18
2.7. Inverter	19
2.7.1. Inverter Setengah Gelombang.....	21
2.7.2. Inverter Gelombang Penuh.....	23
2.8. LCD.....	23
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	
3.1. Diagram Blok	26

3.2. Prinsip kerja.....	27
3.3. Perancangan Hardware.....	28
3.3.1. Perancangan Solar cell	28
3.3.2. Perancangan Regulator.....	30
3.3.3. Perancangan Driver relay	30
3.3.4. Perancangan Mikrokontroler Atmega 16	32
3.3.4.1 Memori Map	32
3.3.4.2 Rangkaian Osilator	33
3.3.4.3 Rangkaian Reset	34
3.3.5. Baterai	35
3.3.6. Rangkaian pembagi Tegangan	36
3.3.7. Inverter	37
3.3.8. Rangkaian LCD (liquid Crystal Display	37
3.4. <i>Flowchart</i>	40

BAB IV PENGUJIAN

4.1. Umum.....	42
4.2. Pengujian Hardware	42
4.2.1. Pengujian Solar Cell.....	42
4.2.2. Pengujian Regulator	43
4.2.3. Pengujian Sensor Tegangan	45
4.2.4. Pengujian Minimum Sistem ATmega 16 dan LCD	46
4.2.5. Pengujian Driver Relay	47
4.2.6. Pengisian Baterai.....	48
4.2.7. Pengujian Inverter	49
4.3. Spesifikasi alat.....	51
4.3.1. Spesifikasi solar cell.....	51
4.3.2. Spesifikasi Baterai.....	52
4.3.3. Spesifikasi Inverter.....	53

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....	54
5.2. Saran.....	54

DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	: Struktur Solar cell	5
Gambar 2.2	: Atmega 16	9
Gambar 2.3	: Arsitektur Mikrokontroler AVR RISC.....	12
Gambar 2.4	: Ic regulator tipe 78xx dan 79xx.....	13
Gambar 2.5	: Bentuk Fisik Relay	14
Gambar 2.6	: Simbol Relay	15
Gambar 2.7	: Jenis-jenis baterai	16
Gambar 2.8	: Rangkaian dasar Pembagi Tegangan.....	17
Gambar 2.9	: Rangkaian Pembagi Tegangan Terbebani.....	18
Gambar 2.10	: Rangkaian Sederhana Inverter	19
Gambar 2.11	: Penjelasan Prinsip kerja Inverter menggunakan saklar.....	21
Gambar 2.12	: Output inverter setengah gelombang.....	21
Gambar 2.13	: Output inverter Gelombang Penuh.....	23
Gambar 2.14	: LCD 16x2.....	24
Gambar 3.1	: Blok diagram perancangan alat	26
Gambar 3.2	: Solar Cell dirangkai seri paralel	29
Gambar 3.3	: Rangkaian regulator.....	30
Gambar 3.4	: Rangkaian Driver Relay	31
Gambar 3.5	: Rangkaian Mikrokontroler.....	32
Gambar 3.6	: Rangkaian Osilator	34
Gambar 3.7	: Rangkaian <i>Reset</i>	35
Gambar 3.8	: Baterai disusun paralel	36
Gambar 3.9	: Pembagi Tegangan pada Baterai	37
Gambar 3.10	: Skematik Rangkaian LCD	38
Gambar 3.11	: Flowchart program mikrokontroler	40
Gambar 3.12	: Flowchart Sistem alat	41
Gambar 4.1	: Surya cell	43
Gambar 4.2	: Output dari regulator menggunakan IC 7805	44
Gambar 4.3	: Output dari IC 7815.....	44
Gambar 4.4	: Output Sensor Tegangan.....	45

Gambar 4.5 : Hasil pengujian port B mikrokontroler dengan menggunakan LCD	46
Gambar 4.6 : Nilai I_B driver relay	48
Gambar 4.7 : Pengukuran arus saat pengisian baterai menggunakan solar cell	48
Gambar 4.8 : Output inverter dengan beban lampu 50 watt.....	49
Gambar 4.9 : Output inverter dengan beban lampu 100 watt.....	50
Gambar 4.10 : Output inverter dengan beban lampu 150 watt.....	50
Gambar 4.11 : Solar Cell	51
Gambar 4.12 : Baterai Neata	52
Gambar 4.13 : Alat keseluruhan tanpa box	53
Gambar 4.14 : Alat keseluruhan menggunakan box.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	: Fungsi Khusus Port.....	10
Tabel 2.2	: Fungsi Khusus Port C.....	10
Tabel 2.3	: Fungsi Khusus Port D.....	11
Tabel 2.4	: Fungsi Pin-Pin LCD 2x16	24
Tabel 3.1	: Spesifikasi Dari solar Cell	28
Tabel 4.1	: Data Pengukuran Solar cell	43
Tabel 4.2	: Data Pengukuran Regulator	44
Tabel 4.3	: Hasil Pengujian Sensor Tegangan	46
Tabel 4.4	: Hasil pengujian rangkaian driver relay	47
Tabel 4.5	: Spesifikasi tiap cell	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi sekarang ini sangat maju , pemakaian alat elektronik menjadi gaya hidup masyarakat yang hampir mendasar seperti pemakaian Handphone, laptop, dan lain sebagainya, tentu teknologi seperti itu tidak terlepas dari sumber energi guna menghidupkan alat tersebut. Kebutuhan energi sangat lah besar untuk mencukupi kebutuhan masyarakat, mengingat Indonesia adalah negara tropis yang sangat kaya dengan sinar matahari maka terdapat energi alternatif yang memanfaatkan sinar matahari sebagai sumbernya yaitu dengan solar cell. Solar cell banyak dijumpai sebagai pembangkit listrik di Indonesia baik di desa maupun di kota yang digunakan untuk menyuplai energi listrik. Seiring perkembangan jaman penggunaan solar cell dengan menggunakan power bank sebagai penyimpan energinya.

Solar Power Bank adalah Alat penyimpan energi listrik yang mempunyai dua inputan sumber yaitu solar cell dan tegangan AC 220V, serta mempunyai dua outputan DC dan AC yang bisa dipakai sampai 150W.

Dari permasalahan di atas tentu saja energi alternatif solar power bank yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat dan akan sangat berkembang pada masa masa yang akan datang.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat diperoleh permasalahan yang timbul diantaranya yaitu :

1. Bagaimana merencanakan dan membuat hardware dari Solar Power Bank 150 Watt Berbasis ATmega 16.
2. Bagaimana menghitung lama pengisian baterai dan pemakaian inverter Solar Power Bank 150 Watt Berbasis ATmega 16.

1.3. Tujuan

Tujuan dari pembuatan alat ini adalah :

- Menciptakan teknologi yang tepat guna dalam upaya menciptakan alat yang dapat membantu masyarakat khususnya solar power bank.
- Sebagai penunjang penerapan teori yang diperoleh dari mata kuliah.

1.4. Manfaat

Manfaat dari pembuatan alat ini adalah :

- Untuk mempermudah mendapatkan Energi yang dibutuhkan oleh perangkat elektronik.
- Sebagai pengganti energi listrik apabila listrik dari PLN mati.

1.5. Batasan masalah

Untuk menyelesaikan skripsi ini secara maksimal, maka diperlukan batasan masalah supaya permasalahan tidak meluas dan tetap fokus pada tujuan utama. Adapun batasan-batasan masalah yaitu :

1. Baterai yang digunakan 12 V 14 Ah.
2. Daya yang dipakai AC 150 Watt.
3. Pendeteksian kapasitas baterai menggunakan pembagi tegangan.

1.6. Metode Pemecahan Masalah

Metode-metode yang diambil untuk pemecahan masalah ini meliputi :

a. Studi literatur

Mempelajari teori-teori yang terkait melalui literatur yang telah ada, yang berhubungan pada pembahasan masalah.

b. Perancangan dan pembuatan alat

Membuat diagram blok rangkaian yang sesuai dengan rencana kerja, kemudian direalisasikan dengan masalah perancangan dan pembuatan alat berdasarkan diagram blok rangkaian yang telah disusun.

c. Studi analisa alat

Untuk melakukan analisa dan pengujian alat yang telah dirancang apakah sesuai antara fungsi dan cara kerja yang diharapkan.

d. Pengambilan kesimpulan

Dilakukan setelah mendapatkan hasil dari perancangan dan pengujian alat. Jika hasil yang diperoleh sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan saat dilakukan perancangan, berarti alat tersebut telah dianggap selesai dan sesuai dengan harapan alat tersebut.

e. Penyusunan buku laporan

Untuk bertujuan menyusun data laporan yang berpedoman pada alat yang telah selesai dibuat beserta kesimpulan dan cara kerja alat tersebut.

1.7. Sistematika Penulisan

Untuk mendapatkan arah yang tepat mengenai hal-hal yang akan dibahas maka dalam skripsi ini disusun sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, metodologi pembahasan dan sistematika pembahasan yang akan dipaparkan dalam skripsi ini.

BAB II : LANDASAN TEORI

Membahas tentang berbagai macam teori yang mendukung dalam proses pengisian baterai menggunakan solar cell dan tegangan 220V dan LCD sebagai penampil output tegangan.

BAB III : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Berisi mengenai tahap-tahap Rancang Bangun Solar Power Bank 150 Watt Berbasis ATmega 16. Hal ini meliputi perancangan arsitektur perangkat keras.

BAB IV : PENGUJIAN ALAT

Membahas tentang pengujian pengisian baterai yang berdasarkan solar cell dan tegangan 220V, serta pemakaian baterai yang berdasarkan pada inverter dan beban yang dipakai, dengan menggunakan mikrokontroler AT-Mega 16 untuk memproses ketampilan LCD.

BAB V : PENUTUP

Merupakan bagian akhir dari laporan yang terdiri dari kesimpulan dan saran.

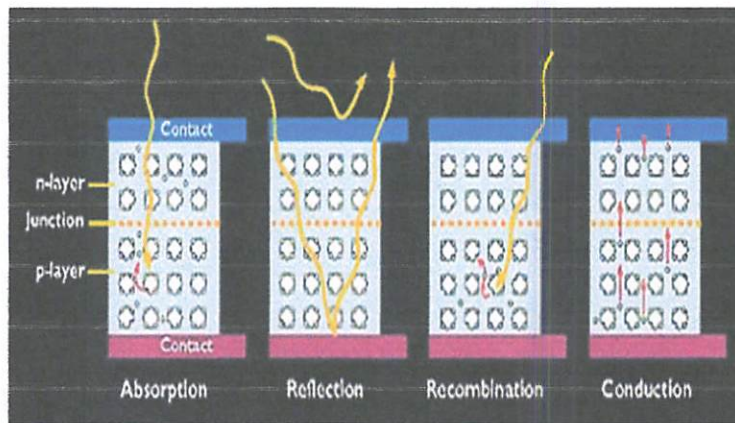
DAFTAR PUSTAKA

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Solar sel

Solar cell merupakan pembangkit listrik yang mengkonversikan tenaga matahari menjadi arus listrik. Energi matahari merupakan sumber energi yang paling menjanjikan mengingat sifatnya yang berkelanjutan (*sustainable*) dengan jumlahnya yang sangat besar..



Gambar 2.1. Struktur solar cell

(Sumber : http://Solar Cell Sumber Energi masa depan yang ramah lingkungan _ Chem-Is-Try.Org _ Situs Kimia Indonesia _ .html)

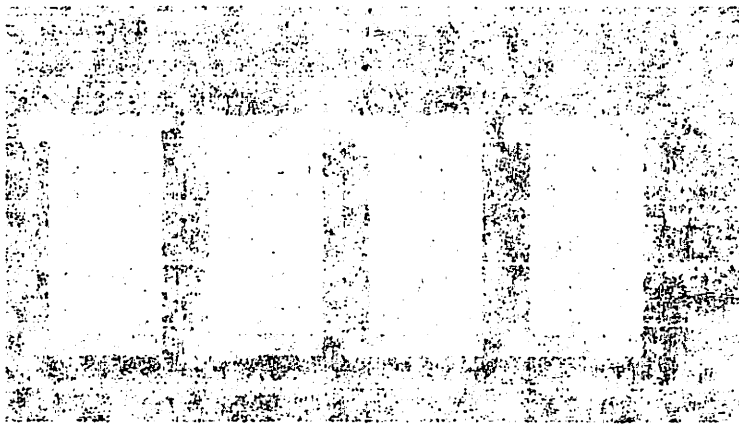
konversi cahaya matahari menjadi listrik bisa dimungkinkan karena bahan material yang menyusun sel surya merupakan bahan semikonduktor. Lebih tepatnya tersusun atas *dua* jenis semikonduktor; yakni jenis *n* dan jenis *p*.

Semikonduktor jenis *n* merupakan semikonduktor yang memiliki kelebihan energy $5n$, sehingga kelebihan muatan energy $5n$, ($n = \text{energi } n$). Sedangkan semikonduktor jenis *p* memiliki kelebihan hole, sehingga disebut dengan *p* ($p = \text{positif}$) karena kelebihan muatan positif. Caranya, dengan menambahkan energi lain ke dalam semikonduktor, maka kita dapat mengontrol jenis semikonduktor tersebut.

Pada awalnya, pembuatan dua jenis semikonduktor ini dimaksudkan untuk meningkatkan tingkat konduktifitas atau tingkat kemampuan daya hantar listrik dan panas semikonduktor alami. Di dalam semikonduktor alami (disebut dengan

1. PENDAHULUAN

Salah satu aspek penting dalam penelitian adalah metode yang digunakan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dengan menggunakan wawancara mendalam sebagai teknik pengumpulan data. Metode ini dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk memahami secara mendalam pengalaman dan persepsi responden mengenai topik yang diteliti.



Gambar 1.1 Struktur Organisasi

Struktur organisasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah struktur organisasi yang bersifat hierarkis. Struktur organisasi ini menggambarkan hubungan antara berbagai bagian dalam organisasi yang diteliti.

Penelitian ini bertujuan untuk memahami secara mendalam pengalaman dan persepsi responden mengenai topik yang diteliti. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dengan menggunakan wawancara mendalam sebagai teknik pengumpulan data.

Salah satu aspek penting dalam penelitian adalah metode yang digunakan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dengan menggunakan wawancara mendalam sebagai teknik pengumpulan data. Metode ini dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk memahami secara mendalam pengalaman dan persepsi responden mengenai topik yang diteliti.

Penelitian ini bertujuan untuk memahami secara mendalam pengalaman dan persepsi responden mengenai topik yang diteliti. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dengan menggunakan wawancara mendalam sebagai teknik pengumpulan data.

semikonduktor energi n) ini, energi n maupun hole memiliki jumlah yang sama. Kelebihan energi n atau hole dapat meningkatkan daya hantar listrik maupun panas dari sebuah semikonduktor.

Misal semikonduktor energi n yang dimaksud ialah energi (Si). Semikonduktor jenis p , biasanya dibuat dengan menambahkan energi boron (B), aluminium (Al), gallium (Ga) atau Indium (In) ke dalam Si. Unsur-unsur tambahan ini akan menambah jumlah hole. Sedangkan semikonduktor jenis n dibuat dengan menambahkan nitrogen (N), fosfor (P) atau arsen (As) ke dalam Si. Dari sini, tambahan energi n dapat diperoleh. Sedangkan, Si energi n sendiri tidak mengandung energi tambahan. Usaha menambahkan energi tambahan ini disebut dengan *doping* yang jumlahnya tidak lebih dari 1 % dibandingkan dengan berat Si yang hendak di-*doping*.

- Dua jenis semikonduktor n dan p ini jika disatukan akan membentuk sambungan $p-n$ atau energi $p-n$ (istilah lain menyebutnya dengan sambungan metalurgi / *metallurgical junction*).
- Sesaat setelah dua jenis semikonduktor ini disambung, terjadi perpindahan elektron-elektron dari semikonduktor n menuju semikonduktor p , dan perpindahan hole dari semikonduktor p menuju semikonduktor n . Perpindahan elektron maupun hole ini hanya sampai pada jarak tertentu dari batas sambungan awal.
- Elektron dari semikonduktor n bersatu dengan hole pada semikonduktor p yang mengakibatkan jumlah hole pada semikonduktor p akan berkurang. Daerah ini akhirnya berubah menjadi lebih bermuatan positif. Pada saat yang sama, Hole dari semikonduktor p bersatu dengan elektron yang ada pada semikonduktor n yang mengakibatkan jumlah elektron di daerah ini berkurang. Daerah ini akhirnya lebih bermuatan positif.
- Daerah energi n dan positif ini disebut dengan daerah deplesi (*depletion region*) ditandai dengan huruf W.
- Baik energi n maupun hole yang ada pada daerah deplesi disebut dengan pembawa muatan minoritas (*minority charge carriers*) karena keberadaannya di jenis semikonduktor yang berbeda.

- Dikarenakan adanya perbedaan muatan positif dan energi n di daerah deplesi, maka timbul dengan sendirinya medan listrik internal E dari sisi positif ke sisi energi n , yang mencoba menarik kembali hole ke semikonduktor p dan energi n ke semikonduktor n . Medan listrik ini cenderung berlawanan dengan perpindahan hole maupun energi n pada awal terjadinya daerah deplesi (nomor 1 di atas).
- Adanya medan listrik mengakibatkan sambungan pn berada pada *titik setimbang*, yakni saat di mana jumlah hole yang berpindah dari semikonduktor p ke n dikompensasi dengan jumlah hole yang tertarik kembali ke arah semikonduktor p akibat medan listrik E . Begitu pula dengan jumlah energi n yang berpindah dari semikonduktor n ke p , dikompensasi dengan mengalirnya kembali energi n ke semikonduktor n akibat tarikan medan listrik E . Dengan kata lain, medan listrik E mencegah seluruh energi n dan hole berpindah dari semikonduktor yang satu ke semikonduktor yang lain.

Pada sambungan $p-n$ inilah proses konversi cahaya matahari menjadi listrik terjadi. Untuk keperluan sel surya, semikonduktor n berada pada lapisan atas sambungan p yang menghadap ke arah datangnya cahaya matahari, dan dibuat jauh lebih tipis dari semikonduktor p , sehingga cahaya matahari yang jatuh ke permukaan sel surya dapat terus terserap dan masuk ke daerah deplesi dan semikonduktor p .

Ketika sambungan semikonduktor ini terkena cahaya matahari, maka energi n mendapat energi dari cahaya matahari untuk melepaskan dirinya dari semikonduktor n , daerah deplesi maupun semikonduktor. Terlepasnya energi n ini meninggalkan hole pada daerah yang ditinggalkan oleh energi n yang disebut dengan fotogenerasi energi n -hole (*electron-hole photogeneration*) yakni, terbentuknya pasangan energi n dan hole akibat cahaya matahari.

Cahaya matahari dengan panjang gelombang (dilambangkan dengan energi “ λ ”) yang berbeda, membuat fotogenerasi pada sambungan pn berada pada bagian sambungan pn yang berbeda pula. Spektrum merah dari cahaya matahari yang memiliki panjang gelombang lebih panjang, mampu menembus daerah deplesi hingga terserap di semikonduktor p yang akhirnya menghasilkan

proses fotogenerasi di sana. Spektrum biru dengan panjang gelombang yang jauh lebih pendek hanya terserap di daerah semikonduktor n .

Selanjutnya, dikarenakan pada sambungan pn terdapat medan listrik E , energi n hasil fotogenerasi tertarik energi semikonduktor n , begitu pula dengan hole yang tertarik energi semikonduktor p . Apabila rangkaian kabel dihubungkan ke dua bagian semikonduktor, maka energi n akan mengalir melalui kabel. Jika sebuah lampu kecil dihubungkan ke kabel, lampu tersebut menyala dikarenakan mendapat arus listrik, dimana arus listrik ini timbul akibat pergerakan energi n .

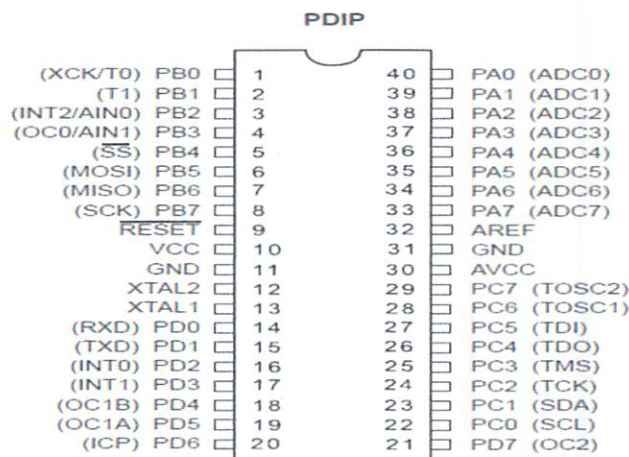
2.2. Mikrokontroler ATmega 16

Mikrokontroler AVR adalah mikrokontroler RISC 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard, yang dibuat oleh Atmel pada tahun 1996. AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan AVR yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus clock, lebih cepat dibandingkan MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock untuk mengeksekusi 1 instruksi. Mikrokontroler ATmega16 memiliki fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM internal, Timer/Counter, Watchdog Timer, PWM, Port I/O, komunikasi serial, Komparator, I2C,dll).

Berikut ini merupakan beberapa spesifikasi ATmega16:

1. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 Mhz.
2. Memiliki kapasitas flash memori 16 Kbyte, EEPROM 512 Byte, dan SRAM 1Kbyte
3. Saluran Port I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
4. CPU yang terdiri atas 32 buah register
5. User interupsi internal dan eksternal
6. Port USART sebagai komunikasi serial
7. Konsumsi daya rendah (DC 5V)
8. Fitur peripheral, yang terdiri dari
 - a. Tiga buah *Timer/Counter* dengan perbandingan

- 2 (dua) buah *Timer/Counter* 8 bit dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*
 - 1 (satu) buah *Timer/Counter* 16 bit dengan *Prescaler* terpisah, *Mode Compare*, dan *Mode Capture*
- b. *Real Time Counter* dengan osilator tersendiri
- c. 4 channel PWM
- d. 8 channel, 10-bit ADC
- 8 *Single-ended Channel*
 - 7 *Differential Channel* hanya pada kemasan TQFP
 - 2 *Differential Channel* dengan *Programmable Gain* 1x, 10x, atau 200x
- e. *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*
- f. Antarmuka SPI
- g. *Watchdog Timer* dengan osilator internal
- h. *On-chip Analog Comparator*



Gambar 2.2. ATmega 16

(Sumber : <http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf>)

Konfigurasi pin ATmega16 dengan kemasan 40 pin *Dual In-line Package* (DIP) dapat dilihat pada gambar 2.2. Dari gambar diatas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATmega16 sebagai berikut.

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya
2. GND merupakan pin *Ground*

3. Port A (PA0 – PA7) merupakan pin input/output dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan pin masukan ADC
4. Port B (PB0 – PB7) merupakan pin *input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan pin khusus, seperti dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Fungsi Khusus Port

<i>Pin</i>	Fungsi Khusus
PB0	XCK (USART External Clock Input/Output) T0 (Timer/Counter0 External Counter Input)
PB1	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
PB2	INT2 (External Interrupt 2 Input) AIN0 (Analog Comparator Negative Input)
PB3	OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Output) AIN1 (Analog Comparator Negative Input)
PB4	(SPI Slave Select Input)
PB5	MOSI (SPI Bus Master Output /Slave Input)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)

5. Port C (PC0 – PC7) merupakan pin *input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan pin khusus, seperti dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut

Tabel 2.2. Fungsi Khusus Port C

<i>Pin</i>	Fungsi Khusus
PC0	SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)
PC1	SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC2	TCK (Joint Test Action Group Test Clock)
PC3	TMS (JTAG Test Mode Select)
PC4	TDO (JTAG Data Out)
PC5	TDI (JTAG Test Data In)
PC6	TOSC1 (Timer Oscillator pin 1)
PC7	TOSC2 (Timer Oscillator pin 2)

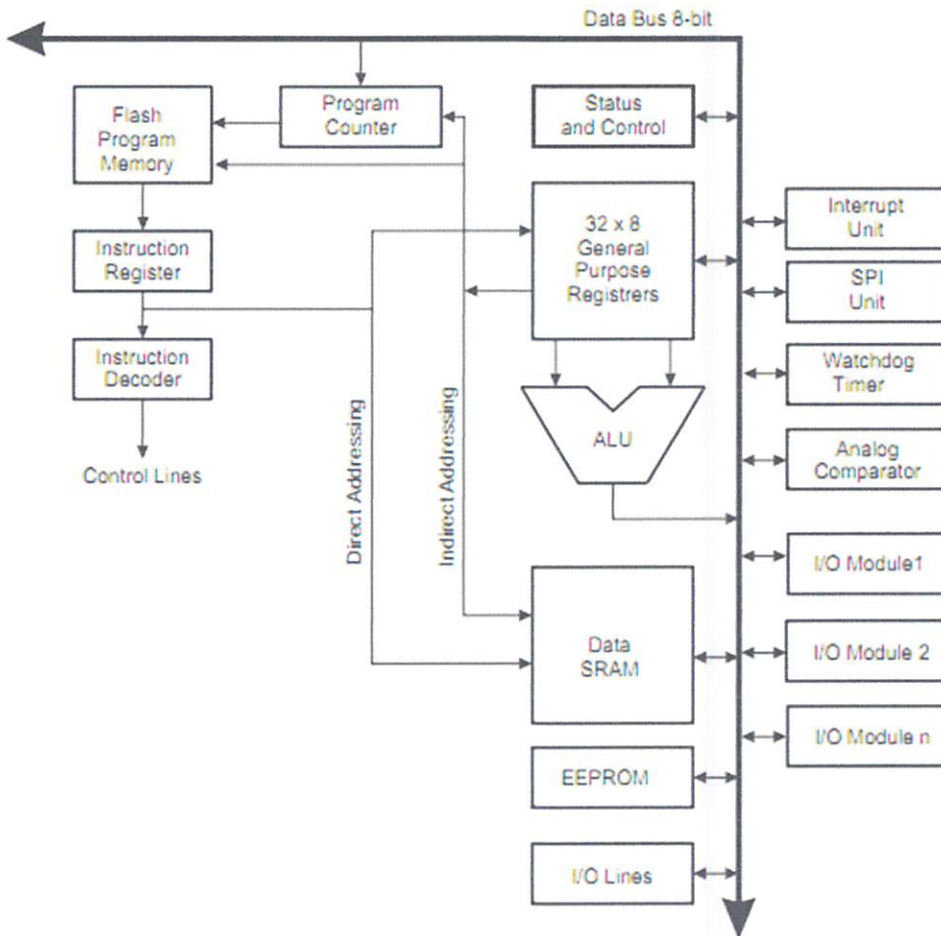
6. Port D (PD0 – PD7) merupakan pin *input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan pin khusus, seperti dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Fungsi Khusus Port D

<i>Pin</i>	Fungsi Khusus
PD0	RXD (USART <i>Input Pin</i>)
PD1	TXD (USART <i>Output Pin</i>)
PD2	INT0 (<i>External Interupt 0 Input</i>)
PD3	INT1 (<i>External Interupt 1 Input</i>)
PD4	OC1B (<i>Timer/Counter1 Output Compare B Macth Output</i>)
PD5	OC1A (<i>Timer/Counter1 Output Compare A Macth Output</i>)
PD6	ICP (<i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i>)
PD7	OC2 (<i>Timer/Counter2 Output Compare Macth Output</i>)

7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* eksternal.
9. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
10. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

Pada gambar 2.3 dapat kita lihat arsitektur mikrokontroller AVR RISC yang menjelaskan bagian – bagian apa saja yang ada dalam Mikrokontroller itu sendiri.



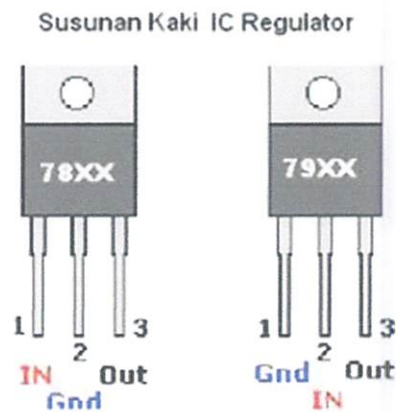
Gambar 2.3 Arsitektur Mikrokontroler AVR RISC

(Sumber : <http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf>)

2.3 Regulator

Perangkat elektronika pastilah untuk sumber catu dayanya menggunakan listrik. Sumber catu daya menggunakan sumber DC (Direct Current) atau arus searah agar mampu bekerja dengan baik. Banyak terdapat sumber catu daya dengan arus searah seperti baterai, accu. Tetapi penggunaan catu daya ini tentunya disesuaikan dengan perangkat elektronika yang digunakan. Dipasaran jarang ditemukan catu daya DC yang sesuai dengan kebutuhan, untuk itu kita perlu melakukan modifikasi atau merubah sumber AC (Alternating Current) arus bolak-balik menjadi arus searah DC.

Selain menggunakan arus searah tentunya kinerja dari catu daya ini diharapkan stabil, karena apabila tidak stabil ini akan menyebabkan pengaruh yang sifatnya merusak fungsi kerja yang dicatunya. Untuk menjaga agar catu daya ini dipasaran banyak dijual komponen – komponen penyetabil tegangan yang berbentuk IC (Interegated Circuit) atau yang biasa disebut IC regulator. IC regulator ini sendiri secara umum dapat dibagi mejadi dua yaitu regulator tegangan tetap dan regulator yang dapat diatur. Untuk regulator tetap sekarang ini yang paling terkenal adalah keluarga 78xx untuk output tegangan positif dan keluarga 79xx untuk keluaran tegangan negatif. Untuk nilai output yang dihasilkan ini sendiri dapat diketahui dengan membaca dua digit terakhirnya. Sebagai contoh 7805 adalah regulator tegangan tetap untuk keluaran positif dengan nilai output sebesar 5 volt. Sedangkan 7912 adalah regulator tegangan negatif dengan tegangan keluaran - 12 volt. Untuk bentuk fisik dari IC ini dapat dilihat pada Gambar 2.4.



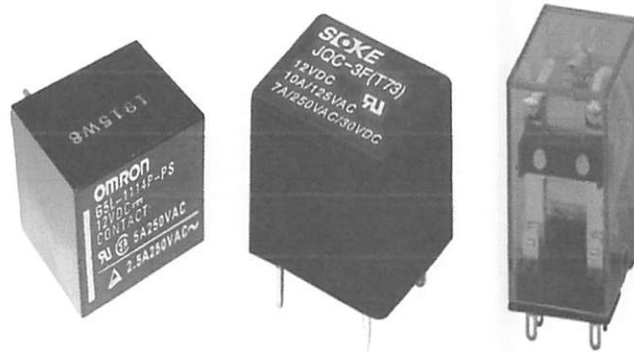
Gambar 2.4. Ic regulator tipe 78xx dan 79xx

(Sumber: <http://eprints.uny.ac.id/9235/3/bab%20%20-0850613100.pdf>)

2.4. Relay

Relay adalah suatu piranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor (saklar) yang tersusun. Kontaktor akan tertutup (On) atau terbuka (Off) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar dimana pergerakan kontaktor (On/Off) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik. Sebagai komponen

elektronika, relay mempunyai peran penting dalam sebuah sistem rangkaian elektronika dan rangkaian listrik untuk menggerakkan sebuah perangkat yang memerlukan arus besar tanpa terhubung langsung dengan perangkat pengendali yang mempunyai arus kecil. Dengan demikian relay dapat berfungsi sebagai pengaman.

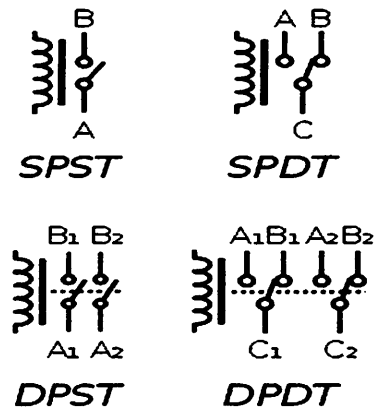


Gambar 2.5. Bentuk Fisik Relay

(Sumber : <http://telinks.wordpress.com/2010/05/01/rangkaian-driver-relay-praktis-menggunakan-transistor-bipolar/>)

Ada beberapa jenis relay berdasarkan cara kerjanya yaitu:

1. **Normaly On** : Kondisi awal kontaktor terturup (On) dan akan terbuka (Off) jika relay diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan (coil) relay. Istilah lain kondisi ini adalah Normaly Close (NC).
2. **Normaly Off** : Kondisi awal kontaktor terbuka (Off) dan akan tertutup jika relay diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan (coil) relay. Istilah lain kondisi ini adalah Normaly Open (NO).
3. **Change-Over (CO) atau Double-Throw (DT)** : Relay jenis ini memiliki dua pasang terminal dengan dua kondisi yaitu Normaly Open (NO) dan Normaly Close (NC).



Gambar 2.6. Simbol Relay

:(Sumber <http://telinks.wordpress.com/2010/05/01/rangkaian-driver-relay-praktis-menggunakan-transistor-bipolar/>)

1. **SPST (Single Pole Single Throw)** : Relay ini memiliki empat terminal. Dua terminal kumparan (coil) dan dua terminal saklar (A dan B) yang dapat terhubung dan terputus.
2. **SPDT (Single Pole Double Pole)** : Relay ini memiliki lima terminal. Dua terminal kumparan (coil) dan tiga terminal saklar (A,B, dan C) yang dapat terhubung dan terputus dengan satu terminal pusat. Jika suatu saat terminal A terputus dengan terminal pusat (C) maka terminal lain (B) terhubung dengan terminal C, demikian juga sebaliknya.
3. **DPST (Double Pole Single Throw)** : Relay ini mempunyai enam terminal. Dua terminal kumparan (coil), dan empat terminal merupakan dua pasang saklar yang dapat terhubung dan terputus (A₁ dan B₁ - A₂ dan B₂).
4. **DPDT (Double pole Double Throw)** : Relay ini mempunyai delapan terminal. Dua terminal kumparan (coil), enam terminal merupakan dua set saklar yang dapat terputus dan terhubung (A₁,B₁,C₁ dan A₂, B₂, C₂)

2.5. Baterai

Baterai adalah alat listrik-kimiawi yang menyimpan energi dan mengeluarkan tenaganya dalam bentuk listrik. Sebuah baterai biasanya terdiri dari tiga komponen penting, yaitu:

1. batang karbon sebagai anode (kutub positif baterai)
2. seng (Zn) sebagai katode (kutub negatif baterai)
3. pasta sebagai elektrolit (penghantar)



Gambar 2.7. Jenis-jenis baterai

(Sumber : <http://id.wikipedia.org/wiki/Baterai>)

Baterai yang biasa dijual (*disposable*/sekali pakai) mempunyai tegangan listrik 1,5 volt. Baterai ada yang berbentuk tabung atau kotak. Ada juga yang dinamakan *rechargeable battery*, yaitu baterai yang dapat diisi ulang, seperti yang biasa terdapat pada telepon genggam. Baterai sekali pakai disebut juga dengan baterai primer, sedangkan baterai isi ulang disebut dengan baterai sekunder. Hal-hal penting harus diketahui pada baterai :

- **Charger Output** : Ini adalah nilai arus dari *Battery Charger* yang anda, nilai output arus yang dikeluarkan pada Charger mungkin berbeda untuk setiap jenis battery, silahkan lihat pada instruksi manual dari battery tersebut untuk lebih jelasnya.
- **Battery Capacity** : Nilai yang tertera pada sisi body dari Battery dan untuk battery yang kecil ditulis dalam satuan milli Amp Hours (mAh)
- **Charging Inefficiency** : kehilangan energi saat pengisian baterai. Sebagai contoh, jika anda melakukan pengisian sebuah baterai dengan 100mA dari power supply, dan baterai mempunyai nilai charging inefficiency sebesar 20%, maka sebenarnya hanya 80mA arus yang akan masuk kedalam sel

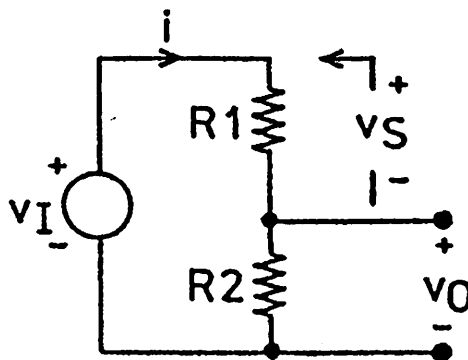
baterai. Nilai untuk inefficiency ini seharusnya terdapat pada datasheet baterai charger atau mungkin bisa didapat dari pabrikan.

- **Charge Duration** : waktu hasil perhitungan/kalkulasi waktu yang diperlukan untuk melakukan pengisian baterai secara penuh.
- **Date / Time to full charge** : Tanggal dan waktu dimana baterai akan secara penuh terisi, pastikan jam komputer anda benar untuk mendapatkan jawaban yang akurat.

2.6. Pembagi Tegangan

Rangkaian pembagi tegangan biasanya digunakan untuk membuat suatu tegangan referensi dari sumber tegangan yang lebih besar, titik tegangan referensi pada sensor, untuk memberikan bias pada rangkaian penguat atau untuk memberi bias pada komponen aktif. Rangkaian pembagi tegangan pada dasarnya dapat dibuat dengan 2 buah resistor, contoh rangkaian dasar pembagi tegangan dengan output V_O dari tegangan sumber V_I menggunakan resistor pembagi tegangan R_1 dan R_2 seperti pada gambar berikut.

2.6.1. Rangkaian Dasar Pembagi Tegangan



Gambar 2.8. Rangkaian dasar Pembagi Tegangan

(Sumber: [http://elektronika-dasar.web.id/Pembagi_Tegangan_\(Voltage_Divider\).html](http://elektronika-dasar.web.id/Pembagi_Tegangan_(Voltage_Divider).html))

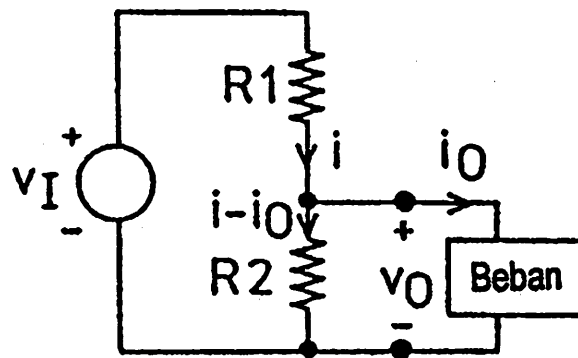
Dari rangkaian pembagi tegangan diatas dapat dirumuskan tegangan output V_O . Arus (I) mengalir pada R_1 dan R_2 sehingga nilai tegangan sumber V_I adalah penjumlahan V_S dan V_O sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$V_I = V_S + V_O = i \cdot R_1 + i \cdot R_2$$

Sehingga besarnya V_O dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$V_O = V_I \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

2.6.2. Rangkaian Pembagi Tegangan Terbebani



Gambar 2.9. Rangkaian Pembagi Tegangan Terbebani

(Sumber: [http://elektronika-dasar.web.id/Pembagi_Tegangan_\(Voltage_Divider\).html](http://elektronika-dasar.web.id/Pembagi_Tegangan_(Voltage_Divider).html))

Gambar 2.9 rangkaian pembagi tegangan diatas memperlihatkan suatu pembagi tegangan dengan beban terpasang pada terminal keluarannya, mengambil arus I_o dan penurunan tegangan sebesar V_o . Kita akan mencoba menemukan hubungan antara I_o dan V_o . Jika arus yang mengalir melalui R_1 sebesar I seperti ditunjukkan dalam gambar, maka arus yang mengalir lewat R_2 adalah sebesar

Dimana V_o/c adalah besarnya tegangan V_o tanpa adanya beban, yaitu saat $I_o=0$, dan harga ini disebut sebagai tegangan keluaran saat rangkaian terbuka (open-circuit output voltage) sebesar.

$$V_o/c = V_I * \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

dengan

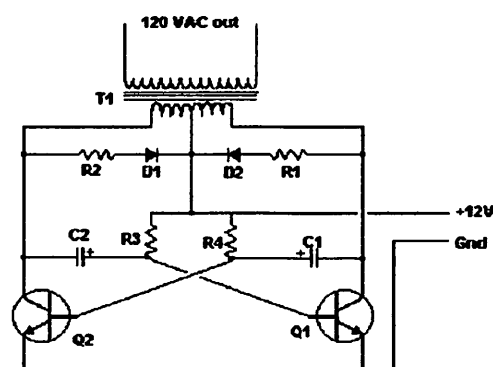
$$R_P = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$$

RP disebut sebagai “resistansi sumber”, dimana harganya sama dengan resistansi R1 dan R2 yang dihubungkan secara paralel. Harga Vo/c atau RP tergantung pada sifat dari beban, sehingga efek Vo akibat besarnya beban dapat dengan mudah dihitung dengan menggunakan penyederhanaan rangkaian dengan mudah ditentukan tegangan output vo. Dengan beban adala RL maka besarnya

$$V_o \text{ adalah } V_o = V_o/c * \frac{R_L}{R_L + R_P}$$

2.7. Inverter

Inverter adalah sebuah perangkat elektronika yang dipergunakan untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Output inverter berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (sine wave), gelombang kotak (square wave) dan sinus modifikasi (sine wave modified). Sumber tegangan input pada inverter didapat menggunakan solar cell, baterai, atau sumber tegangan DC yang lain. Inverter dalam konversi tegangan DC menjadi tegangan AC membutuhkan penaik tegangan berupa step up transformer. Contoh rangkaian dasar dari inverter yang sederhana dapat dilihat pada gambar 2.10 berikut ini :



Gambar 2.10. Rangkaian Sederhana Inverter

(Sumber : <http://electrozone94.blogspot.com/2013/09/inverter.html>)

Jenis – Jenis Inverter DC Ke AC Berdasarkan jumlah fasa output inverter dapat dibedakan dalam :

- Inverter 1 fasa, yaitu inverter dengan output 1 fasa.
- Inverter 2 fasa, yaitu inverter dengan output 3 fasa.

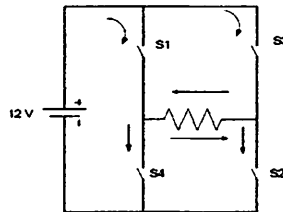
Inverter juga dapat dibedakan dengan cara pengaturan tegangan-nya, yaitu :

- Voltage Fed Inverter (VFI) yaitu inverter dengan tegangan input yang diatur konstan
- Current Fed Inverter (CFI) yaitu inverter dengan arus input yang diatur konstan
- Variable dc linked inverter yaitu inverter dengan tegangan input yang dapat diatur

Berdasarkan bentuk gelombang output-nya inverter dapat dibedakan menjadi :

- Sine wave inverter, yaitu inverter yang memiliki tegangan output dengan bentuk gelombang sinus murni. Inverter jenis ini dapat memberikan supply tegangan ke beban (Induktor) atau motor listrik dengan efisiensi daya yang baik.
- Sine wave modified inverter, yaitu inverter dengan tegangan output berbentuk gelombang kotak yang dimodifikasi sehingga menyerupai gelombang sinus. Inverter jenis ini memiliki efisiensi daya yang rendah apabila digunakan untuk mensupply beban induktor atau motor listrik.
- Square wave inverter, yaitu inverter dengan output berbentuk gelombang kotak, inverter jenis ini tidak dapat digunakan untuk mensupply tegangan ke beban induktif atau motor listrik.

Prinsip Kerja Inverter Prinsip Kerja Inverter DC ke AC,



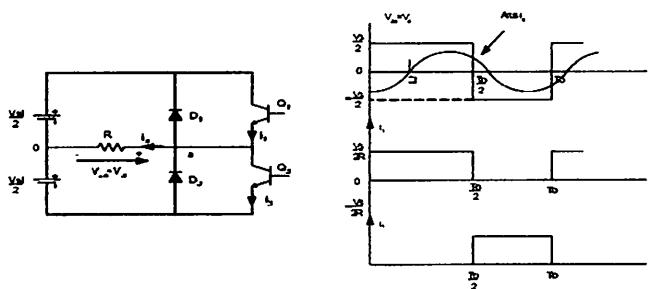
Gambar 2.11. Penjelasan Prinsip kerja Inverter menggunakan saklar

(Sumber : <http://electrozone94.blogspot.com/2013/09/inverter.html>)

Prinsip kerja inverter pada umumnya sama dengan power supply yaitu menyuplai arus DC ke AC dan juga bekerja untuk merubah tegangan dc menjadi arus ac. Anda membutuhkan aki mobil/DC Direct Current agar bisa dirubah menjadi arus listrik AC/Alternating Current. Lama ketahanan sebuah rangkaian inverter di tentukan bukan dari watt tetapi dari aki/battery yang digunakan dan beban.

Prinsip kerja inverter dapat dijelaskan dengan menggunakan 4 sakelar seperti ditunjukkan pada diatas. Bila sakelar S1 dan S2 dalam kondisi on maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kiri ke kanan, jika yang hidup adalah sakelar S3 dan S4 maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kanan ke kiri. Inverter biasanya menggunakan rangkaian modulasi lebar pulsa (pulse width modulation – PWM) dalam proses conversi tegangan DC menjadi tegangan AC.

2.7.1. Inverter Setengah Gelombang



Gambar 2.12. Output inverter setengah gelombang

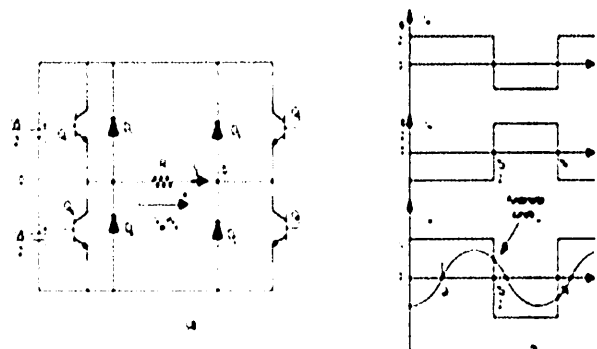
(Sumber : <http://electrozone94.blogspot.com/2013/09/inverter.html>)

prinsip kerja Inverter Setengah Gelombang Prinsip kerja dari inverter satu fasa dapat dijelaskan dengan gambar diatas. Ketika transistor Q1 yang hidup untuk waktu $T_0/2$, tegangan pada beban V_0 sebesar $V_s/2$. Jika transistor Q2 hanya hidup untuk $T_0/2$, $V_s/2$ akan melewati beban. Q1 dan Q2 dirancang untuk bekerja saling bergantian. Pada gambar diatas juga menunjukkan bentuk gelombang untuk tegangan keluaran dan arus transistor dengan beban resistif. Inverter jenis ini membutuhkan dua sumber DC (sumber tegangan DC simetris), dan ketika transistor off tegangan balik pada V_s menjadi $V_s/2$, yaitu :

$$V_0 = \frac{V_s}{2}$$

$$V_{eff} = \frac{2V_s}{\sqrt{2\pi}} = 0.45 * V_s$$

2.7.2. Inverter Gelombang Penuh



Gambar 2.13. Output inverter Gelombang Penuh

(Sumber : <http://electrozone94.blogspot.com/2013/09/inverter.html>)

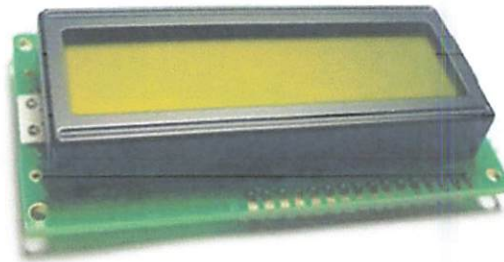
Rangkaian dasar inverter gelombang penuh dan bentuk gelombang output dengan beban resistif ditunjukkan pada gambar diatas. Ketika transistor Q1 dan Q2 bekerja (ON), tegangan V_s akan mengalir ke beban tetapi Q3 dan Q4 tidak bekerja (OFF). Selanjutnya, transistor Q3 dan Q4 bekerja (ON) sedangkan Q1 dan Q2 tidak bekerja (OFF), maka pada beban akan timbul tegangan $-V_s$.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam membuat inverter DC ke AC diantaranya adalah.

- Kapasitas beban yang akan disupply oleh inverter dalam Watt, usahakan memilih inverter yang beban kerjanya mendekati dengan beban yang hendak kita gunakan agar efisiensi kerjanya maksimal.
- Sumber tegangan input inverter yang akan digunakan, input DC 12 Volt atau 24 Volt.
- Bentuk gelombang output inverter, Sinewave ataupun square wave untuk tegangan output AC inverter. Hal ini berkaitan dengan kesesuaian dan efisiensi inverter DC ke AC tersebut.
- Rugi-rugi / loss yang terjadi pada inverter biasanya berupa dissipasi daya dalam bentuk panas. Efisiensi tertinggi dipegang oleh grid tie inverter yang diclaim bisa mencapai 95-97% bila beban outputnya hampir mendekati rated bebannya. Sedangkan pada umumnya efisiensi inverter adalah berkisar 50-90% tergantung dari beban outputnya. Bila beban outputnya semakin mendekati beban kerja inverter yang tertera maka effisiensinya semakin besar, demikian pula sebaliknya. Modified sine wave inverter ataupun square wave inverter bila dipaksakan untuk beban-beban induktif maka effisiensinya akan jauh berkurang dibandingkan dengan true sine wave inverter. Perangkatnya akan menyedot daya 20% lebih besar dari yang seharusnya.

2.8. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD adalah sebuah peraga kristal cair. Prinsip kerja LCD adalah mengatur cahaya yang ada atau nyala LED. LCD yang digunakan pada perancangan dan pembuatan alat ini adalah LCD M1632 buatan *Seiko Instrument Inc.*



Gambar 2.14. LCD 16x2

(Sumber : <http://www.emartee.com/product/41764/>)

Pada gambar 2.14. adalah konfigurasi dari pin LCD 2x16 yang terdiri dari 16 pin, yang masing-masing pin mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Berikut adalah penjelasan dari konfigurasi pin-pin LCD 2x16 :

Tabel 2.4. Fungsi Pin-Pin LCD 2x16

Pin	Simbol	Logika	Keterangan
1	Vss	-	Catu Daya 0 Volt (Ground)
2	Vcc	-	Catu Daya +5 Volt
3	Vee	-	Catu daya untuk LCD
4	RS	H/L	H: Masukan Data, L: Masukan Instruksi
5	R/W	H/L	H: Baca (Read), L: Tulis (Write)
6	E	H/L (L)	Enable Signal
7	DB0	H/L	Data Bit 0
8	DB1	H/L	Data Bit 1
9	DB2	H/L	Data Bit 2
10	DB3	H/L	Data Bit 3
11	DB4	H/L	Data Bit 4
12	DB5	H/L	Data Bit 5
13	DB6	H/L	Data Bit 6
14	DB7	H/L	Data Bit 7
15	V+ BL	-	Backlight 4-4,2 Volt ; 50-200 mA
16	V- BL	-	Backlight 0 Volt (ground)

LCD M1632 terdiri dari dua bagian utama. Bagian pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf / angka dua baris, masing-masing baris bisa menampung 16 huruf/angka. Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik panel LCD, yang berfungsi mengatur tampilan informasi serta mengatur komunikasi LCD M1632 dengan mikrokontroler. Adapun karakteristik dari LCD M1632 adalah sebagai berikut :

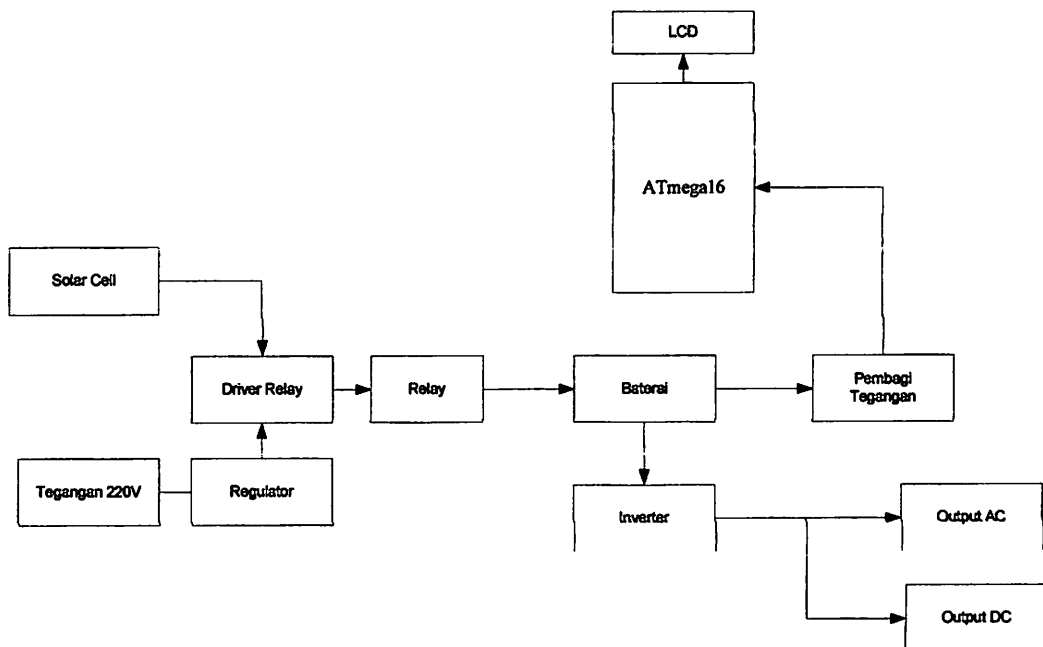
- a. 16 karakter, dua baris tampilan 25ristal cair (LCD) dari matriks titik.
- b. *Duty Ratio* : 1/16.
- c. Room pembangkit karakter untuk 192 tipe karakter (bentuk karakter 5 x 7 matriks titik).
- d. Mempunyai dua jenis RAM, yaitu RAM pembangkit karakter dan RAM data tampilan.
- e. RAM pembangkit karakter untuk 8 tipe karakter program tulis dengan bentuk 5 x 7 matrik titik.
- f. RAM data tampilan dengan bentuk 80 x 8 matrik titik (maksimum 80 karakter).
- g. Mempunyai pembangkit *clock* internal.
- h. Sumber tegangan tunggal +5 volt.
- i. Rangkaian otomatis reset saat daya dinyalakan.
- j. Jangkauan suhu pengoperasian 0 sampai 50 derajat.

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Alat solar power bank 150 watt terdiri dari beberapa rangkaian komponen yang membentuk perangkat elektronika dengan fungsi yang berbeda. Perangkat tersebut adalah rangkaian buck konverter, rangkaian driver, rangkaian inverter, rangkaian charger.

3.1. Blok Diagram

Agar perancangan dan perealisasiian alat berjalan secara sistematis maka perlu dirancang *blok diagram* yang menjelaskan sistem yang dirancang dibuat secara garis besar. Gambar 3.1 menunjukkan *blok diagram* sistem.



Gambar 3.1. Blok diagram perancangan alat

Penjelasan dari masing-masing blok adalah sebagai berikut :

- a) Solar cell digunakan sebagai salah satu sumber inputan tegangan yang tergantung pada intensitas cahaya.
- b) Mikrokontroler atmega16 berfungsi untuk mengendalikan *output* piranti elektrik berupa perintah melalui program untuk melihat kapasitas baterai.

- c) Tegangan AC 220V sebagai Inputan sumber tegangan apabila tidak memakai solar cell sebagai sumber tegangan.
- d) Regulator digunakan sebagai menurunkan tegangan dari 220V ke 12v.
- e) Driver relay difungsikan sebagai saklar elektronik dengan memanfaatkan transistor sebagai on/off yang nantinya akan bekerja dengan mengalirkan arus jika terdapat arus pada kaki basisnya, dan akan menyumbat arus jika tidak terdapat arus pada kaki basis dan nantinya akan dialirkan sebagai pematik dalam relay
- f) Relay digunakan sebagai saklar yang menghubungkan rangkaian beban on dan off dengan pemberian energi elektromagnetis, yang membuka atau menutup kontak pada rangkaian. digunakan untuk men-*switch* tegangan dari solar cell ke tegangan 220V.
- g) Baterai 12V digunakan untuk menyimpan energi dari tegangan sumber Solar Cell dan Tegangan AC 220V.
- h) Inverter digunakan untuk merubah tegangan DC menjadi AC dengan Daya 150 Watt.
- i) Pembagi Tegangan digunakan supaya terbaca di ATmega 16
- j) LCD (Liquid Crystal Display) 16x2 berfungsi menampilkan data seperti penampilan kapasitas pada baterai.

3.2. Prinsip Kerja Alat

Dari alat ini terdapat dua inputan sumber yaitu solar cell dan tegangan 220V, ketika solar cell mendapat inputan cahaya maka solar cell akan bekerja dan mengeluarkan tegangan DC kemudian tegangan akan masuk ke driver relay.

Sedangkan inputan Tegangan 220V bekerja langsung ke Regulator sebagai power suplay untuk mendapatkan mendapatkan tegangan sehingga dapat mensuplay baterai. Sebelum kebaterai terdapat Relay yang digunakan sebagai saklar karena terdapat dua inputan, Relay sendiri menggunakan relay Normally Closed, jika tidak dapat tegangan pemicu dari inputan tegangan

220v yang terdapat di regulator relay akan dimanfaatkan solar cell untuk menyalurkan tegangan ke baterai, Jika Relay dapat tegangan pemicu maka kondisi relay jadi normaly open dan tegangan inputan dari tegangan sumber 220V sampai ke baterai.

Output inverter di jadikan dua outputan DC dan AC. DC digunakan untuk charger hp. Outputan AC didapatkan melalui tegangan DC dari baterai yang di inverter atau di rubah dari tegangan DC ke AC, di inverter ini tegangan AC mendapatkan daya 150 watt. Kapasitas baterai bisa dilihat juga di LCD.

3.3. Perancangan Hardware

Untuk perancangan hardware pada alat dibawah ini adalah menggunakan berbagai perancangan sistem yang berbeda-beda beberapa perancangan berupa buck konverter, minimum sistem, driver relay, inverter. Dibawah ini adalah beberapa perancangan yang dibutuhkan untuk kelancaran alat yang diinginkan.

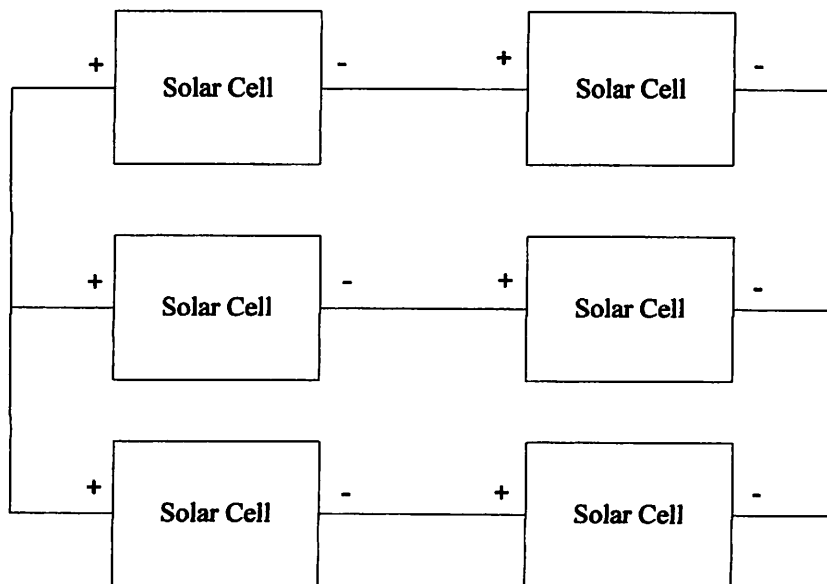
3.3.1 Perancangan Solar cell

Pada perencanaan panel surya ini penulis menggunakan panel surya dengan spesifikasi tiap cell seperti pada Tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1. Spesifikasi Dari Solar Cell

Spesifikasi	Nilai
Short circuit current (Isc)	30 mA
Opn current voltage (Voc)	10 Volt
Nominal Voltage (Vpm)	6 Volt
Maximum power current (Ipm)	22 mA
Panjang	7 cm
Lebar	5.5 cm
Tebal	2.2 mm

Pada perancangan hardware kali ini membutuhkan 6 solar cell yang dirangkai seri dan paralel yang seperti gambar dibawah ini:



Gambar 3.2. Solar Cell dirangkai seri paralel

Untuk mendapatkan tegangan yang dibutuhkan mencharger baterai 12 volt solar cell disusun secara seri seperti pada gambar 3.2 dari data tiap sell maka tegangan solar cell yang diseri :

$$V_{O(\text{total})C} = 10 \text{ volt} + 10 \text{ volt} = 20 \text{ volt}$$

Supaya mendapatkan Arus yang besar digunakan untuk lebih mempercepat pengisian, dari 3 pasang solar cell yang diseri kemudian kita parallel guna meningkatkan arus yang terlihat pada gambar 3.2 maka :

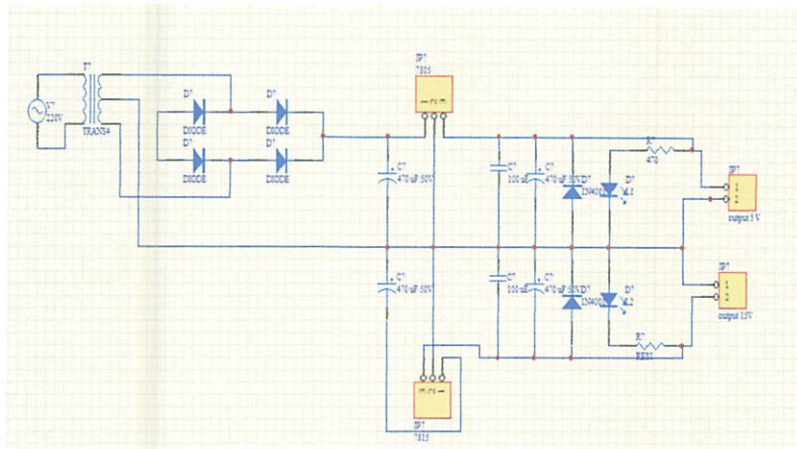
$$\begin{aligned} I_{SC(\text{total})} &= I_{sc} + I_{sc} + I_{sc} \\ &= 30\text{mA} + 30\text{mA} + 30\text{mA} \\ &= 90\text{mA} \end{aligned}$$

Dari data di atas kita dapat memperoleh parameter untuk mendapatkan kurva karakteristik yang kita butuhkan untuk perancangan ini.

$$\begin{aligned} V_{oc} &= 20\text{v} \\ I_{sc} &= 90\text{mA} \\ P &= V.I \\ &= 20 \times 90 \\ &= 1.8 \text{ Watt} \end{aligned}$$

3.3.2. Perancangan Regulator

Perancangan regulator menggunakan IC 7815 dan IC 7805. Jadi output regulator ada 2 yaitu IC 7805 sebagai inputan penggerak relay untuk merubah inputan sumber dari solar cell ke tegangan 220V. Sedangkan untuk IC 7815 digunakan sebagai pengisian tegangan ke baterai berikut gambar 3.3 rangkaian regulator dibawah ini :

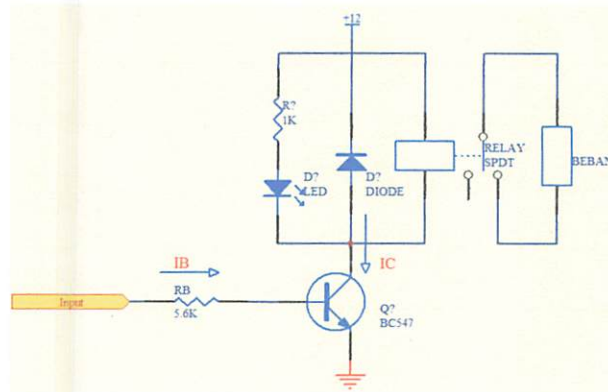


Gambar 3.3 Rangkaian regulator

3.3.3. Perancangan Driver Relay

Rangkaian driver relay ini berasal dari rangkaian mikrokontroler. Dimana tegangan keluaran dari rangkaian mikrokontroler akan di umpankan ke kaki basis transistor Q1 dan Q2 melalui resistor pembatas arus R6 dan R7. Jika masukan pada kaki basis bertegangan tinggi (*high*) maka transistor Q1 akan menghantar. Dengan menghantarnya transistor Q1 maka arus akan mengalir

melalui relay, akibatnya relay akan menutup dan beban yang terpasang pada output (Pompa air) akan aktif. Sedangkan jika masukan pada kaki basis transistor Q1 bertegangan nol (*low*), maka transistor Q1 akan menyumbat (*cut-off*) sehingga arus tidak lagi mengalir melalui relay. Dengan demikian saklar relay akan membuka dan tegangan dari regulator bias lewat.



Gambar 3.4. Rangkaian Driver Relay

Untuk mendapatkan nilai arus I_C , dilakukan pengukuran terlebih dahulu terhadap tahanan pada relay atau $R(\text{relay})$. Selanjutnya I_C dapat dicari dengan rumus seperti di bawah ini.

Keterangan : $\beta = 110$ ($V_{CE(\text{sat})}$ dari *datasheet* transistor Jenis NPN tipe BC547)

$$I_C = \frac{V(\text{Relay})}{R(\text{Relay})} = \frac{5 \text{ V}}{100} = 50 \text{ mA}$$

$$I_{B(\text{sat})} = \frac{I_C}{\beta} = \frac{50 \text{ mA}}{110} = 0,45 \text{ mA}$$

Untuk arus basis I_B pada transistor adalah

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{V_B - V_{BE}}{R_B} \\ &= \frac{4,92 - 0,85}{4K7} \\ &= \frac{4,07}{4K7} \\ &= 0,86 \text{ mA} \end{aligned}$$

Rangkaian driver relay ini dapat bekerja dengan baik diperlukan beberapa perhitungan R sebagai titik permasalahan hambatan pada pembacaan rangkaian.

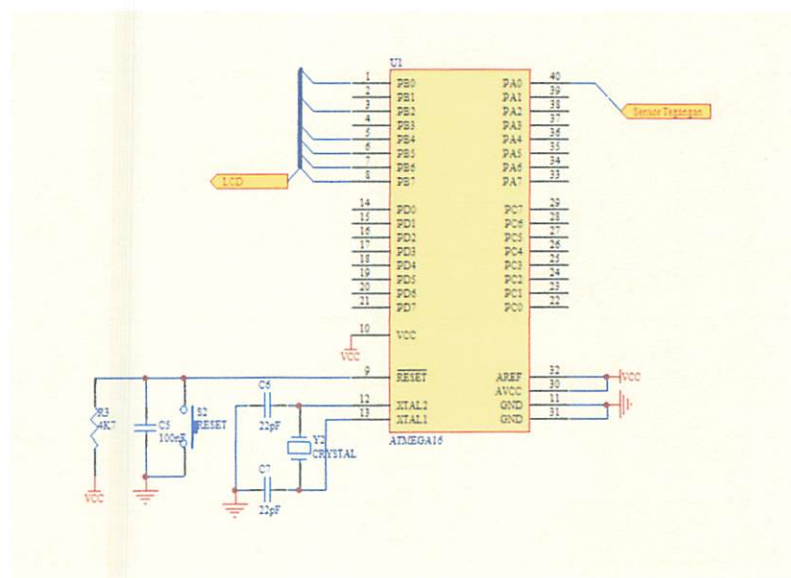
$$\begin{aligned}
 R_1 &= \frac{V_{CC}}{I_{R1}} \\
 &= \frac{5V}{0.86\text{ mA}} \\
 &= 5813\ \Omega = 5,6\ \text{K}\Omega
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan kesimpulan bahwa arus basis lebih besar dari arus basis saturasi ($I_B > I_{B(\text{sat})}$), maka arus I_B akan membuat transistor ada dalam keadaan saturasi sehingga arus akan mengalir menuju relay yang akan menyebabkan switch tertutup

Resistor pada kaki basis akan membatasi arus yang akan masuk ke transistor. sedangkan Diode 1N4002 berfungsi untuk menahan tegangan balik dari relay dari kondisi aktif ke kondisi tidak aktif.

3.3.5. Perancangan Mikrokontroler Atmega16

Pada perancangan ini menggunakan Atmega 16 yang berfungsi sebagai controller untuk mengendalikan input dan output rangkaian dan membaca perubahan data dari sensor yang di proses kemudian di tampilkan ke LCD untuk monitoring display.



Gambar 3.5 . Rangkaian Mikrokontroler

3.3.5.1. Memori Map

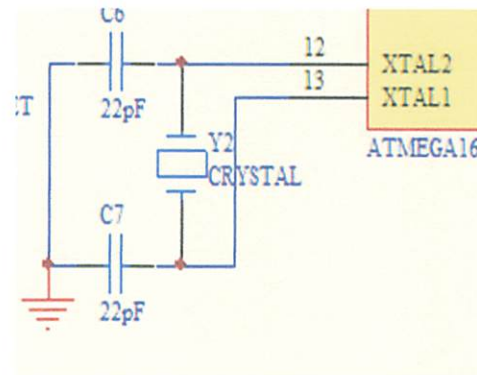
Mikrokontroler AVR memiliki peta memori yang terpisah antara memori data dan program.

- a. **Memory data** : berupa memory volatile (RAM) yang terbagi atas :
- 32 register General purpose (alamat 0x00 sampai 0x1F)
 - 64 register I/O (alamat 0x20 sampai 0x5F) → register yang digunakan untuk mengatur fungsi beberapa peripheral mikrokontroler
 - SRAM internal (alamat 0x60 sampai 0x25F)
 - Untuk port A.0 digunakan sebagai pin masukan sensor tegangan.
 - Untuk port B.0 dan B.7 digunakan sebagai pin masukan LCD.
 - Pin RESET dihubungkan dengan resistor sebesar 10 K Ω dan sebuah kapasitor yang berkapasitas 10 μ F 16V sebagai rangkaian reset.
 - Untuk pin XTAL 1 dan XTAL 2 dihubungkan ke kristal 12.00 MHz dan 2 buah kapasitor yang masing-masing berkapasitas 22pF.
- b. **Memori program** : berupa flash memory (non volatile) yang bisa dihapus tulis. Memory program tersusun atas word (2 byte) karena setiap instruksi memiliki lebar 16 bit atau 32 bit. ATmega8535 memiliki 4KWord flash dengan alamat 0x000 sampai 0xFFFF. Flash tersebut dialamati oleh program counter (PC)

3.3.5.2. Rangkaian Osilator

Mikrokontroler Atmega16 mempunyai *clock* (rangkaian osilator) di dalam chipnya sendiri yang disebut *on-chip osilator*. Cara untuk mengakses clock internal yang terdapat pada chip mikrokontroler yaitu dengan memberikan sebuah kristal pada pin XTAL1 dan XTAL2 dengan 2 buah

kapasitor yang dihubungkan ke ground. Pada minimum sistem mikrokontroler alat ini menggunakan kristal 12 MHz dan 2 buah kapasitor yang masing-masing bernilai 22 pF. Adapun rangkaian osilator adalah sebagai berikut



Gambar 3.6. Rangkaian Osilator

Dengan menggunakan nilai kristal 12 MHz maka dapat dihitung waktu yang diperlukan untuk satu siklus mesin, yaitu

$$\text{Diketahui : } f = 12 \text{ MHz}$$

$$\text{Sehingga : } T = \frac{1}{f_{\text{kristal}}}$$

$$T = \frac{1}{12 \text{ MHz}}$$

$$T = 8,3333 \cdot 10^{-8}$$

3.3.5.3. Rangkaian Reset

Rangkaian reset ini diperlukan agar mikrokontroler dapat direset secara otomatis pada saat pertama kali power diaktifkan atau disebut *power on reset*. Saat catu daya dinyalakan rangkaian reset akan menahan logika tinggi pada pin RST untuk jangka waktu tertentu. Jangka waktu tersebut ditentukan oleh pengosongan muatan pada kondensator. Dengan menggunakan nilai kristal diatas maka dapat dihitung waktu yang diperlukan untuk satu siklus mesin.

$$\text{Diketahui : } f = 12 \text{ MHz}$$

$$\text{Sehingga : } T = \frac{1}{f_{\text{kristal}}}$$

$$= \frac{1}{12 \text{ MHz}}$$

$$= 8,3333 \cdot 10^{-8}$$

Sehingga waktu reset minimal yang dibutuhkan adalah:

$$\text{Reset} = T \times \text{periode yang dibutuhkan}$$

$$= 8,3333 \cdot 10^{-8} \times 24$$

$$= 1,99 \mu\text{s}$$

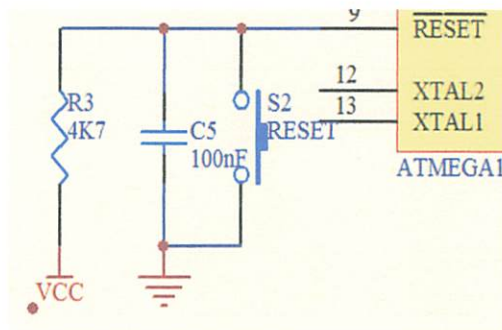
Jika resistor yang digunakan adalah resistor dengan hambatan sebesar $4\text{K}7 \text{ K}\Omega$, maka besarnya kapasitor yang digunakan adalah:

$$C = \frac{T}{R}$$

$$= \frac{8,3333 \cdot 10^{-8}}{4,7 \cdot 10^3}$$

$$= 1,7730 \times 10^{-12}$$

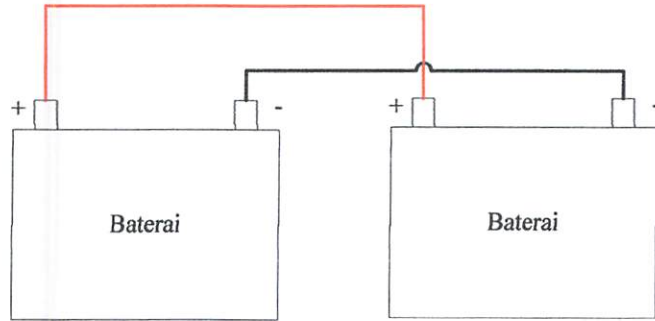
Jadi minimal nilai kapasitor yang digunakan adalah $1,7730 \times 10^{-12}$, oleh karena itu digunakan kapasitor dengan kapasitas $10\mu\text{F}$, karena dianggap telah memenuhi persyaratan tersebut.



Gambar 3.7. Rangkaian Reset

3.3.5. Baterai

Dalam perancangan 2 buah baterai disusun parallel untuk menghasilkan ampere yang besar, 1 buah baterai menghasilkan 12 volt 7 Ah, jadi total kapasitas baterai 12 volt 14 Ah terlihat pada gambar 3.8. dibawah ini :



Gambar 3.8. Baterai disusun parallel

Untuk menghitung berapa lama pengisian dilihat dari nilai ampere baterai dibagi ampere charger ditambah 20% dari inefficiency baterai :

$$t = \frac{\text{Ampere baterai}}{\text{Ampere charger}} + 20\%$$

3.3.6. Rangkaian Pembagi Tegangan

Disini rangkaian sensor tegangan menggunakan Pembagi Tegangan (*voltage divider*) dimana resistor dihubungkan secara seri pada tegangan DC, tegangan yang berbeda muncul di setiap resistor menghasilkan sebuah rangkaian yang disebut Rangkaian Pembagi Tegangan.

Untuk pembagi tegangan pada baterai supaya bisa terbaca pada mikrokontroler dengan output tegangan baterai 12 volt. Nilai dari resistor tersebut dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{in}$$

Dimana :

V_{out} = 5 volt Tegangan output dari resistor

V_{in} = 12 volt Tegangan sumber

R_2 = 1000 ohm Resistor

$$5 = \frac{1000}{R_1 + 1000} \times 12$$

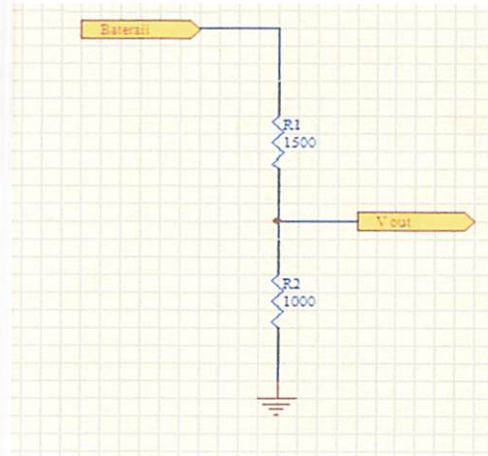
$$5(R_1 + 1000) = 1000 \times 12$$

$$5R_1 + 5000 = 12000$$

$$5R1 = 12000 - 5000$$

$$R1 = \frac{7000}{5}$$

$$= 1400 = 1500 \text{ ohm}$$



Gambar 3.9. Pembagi Tegangan pada Baterai

3.3.7. Inverter

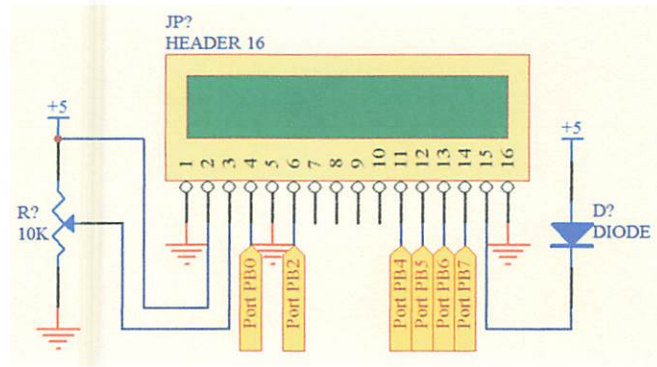
Pada inverter menggunakan modul inverter tbe 300 watt supaya bisa digunakan untuk daya 150 watt. Untuk meengetahui berapa lama pemakaian inverter pada suatu beban maka menggunakan Tegangan baterai (V) dikali ampere (AH) dibagi beban daya :

$$\text{Lama pemakaian} = \frac{V \times I \times \cos \phi}{P \text{ beban}}$$

Didalam modul inverter juga terdapat charger DC yang menggunakan IC 7805 supaya tegangan output bisa keluar 5 volt yang berguna untuk mencharger handphone.

3.3.8. Rangkaian LCD (Liquid Crystal Display)

Pada rangkaian LCD (*Liquid Cell Display*) ini menggunakan LCD 162A sebagai penampil sebuah data atau karakter didalam mikrokontroler sehingga kita bisa menampilkan campuran huruf dan angka sekaligus untuk mengetahui isi perintah dalam mikrokontroler bekerja dengan baik atau tidak. Pada rangkaian LCD berfungsi untuk menampilkan sistem kerja alat.



Gambar 3.10. Skematik Rangkaian LCD

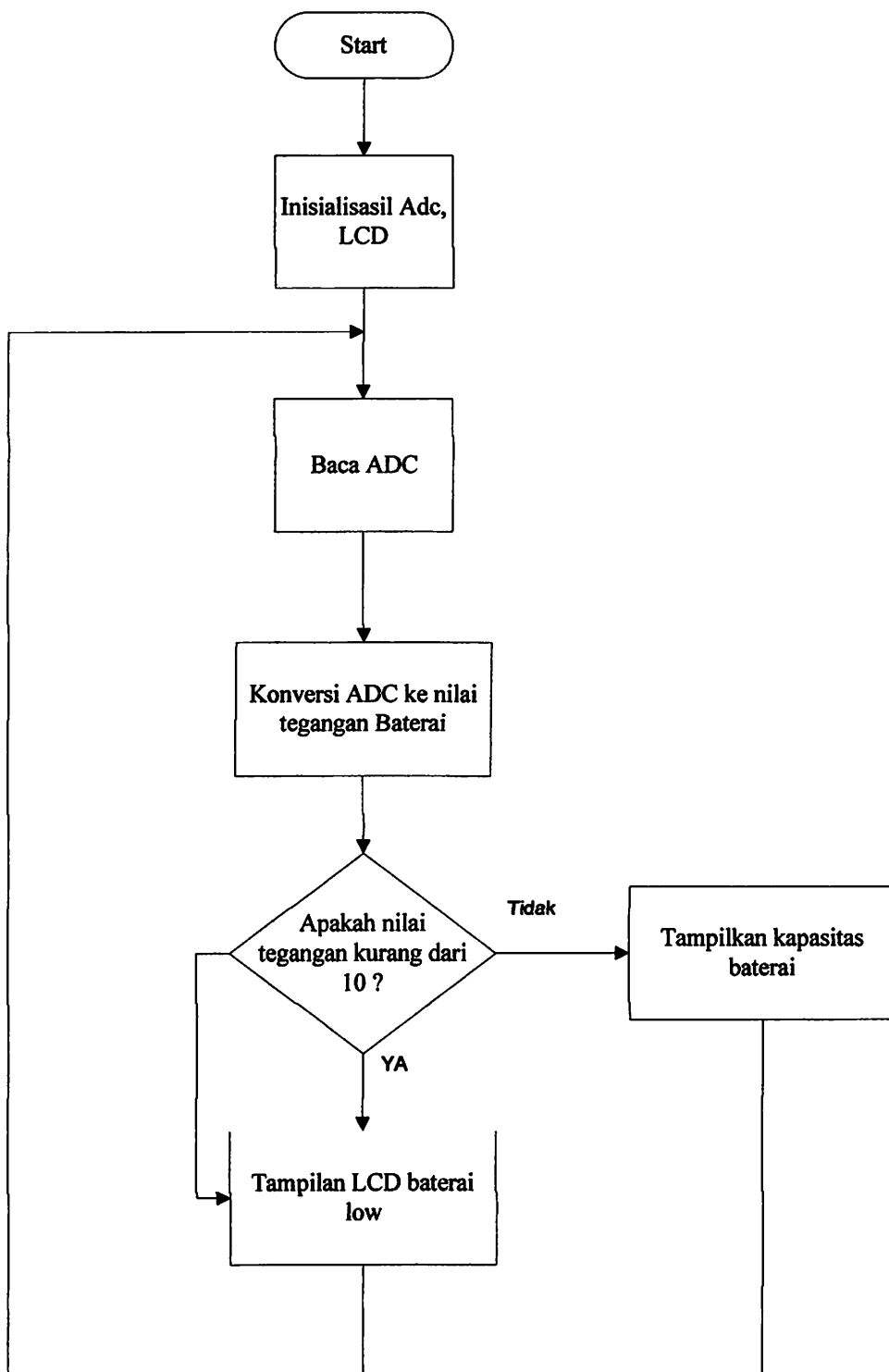
Keterangan :

- Kaki 1 (VSS)
Terhubung pada *ground*
- Kaki 2 (VCC)
Terhubung pada +5
- Kaki 3 (VEE)
Tegangan pengatur kontras *LCD*. Terhubung pada kaki tengah pada potensio
- Kaki 4 (RS)
Register *select*, kaki pemilih register yang akan di akses. Untuk akses ke register data, logika dari kaki ini adalah 1, dan untuk akses ke register perintah, logika dari kaki ini adalah 0
- Kaki 5 (R/W)
Logika pada kaki ini menunjukkan bahwa modul *LCD* sedang pada mode pembacaan dan logika 0 menunjukkan bahwa modul *LCD* sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak memerlukan pembacaan data pada modul *LCD*, kaki ini dapat dihubungkan langsung ke *ground*
- Kaki 6 (E)
Enable clock LCD, kaki ini mengaktifkan *clock LCD*. Logika 1 pada kaki ini diberikan pada saat penulisan atau pembacaan data
- Kaki 11-14 (D4-D7)

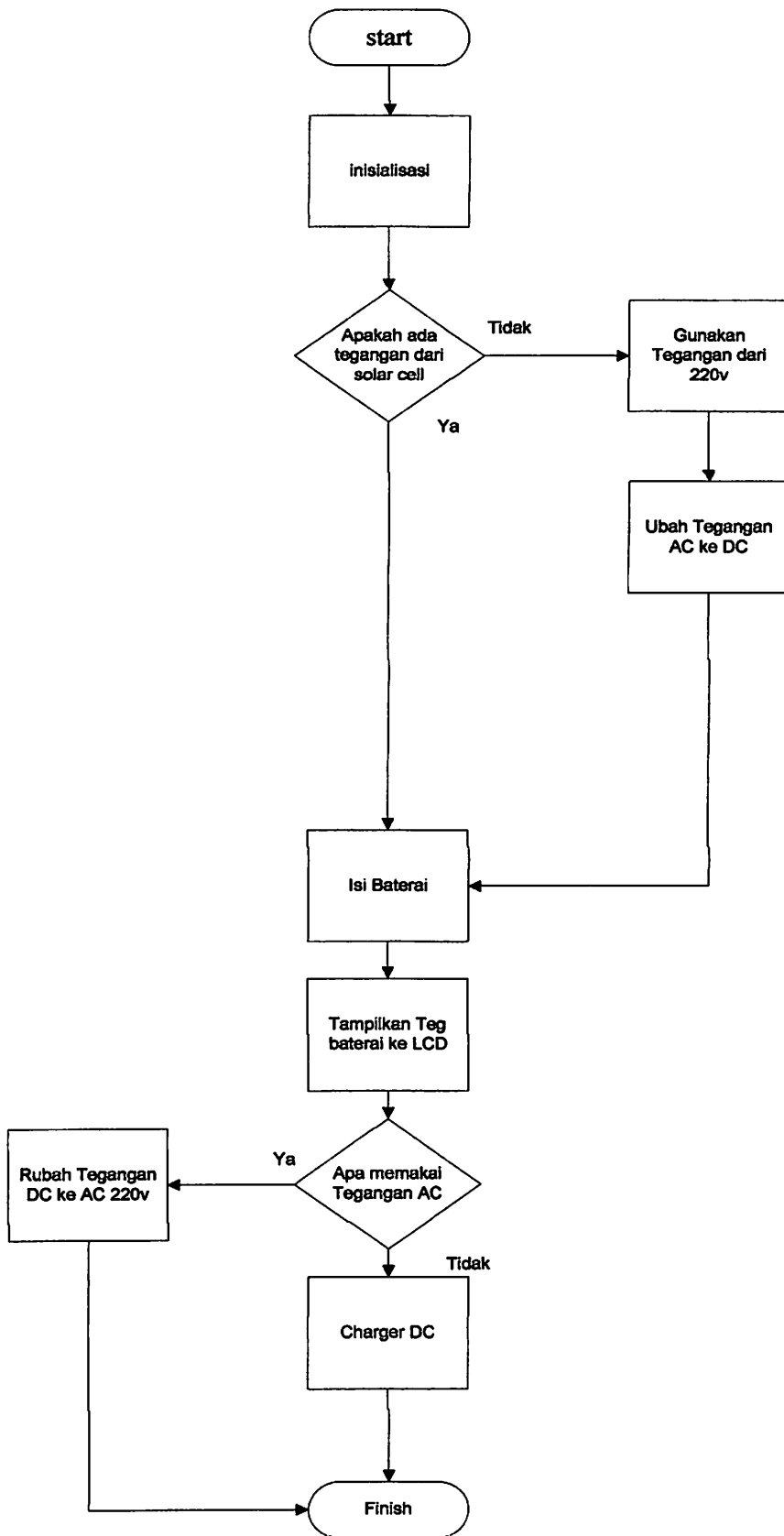
Data bus, kedelapan kaki modul *LCD* ini adalah bagian dimana aliran data sebanyak 4 bit atau 8 bit mengalir saat proses penulisan atau pembacaan data

- Kaki 15 (Anoda)
Tegangan positif dari *backlight* modul *LCD* sekitar 4,5 volt.
Nilai tegangan 4,5 volt
- Kaki 16 (Katoda)
Tegangan negative *backlight* modul *LCD* sebesar 0 volt

3.4. Flowchart



Gambar 3.11. Flowchart program mikrokontroler



Gambar 3.12. Flowchart Sistem alat

BAB IV

PENGUJIAN

4.1. Umum

Pada bab ini membahas cara pengujian dan analisa dari alat yang dirancang, sehingga dapat diketahui apakah alat tersebut dapat bekerja sesuai dengan yang telah direncanakan. Dalam rangka pengujian alat tersebut diuraikan percobaan yang dilakukan untuk mengetahui respon dari keseluruhan alat yang telah dirancang.

4.2 Pengujian Hardware

Untuk pengujian hardware pada alat dibawah ini adalah melihat seberapa alat tiap-tiap blok bisa bekerja dengan baik atau tidak. Cara menggunakan berbagai pengujian sistem yang berbeda-beda. Dibawah ini adalah beberapa pengujian rangkaian tiap-tiap blok.

- Pengujian solar cell
- Pengujian Regulator
- Pengujian sensor tegangan
- Pengujian rangkaian driver relay
- Pengujian rangkaian mikrokontroller
- Pengujian rangkaian LCD
- Pengujian pengisian baterai
- Pengujian modul inverter

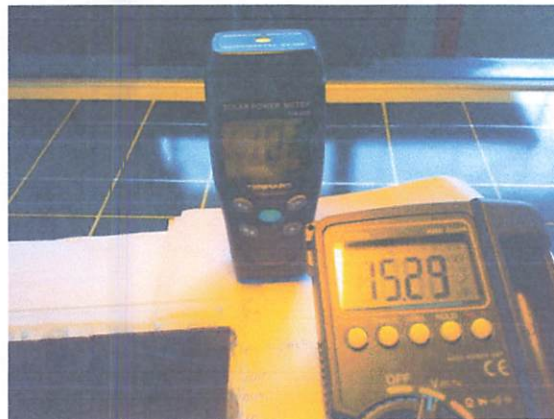
4.2.1. Pengujian Solar Cell

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan solar cell yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. Pengujian solar cell ini dilaksanakan dengan menggunakan alat ukur voltmeter dan *solar power meter*. Pengujian panel surya ini menggunakan 6 panel solar cell yang dirangkai seri dan paralel dengan menggunakan bantuan matahari buatan maka hasil tegangan yang diperoleh ditunjukkan oleh table 4.1.

Tabel 4.1.Data Pengukuran Solar cell

No	Tegangan pada Solar cell (Volt)	Intensitas cahaya (Watt/m ²)
1	14.20	110
2	15.70	300
3	16.25	400
4	16.62	500
5	16.95	600
6	17.16	700
7	17.37	800
8	17.51	900
9	17.65	1000
10	18,07	1400

(Diambil pada tgl 02 Februari 2014)



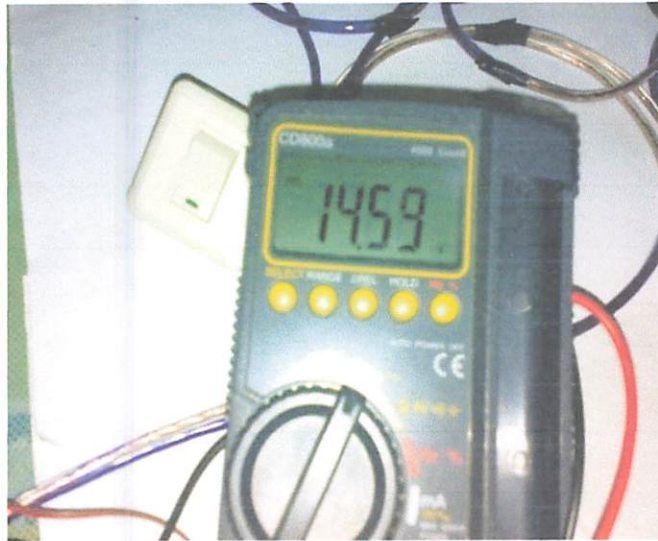
Gambar 4.1. Surya cell

4.2.3. Pengujian Regulator

Pada rangkaian regulator menggunakan IC 7805 dan IC 7815, pengujian dilakukan untuk melihat output dai regulator supaya bisa menggerakkan relay bagi IC 7805 dan mencharger baterai dengan output dari IC 7815.



Gambar 4.2. Output dari regulator menggunakan IC 7805



Gambar 4.3. Output dari IC 7815

Tabel 4.2. Data Pengukuran Regulator

No	Tegangan Terukur (Volt)		Eror %
	Output sensor tegangan	Pengukuran	
1	5	4.81	3.9%
2	15	14.59	2.8%

Presentasi error pada IC 7805

$$\%Error = \frac{|OutputSensor - Pengukuran|}{Pengukuran} \times 100\%$$

$$= \frac{|5 - 4.81|}{4.81} \times 100\%$$

$$= \frac{|0.19|}{4.81} \times 100\%$$

$$= 3.9\%$$

Presentasi error pada IC 7815

$$\%Error = \frac{|OutputSensor - Pengukuran|}{Pengukuran} \times 100\%$$

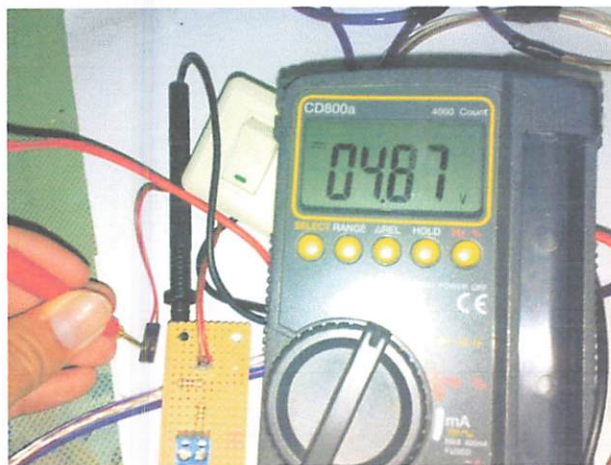
$$= \frac{|15 - 14.59|}{14.59} \times 100\%$$

$$= \frac{|0.41|}{14.59} \times 100\%$$

$$= 2.8\%$$

4.2.4. Pengujian Sensor Tegangan

Sensor tegangan disini bertujuan untuk mengkonversikan tegangan baterai supaya bisa dibaca mikrokontroler, saya menggunakan rangkaian pembagi tegangan dengan menggunakan 2 buah resistor. Pada R1 saya menggunakan 1k5 Ohm, dan untuk R2 saya menggunakan resistor dengan nilai 1 K Ohm.



Gambar 4.4. Output Sensor Tegangan

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Sensor Tegangan

No	Tegangan Terukur (Volt)			Error %
	Input sensor tegangan	Output sensor tegangan	Pengukuran	
1	12	5	4.87	2.6

Berikut perhitungannya :

$$\begin{aligned}
 \%Error &= \frac{|OutputSensor - Pengukuran|}{Pengukuran} \times 100\% \\
 &= \frac{|5 - 4.87|}{4.87} \times 100\% \\
 &= \frac{|0.13|}{4.87} \times 100\% \\
 &= 0.026 \times 100\% \\
 &= 2.6 \%
 \end{aligned}$$

4.2.4. Pengujian Minimum Sistem ATmega16 dan LCD

Pengujian minimum sistem ATmega16 dilakukan dengan menggunakan LCD 16 x 2 dengan program Code Vision AVR bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian minimum sistem ATmega 16 sudah dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan pengetesan pada jalur port B sebagai port untuk lcd.



Gambar 4.6. Hasil pengujian port B mikrokontroler dengan menggunakan LCD

Ada beberapa hal yang perlu mendapat perhatian penuh pada saat pengujian sistem minimum ini. Diantaranya adalah masalah kabel konektor, kabel konektor yang digunakan terutama pada LCD haruslah benar-benar terhubung dengan baik. jika tidak maka data yang dikirim ke LCD akan mengalami *losing* dan LCD tidak bisa bekerja secara maksimal.

4.2.5. Pengujian Driver Relay

Pengujian rangkaian driver relay ini dilakukan untuk mengukur nilai basis yang dibutuhkan untuk memicu transistor agar komponen relay dapat bekerja. Maka dilakukan penilai resitansi pada R_B dan I_B .

Tabel 4.4. Hasil pengujian rangkaian driver relay

Tegangan Input (volt)	Pengukuran I_B	Perhitungan I_B	Error %
4,94	0,77	0,91	10
0,02	0,00	0,00	0,0

Hasil dari perhitungan nilai R_B mendekati nilai seharusnya, Sehingga dalam rangkaian relay ini penulis menggunakan hambatan pada basis. Rumus perhitungan % error arus input pada rangkaian driver :

$$\begin{aligned}
 \%Error &= \frac{[I_B \text{ Pengukuran} - I_B \text{ Perhitungan}]}{I_B \text{ perhitungan}} \times 100\% \\
 &= \frac{[0,77 - 0,86]}{0,91} \times 100\% \\
 &= \frac{[-0,09]}{0,86} \times 100\% \\
 &= -0,10 \times 100\% \\
 &= 10\%
 \end{aligned}$$

Pada rangkaian diatas dapat dilihat bahwa rangkaian aktif Low, sehingga pada saat 0 (nol) maka transistor switch akan On dan dapat mengalirkan arus sehingga relai dapat diaktifkan.



Gambar 4.6. Nilai I_B driver relay

4.2.6. Pengisian baterai

Pengujian baterai dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu pengisian seperti diketahui di bab 3 rumus pencarian lama waktu pengisian :

$$t = \frac{\text{Ampere baterai}}{\text{Ampere charger}} + 20\%$$

maka lama pengisian baterai menggunakan solar cell dengan ampere 84 mA :

$$\begin{aligned} t &= \frac{14000 \text{ mAh}}{84 \text{ mA}} + 20\% \\ &= 155,55 + 31,11 \\ &= 186 \text{ jam } 39 \text{ menit} \end{aligned}$$



Gambar 4.7. Pengukuran arus saat pengisian baterai menggunakan solar cell

Jika pengisian menggunakan regulator dengan 0.56 A maka :

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{14000mAh}{560 mA} + 20\% \\
 &= 25 + 5 \\
 &= 30 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

4.2.7. Pengujian Inverter

Pengujian modul inverter ini dilakukan untuk mengetahui inverter bisa bekerja pada daya 150 watt. Pada inverter juga terdapat outputan dc sebagai charger handphone. Saya menggunakan 3 bola lampu yang apabila ditambahkan memiliki beban total 150 watt :

- 2 buah lampu bolam 25 watt
- 1 buah lampu bolam 100 watt

Dimana spesifikasi baterai 12V 14Ah maka :
dengan daya 50 watt lama pemakaian :

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{V \times I \times \cos \phi}{W_{load}} \\
 t &= \frac{12 \times 14 \times 1}{50} \\
 &= 3 \text{ jam } 21 \text{ menit}
 \end{aligned}$$



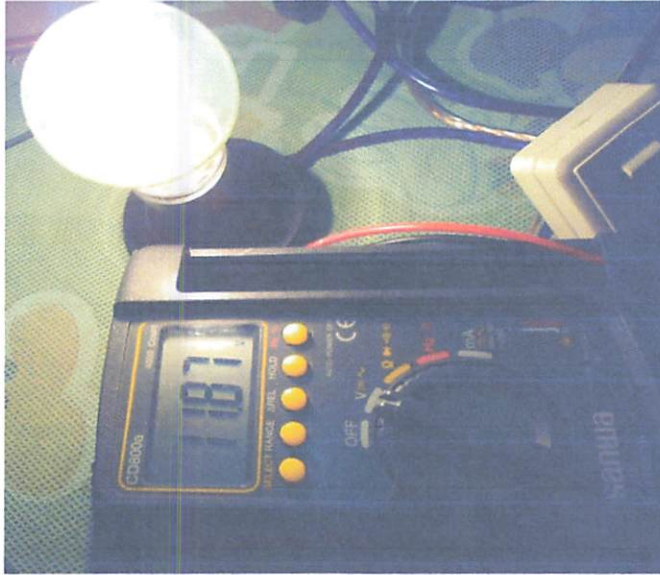
Gambar 4.8. Output inverter dengan beban lampu 50 watt

Dengan daya 100 watt lama pemakaian :

$$t = \frac{V \times I \times \cos \phi}{W_{load}}$$

$$t = \frac{12 \times 14 \times 1}{100}$$

$$= 1 \text{ jam } 14 \text{ menit}$$



Gambar 4.9 Output inverter menggunakan beban lampu 100 watt.

Dengan daya 150 watt lama pemakaian :

$$t = \frac{V \times I \times \cos \phi}{W_{load}}$$

$$t = \frac{12 \times 14 \times 1}{150}$$

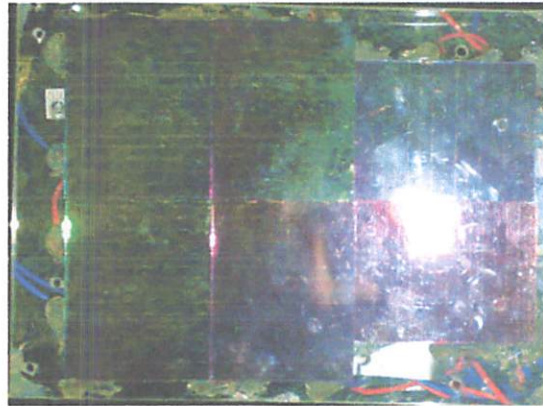
$$= 1 \text{ jam } 7 \text{ menit}$$



Gambar 4.10. Output inverter menggunakan beban lampu 150 watt.

4.3. Spesifikasi alat pada skripsi

4.3.1. Solar cell



Gambar 4. 11. Solar Cell

Spesifikasi tiap cell

Spesifikasi	Nilai
Short circuit current (Isc)	30 mA
Open current voltage (Voc)	10 Volt
Nominal Voltage (Vpm)	6 Volt
Maximum power current (Ipm)	22 mA
Panjang	7 cm
Lebar	5.5 cm
Tebal	2.2 mm

Tabel 4.5 Spesifikasi tiap cell

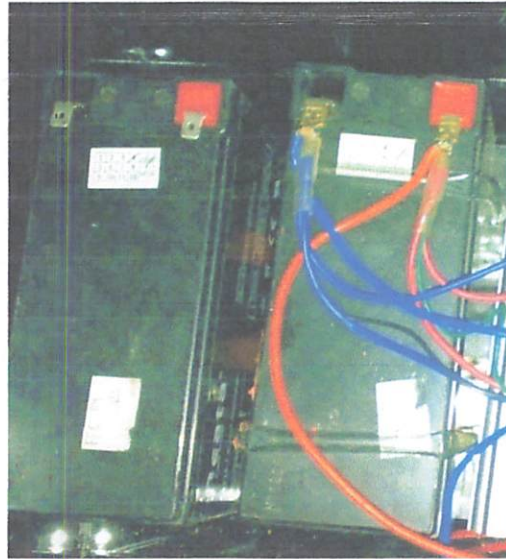
Karena dalam perancangan solar cell disusun seri dan parallel seperti keterangan pada bab 3 maka :

$$Voc(\text{total}) = 20 \text{ volt}$$

$$Isc(\text{total}) = 90\text{mA}$$

$$P = 1.8 \text{ watt}$$

4.3.2. Baterai



Gambar 4.12. Baterai Neata

Baterai 12 volt, 7 AH disusun parallel maka :

= 12 volt, 14 AH

Nominalvoltage:12V

Nominal capacity: 7.0Ah (20 hour rate)

Dimensions(L*W*H*TH): 151*65*94*99mm Approximate

weight: 2.10kg

Capacity: (25 ° C, 1.75V/cell)

7.0Ah (20 hours rate)

6.65Ah (10 hours rate)

5.6Ah (5 hours rate)

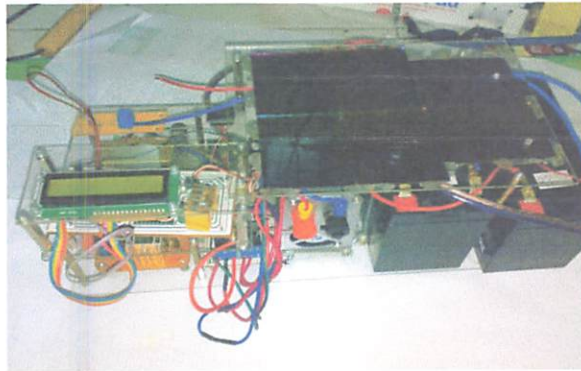
4.55Ah (1 hour rate)

Application: UPS battery

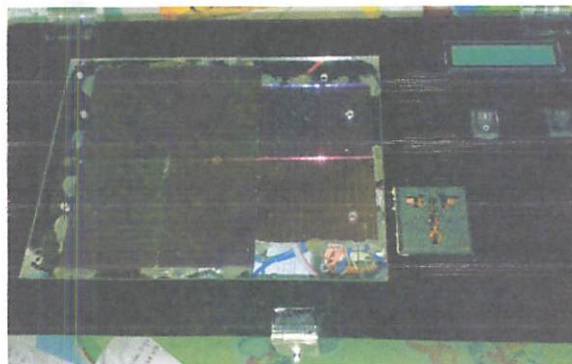
4.3.3 Inverter

Modul inverter yang digunakan tbe 300 watt dengan spesifikasi :

- Type : TBE 300watt
- Output Voltage : 220 VAC
- Output frequency : 50 Hz +/- 2Hz
- Output USB : DC 5.0v / 0.5A Max
- Output Waveform : Pure sine Wave
- Input Voltage Range : 10.0 – 15.0 VDC
- Low Battery Alarm [Nominal] : 10.4 – 11.0 v
- Low Battery Shutdown Point : 9.7 – 10.3v
- High Battery Shutdown Point : 14.5 – 15.5v
- Battery Drain with no AC Load [at 12V input] : <0.3A
- Peak efficiency : >95%



Gambar 4.13. Alat keseluruhan tanpa box



Gambar 4.14. Alat keseluruhan menggunakan box

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah perencanaan dan pembuatan sistem kemudian pengujian dan analisa, penulis akan menyampaikan beberapa kesimpulan dan saran yaitu sebagai berikut :

1. Setelah melakukan pengukuran pada regulator terdapat error pada IC 7805 sebesar 3.9% dan pada IC 7815 sebesar 2.8.
2. Pada pengujian pembagi tegangan terdapat error sebesar 2.6%.
3. Pada pengujian driver relay terdapat error sebesar 10%.
4. Lama pengisian baterai jika memakai solar cell 186 jam 39 menit, dan jika menggunakan regulator 16 jam 48 menit.
5. Lama pemakaian inverter dengan baterai 12 volt 14 Ah pada beban 50 watt = 3 jam 21 menit, beban 100 watt = 1 jam 40 menit, dan beban 150 watt = 1 jam 7 menit.

5.2 Saran

Dari mulai pembuatan sampai penyelesaian skripsi ini ada beberapa hal penulis yang ingin sampaikan untuk pengembangan alat ini. Meskipun alat ini sudah dapat bekerja masih ada hal-hal yang perlu di optimalkan, baik dari segi *hardware* maupun *software*. Beberapa saran yang penulis berikan:

1. Apabila dilakkan pengembangan dari alat ini sebaiknya mencari baterai dengan ampere yang lebih besar, spaya lebih lama pemakaian inverter.
2. Untuk menambahkan daya yang lebih maksimum diharapkan mencari beban yang cos phi kecil, karena dapat mempengaruhi besar daya yang didapat.
3. Untuk pengisian dari sumber solar cell supaya lebih cepat gunakan output ampere besar begitu pula dengan regulator.

4. Apabila menginginkan alat ukuran lebih kecil bisa mengganti baterai yang ukuran kecil tapi lihat tegangan dan ampere karena berpengaruh di output inverter.

Daftar Pustaka

- [1] Bishop, Owen. 2004. Dasar-Dasar Elektronika. Jakarta: Erlangga
- [2] Bakhtiar Aldino Ardi.S. 2011. "PURWARUPA POWER CONTROL PADA ELEKTRONIC POWER SYSTEM UNTUK MONITORING PROSES CHARGING / DISCHARGING BATERAI", Ugm: Yogyakarta
- [3] <http://blog.ub.ac.id/briandanaa/2012/03/04/pengenalan-atmega-16-download-datasheet-atmega16/>
- [4] <http://eprints.uny.ac.id/9235/3/bab%20-%20-0850613100.pdf>
- [5] <http://id.wikipedia.org/wiki/Baterai>
- [6] <http://telinks.wordpress.com/2010/05/01/rangkaian-driver-relay-praktis-menggunakan-transistor-bipolar/>
- [7] [http://elektronikadasar.web.id/Pembagi_Tegangan_\(Voltage_Divider\).html](http://elektronikadasar.web.id/Pembagi_Tegangan_(Voltage_Divider).html)
- [8] <http://electrozone94.blogspot.com/2013/09/inverter.html>
- [9] <http://www.emartee.com/product/41764>
- [10] Sumber:<http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf>
- [11] <http://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>
- [12] <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/pembagi-tegangan-voltage-divider/comment-page-1/>
- [13] <http://elektronika-dasar.web.id/artikel-elektronika/inverter-dc-ke-ac/>
- [14] <http://www.arisulistiono.com/feeds/posts/default/-/Ilmu%20Listrik>
- [15] <http://www.scribd.com/doc/161560696/Cara-Kerja-Relay>
- [16] <http://electrozone94.blogspot.com/2013/09/inverter.html>

LAMPIRAN



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : HATTA EKO YULIANTO
 N I M : 0912216
 Semester : 8
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-I
 Konsentrasi : ~~TEKNIK ENERGI LISTRIK~~
 TEKNIK ELEKTRONIKA
 TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA
 TEKNIK KOMPUTER
 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
 Alamat : Jln. Camburung no.9 Malang

Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat SKRIPSI Tingkat Sarjana. Untuk melengkapi permohonan tersenut, bersama ini kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Adapun persyaratan- persyaratan pengambilan SKRIPSI adalah sebagai berikut:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya | (.....) |
| 2. Telah lulus dan menyerahkan laporan Praktek Kerja | (.....) |
| 3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB)sesuai konsentrasinya | (.....) |
| 4. Telah menempuh matakuliah > 134 sks dengan IPK > 2 dan tidak ada nilai E | (.....) |
| 5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar Skripsi yang diadakan Jurusan | (.....) |
| 6. Memenuhi persyaratan administrasi | (.....) |

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Telah diteliti kebenarannya data tersebut diatas
 Recording Teknik Elektro S-I

(Signature)
 (.....)

Malang,.....201

Pemohon
(Signature)
HATTA EKO Y

Disetujui
 Ketua Prodi Teknik Elektro S-I

(Signature)
M. Ibrahim Ashari, ST, MT
 NIP. P. 1030100358

Mengetahui
 Dosen Wali

(Signature)
 (.....)

Catatan:

Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Ketua Prodi T. elektro S-I

1. LP. 431.5/ = 3.13
2.
3.



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Malang

jumlah : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

kepada : Yth. Bapak/Ibu **Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN Malang

Yang bertanda tangan dibawah

Nama : **HATTA EKO YULIANTO**
Nim : **0912216**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Elektronika**

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing untuk penyusunan Skripsi dengan judul :

**"RANCANG BAGUN SOLAR POWER BANK 150 WATT BERBASIS
MIKROKONTROLLER ATMEGA16"**

Demikian permohonan kami buat dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui
Kepala Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358

Hormat Kami

HATTA EKO YULIANTO

NIM. 0912216



jumlah : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

kepada : Yth. Bapak/Ibu **Ir. Eko Nurcahyo, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN Malang

Yang bertanda tangan dibawah

Nama : **HATTA EKO YULIANTO**
Nim : **0912216**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Elektronika**

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing untuk penyusunan Skripsi dengan judul :

**"RANCANG BAGUN SOLAR POWER BANK 150 WATT BERBASIS
MIKROKONTROLLER ATMEGA16"**

Demikian permohonan kami buat dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui

Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358

Hormat Kami

HATTA EKO YULIANTO

NIM. 0912216



PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : **HATTA EKO YULIANTO**
Nim : **0912216**
Semester : **VIII (Delapan)**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Elektronika**

Dengan ini menyatakan bersedia/tidak bersedia*) Membimbing skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

**" RANCANG BAGUN SOLAR POWER BANK 150 WATT BERBASIS
MIKROKONTROLLER ATMEGA16"**

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Hormat Kami


Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT

NIP.P. 1030000365

*) Coret yang tidak perlu



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Malang

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : **HATTA EKO YULIANTO**

Nim : **0912216**

Semester : **VIII (Delapan)**

Jurusan : **Teknik Elektro S-1**

Konsentrasi : **Teknik Elektronika**

Dengan ini menyatakan bersedia/tidak bersedia*) Membimbing skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

**" RANCANG BAGUN SOLAR POWER BANK 150 WATT BERBASIS
MIKROKONTROLLER ATMEGA16"**

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Format Kami

Ir. Eko Nurcahyo, MT

NIP. Y. 1028700172

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut

*) Coret yang tidak perlu



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

nomor Surat : ITN-313/EL-FTI/2013
inspirasi : -
sifat : BIMBINGAN SKRIPSI

di sampaikan kepada : Yth. Bapak/Ibu **Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : **HATTA EKO YULIANTO**
Nim : **0912216**
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Elektronika**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Ganjil Tahun Akademik 2013-2014 "

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 10301100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

nomor Surat : ITN-313/EL-FTI/2013
inspirasi : -
perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

terhadap : Yth. Bapak/Ibu **Ir. Eko Nurcahyo, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : **HATTA EKO YULIANTO**
Nim : **0912216**
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Elektronika**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" **Semester Ganjil Tahun Akademik 2013-2014** "

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

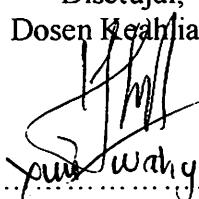

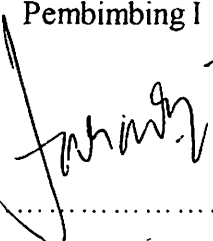
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Malang

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Elektronika

1.	Nim	: 0912216		
2.	Nama	: HATTA EKO YULIANTO		
3.	Konsentrasi Jurusan	: Teknik Elektronika		
4.	Jadwal Pelaksanaan:	Waktu	Tempat	
	25 April 2013	09.00	III.1.3	
5.	Judul proposal yang diseminarkan Mahasiswa	RANCANG BAGUN SOLAR POWER BANK 150 WATT BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA 16		
6.	Perubahan judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian			
7.	Catatan:	<i>perancangan alat belum jelas . terutama pada solar power bank 150 watt.</i>		
8.	Catatan :			
	Persetujuan judul Skripsi			
	Disetujui, Dosen Keahlian I  (..... <i>pu Wahyuni</i>)	Disetujui, Dosen Keahlian II (.....)	Disetujui, Dosen Keahlian III (.....)	
	Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1  M. Ibrahim Ashari, ST, MT NIP. P 1030100358	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs		
Pembimbing I  (.....)		Pembimbing II (.....)		



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Hatta Eko Y.
NIM : 0912216
Perbaikan meliputi :

Hal 38 Inverter Pangk ?

Spesifikasi IC 7805 dan IC 7815

Kesimpulan Disempurnakan.

Malang,

(Bambang Priotomo),
P.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO


Formullr Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Hatta Eko Yuhanto
NIM : 0912216
Perbaikan meliputi :

foto hasil pengujian menggunakan
lemer.

Malang 10 Feb 2014.


M. Ibrahim Iskandar, ST



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : HATTA EKO YULIANTO
Nim : 09.12.216
Masa Bimbingan : Semester Ganjil 2013-2014
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN SOLAR POWER BANK 150 WATT BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA 16

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	3-02-2014	Diagram blok, Perancangan dirutinkan sama di diagram blok, perencanaan solar cell	
2.	05-02-2014	Rumus perhitungan, bab 3 tidak ada teori.	
3.		Perbaiki Alat, bab 4, bab 5	
4.		Perbaiki Alat	
5.		sumbu → masalah ace.	
6.			
7.			
8.			

Malang
Dosen Pembimbing,

Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT
NIP.P.1030000365

Form S-4b



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PERSERO) MALANG
SIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

Nama : **Hatta Eko Yulianto**
Nim : **09.12.216**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Elektronika**
Masa Bimbingan : **Semester Ganjil 2013-2014**
Judul : **RANCANG BANGUN SOLAR POWER BANK 150 WATT BERBASIS ATMEGA 16**

No	Pengujian	Tanggal	Uraian	Paraf
1	Penguji I	19 Februari 2014	- Gambar rangkaian inverter - Spesifikasi IC 7805 dan IC 7815 - kKesimpulan disempurnakan	
2	Penguji II	19 Februari 2014	- Foto hasil pengujian menggunakan kamera	

Disetujui ;

Penguji I

Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP.Y.1028400082

Penguji II

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.Y.1030100358

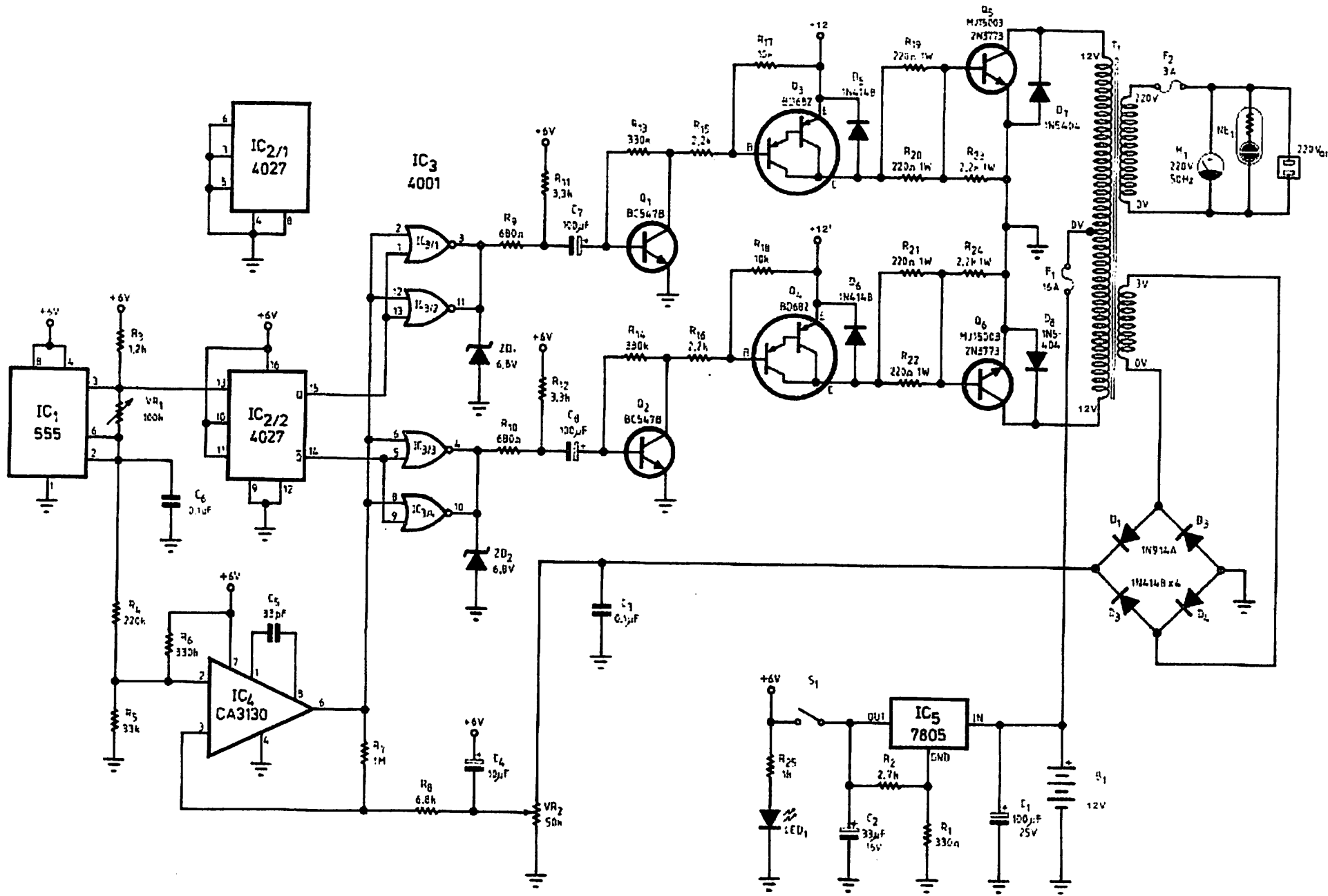
Mengetahui;

Pembimbing I

Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT
NIP. P. 1030000365

Pembimbing II

Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP. Y. 1028700172



LM78XX Series Voltage Regulators

General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number of external components. It is not necessary to bypass the out-

put, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

Features

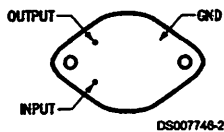
- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

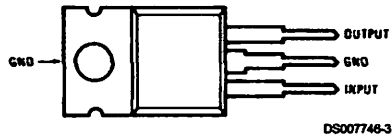
Connection Diagrams

**Metal Can Package
TO-3 (K)
Aluminum**



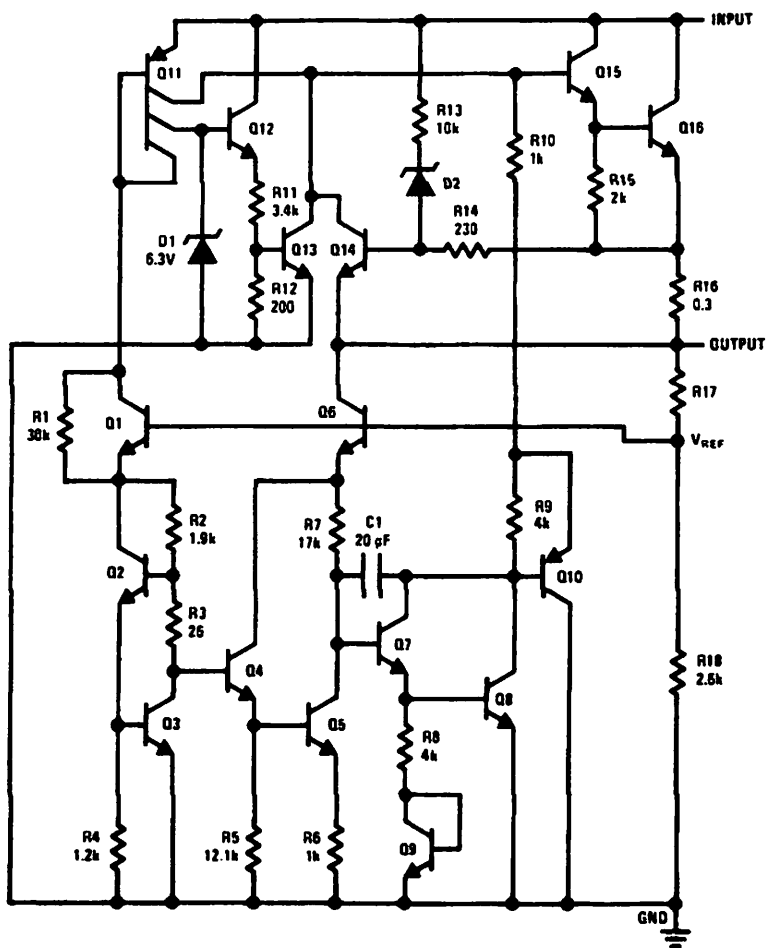
Bottom View
Order Number LM7805CK,
LM7812CK or LM7815CK
See NS Package Number KC02A

**Plastic Package
TO-220 (T)**



Top View
Order Number LM7805CT,
LM7812CT or LM7815CT
See NS Package Number T03B

Schematic



DS007748-1

Absolute Maximum Ratings (Note 3)

Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/distributors for availability and specifications.

Output Voltage	35V
($V_O = 5V, 12V$ and $15V$)	
Thermal Power Dissipation (Note 1)	Internally Limited
Operating Temperature Range (T_A)	0°C to $+70^\circ\text{C}$

Maximum Junction Temperature

(K Package)	150°C
(T Package)	150°C
Storage Temperature Range	-65°C to $+150^\circ\text{C}$
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)	
TO-3 Package K	300°C
TO-220 Package T	230°C

Electrical Characteristics LM78XX (Note 2)

$\leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.

Output Voltage		5V			12V			15V			Units		
Input Voltage (unless otherwise noted)		10V			19V			23V					
Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}, 5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$		4.8	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.6	V
		$P_D \leq 15\text{ W}, 5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$		4.75		5.25	11.4		12.6	14.25		15.75	V
		$V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$		$(7.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 20)$			$(14.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 27)$			$(17.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V
	Line Regulation	$I_O = 500\text{ mA}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	3		50	4		120	4		150	mV
			ΔV_{IN}	$(7 \leq V_{\text{IN}} \leq 25)$			$14.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			$(17.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V
		$0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$				50			120			150	mV
		ΔV_{IN}		$(8 \leq V_{\text{IN}} \leq 20)$			$(15 \leq V_{\text{IN}} \leq 27)$			$(18.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V
	Line Regulation	$I_O \leq 1\text{ A}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$			50			120			150	mV
			ΔV_{IN}	$(7.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 20)$			$(14.6 \leq V_{\text{IN}} \leq 27)$			$(17.7 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V
		$0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$				25			60			75	mV
		ΔV_{IN}		$(8 \leq V_{\text{IN}} \leq 12)$			$(16 \leq V_{\text{IN}} \leq 22)$			$(20 \leq V_{\text{IN}} \leq 26)$			V
	Load Regulation	$T_J = 25^\circ\text{C}$	$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1.5\text{ A}$	10		50	12		120	12		150	mV
			$250\text{ mA} \leq I_O \leq 750\text{ mA}$			25			60			75	mV
		$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}, 0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$				50			120			150	mV
	Quiescent Current	$I_O \leq 1\text{ A}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	8			8			8			mA
			$0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$			8.5			8.5			8.5	mA
	Quiescent Current Change	$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$		0.5			0.5			0.5			mA
	Quiescent Current Change	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_O \leq 1\text{ A}$				1.0			1.0			1.0	mA
		$V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$		$(7.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 20)$			$(14.8 \leq V_{\text{IN}} \leq 27)$			$(17.9 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V
		$I_O \leq 500\text{ mA}, 0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$				1.0			1.0			1.0	mA
		$V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$		$(7 \leq V_{\text{IN}} \leq 25)$			$(14.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			$(17.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V
	Output Noise Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}, 10\text{ Hz} \leq f \leq 100\text{ kHz}$		40			75			90			μV
N UT	Ripple Rejection	$f = 120\text{ Hz}$	$I_O \leq 1\text{ A}, T_J = 25^\circ\text{C}$ or $I_O \leq 500\text{ mA}$ $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$	62		80	55		72	54		70	dB
					62			55		54			dB
		$V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$		$(8 \leq V_{\text{IN}} \leq 18)$			$(15 \leq V_{\text{IN}} \leq 25)$			$(18.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 28.5)$			V
	Dropout Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_{\text{OUT}} = 1\text{ A}$		2.0			2.0			2.0			V
	Output Resistance	$f = 1\text{ kHz}$		8			18			19			$\text{m}\Omega$

Electrical Characteristics LM78XXC (Note 2) (Continued)

$0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ unless otherwise noted.

Output Voltage			5V			12V			15V			Units
Input Voltage (unless otherwise noted)			10V			19V			23V			
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
	Short-Circuit Current	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	2.1			1.5			1.2			A
	Peak Output Current	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	2.4			2.4			2.4			A
	Average TC of V_{OUT}	$0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq +125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 5\text{ mA}$	0.6			1.5			1.8			mV/°C
V_{IN}	Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$, $I_O \leq 1\text{ A}$	7.5			14.6			17.7			V

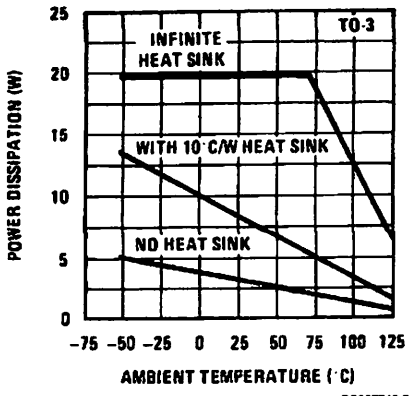
Note 1: Thermal resistance of the TO-3 package (K, KC) is typically 4°C/W junction to case and 35°C/W case to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package (T) is typically 4°C/W junction to case and 50°C/W case to ambient.

Note 2: All characteristics are measured with capacitor across the input of 0.22 μF, and a capacitor across the output of 0.1 μF. All characteristics except noise voltage and ripple rejection ratio are measured using pulse techniques ($t_w \leq 10\text{ ms}$, duty cycle $\leq 5\%$). Output voltage changes due to changes in internal temperature must be taken into account separately.

Note 3: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. For guaranteed specifications and the test conditions, see Electrical Characteristics.

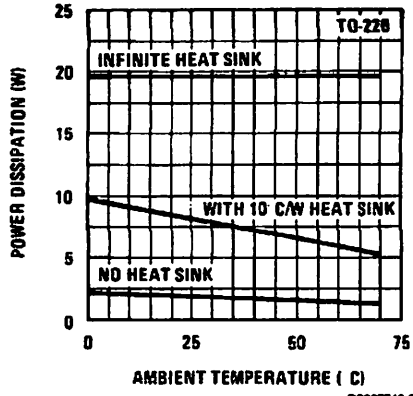
Typical Performance Characteristics

Maximum Average Power Dissipation



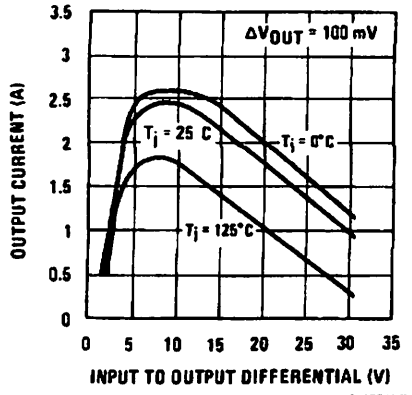
DS007746-5

Maximum Average Power Dissipation



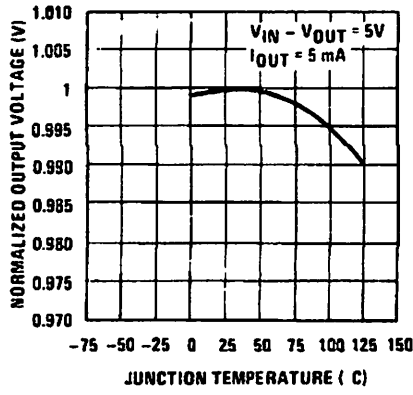
DS007746-6

Peak Output Current



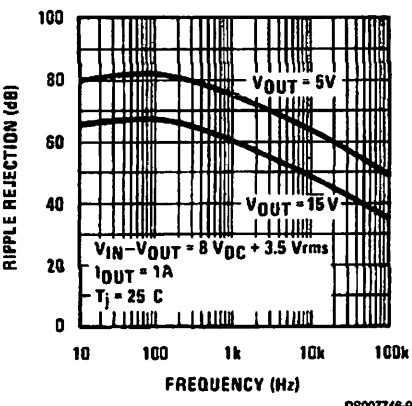
DS007746-7

Output Voltage (Normalized to 1V at $T_j = 25^\circ\text{C}$)



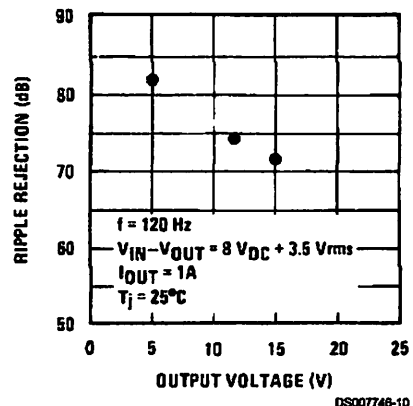
DS007746-8

Ripple Rejection



DS007746-9

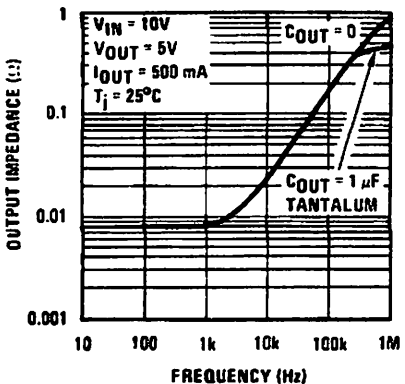
Ripple Rejection



DS007746-10

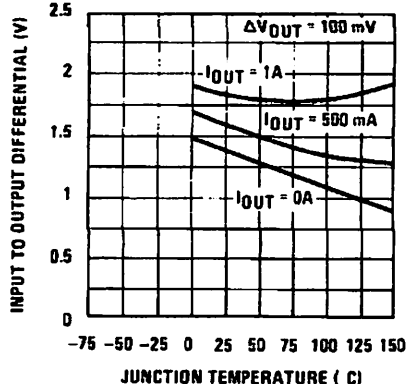
Typical Performance Characteristics (Continued)

Output Impedance



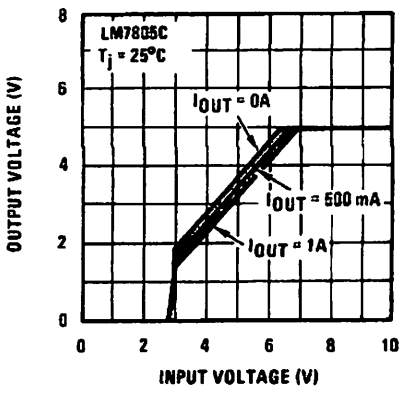
DS007748-11

Dropout Voltage



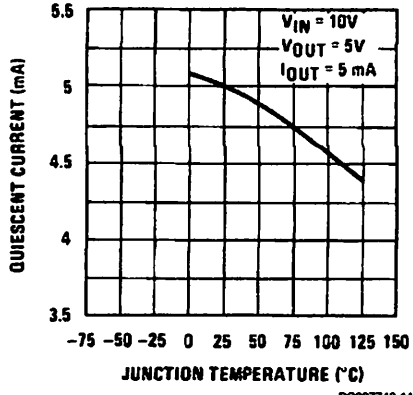
DS007748-12

Dropout Characteristics



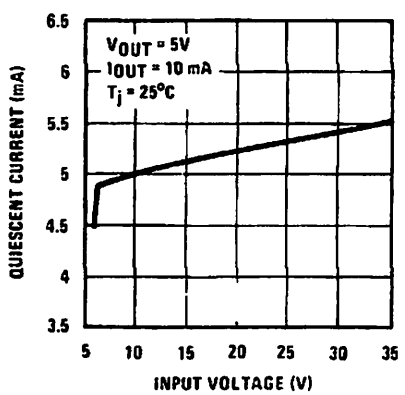
DS007748-13

Quiescent Current



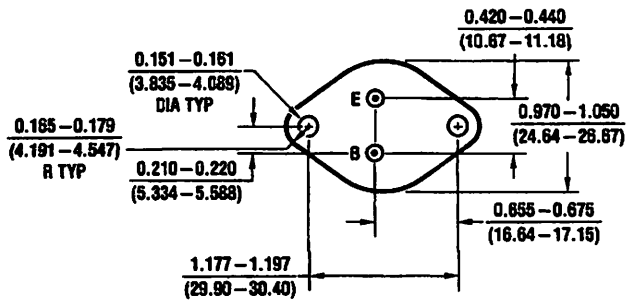
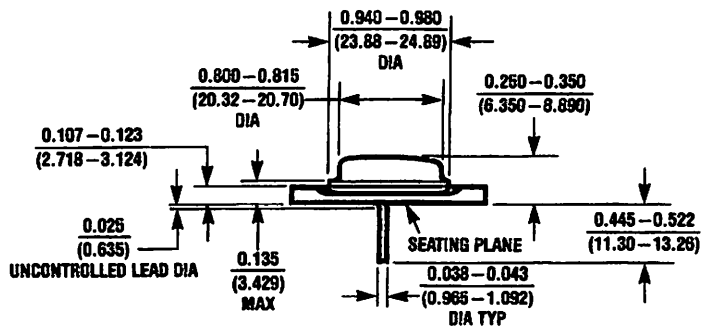
DS007748-14

Quiescent Current



DS007748-15

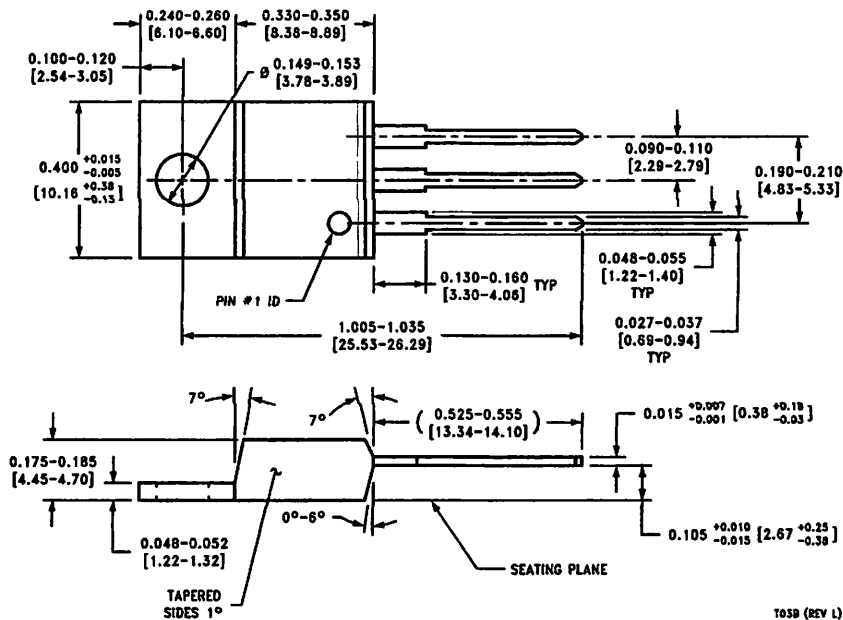
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



KC02A (REV C)

Aluminum Metal Can Package (KC)
Order Number LM7805CK, LM7812CK or LM7815CK
NS Package Number KC02A

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



National Semiconductor
Corporation
Americas
Tel: 1-800-272-9959
Fax: 1-800-737-7018
Email: support@nsc.com
www.national.com

National Semiconductor
Europe
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor
Asia Pacific Customer
Response Group
Tel: 65-2544466
Fax: 65-2504466
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Ltd.
Tel: 81-3-6639-7560
Fax: 81-3-5639-7507

Listing Program

```
#include <mega16.h>

#include <delay.h>

#include <string.h>

#include <stdio.h>

#include <alcd.h>

#define LCD_MAX_COL 16

#define MIN_PERSEN 83

unsigned int dataADCTeg_bat = 0;

float tegangan_bat = 0;

unsigned char bufferLCD_UP[16],bufferLCD_DOWN[16];

unsigned char persen_bat = 0;

flash char str_name[]="HATTA E.Y";

flash char str_nim[]="0912216";

flash char str_title[]="          Rancang bangun Solar Power Bank 150W berbasis
Atmega16      :);";

flash char str_wait[]="WAIT";

flash char str_silakan_charge[]="          Kapasitas Baterai di bawah batas
minimal Input Inverrter Silakan melakukan Charge!      ";

flash char str_warning[]="WARNING";

flash char str_blank[]="          ";
```

```

void show_message1(){
    unsigned char i,j,k=0,l;
    unsigned char dataLEN;

    dataLEN = sizeof(str_title);

    lcd_gotoxy((16-sizeof(str_wait))/2,1);
    lcd_putsf(str_wait);

    for(i=0;i<=dataLEN;i+=1){
        k+=1;
        /*letakkan di baris pertama*/
        lcd_gotoxy(0,0);
        for(j=0;j<LCD_MAX_COL;j++){
            if(str_title[j+k] == NULL){
                return;
            }

            lcd_putchar(str_title[j+k]);
        }

        delay_ms(130);
    }
}

```

```

void show_message2(){
    unsigned char i,j,k=0,1;
    unsigned char dataLEN;

    dataLEN = sizeof(str_silakan_charge);

    for(i=0;((i<=dataLEN)&&(persen_bat<MIN_PERSEN));i+=1){
        k+=1;
        /*letakkan di baris pertama*/
        lcd_gotoxy(0,0);
        for(j=0;j<LCD_MAX_COL;j++){
            if(str_silakan_charge[j+k] == NULL){
                return;
            }

            lcd_putchar(str_silakan_charge[j+k]);
        }

        delay_ms(120);

        if(i%2==0){
            lcd_gotoxy((16-sizeof(str_warning))/2,1);
            lcd_putsf(str_warning);
        } else {
            lcd_gotoxy((16-sizeof(str_blank))/2,1);
            lcd_putsf(str_blank);
        }
    }
}

```

```
    }  
  }  
  
}
```

```
#define ADC_VREF_TYPE 0x00
```

```
// 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;
```

```
}
```

```
void main(void)
```

```
{
```

```
PORTA=0x00;
```

```
DDRA=0x00;
```



```
PORTB=0x00;
```

```
DDRB=0x00;
```

```
PORTC=0x00;
```

```
DDRC=0x00;
```

```
PORTD=0x00;
```

```
DDRD=0x00;
```

```
// ADC initialization
```

```
// ADC Clock frequency: 93,750 kHz
```

```
// ADC Voltage Reference: AREF pin
```

```
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
```

```
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
```

```
ADCSRA=0x87;
```

```
lcd_init(16);
```

```
lcd_gotoxy(0,0);
```

```
show_message1();
```

```
delay_ms(100);
```

```
lcd_clear();
```

```
lcd_gotoxy((16-sizeof(str_name))/2,0);
```

```
lcd_putsf(str_name);
```

```
lcd_gotoxy((16-sizeof(str_nim))/2,1);
```

```
lcd_putsf(str_nim);
```

```
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
```

```
while (1)
```

```
{
```

```
    dataADCTeg_bat = read_adc(0);
```

```
    //Olah data yang dibaca ke dalam
```

```
    //format tegangan real -- floating val
```

```
    tegangan_bat = (float)((dataADCTeg_bat * 0.00487) * 2.5);
```

```
    persen_bat = (tegangan_bat/12) * 100;
```

```
    if(persen_bat>100) persen_bat=100;
```

```
    if(persen_bat <= MIN_PERSEN){
```

```
        show_message2();
```

```
    } else {
```

```
        //pengkondisian dari inputan tegangan baterai
```

```
        sprintf(bufferLCD_UP,"V Bat=%2.2f V",tegangan_bat);
```

```
lcd_gotoxy(0,0);lcd_puts(bufferLCD_UP);
```

```
sprintf(bufferLCD_DOWN,"Persen Bat=%d %%",persen_bat);
```

```
lcd_gotoxy(0,1);lcd_puts(bufferLCD_DOWN);
```

```
}
```

```
delay_ms(100);
```

```
lcd_clear();
```

```
}
```

```
}
```

Solar Cell

ells [▶ Solar Cells for Watches](#)

Solar Cells

These solar cells are used for indoor and outdoor applications, especially in electronic products.

Custom design are welcome."

[▶ Outdoor](#)

[▶ Indoor](#)

Abbreviations



V_{op}: Operating Voltage

V_{oc}: Open Circuit Voltage

I_{op}: Operating current

I_{sc}: Short Circuit current

Outdoor Applications - under AM1.5(100mW/cm ²) Back							
Partitions	Dimension (mm)		V _{op}	I _{op}	V _{oc}	I _{sc}	Thickness
	(L)	(W)	(V)	(mA)	(V)	(mA)	(mm)
8Z	99.6	18.0	6.5	8.3	9.0	11.0	2.0
39	124.5	39.3	15	12	18	15	2.0
54	126.3	54.3	15.5	12.0	22.0	15.0	2.0
73	145.0	72.5	15.5	24.0	22.0	34.0	2.0
95	145.0	95.0	6.5	80.0	9.0	100.0	2.0
5AZ	145.0	95.0	7.5	60.0	11.0	78.0	2.0
45Z	145.0	145.0	7.5	100.0	11.0	130.0	2.0
33	145.7	32.5	9.6	13.0	14.5	17.0	2.0
75	150.3	75.1	15.5	22.0	22.0	28.0	2.0
50Z	150.0	150.0	7.2	110±10%	9.0	135.0	2.0
00Z	150.0	300.0	9.5	165.0	13.5	205.0	2.0
52	152.4	152.4	7.2	120.0	9.0	150.0	2.0
20	25.0	20.0	3.0	5.0	3.90	6.5	2.0
3Z	27.0	23.5	2.0	8.0	2.6	10.0	2.0
4	26.5	23.5	4.0	4.0	5.0	5.0	2.0
45Z	290.0	145.0	7.2	200.0	10.5	250.0	2.0
5AZ	290.0	145.0	17.0	90.0	23.8	125.0	2.0
4Z	295.0	74.0	14.5	55.0	20.0	68.0	2.0
3	29.2	13.2	3.0	3.5	4.2	4.5	2.0
0	29.9	30.0	5.5	3.0	7.1	4.0	2.0
05Z	304.8	304.8	17.0	177.0	25.0	22.0	2.0
1	31.2	10.8	4.5	2.0	5.4	2.6	1.1
0Y	33.4	10.0	3.0	3.2	4.5	4.1	1.1
Y-93	33.0	24.0	1.8	13.0	2.8	17.0	1.1
2Y	37.0	22.0	4.5	6.0	6.3	8.0	1.1
0	40.0	50.0	1.5	36.0	1.8	43.0	2.0
5	45.0	15.0	5.0	4.5	7.0	5.5	2.0

32	48.9	32.4	6.0	9.0	7.5	12.0	2.0
2-A	48.9	32.4	3.5	15.0	4.5	18.0	2.0
25	49.0	25.0	3.4	12.0	5.0	15.0	2.0
30	50.0	29.0	1.8	26.0	3.0	30.0	2.0
3Z	55.0	23.0	3.5	11.0	5.2	14.0	2.0
9Y	54.9	29.2	3.5	16.0	5.2	21.0	1.1
48	57.8	48.2	8.0	8.0	12.5	11.0	2.0
41	60.2	41.3	4.5	17.0	5.3	20.0	2.0
1-A	60.1	41.3	3.0	33.0	3.9	43.0	2.0
55	60.1	55.1	4.5	30.0	5.3	40.0	2.0
0Z	60.0	110.0	2.5	88.0	4.0	110.0	2.0
51	69.0	61.0	7.5	14.0	12.0	17.0	2.0
	70.0	70.0	3.0	55.0	4.2	80.0	2.0
24	69.8	24.2	4.8	10.0	6.0	14.0	2.0
35	70.2	35.0	4.0	18.0	5.0	25.0	2.0
55	70.0	55.0	6.0	22.0	8.0	30.0	2.0
AZ	75.0	75.0	2.5	80.0	3.5	110.0	2.0
29	72.45	29.0	7.5	9.0	9.7	13.0	2.0
18	80.0	18.0	5.5	9.0	6.5	11.0	2.0
3Z	82.0	23.3	12.0	3.0	16.5	6.0	2.0
32	82.6	32.0	7.0	12.0	8.5	15.0	2.0
25	92.0	25.0	12.0	3.0	16.5	6.0	2.0
5-A	91.7	25.0	6.0	12.0	8.0	15.0	2.0
29	92.0	29.0	7.0	12.0	11.0	13.0	2.0
	95.0	95.0	5.0	60.0	7.0	95.0	2.0
AZ	95.0	95.0	4.0	75.0	5.6	105.0	2.0
26	96.6	26.0	7.0	12.0	9.5	18.0	2.0
28	96.8	28.0	6.0	15.0	7.0	20.0	2.0
58	96.6	58.0	4.5	38.0	5.5	45.0	2.0
3-A	96.6	58.0	7.0	25.0	8.5	32.0	2.0

Indoor Applications - under 200 Lux [Back](#)

Applications	Dimension (mm)		Vop	Iop	Voc	Isc	Thickness
	(L)	(W)	(V)	(uA)	(V)	(uA)	(mm)
07	18.2	7.0	1.5	2.0	2.0	3.0	1.1
10	19.0	10.0	1.5	4.0	2.0	4.8	1.1
19	19.6	19.6	1.5	8.0	2.0	9.6	1.1
10	25.0	10.0	1.5	6.0	2.0	7.2	1.1
0DS	24.7	8.8	1.5	5.0	2.0	6.0	1.1
15	24.7	14.7	3.0	5.0	4.2	7.5	1.1
4Y	27.0	24.0	3.6	6.0	4.4	9.0	1.1
97	29.4	96.6	1.8	55.0	2.3	62.0	1.1
12	29.6	11.8	1.5	8.0	2.0	9.5	1.1
2DS	29.6	10.0	1.5	7.0	2.0	8.5	1.1

1-A	31.4	10.8	3.0	5.0	3.5	6.0	1.1
24	31.2	23.6	2.2	9.4	3.0	11.0	1.1
0Y	33.4	10.0	3.0	4.7	3.8	5.6	1.1
14	35.1	13.7	1.5	11.5	2.0	14.0	1.1
13	38.0	12.5	1.5	11.5	2.0	14.0	1.1
11	41.2	11.0	3.0	3.5	3.8	3.8	1.1
5Y	45.0	95.0	0.45	470.0	0.55	517.0	1.1
09	48.5	9.0	3.0	5.0	4.4	7.0	1.1
14	53.0	13.8	1.5	13.5	2.0	16.0	1.1
4-A	53.0	13.8	3.0	11.0	3.6	14.0	1.1
14	55.0	13.5	1.8	15.0	2.3	18.0	1.1
16	55.0	15.5	3.0	12.5	3.6	15.5	1.1
20	55.0	20.0	3.0	14.0	4.0	17.0	1.1
41	55.0	40.5	1.8	50.0	2.2	60.0	1.1
49	56.1	48.6	3.5	36.0	4.4	39.0	1.1
16	57.8	16.0	5.0	3.0	6.0	5.0	1.1
6-A	58.7	16.6	1.5	20.0	2.2	24.0	1.1
0	59.0	10.0	5.8	4.0	7.1	4.4	1.1
28	66.8	27.8	5.0	15.0	6.5	20.0	1.1
8-A	66.8	27.8	3.0	25.0	4.4	30.0	1.1
26	96.6	26.0	6.5	18.0	7.8	22.0	1.1
57	96.8	56.6	5.8	47.0	7.1	56.0	1.1
7-B	96.8	57.0	5.0	52.5	5.8	63.0	1.1
8Z	97.6	18.0	6.0	14.0	7.7	16.8	2.0

All content contained herein copyright SINONAR 2005, all rights reserved.

[Posting Lama](#)[Posting Lebih Baru](#) >>[Cari Artikel](#)

GO

Battery Charger Calculator

28 November 2011, 11.50 Diposting Oleh: [Ari Sulistiono](#) | lokasi Tag: [Ilmu](#)[Listrik, Power System](#)Tweet < 0 [Tweet](#) [G+1](#) 0

Kalkulator sederhana ini akan membantu anda mencari berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh Battery Charger anda untuk melakukan pengisian Battery sampai penuh. Silahkan simak catatan berikut ini.

Untuk apa posting ini saya buat?

Pada mungkin bertanya, mengapa saya membuat postingan seperti ini lagi? Yah, sebagian besar battery chargers "murahan" tidak dilengkapi dengan rangkaian "auto-off" sequence apabila pengisian battery sudah penuh. Akibatnya battery kecil (tipe AA, dan AAA) pada umumnya akan mudah sekali overcharge. Berbeda kapasitas battery, maka berbeda pula lamanya waktu yang diperlukan untuk pengisian, kalkulator ini di desain untuk menghitung kapan waktu selesainya pengisian battery anda dengan mudah dan anda tidak perlu lagi mengitung jam dan menit keberapa selesainya.



Penjelasan:

- **Charger Output** : Ini adalah nilai arus dari Battery Charger yang anda, nilai output arus yang dikeluarkan oleh Charger mungkin berbeda-beda untuk jenis battery yang berbeda, silahkan simak dokumentasi atau instruksi manual dari battery tersebut untuk jelasnya.
- **Battery Capacity** : Nilai ini umumnya tertera pada sisi body dari Battery dan untuk battery kecil ditulis dalam satuan milliamp Hours (mAh)
- **Charging Inefficiency** : Saat melakukan pengisian battery, energy akan hilang dari sel battery. Sebagai contoh, jika anda melakukan pengisian sebuah battery dengan 100mA dari power, dan battery mempunyai nilai charging inefficiency sebesar 20%, maka sebenarnya hanya 80mA arus yang akan masuk kedalam sel battery. Nilai untuk inefficiency ini seharusnya terdapat pada dokumentasi battery charger anda atau mungkin bisa didapat dari pabrikan.
- **Charge Duration** : Ini adalah nilai waktu hasil perhitungan/kalkulasi waktu yang diperlukan untuk melakukan pengisian battery secara

[About My Projects](#)[CBM](#)[Control System](#)[Electronics Hobby](#)[Ilmu Listrik](#)[Info Lowongan Kerja](#)[Internet and Blogging Tips](#)[It's About My Life](#)[Komunikasi Data](#)[Lyrics and Chord Coll](#)[Microcontroller](#)[Power System](#)[Products](#)[Protection Relays](#)[SCADA](#)[Serba-Serbi dan Aneka Informasi](#)[Tips dan Trik Komputer](#)

« [Dapatkan Artikel By Email](#) »

 We take privacy

seriously.

Your email address will not be

penuh.

- **Date / Time to full charge** atau **Tanggal / Waktu** untuk mencapai Pengisian Penuh : Ini adalah tanggal dan waktu dimana battery akan secara penuh terisi, pastikan jam komputer anda benar untuk mendapatkan jawaban yang akurat.

Untuk readers yang ingin menggunakan kalkulator ini untuk menghitung waktu pengisian battery berkapasitas tinggi seperti battery bank back-up power untuk sistem power DC pada gardu induk dan sebagainya, silahkan sesuaikan nilai Ampere menjadi miliAmpere.

Charger Output	<input type="text" value="160"/> mA
Battery Capacity	<input type="text" value="2000"/> mAh
Charging Inefficiency	<input type="text" value="20"/> %

[Reset to default Values](#)

[Calculate time to Fully Charge B](#)

Charge Duration	<input type="text"/> hours <input type="text"/> minutes
Date / Time to full charge	<input type="text"/>

Tips Umum Perawatan Battery

Untuk mendapatkan lifetime battery yang maksimal, mungkin tips perawatan battery dibawah dapat membantu anda dalam menjaga ketahanan battery:

- Sebisa mungkin lakukan pengosongan muatan atau discharge battery-battery tersebut sebelum pengisian ulang atau recharging dilakukan, tetapi usahakan jangan sampai habis sama sekali.
- Jangan lakukan pengisian battery terlalu lama atau overcharge batteries.
- Gunakan dan isi ulang battery pada set waktu yang sama, jadi apabila readers punya enam buah battery yang sama, dan ingin menggunakan 2 buah battery dalam satu waktu, pastikan anda mengisinya dan atau menggunakannya dalam tiga set sepasang battery.
- Selalu jaga permukaan kontak kutub battery dalam kondisi bersih, bisa gunakan penghapus / emery paper / fibreglass pen untuk menjaga kadar oksidasi dan grease se-minimal mungkin.

shared.

« My Project Portfolio »

I have conducted several projects, trainings, research, develop software, and sharing ideas & knowledge on the topics of power system, control & automation, SCADA, PLCs, and protective relaying system at the following institutions (Portfolio):



View [My Complete Resume](#) | [Hire Me!](#)



« Join Our Community! »

- Rechargeable batteries akan kehilangan kemampuan charge setiap hari – jadi jangan lakukan pengisian berlebih dan jangan mengharapkan battery akan selalu dalam kondisi yang sama setelah tiga bulan kemudian.

Terima kasih telah membaca postingan ini. Salam blogger Indonesia.

[Kembali Ke Halaman Sebelumnya](#)



You may share this document under Creative Commons

License – Terima kasih telah membaca tulisan ini. ©

© 2011 Ari Sulistiono, Indonesian Electrical Engineer.

Tags: [Ilmu Listrik](#), [Power System](#)

Artikel Serupa yang Direkomendasikan

Ilmu Listrik

- [Power factor calculator](#)
- [Kalkulator Watt-Lux untuk Desain Instalasi Pencahayaan](#)
- [Kalkulator Lux – Watt untuk Desain Instalasi Pencahayaan](#)
- [Kalkulator Daya \(kVA\) – Arus DC, AC 1 Fasa dan AC 3 Fasa](#)
- [Kalkulator Arus \(Ampere\) – Arus DC, AC 1 Fasa dan AC 3 Fasa](#)

Power System

- [Power factor calculator](#)
- [Kalkulator Watt-Lux untuk Desain Instalasi Pencahayaan](#)
- [Kalkulator Lux – Watt untuk Desain Instalasi Pencahayaan](#)
- [Kalkulator Daya \(kVA\) – Arus DC, AC 1 Fasa dan AC 3 Fasa](#)
- [Kalkulator Arus \(Ampere\) – Arus DC, AC 1 Fasa dan AC 3 Fasa](#)

Power System

- [Power factor calculator](#)
- [Kalkulator Watt-Lux untuk Desain Instalasi Pencahayaan](#)
- [Kalkulator Lux – Watt untuk Desain Instalasi Pencahayaan](#)
- [Kalkulator Daya \(kVA\) – Arus DC, AC 1 Fasa dan AC 3 Fasa](#)
- [Kalkulator Arus \(Ampere\) – Arus DC, AC 1 Fasa dan AC 3 Fasa](#)

Ilmu Listrik

- [Power factor calculator](#)
- [Kalkulator Watt-Lux untuk Desain Instalasi Pencahayaan](#)
- [Kalkulator Lux – Watt untuk Desain Instalasi Pencahayaan](#)
- [Kalkulator Daya \(kVA\) – Arus DC, AC 1 Fasa dan AC 3 Fasa](#)
- [Kalkulator Arus \(Ampere\) – Arus DC, AC 1 Fasa dan AC 3 Fasa](#)

Artikel berjudul "[Battery Charger Calculator](#)", URL artikel:

<http://www.arisulistiono.com/2011/11/battery-charger-calculator.html> diposting pada tgl. 28 November 2011, 11.50 di dalam folder file [Ilmu Listrik](#), [Power System](#). Anda

Kicau Di Twitter
Hari Ini!



Dinding Gas Cis
Cus..!

Unable to
connect

Firefox can't

bisa menyimpan semua tanggapan pada artikel ini melalui [RSS 2.0](#) feed. Atau cukup [kirim tanggapan](#). Klik [disini](#) untuk mengirim Artikel ke [LintasBerita.Com](#). |
Tulisan/postingan diatas dapat anda salin, cetak, modifikasi dan distribusikan secara bebas, asalkan tetap mencantumkan nama penulis serta URL lengkap artikel.

KOMENTAR

Disqus seems to be taking longer than usual. [Reload?](#)

Copyright © 2007-2012 [Ari Sulistiono's Blog](#). All rights reserved. || Powered by [Google.Com](#) ([Blogger.Com](#),
[Google Apps](#) & [Picasa.Com](#)).

Seluruh artikel di Ari-Sty.Cz.Cz dapat anda salin, cetak, modifikasi dan distribusikan secara bebas, asal tetap mencantumkan URL

[lengkap artikel.](#)

RSS FEEDS **XHTML 1.1** **KE ATAS**

[act](#)

WIN Member Supplier

Home > Product Info > Details

[More Member Suppliers](#)
[CN 中文版](#) [EN English](#)
[Company Info](#)
[Product Info](#)
[Certificates](#)
[Buying Leads](#)
[Selling Leads](#)
[Company News](#)
[Contact Info](#)

Neata Battery Manufacture Co., Ltd.


Details

 Picture [1](#) [2](#)
[1](#) [2](#)

Application: 12v 7ah ups battery

Specifications:

Nominal voltage: 12V

Nominal capacity: 7.0Ah (20 hour rate)

Dimensions(L*W*H*TH): 151*65*94*99mm

Approximate weight: 2.10kg

Capacity: (25 ° C, 1.75V/cell)

7.0Ah (20 hours rate)

6.65Ah (10 hours rate)

5.6Ah (5 hours rate)

4.55Ah (1 hour rate)

Application: UPS battery

Special Features:

- Desc**
1. Long service life: 3 years design life
 2. Low self discharge: Lower than 3% of rated capacity per month under normal operating temperature
 3. ABS case (can be made with flame retardant V0)
 4. No memory effect after repetitious usage or discharges
 5. Maintenance free operation
 6. Sealed construction and leakproof
 7. Safety valve regulated system
 8. Operating in any position
 9. Deep discharge recovery
 10. Wide operating temperature range

Payment Details:

Payment Terms: TT advanced or L/C

Minimum Order: 1000 Pieces

Delivery Details:

12v 7ah ups battery
Category Electronics and IT
 Products
Contact Alex**Phone** 760-6957090**Email** alex@neatabattery.com**Update** 2007-9-5

FOB Port: Zhongshan
Lead Time: 15 - 30 days

Product Certifications:
Certificate Standard: UL (mh45195)
Certificate Standard: CE

 **More Products** 



ups battery...



ups battery...



6v 7ah toy ...



electrical ...

[More>>](#)

[About WIN](#) - [Help Online](#) - [Site Map](#) - [Contact Webmaster](#)

Copyright by: the Ministry of Commerce of the People's Republic of China All rights reserved.

Content & Technical Support: Beijing Intertrade Business Promotion Company Limited

Website Management: Department of Information Technology

ICP Registration: No.BJ05004093    

Features

High-performance, Low-power 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
16K Bytes of In-System Self-programmable Flash program memory
512 Bytes EEPROM
1K Byte 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

Pin Configurations and Packages
32 Programmable I/O Lines
40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF

Operating Voltages
2.7 - 5.5V for ATmega16L
4.5 - 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

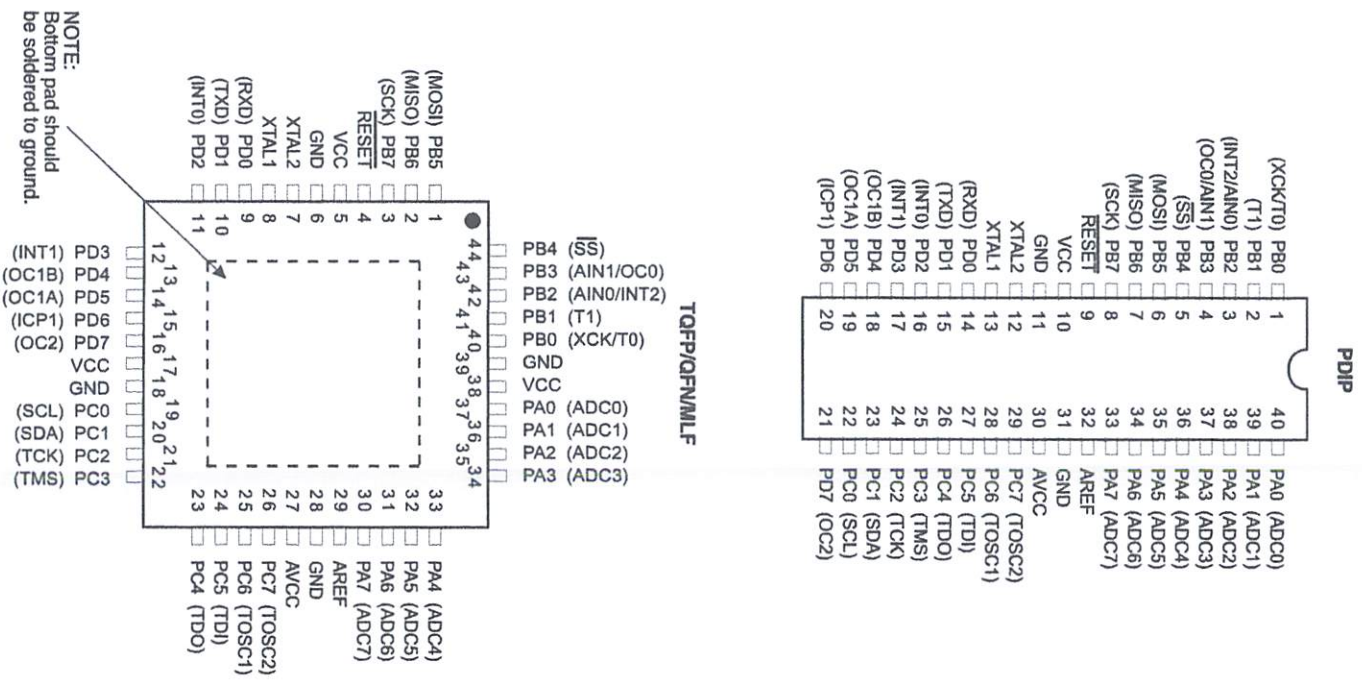
ATmega16
ATmega16L

Note: Not recommended for new designs.

Rev. 2466S-AVR-05/09



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.

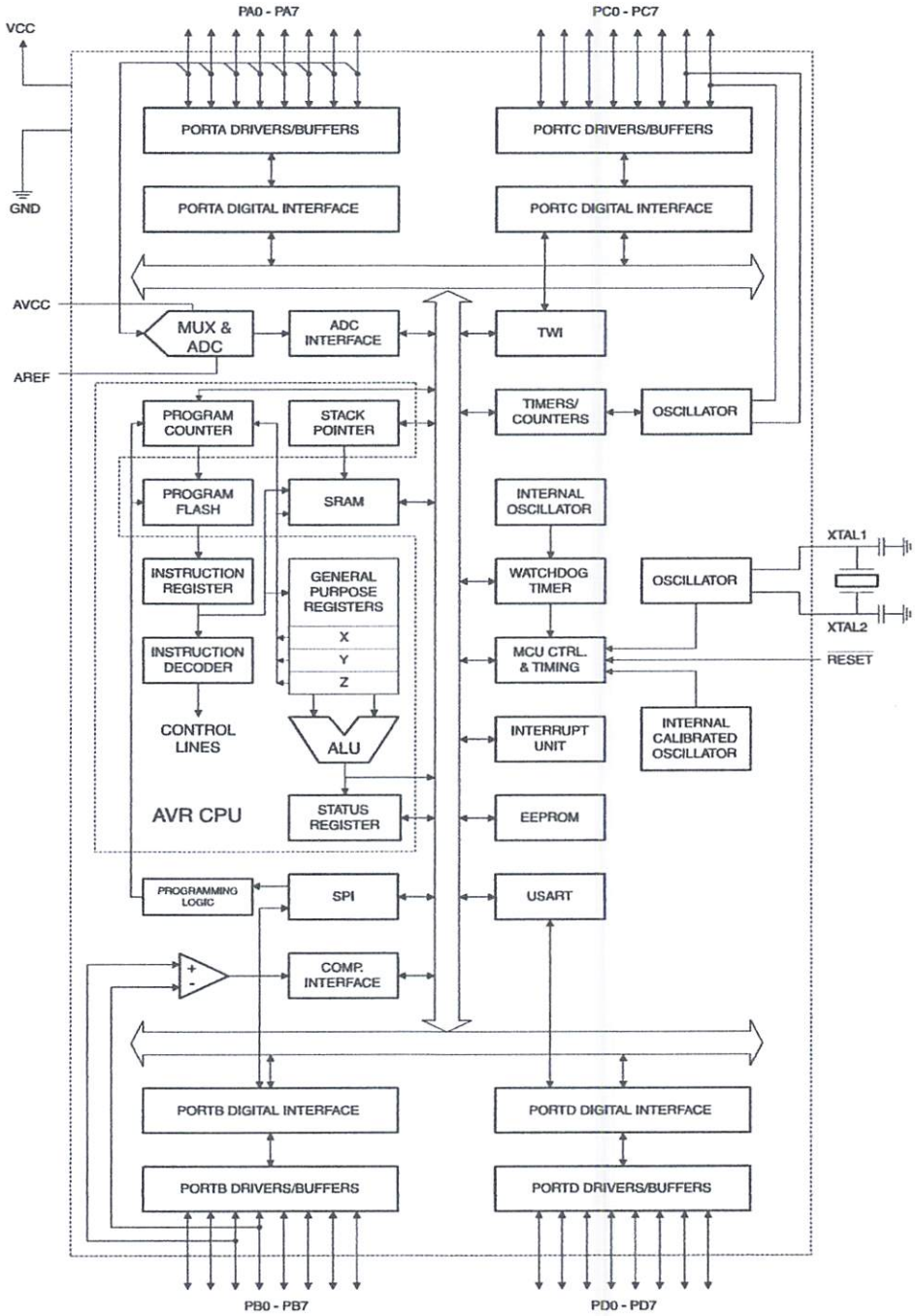


Overview

The ATmega16 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega16 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 2. Block Diagram



The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega16 provides the following features: 16K bytes of In-System Programmable Flash Program memory with Read-While-Write capabilities, 512 bytes EEPROM, 1K byte SRAM, 32 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, a JTAG interface for Boundary-scan, On-chip Debugging support and programming, three flexible Timer/Counters with compare modes, Internal and External Interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, an 8-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain (TQFP package only), a programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the USART, Two-wire interface, A/D Converter, SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next External Interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the Asynchronous Timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except Asynchronous Timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the Asynchronous Timer continue to run.

The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega16 is a powerful microcontroller that provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The ATmega16 AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, in-circuit emulators, and evaluation kits.

Descriptions

Digital supply voltage.

Ground.

A (PA7..PA0)

Port A serves as the analog inputs to the A/D Converter.

Port A also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. When pins PA0 to PA7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current if the internal pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.



B (PB7..PB0)

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port B also serves the functions of various special features of the ATmega16 as listed on [page 58](#).

C (PC7..PC0)

Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PC5(TDI), PC3(TMS) and PC2(TCK) will be activated even if a reset occurs.

Port C also serves the functions of the JTAG interface and other special features of the ATmega16 as listed on [page 61](#).

D (PD7..PD0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port D also serves the functions of various special features of the ATmega16 as listed on [page 63](#).

RESET

Reset Input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in [Table 15 on page 38](#). Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.

1

Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

2

Output from the inverting Oscillator amplifier.

C

AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to V_{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.

F

AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

ATTNegaT

Port B is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

(PBT.950)

Port B also serves the functions of various special features of the ATNegaT as listed on page 10.

Port C is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the output resistors on pins POC0 through POC7 (TMS) and POC8 (TCK) will be activated even if a reset occurs.

(PBT.950)

Port C also serves the functions of the JTAG interface and other special features of the ATNegaT as listed on page 10.

Port D is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

(PBT.950)

Port E also serves the functions of various special features of the ATNegaT as listed on page 10.

Reset input. A low level on this pin is latched and the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 10-1. The reset pin is not tri-stated to generate a reset.

Input to the microcontroller and input to the internal clock operating circuit.

Output to the internal oscillator equipment.

AVCC is the supply voltage pin for the AVR. It should be externally connected to V_{CC}. Even if the AVCC is not used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.

AREF is the analog reference pin for the AVR converter.

sources A comprehensive set of development tools, application notes and datasheets are available for download on <http://www.atmel.com/avr>.

a Retention Reliability Qualification results show that the projected data retention failure rate is much less than 1 PPM over 20 years at 85°C or 100 years at 25°C.

out Code mples

This documentation contains simple code examples that briefly show how to use various parts of the device. These code examples assume that the part specific header file is included before compilation. Be aware that not all C Compiler vendors include bit definitions in the header files and interrupt handling in C is compiler dependent. Please confirm with the C Compiler documentation for more details.

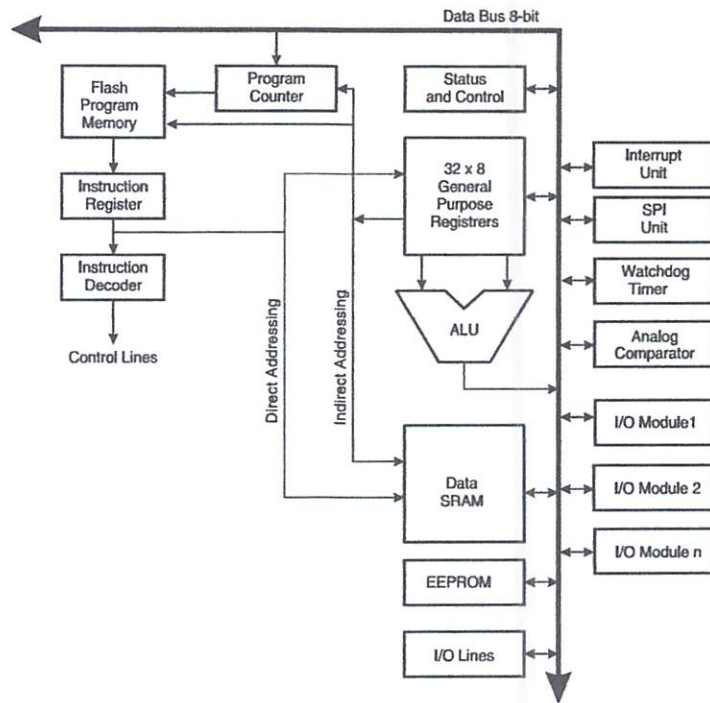
R CPU Core

roduction

This section discusses the AVR core architecture in general. The main function of the CPU core is to ensure correct program execution. The CPU must therefore be able to access memories, perform calculations, control peripherals, and handle interrupts.

itectural view

Figure 3. Block Diagram of the AVR MCU Architecture



In order to maximize performance and parallelism, the AVR uses a Harvard architecture – with separate memories and buses for program and data. Instructions in the program memory are executed with a single level pipelining. While one instruction is being executed, the next instruction is pre-fetched from the program memory. This concept enables instructions to be executed in every clock cycle. The program memory is In-System Reprogrammable Flash memory.

The fast-access Register File contains 32 x 8-bit general purpose working registers with a single clock cycle access time. This allows single-cycle Arithmetic Logic Unit (ALU) operation. In a typical ALU operation, two operands are output from the Register File, the operation is executed, and the result is stored back in the Register File – in one clock cycle.

Six of the 32 registers can be used as three 16-bit indirect address register pointers for Data Space addressing – enabling efficient address calculations. One of these address pointers can also be used as an address pointer for look up tables in Flash Program memory. These added function registers are the 16-bit X-, Y-, and Z-register, described later in this section.

The ALU supports arithmetic and logic operations between registers or between a constant and a register. Single register operations can also be executed in the ALU. After an arithmetic operation, the Status Register is updated to reflect information about the result of the operation.

Program flow is provided by conditional and unconditional jump and call instructions, able to directly address the whole address space. Most AVR instructions have a single 16-bit word format. Every program memory address contains a 16- or 32-bit instruction.



Program Flash memory space is divided in two sections, the Boot program section and the Application Program section. Both sections have dedicated Lock bits for write and read/write protection. The SPM instruction that writes into the Application Flash memory section must reside in the Boot Program section.

During interrupts and subroutine calls, the return address Program Counter (PC) is stored on the Stack. The Stack is effectively allocated in the general data SRAM, and consequently the Stack size is only limited by the total SRAM size and the usage of the SRAM. All user programs must initialize the SP in the reset routine (before subroutines or interrupts are executed). The Stack Pointer SP is read/write accessible in the I/O space. The data SRAM can easily be accessed through the five different addressing modes supported in the AVR architecture.

The memory spaces in the AVR architecture are all linear and regular memory maps.

A flexible interrupt module has its control registers in the I/O space with an additional global interrupt enable bit in the Status Register. All interrupts have a separate interrupt vector in the interrupt vector table. The interrupts have priority in accordance with their interrupt vector position. The lower the interrupt vector address, the higher the priority.

The I/O memory space contains 64 addresses for CPU peripheral functions as Control Registers, SPI, and other I/O functions. The I/O Memory can be accessed directly, or as the Data Space locations following those of the Register File, \$20 - \$5F.

Arithmetic Logic Unit

The high-performance AVR ALU operates in direct connection with all the 32 general purpose working registers. Within a single clock cycle, arithmetic operations between general purpose registers or between a register and an immediate are executed. The ALU operations are divided into three main categories – arithmetic, logical, and bit-functions. Some implementations of the architecture also provide a powerful multiplier supporting both signed/unsigned multiplication and fractional format. See the “Instruction Set” section for a detailed description.

Status Register

The Status Register contains information about the result of the most recently executed arithmetic instruction. This information can be used for altering program flow in order to perform conditional operations. Note that the Status Register is updated after all ALU operations, as specified in the Instruction Set Reference. This will in many cases remove the need for using the dedicated compare instructions, resulting in faster and more compact code.

The Status Register is not automatically stored when entering an interrupt routine and restored when returning from an interrupt. This must be handled by software.

The AVR Status Register – SREG – is defined as:

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	I	T	H	S	V	N	Z	C	SREG
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- **Bit 7 – I: Global Interrupt Enable**

The Global Interrupt Enable bit must be set for the interrupts to be enabled. The individual interrupt enable control is then performed in separate control registers. If the Global Interrupt Enable Register is cleared, none of the interrupts are enabled independent of the individual interrupt enable settings. The I-bit is cleared by hardware after an interrupt has occurred, and is set by the RETI instruction to enable subsequent interrupts. The I-bit can also be set and cleared by the application with the SEI and CLI instructions, as described in the instruction set reference.



- **Bit 6 – T: Bit Copy Storage**

The Bit Copy instructions BLD (Bit Load) and BST (Bit Store) use the T-bit as source or destination for the operated bit. A bit from a register in the Register File can be copied into T by the BST instruction, and a bit in T can be copied into a bit in a register in the Register File by the BLD instruction.

- **Bit 5 – H: Half Carry Flag**

The Half Carry Flag H indicates a Half Carry in some arithmetic operations. Half Carry is useful in BCD arithmetic. See the “Instruction Set Description” for detailed information.

- **Bit 4 – S: Sign Bit, $S = N \oplus V$**

The S-bit is always an exclusive or between the Negative Flag N and the Two’s Complement Overflow Flag V. See the “Instruction Set Description” for detailed information.

- **Bit 3 – V: Two’s Complement Overflow Flag**

The Two’s Complement Overflow Flag V supports two’s complement arithmetics. See the “Instruction Set Description” for detailed information.

- **Bit 2 – N: Negative Flag**

The Negative Flag N indicates a negative result in an arithmetic or logic operation. See the “Instruction Set Description” for detailed information.

- **Bit 1 – Z: Zero Flag**

The Zero Flag Z indicates a zero result in an arithmetic or logic operation. See the “Instruction Set Description” for detailed information.

- **Bit 0 – C: Carry Flag**

The Carry Flag C indicates a carry in an arithmetic or logic operation. See the “Instruction Set Description” for detailed information.

General Purpose Register File

The Register File is optimized for the AVR Enhanced RISC instruction set. In order to achieve the required performance and flexibility, the following input/output schemes are supported by the Register File:

- One 8-bit output operand and one 8-bit result input
- Two 8-bit output operands and one 8-bit result input
- Two 8-bit output operands and one 16-bit result input
- One 16-bit output operand and one 16-bit result input

Figure 4 shows the structure of the 32 general purpose working registers in the CPU.

Figure 4. AVR CPU General Purpose Working Registers

	7	0	Addr.	
General Purpose Working Registers	R0		\$00	
	R1		\$01	
	R2		\$02	
	...			
	R13		\$0D	
	R14		\$0E	
	R15		\$0F	
	R16		\$10	
	R17		\$11	
	...			
	R26		\$1A	X-register Low Byte
	R27		\$1B	X-register High Byte
	R28		\$1C	Y-register Low Byte
	R29		\$1D	Y-register High Byte
	R30		\$1E	Z-register Low Byte
	R31		\$1F	Z-register High Byte

Most of the instructions operating on the Register File have direct access to all registers, and most of them are single cycle instructions.

As shown in Figure 4, each register is also assigned a data memory address, mapping them directly into the first 32 locations of the user Data Space. Although not being physically implemented as SRAM locations, this memory organization provides great flexibility in access of the registers, as the X-, Y-, and Z-pointer Registers can be set to index any register in the file.