

OPTIMALISASI KONVERSI ENERGI SEL SURYA UNTUK PENGISI BATERAI CERDAS

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana di Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia



Disusun Oleh :

Nama : Dadang Iskandar

No. Mhs. : 02 524 078

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

OPTIMALISASI KONVERSI ENERGI SEL SURYA UNTUK PENGISI BATERAI CERDAS

TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

Nama : Dadang Iskandar

No. Mahasiswa : 02 524 078



Yogyakarta, 9 Januari 2007

Pembimbing I

(Wahyudi Budi Pramono, ST)

Pembimbing II

(Yusuf Aziz Amrullah, ST)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

OPTIMALISASI KONVERSI ENERGI SEL SURYA UNTUK PENGISI BATERAI CERDAS

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Dadang Iskandar

No. Mahasiswa : 02 524 078

Telah dipertahankan di Depan Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 27 Januari 2007

Tim Penguji

Wahyudi Budi Pramono, ST
Ketua

Yusuf Aziz Amrullah, ST
Anggota I

Medilla Kusriyanto, ST
Anggota II



(Handwritten signatures of the examiners)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



(Handwritten signature)

(Dadang Iskandar, ST, M.Sc)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini kupersembahkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga Hambamu ini dapat sampai ke tahap ini serta orang tua dan keluarga di Gombong dan keluarga besar di Yogyakarta, dan juga kepada seluruh sahabat – sahabatku terutama Team Slow_Pox yang telah bersama mengarungi lautan Yogya
“ Wahai sahabatku You are my best Friends “



MOTTO

- “ Iklas dan Niat baik akan membawa pada keberhasilan
 - Pertahankan Prinsip yang kamu miliki
 - Selalu bermanfaat bagi orang disekitar



KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Optimalisasi konversi energi sel surya untuk pengisi baterai cerdas “** tak lupa kami sampaikan shalawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Besar Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya.

Adapun Maksud dari penyusunan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi kurikulum S-1 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Disamping itu untuk menambah pengetahuan terhadap ilmu yang telah dipelajari di bangku kuliah untuk diterapkan dimasyarakat.

Dalam penyusunan ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, sehingga penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah serta inayahnya.
2. Kedua orang tuaku yang selalu memberikan dukungan moril, materi, spiritual dan doa setiap saat demi kemajuan anaknya.
3. Bpk Fathul Wahid, ST, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri
4. Bpk Tito Yuwono, ST, M.Sc, selaku Kajar Teknik Elektro.
5. Bpk Wahyudi Budi Pramono, ST, selaku Dosen Pembimbing I
6. Bpk Yusuf Aziz Amrullah, ST, selaku Dosen Pembimbing II
7. Keluargaku terutama adek-adekku yang selalu memberikan dukungan dan doanya.
8. Teman – teman kontrakan yang berjuang bersama – sama dalam mengerjakan tugas dan TA.

9. Teman – teman jurusan Teknik elektro terutama Slow_Pox Team (Pakdhe Yan, Arwah,ST., Markoyat,ST., Markuthip, Mbantul, Bejo,ST., Sontol, Bongol) yang selalu berjuang mengarungi samudra yogya nan eksotis.
10. Kepada Mas Tri, Mas Heri, Mas Agung sebagai korlab masing-masing lab.
11. Dan kepada semua pihak yang telah membantu dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, mohon bantuan saran yang membangun. Akhirnya, harapan penulis semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin..

Wassalamu ‘alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Januari 2007



Dadang Iskandar

ABSTRAKS

Optimalisasi konversi energi sel surya untuk pengisi baterai cerdas merupakan bentuk sistem kendali yang digunakan untuk mengendalikan *solar cell* supaya dapat berada pada posisi tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari. Hal ini dikarenakan dengan posisi tersebut *solar cell* dapat menyerap energi maksimal, oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem yang bisa memposisikan *solar cell* supaya dapat tegak lurus dengan sinar matahari.

Sistem ini dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler seri AVR (ATmega8) untuk mengolah data yang diperoleh dari LDR yang akan digunakan untuk menggerakkan motor berupa motor servo dengan membandingkan intensitas sinar matahari yang diterima. Pergerakan motor servo tersebut berdasarkan perbandingan antara ADC 0 dan ADC 2 untuk menggerakkan servo 2 sedang ADC 1 dan ADC 3 berfungsi untuk menggerakkan servo 1.

Setelah posisi dari sistem menangkap intensitas maksimal sinar matahari. Sistem yang digerakan yaitu berupa *solar cell*. Posisi *solar cell* yang berada pada posisi 90° dari sinar matahari maka intensitas sinar yang diterima maksimal, hal ini akan digunakan untuk men-charging sebuah baterai 6 volt 4,2 Ah.



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Penguji	iii
Halaman Persembahan	iv
Halaman Motto	v
Kata Pengantar	vi
Abstraks	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Batasan Masalah	2
I.4 Tujuan Penelitian	3
I.5 Metodologi Penelitian	3
I.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Posisi Matahari Terhadap Bumi	5
2.2 Komponen Opto (cahaya)	6
2.2.1 LDR (Light Dependent Resistor)	6
2.2.2 Solar Cell	7
2.2.3 LED (<i>Light Emiting Dioda</i>)	8
2.3 Mikrokontroler ATmega8	9
2.3.1 Arsitektur Mikrokontroler Atmega8	10
2.3.2 Fitur ATmega8	11
2.3.3 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega8	11
2.3.4 PETA Memori	12

2.3.5	Timer/ Counter	13
2.3.6	Analog To Digital Converter (ADC)	16
2.3.7	Motor Servo	20

BAB III PERANCANGAN SISTEM

3.1	Perancangan Optimalisasi konversi energi sel surya untuk pengisi baterai cerdas	22
3.1.1	Perancangan Program Mikrokontroler.....	24
3.1.2	Perancangan Pemasangan Sensor	25
3.1.3	ADC (<i>Analog to Digital Converter</i>)	27
3.1.4	Mikrokontroler	27
3.1.5	Rangkaian Pengendali secara keseluruhan	28
3.2	Perancangan Perangkat Lunak	29
3.2.1	CodeVision AVR	29
3.2.2	PonyProg 2000	31
3.2.3	Diagram alir pengendalian sistem penerimaan Cahaya	35
3.2.4	Perancangan Bentuk Robot pencari Intensitas Cahaya	37

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengujian Rangkaian Catu Daya	38
4.2	Pengujian LDR	39
4.3	Pengujian Arus <i>Solar Cell</i>	45
4.3	Pengujian Charging dengan baterai	49
4.3	Pengujian Tegangan	51

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DARTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Posisi Matahari terhadap bumi	5
Gambar 2.2 LDR (<i>Photoresistor</i>).....	6
Gambar 2.3 Susunan <i>Solar Cell</i>	7
Gambar 2.4 Kerja <i>Solar Cell</i>	7
Gambar 2.5 Simbol LED	8
Gambar 2.6 Diagram Blok Mikrokontroler ATmega8	10
Gambar 2.7 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega8	11
Gambar 2.8 Konfigurasi Memori data AVR ATmega8	13
Gambar 2.9 Inisialisasi prescaler TCCR0	14
Gambar 2.10 Register TCCR1A	15
Gambar 2.11 Register TCCR1B	15
Gambar 2.12 Register ADMUX	17
Gambar 2.13 Format Data ADC dengan ADLAR = 0	17
Gambar 2.14 Format Data ADC dengan ADLAR = 1	18
Gambar 2.15 Register ADCSRA	19
Gambar 2.16 Blok diagram servo	20
Gambar 3.1 Blok diagram perangkat keras	22
Gambar 3.2 Flow chart Optimalisasi konversi energi sel surya untuk pengisi baterai cerdas	24
Gambar 3.3 Letak Sensor	25
Gambar 3.4 Rangkaian LDR sebagai Input ADC	26

Gambar 3.5 Rangkaian Proses Pengendalian Sistem.....	28
Gambar 3.6 <i>Create new file Code vision AVR</i>	29
Gambar 3.7 Konfirmasi <i>create new project</i>	29
Gambar 3.8 Menu configure untuk menambahkan file	30
Gambar 3.9 Konfigurasi Chip yang digunakan dan clock yang dipakai.....	30
Gambar 3.10 <i>Make the Project</i> atau mengompile file	31
Gambar 3.11 Konfirmasi hasil compile project	31
Gambar 3.12 <i>In System Programming</i>	32
Gambar 3.13 Tampilan Awal PonyProg2000	32
Gambar 3.14 Membuka <i>Interface Setup</i>	33
Gambar 3.15 Kotak <i>Interface Setup</i>	33
Gambar 3.16 Pilihan jenis Mikrokontroler	33
Gambar 3.17 Membuka File yang akan di download ke Mikrokontroler	34
Gambar 3.18 Program yang akan di download ke mikrokontroler dalam bentuk Hexa	34
Gambar 3.19 Perintah <i>Write</i> untuk men-download ke mikrokontroler	35
Gambar 3.20 Diagram alir sistem penerimaan cahaya	36
Gambar 3.21 Tampak Samping Rancangan Bentuk Optimalisasi konversi energi sel surya untuk pengisi baterai cerdas	37
Gambar 3.22 Tampak atas Rancangan Bentuk Optimalisasi konversi energi sel surya untuk pengisi baterai cerdas.....	37
Gambar 4.1 Grafik pengujian arus dan tegangan	46
Gambar 4.2 Grafik hasil perhitungan	48

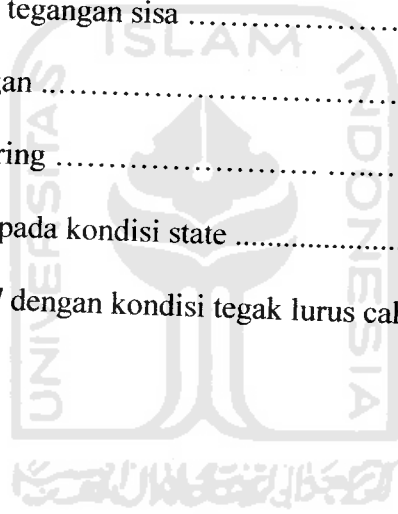
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Charging 50

Gambar 4.4 Grafik perbandingan tegangan berdasarkan posisi solar cell..... 54



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Prescaler TCCR0	14
Tabel 2.2 Pemilihan Mode Tegangan Referensi ADC	17
Tabel 2.3 Pemilihan bit Saluran Pembacaan ADC	18
Tabel 2.4 Pemilih Prescaler	20
Tabel 4.1 Data Regulator Tegangan	38
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Regulator	39
Tabel 4.3 Keluaran tegangan dari LDR dalam volt	40
Tabel 4.4 Pengujian Arus dan tegangan sisa	46
Tabel 4.5 Perhitungan Tegangan	48
Tabel 4.6 Pengukuran Charging	49
Tabel 4.7 Pergujian <i>solar cell</i> pada kondisi state	52
Tabel 4.8 Pengujian <i>Solar Cell</i> dengan kondisi tegak lurus cahaya matahari	52





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Desakan untuk meninggalkan minyak bumi sebagai sumber pengadaan energi nasional yang digulirkan berbagai pihak. Untuk mendukung program tersebut sebagai energi alternative pengganti minyak bumi. Hal ini di picu dengan semakin berkurangnya sumber daya Alam yang berasal dari bahan tambang yang terbatas jumlahnya. Salah satu penemuan teknologi yang semakin berkembang yaitu *Solar Cell* dan bahan bakar pengganti BBM. *Solar Cell* saat ini telah banyak modifikasi sehingga efisiensinya semakin tinggi dan bahkan dipakai bukan cuma fungsinya sebagai sumber energi listrik namun juga dipakai sebagai komponen eksterior rumah yang cukup menarik. Salah satunya sebagai pengganti genteng dan sebagainya.

Salah satu usaha yang dilakukan adalah mengubah energi matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan *solar cell*. Energi listrik merupakan kebutuhan penting bagi manusia dalam kebutuhan sehari-hari baik untuk keperluan rumah tangga maupun dunia industri. Hal ini dikarenakan sebagian besar peralatan menggunakan energi listrik. Dengan penggunaan *solar cell* maka dapat menghemat pemakaian energi minyak bumi dengan memanfaatkan energi matahari.

Penyerapan energi pada solar sel akan optimal apabila berada pada posisi tegak lurus dengan pusat datangnya sinar matahari. Posisi matahari apabila dilihat dari bumi akan selalu berubah sehingga penyerapan energi menjadi tidak maksimal.

Hal ini terjadi pada *solar cell* yang peletakkannya hanya diletakkan secara statis pada suatu tempat. Sehingga untuk mengatasi hal tersebut diperlukan suatu alat yang secara otomatis dapat mengatur posisi *solar cell* sehingga selalu pada posisi tegak lurus terhadap arah datang sinar matahari.

Solar cell tersebut akan digunakan untuk men-charging baterai pada sistem yang bergerak. Maka diperlukan suatu sistem yang dapat menggerakkan *solar cell* selalu menghadap pusat sinar matahari, sehingga proses pen-chargingan dapat optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas maka permasalahan yang timbul yaitu Bagaimana merencanakan dan membuat alat Optimalisasi konversi energi sel surya untuk pengisi baterai cerdas. Alat tersebut akan digunakan dalam aplikasi robot pemotong rumput. Sehingga dibutuhkan sistem yang mampu menggerakkan *solar cell* secara fleksibel.

1.3 Batasan Masalah

Dalam perencanaan Optimalisasi konversi energi sel surya untuk pengisi baterai cerdas menitik beratkan pada pembuatan perangkat keras sebuah sistem yang mampu menggerakkan *solar cell* dengan ukuran bidang kerja 28,5 cm x 39

cm dengan spesifikasi 16 volt 400 mA, sehingga dapat mengikuti arah datangnya sinar matahari dengan tegak lurus untuk pengisian baterai. Bidang kerja digerakan dengan motor servo agar posisi matahari berada pada sudut 90° dari bidang kerja.

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai adalah merencanakan dan membuat Optimalisasi konversi energi sel surya untuk pengisi baterai cerdas yang secara otomatis mencari intensitas maksimal sinar matahari sehingga penyerapan energi bisa maksimal sebagai sumber energi dalam pengisian baterai. Alat tersebut akan digunakan dalam aplikasi robot pemotong rumput.

I.5 Metodologi Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Studi literatur untuk mengumpulkan dan mempelajari bahan-bahan pustaka yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi.
2. Perancangan sistem yang akan dibuat, meliputi perancangan *hardware* dan *software*.
3. Pengujian sistem, meliputi pengujian perbagian dan keseluruhan sistem

I.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari lima bab, dengan masing-masing bab adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah akan diteliti, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini memuat teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang akan dirancang. Berisikan tentang teori-teori yang berhubungan dengan rancangan sistem yang akan dirancang.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menjelaskan metode-metode perancangan yang digunakan, merancang dan menganalisa kinerja dari Optimalisasi konversi energi sel surya untuk mengisi baterai cerdas.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil pengujian yang dilakukan dari sistem yang dibuat dibandingkan dengan dasar teori sistem.

BAB V PENUTUP

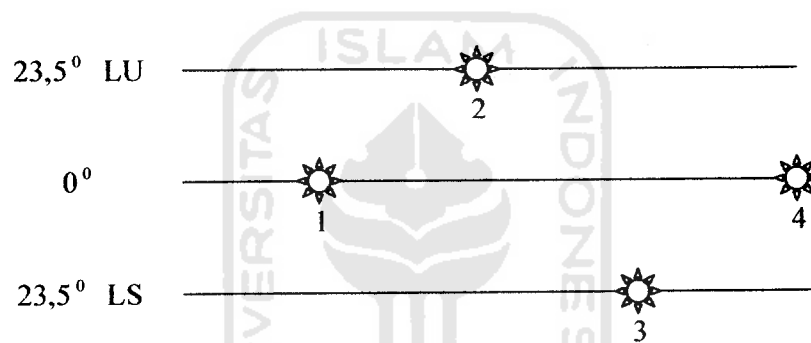
Bab ini membuat kesimpulan-kesimpulan dan saran dari proses perancangan yang telah dilakukan, dan juga analisis kerja dari hasil pengujian yang diperoleh dari rancangan sistem.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Posisi Matahari Terhadap Bumi

Posisi matahari dilihat dari bumi dalam satu tahun posisi matahari selalu berubah yang disebabkan karena revolusi bumi terhadap matahari, maka posisi matahari dapat dilihat seperti Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Posisi Matahari terhadap bumi.

Keterangan Gambar 2.1 adalah sebagai berikut :

1. Tanggal 21 Maret, matahari berada di atas garis katulistiwa.
2. Tanggal 21 Juni, matahari berada di $23,5^{\circ}$ LU
3. Tanggal 23 September, matahari berada di atas garis katulistiwa.
4. Tanggal 23 Desember, matahari berada di $23,5^{\circ}$ LS

Sehingga posisi matahari tidak selalu tegak lurus terhadap bumi.

2.2 Komponen Opto (cahaya)

Komponen opto adalah komponen yang berhubungan dengan cahaya. Komponen yang akan dibahas yaitu LDR (*Light Dependent Resistor*) dan *solar cell*.

2.2.1 LDR (*Light Dependent Resistor*)

LDR adalah sebuah komponen elektronika yang nilai hambatannya berubah sesuai dengan banyaknya cahaya yang masuk. Makin banyak cahaya yang masuk, maka nilai hambatannya akan berkurang demikian pula sebaliknya semakin sedikit cahaya yang masuk maka hambatannya semakin besar.

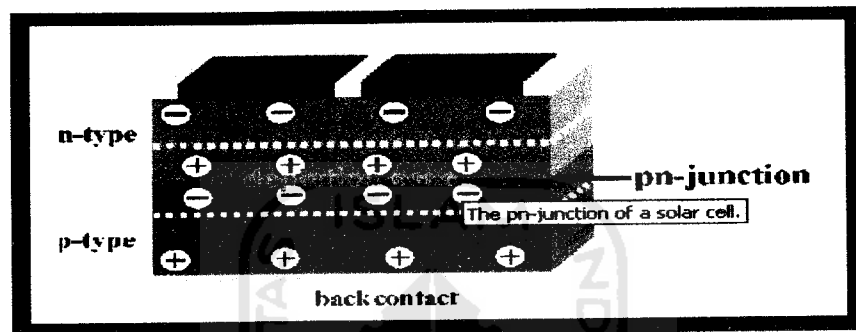


Gambar 2.2 LDR (*Photoresistor*)

Cahaya yang masuk akan mengenai permukaan sel konduktif dan menghasilkan energi yang cukup untuk membuat elektron-elektron lebih mudah meninggalkan atomnya. Dengan makin banyaknya elektron yang mudah lepas dari atomnya maka elektron yang mengalir akan semakin banyak dan hal ini akan membuat hambatan dalam LDR menurun.

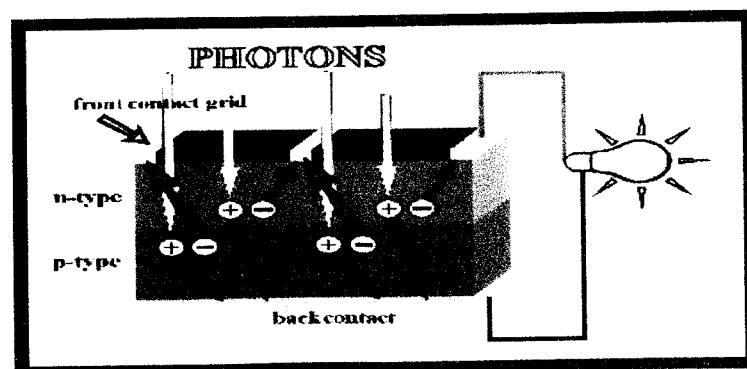
2.2.2 Solar Cell

Solar cell adalah suatu komponen yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi Listrik. *Solar cell* terbuat dari bahan semikonduktor tipe-p dan tipe-n, yang disusun secara seri. Pada persambungan kedua tipe bahan semikonduktor terdapat banyak elektron yang hampir lepas dari atomnya.



Gambar 2.3 Susunan *solar cell*

Dengan mendapat energi dari cahaya maka elektron tersebut akan lepas dan menimbulkan arus listrik, arus listrik yang mengalir ini akan menghasilkan beda tegangan diantara kedua ujung semi konduktor.



Gambar 2.4 Kerja *solar cell*

Satu buah *solar cell* dengan ukuran 9.5 X 6.5 X 0.6 cm pada saat kondisi *full sun* atau sinar terkena sinar matahari penuh menghasilkan tegangan 1 volt dengan arus maksimal 400 mA.

2.2.3 LED (*Light Emitting Diode*)

Dioda pemancar cahaya LED (*Light Emitting Diode*) adalah dioda semikonduktor khusus yang dapat memancarkan cahaya apabila arus melaluinya. Apabila diberi tegangan maju, energi elektron yang mengalir melewati tahanan sambungan diubah langsung menjadi energi cahaya. Karena LED adalah dioda, maka arus hanya akan mengalir apabila LED dihubungkan dengan tegangan maju. LED harus dioperasikan didalam ukuran kerja tegangan dan arus yang tertentu untuk mencegah kerusakan. Sebagian besar LED membutuhkan 1,5 sampai 2,2 V untuk memberi tegangan maju dan dapat dilalui dengan aman arus sebesar 20 sampai 30 mA. LED biasanya dihubungkan seri dengan tahanan yang membatasi tegangan dan arus pada nilai yang dikehendaki.



Gambar 2.5 Simbol LED

LED merupakan produk temuan lain setelah dioda. Strukturnya juga sama dengan dioda, tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang

sambungan P-N juga melepaskan energi berupa energi panas dan energi cahaya. LED dibuat agar lebih efisien jika mengeluarkan cahaya. Untuk mendapatkan emisi cahaya pada semikonduktor, doping yang pakai adalah galium, arsenic dan phosporus. Jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula.

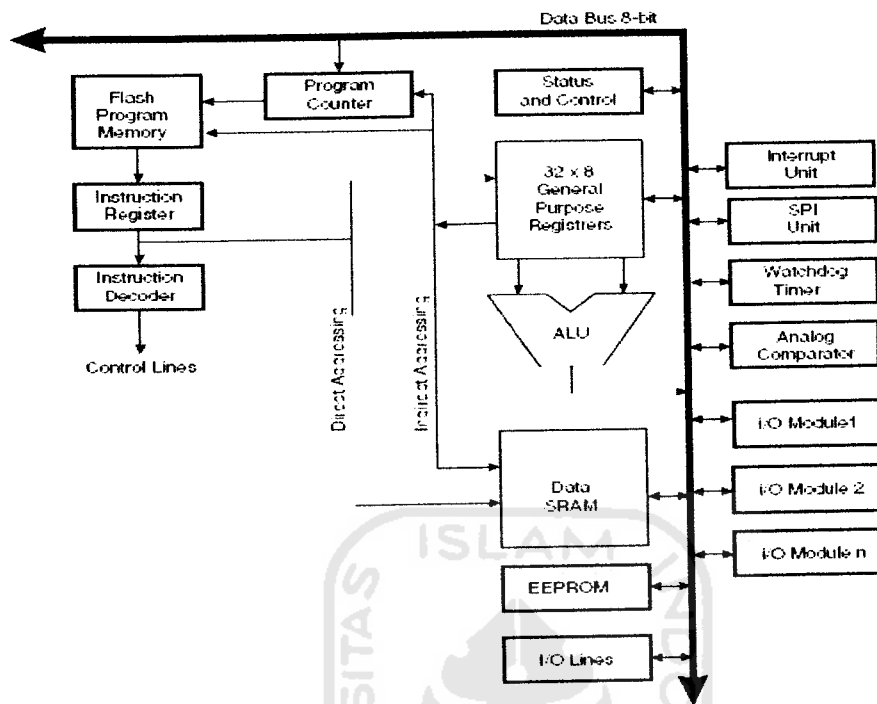
Pada saat ini warna-warna cahaya LED yang banyak ada adalah warna merah, kuning dan hijau. LED berwarna biru sangat langka. Pada dasarnya semua warna bisa dihasilkan, namun akan menjadi sangat mahal dan tidak efisien. Dalam memilih LED selain warna, perlu diperhatikan tegangan kerja, arus maksimum dan disipasi daya-nya.

2.3 Mikrokontroler ATmega8

Mikrokontroler merupakan salah satu sistem yang dapat digunakan sebagai sistem komputer yang dapat digunakan untuk mengendalikan atau sebagai otak dari sistem.

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit (16-bit word) dan sebagian besar instruksinya dikemas dalam 1 (satu) siklus clock, yang berbeda dengan siklus MCS-51 yang membutuhkan 12 siklus clock. AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), sedang MCS-51 berteknologi CISC (*Complex Instruction Set Computing*).

2.3.1 Arsitektur Mikrokontroler ATmega8



Gambar 2.6 Diagram blok mikrokontroler ATmega8

Arsitektur Atmega8 memiliki bagian sebagai berikut.

1. Saluran I/O sebanyak 22 buah, yaitu Port B, Port C dan Port D.
2. ADC 10 bit sebanyak 6 saluran.
3. Tiga buah Timer/Counter.
4. CPU dengan 32 buah register.
5. Watchdog Timer.
6. 1 Kbyte internal SRAM.
7. Memori flash sebesar 8 KBytes
8. EEPROM sebesar 512 yang dapat diprogram saat operasi.
9. Port USART untuk komunikasi serial.

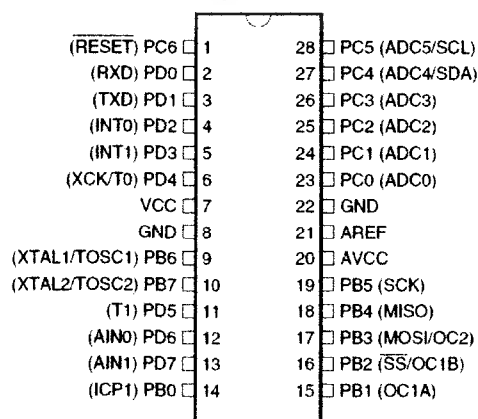
2.3.2 Fitur ATmega8

Kapabilitas detail dari ATmega8 adalah sebagai berikut.

1. Dua buah Timer/Counter 8-bit dan satu buah Timer/Counter 16-bit
2. Tiga buah saluran PWM
3. ADC 10-bit dengan 6 saluran.
4. USART untuk komunikasi serial.
5. Lima pilihan mode sleep untuk menghemat penggunaan energi listrik yaitu *Idle, ADC Noise Reduction, Power Save, Power Down and Standby*.

2.3.3 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega8

Karakteristik dari mikrokontroler ATmega8 memiliki 28 pin yang mempunyai fungsi yang berbeda, tergantung penggunaan port yang tersedia dan tentunya sangat tergantung pada perancangan program yang dituliskan dan di *download* pada mikrokontroler tersebut. Konfigurasi *pin* ditunjukkan seperti Gambar berikut :



Gambar 2.7 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega8

Konfigurasi pin ATmega8 dapat dijelaskan secara fungsional sebagai berikut.

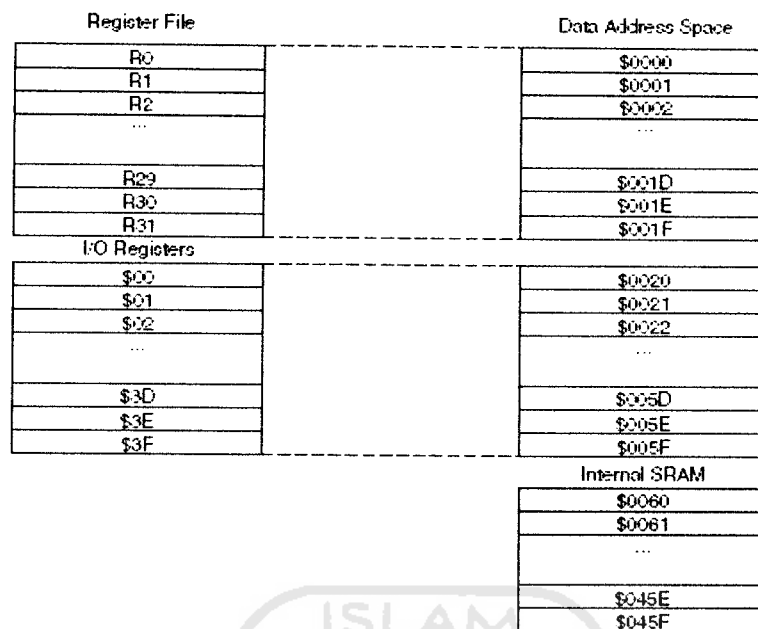
1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merupakan pin Ground.
3. Port B (PB0 – PB7) merupakan pin I/O dua arah.
4. Port C (PC0 – PC5) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.
5. Port D (PD0 – PD7) merupakan pin I/O dua arah.
6. RESET merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroler.
7. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan clock eksternal.
8. AVCC merupakan pin masukan untuk ADC.
9. AREF merupakan pin masukan referensi ADC.

2.3.4 PETA Memori

AVR ATmega8 memiliki ruang pengalamatan memori data dan memori program yang terpisah.

Memori data terbagi menjadi 3 bagian , yaitu 32 register umum, 64 buah register I/O, dan 1 k byte SRAM Internal.

Register keperluan umum menempati space data pada alamat terbawah, yaitu \$00 sampai \$1F. Sementara itu, register khusus untuk menangani I/O dan kontrol terhadap mikrokontroler menempati alamat berikutnya, yaitu mulai \$20 sampai \$5F. Register tersebut merupakan register khusus yang digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai peripheral mikrokontroler, seperti kontrol register, timer/counter, fungsi-fungsi I/O dan sebagainya. Register khusus alamat memori secara lengkap dapat dilihat pada tabel dibawah ini.



Gambar 2.8 Konfigurasi Memori data AVR ATmega8

2.3.5 Timer/Counter

AVR ATmega memiliki tiga buah timer, yaitu Timer/Counter 0 (8 bit), Timer/Counter 1 (16 bit), dan Timer/Counter 2 (8 bit)

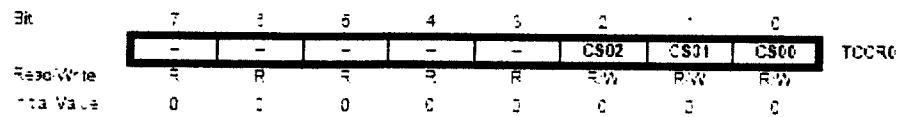
A. Timer/Counter 0

Timer/counter 0 merupakan Timer/Counter 8 bit yang multifungsi.

Deskripsi untuk timer/counter 0 pada ATmega8 adalah sebagai berikut.

1. Timer dinolkan saat match compare (auto reload)
2. Frekuensi generator
3. Prescaler 10 bit untuk timer.
4. Instruksi timer yang disebabkan timer overflow dan match compare

Pengaturan Timer/Counter 0 diatur oleh TCCR0 (Timer/Counter control Register 0) yang dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 2.9 Inisialisasi prescaler TCCR0

Bit 2, 1, 0 – CS02; CS01, CS00 : Clock select

Ketiga bit tersebut digunakan untuk memilih sumber clock oleh timer/counter.

Tabel 2.1 Prescaler TCCR0

CS02	CS01	CS00	Description
0	0	0	No clock source (Timer/Counter stopped).
0	0	1	$clk_{I/O}$ (No prescaling)
0	1	0	$clk_{I/O}/8$ (From prescaler)
0	1	1	$clk_{I/O}/64$ (From prescaler)
1	0	0	$clk_{I/O}/256$ (From prescaler)
1	0	1	$clk_{I/O}/1024$ (From prescaler)
1	1	0	External clock source on T0 pin. Clock on falling edge.
1	1	1	External clock source on T0 pin. Clock on rising edge.

B. Timer/Counter 1

1. Timer/counter 1 merupakan timer/counter 16 bit yang memungkinkan program pewaktuan lebih akurat.

Pengaturan Timer/Counter 1 diatur melalui register TCCR1A

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	TCCR1A
	COM1A1	COM1A0	COM1B1	COM1B0	FOC1A	FOC1B	WGM11	WGM10	
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	W	W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.10 Register TCCR1A

Penjelasan setiap bit

- a. Bit 7 : 6 – COM1A1 : 0 : Compare output mode untuk channel A
 Bit 5 : 4 – COM1B1 : 0 : Compare output mode untuk channel B
 Register COM1A 1 : 0 dan COM1B 1 : 0 mengontrol kondisi pin output compare (OC1A dan OC1B). Jika salah satu atau kedua bit pada register COM1A1 : 0 ditulis menjadi satu, maka kaki pin OC1A tidak berfungsi normal sebagai port I/O. Begitu juga pada register COM1B1 : 0 ditulis menjadi satu, maka kaki pin OC1B juga tidak berfungsi normal sebagai port I/O. Fungsi pada pin OC1A dan OC1B tergantung pada setting bit pada register WGM1 3 : 0 diset sebagai mode PWM atau non PWM.
- b. Bit 3 – FOC1A : Force Output Compare untuk Channel A
 Bit 2 – FOC1B : Force Output Compare untuk Channel B
- c. Bit 1 : 0 – WGM1 1 : 0 : Waveform Generation Mode

Pengaturan Timer 1 juga diatur oleh register TCCR1B

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	TCCR1B
	ICNC1	ICES1	–	WGM13	WGM12	CS12	CS11	CS10	
Read/Write	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

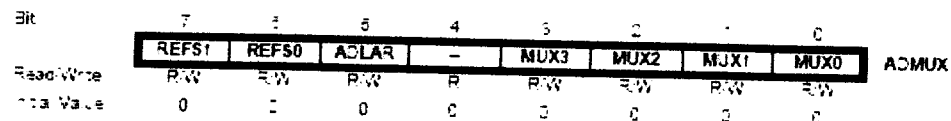
Gambar 2.11 Register TCCR1B

- a. Bit 7 – ICNC1 : Input Capture Noise Canceler
- b. Bit 6 – ICES 1 : Input Capture Edge Select
- c. Reserved Bit
- d. Bit 4 : 3 – WGM1 1: 3 : Waveform Generation Mode
- e. Bit 2 : 0 : Clock Select
- f. Ketiga bit tersebut mengatur sumber clock yang digunakan untuk timer/counter 1. setting dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

2.3.6 Analog to Digital Converter (ADC)

ATmega8 merupakan salah satu AVR yang memiliki ADC internal 6 saluran yang mempunyai fidelitas 10 bit. Dalam mode operasinya ADC ATmega8 dapat dikonfigurasi sebagai single ended input. Selain itu ADC tersebut mempunyai pewaktuan, tegangan referensi, mode operasi, dan kemampuan filter derau yang amat fleksibel sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan ADC yang diperlukan.

- A. Proses inialisasi ADC dengan proses penentuan clock, tegangan referensi, format output data, dan mode pembacaan yang digunakan. Register yang perlu diset diantaranya ADMUX (*ADC Multiplexer Selection Register*), ADCSRA (*ADC Control and Status Register A*), dan SFIOR (*Special Function IO Register*). ADMUX merupakan register 8 bit yang berfungsi menentukan tegangan referensi ADC, Format data Output, dan saluran ADC yang digunakan. Konfigurasi seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.12 Register ADMUX

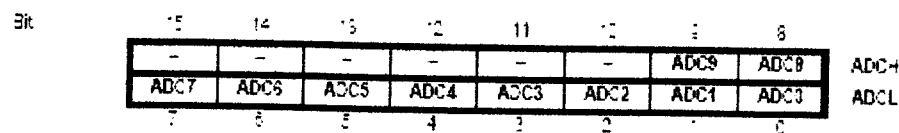
Bit penyusun register ADMUX dapat dijelaskan sebagai berikut.

- REFS [1..0] merupakan bit pengatur tegangan referensi ADC yang memiliki nilai awal 00 sehingga tegangan referensi berasal dari AREF. Detailnya dapat dilihat dalam tabel berikut.

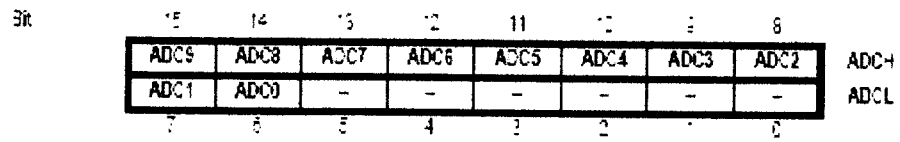
Tabel 2.2 Pemilihan Mode Tegangan Referensi ADC

REFS1	REFS0	Voltage Reference Selection
0	0	AREF. Internal V_{ref} turned off
0	1	AV_{CC} with external capacitor at AREF pin
1	0	Reserved
1	1	Internal 2.56V Voltage Reference with external capacitor at AREF pin

- Bit 5 - ADLAR merupakan bit pemilih mode data keluaran ADC. Bernilai awal 0 sehingga 2 bit tertinggi data hasil konversi berada pada register ADCH dan 8 bit sisanya berada di register ADCL, seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.13 Format Data ADC dengan ADLAR = 0



Gambar 2.14 Format Data ADC dengan ADLAR = 1

- c. Bit 3:0 – MUX 3:0 merupakan bit pemilih saluran pembacaan ADC. Bit ini akan berubah selama konversi, perubahan tersebut tidak akan berdampak selama konversi belum lengkap (ADIF di ADCSRA set)

Tabel 2.3 Pemilihan bit Saluran Pembacaan ADC

MUX3..0	Single Ended Input
0000	ADC0
0001	ADC1
0010	ADC2
0011	ADC3
0100	ADC4
0101	ADC5
0110	ADC6
0111	ADC7
1000	
1001	
1010	
1011	
1100	
1101	
1110	1.23V (V_{REF})
1111	0V (GND)

Setelah konversi lengkap (ADIF tinggi) hasil konversi akan ditemukan di register hasil ADC (ADCL, ADCH)

$$\text{ADC} = \frac{V_{in} \cdot 1024}{V_{ref}} \quad 2.1$$

ADCSRA merupakan register 8 bit yang berfungsi melakukan manajemen control dan status dari ADC.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	ADCSRA
	ADEN	ADSC	ADFR	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0	
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	1	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.15 Register ADCSRA

Bit penyusun register ADCSRA sebagai berikut.

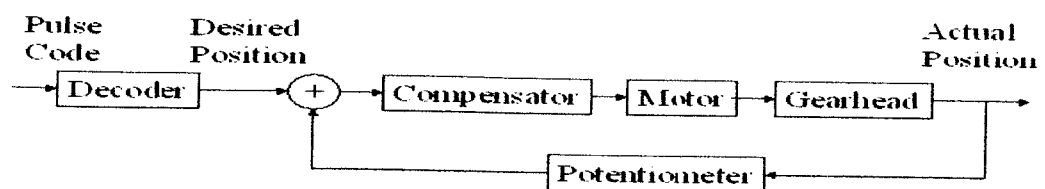
- a. ADEN merupakan bit pengatur aktivasi ADC. Bernilai awal 0, jika bernilai 1 maka ADC aktif.
- b. ADSC (*ADC Start Conversion*)
Untuk memulai konversi di set (1) pada mode konversi tunggal, setelah konversi selesai maka akan menjadi nol dan memulai konversi lagi.
- c. ADFR jika bit ini set (1) maka ADC akan beroperasi *Free Running Mode*.
- d. ADIF Merupakan bit penanda akhir suatu konversi ADC. Bernilai awal 0. jika bernilai 1, maka konversi ADC pada suatu saluran telah selesai dan data siap diakses.
- e. ADIE merupakan bit pengatur aktivasi interupsi yang berhubungan dengan akhir konversi ADC. Bernilai awal 0, jika bernilai 1 dan jika sebuah konversi ADC telah selesai, sebuah interupsi akan dieksekusi.
- f. ADPS [2..0] merupakan bit pengatur clock ADC. Bernilai awal 000. selengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.4 Pemilih Prescaler

ADPS2	ADPS1	ADPS0	Division Factor
0	0	0	2
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

2.3.7 Motor Servo

Servo berasal dari kata latin “servus” yang berarti budak. Servo adalah sebuah system kendali otomatis yang dipakai untuk mengatur kecepatan sebuah motor dc. Singkatnya, atur kecepatan dan tinggalkan, kecepatan motor akan konstan sampai kapan pun karena adanya servo ini. Servo menggunakan sistem umpan balik. Sensor untuk mendeteksi putaran motor terhubung ke rangkaian umpan balik ini, lalu sistem akan menghitung besarnya kesalahan dan memutuskan untuk mempercepat atau memperlambat putaran motor. Motor servo adalah gabungan antara motor dc yang telah dilengkapi dengan rangkaian umpan balik. Secara fisik bentuk motor servo tidak dapat dibedakan dengan motor dc biasa. Jika dilakukan pembongkaran dan ditemukan rangkaian umpan balik, maka motor tersebut dikategorikan sebagai motor servo.



Gambar 2.16 Blok diagram servo

Blok diagram RC Servo Ada dua jenis motor servo yaitu motor servo yang berputar secara kontinyu dengan kecepatan tertentu dan motor servo yang bergerak menunjukkan sudut tertentu. Jenis yang kedua biasa disebut dengan RC Servo (*Remote Control Servo*). RC Servo biasanya juga lebih kecil dibandingkan dengan motor servo dan di dalamnya sudah terdapat motor, gearboks, potensiometer umpan balik, rangkaian kontrol, dan driver untuk motor dc. Dari jumlah kabel yang dibutuhkan, motor DC hanya membutuhkan 2 kabel untuk daya sedangkan RC Servo membutuhkan 3 kabel (2 kabel daya dan 1 kabel data).

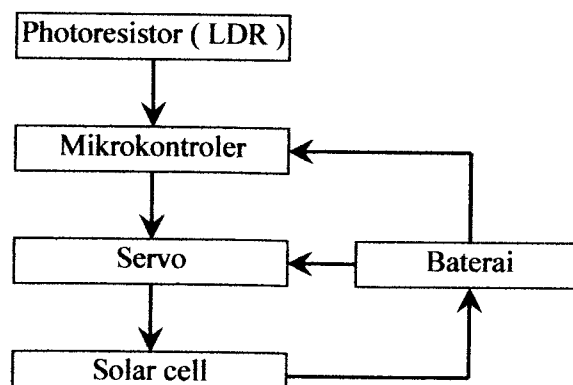


BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Perangkat Keras Optimalisasi konversi energi sel surya untuk pengisi baterai cerdas

Karena posisi matahari selalu berubah maka untuk mendapatkan intensitas maksimal sinar matahari maka posisi *solar cell* harus dirubah mengikuti posisi pergerakan matahari. Oleh karena itu untuk mengatasi permasalahan itu maka perlu di rancang suatu sistem yang dapat mengubah posisi *solar cell*. Untuk mengerjakan *solar cell* diperlukan suatu sensor untuk mendeteksi posisi matahari, dan sensor yang digunakan adalah LDR. Keluaran dari LDR ini akan diolah mikrokontroler AVR ATmega8, kemudian hasil dari pengolahan akan menjadi masukan motor servo yang akan menggerakkan *solar cell* pada posisi terbaiknya, sehingga *solar cell* akan menghasilkan keluaran maksimal yang akan digunakan untuk men-charging baterai.



Gambar 3.1 Blok diagram perangkat keras

Diagram blok Optimalisasi konversi energi sel surya untuk pengisi baterai cerdas. Sinar matahari datang ditangkap oleh LDR yang berfungsi sebagai sensor bagi mikrokontroler, LDR tersebut berfungsi untuk menentukan arah datangnya sinar matahari dan dikendalikan oleh mikrokontroler untuk menggerakkan motor servo guna mengarahkan *solar cell* ke arah yang tepat. Sehingga *solar cell* mampu memproduksi listrik secara optimal.

1. Transduser Cahaya

Transduser cahaya berfungsi untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Dengan berubahnya intensitas cahaya yang masuk, maka tegangan listrik yang keluar dari Transduser cahaya dan masuk ke bagian pengubah analog ke digital akan berubah.

2. ADC (*Analog to Digital Converter*)

ADC berfungsi untuk merubah tegangan listrik menjadi nilai digital. Makin tinggi tegangan yang masuk maka makin tinggi nilai digital yang didapat.

3. Mikrokontroler

Mikrokontroler berfungsi sebagai kendali yang mengatur semua kerja kerja dari system pencari posisi matahari.

4. Keluaran (Port B)

Sebagai keluaran untuk mengendalikan motor servo digunakan 2 buah jalur dari port B

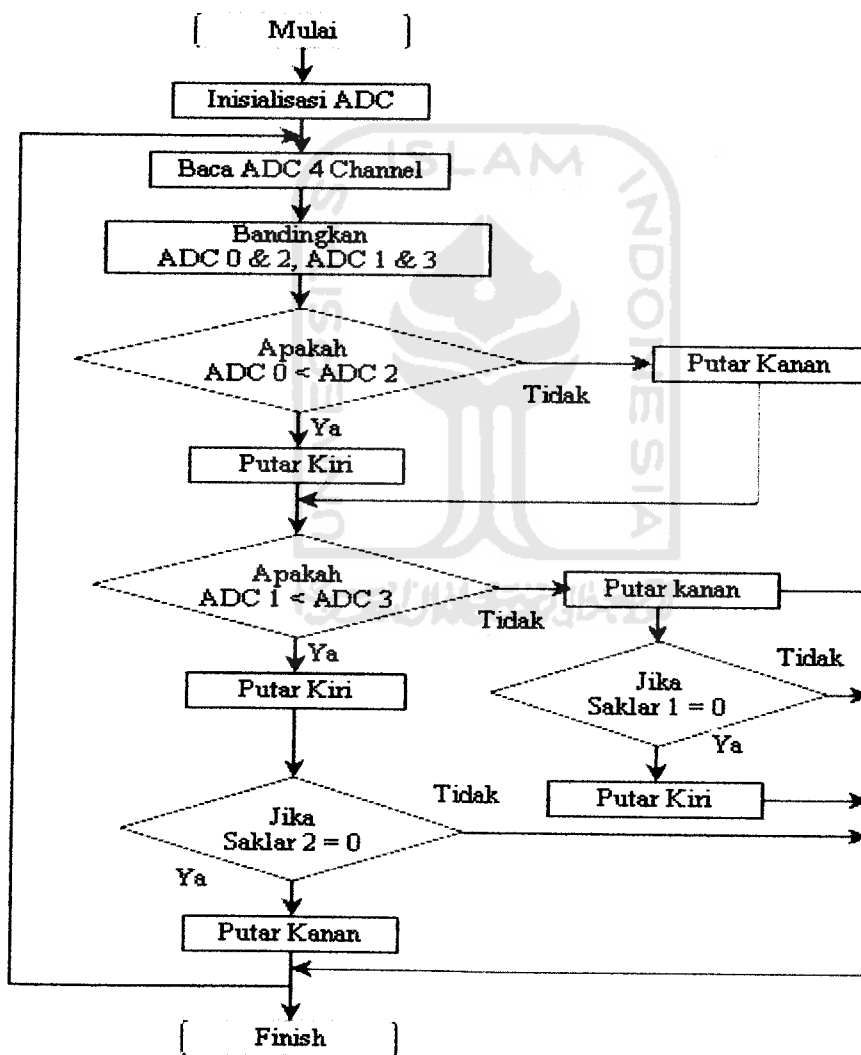
5. Motor Servo

Motor servo berfungsi sebagai penggerak bidang kerja yang dikendalikan

6. Solar Cell

Merupakan bagian yang berfungsi untuk menangkap energi sinar matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik dengan tegangan dan arus yang dihasilkan per *solar cell* yaitu 1 Volt 400mA.

3.2 Perancangan Program Mikrokontroler



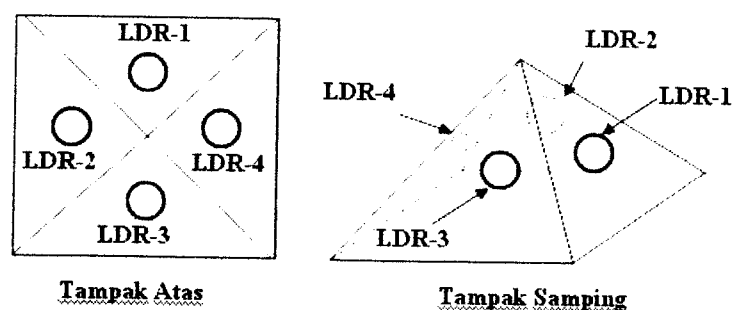
Gambar 3.2 Flow chart optimalisasi konversi energi sel surya untuk pengisi baterai cerdas

Pada perancangan program dimulai dengan inisialisasi ADC dan digunakan untuk mengaktifkan ADC, dan digunakan untuk pembacaan ADC sebanyak empat saluran. Pembacaan ADC untuk membandingkan antara ADC 0 dan ADC 2 serta ADC 1 dan ADC 3.

Proses perbandingan ADC 0 dan ADC 2, apakah ADC 2 lebih besar dari ADC 0 maka motor servo akan berputar ke kanan sedangkan jika tidak maka servo akan berputar ke kiri yang berfungsi untuk menggerakkan motor servo 1 sehingga robot dapat berputar 360° secara horizontal

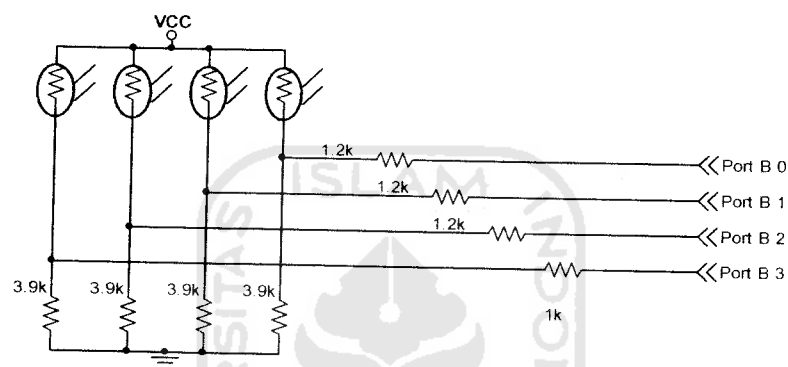
Perbandingan antara ADC 1 dan ADC 3, apakah ADC 3 lebih besar dari ADC 1 jika “ya” maka servo akan berputar ke kanan, namun jika menyentuh limit switch maka servo akan berputar ke kiri, dan jika tidak maka servo akan berputar ke kiri namun jika mengaktifkan menyentuh limit switch maka servo akan berputar ke kanan. Sehingga akan di dapatkan intensitas maksimal sinar matahari.

3.3.1 Perancangan Pemasangan Sensor



Gambar 3.3 Letak Sensor

Pada susunan LDR di atas yaitu Pada sensor tersebut akan menunjukkan arah mana datangnya sinar matahari dengan cara menentukan persamaan intensitas sinar yang diterima oleh sensor tersebut apabila intensitas yang diterima sama maka tegangan yang mengalir akan sama hal ini menyatakan bahwa sinar matahari berada pada posisi tegak lurus dengan ujung limas.



Gambar 3.4 Rangkaian LDR sebagai Input ADC

Pada skema di atas tegangan yang dihasilkan oleh sensor tersebut akan diteruskan menuju ke ADC yang akan diolah masukannya dari bentuk analog menjadi bentuk digital supaya dapat di baca oleh mikrokontroler.

Setiap LDR dihubung seri dengan sebuah hambatan dengan nilai 3,9 k Ohm. Kemudian dihubung dengan masukan ADC dengan sebuah hambatan sebesar 1,2 k Ohm yang berfungsi untuk membatasi arus yang masuk ke dalam ADC.

Masukan ADC ini mempunyai tegangan antara 0.4 volt pada saat cahaya minimum dan 5 volt pada saat cahaya maksimum. Dengan arus yang mengalir

antara 0,3 mA sampai 0,4 mA sehingga tegangan dan arus pada ADC tersebut telah memenuhi syarat bagi masukan mikrokontroler.

3.3.2 ADC (*Analog to Digital Converter*)

Rangkaian ADC adalah rangkaian yang mengubah besaran tegangan analog ke dalam bentuk digital. Ketepatan perubahan ke dalam bentuk digital tergantung pada tingkat resolusi dari sistem. Makin tinggi tingkat resolusi maka makin tepat perubahan ke dalam bentuk digital.

Tingkat resolusi ADC disebut dalam satuan bit. Satu bit menyatakan jumlah bilangan biner yang diwakili. Tingkat resolusi ADC ATmega8 adalah 10 bit artinya data digital dapat mewakili 1024 tingkatan. Jika suatu tegangan analog yang memiliki jangkauan 5 volt dan diubah ke dalam bentuk digital dengan resolusi 10-bit maka tiap tingkatan nilai akan mewakili 0.00488 volt.

Dengan kata lain setiap perubahan tegangan analog sebesar 0.00488 volt dapat diketahui oleh sistem ADC tersebut.

3.3.3 Mikrokontroler

Sebagai kendali dari sistem, mikrokontroler berfungsi menerima masukan dari ADC dan memberikan keluaran kepada rangkaian motor servo.

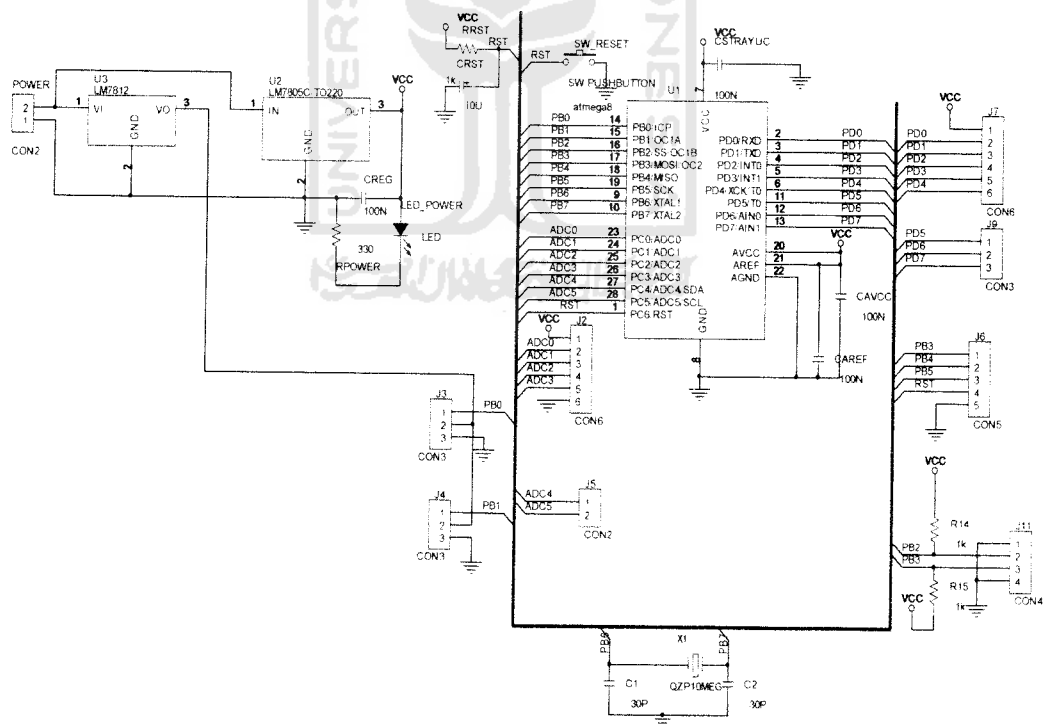
Sebagai masukan dari rangkaian dari LDR, ADC berfungsi mengubah bentuk analog menjadi digital yang akan masuk ke dalam mikrokontroler dengan input pada port C yaitu PC0, PC1, PC2, PC3 Sedangkan output yang dihasilkan

akan masuk ke dalam mikrokontroler yang dapat langsung digunakan untuk menggerakkan motor servo pada output keluaran di port B0 dan Port B1.

Dengan membandingkan nilai dari masing-masing masukan LDR maka akan diketahui apakah letak LDR tegak lurus dengan datangnya cahaya. Jika nilai dari semua LDR sudah sama maka sudah tercapai keadaan tegak lurus dengan arahnya cahaya.

Jika keadaan tegak lurus belum tercapai maka mikrokontroler akan memprogram supaya menggerakkan motor servo untuk mengatur letak bidang kerja hingga keadaan tegak lurus tercapai.

3.3.4 Rangkaian Pengendali secara keseluruhan



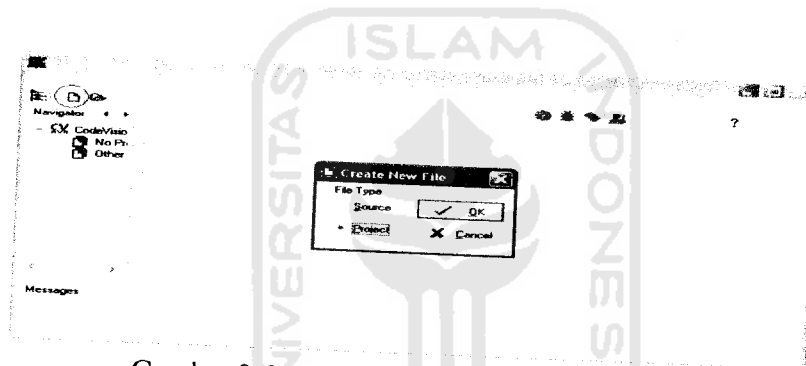
Gambar 3.5 Rangkaian proses pengendalian sistem

3.4 Perancangan Perangkat Lunak

3.4.1 CodeVision AVR

Merupakan program yang digunakan untuk mengompilasi file dengan menggunakan pemrograman bahasa C, program tersebut berfungsi untuk mengubah bentuk pemrograman bahasa C tersebut menjadi bentuk Hexa yang akan di downloadkan ke dalam mikrokontroler.

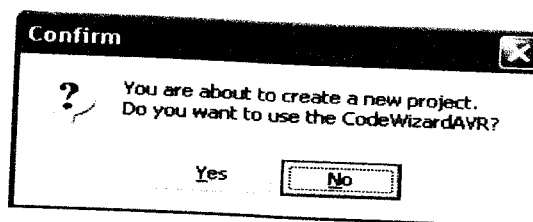
CodeVision AVR memiliki beberapa fitur yang memudahkan kita dalam melakukan pemrograman, berikut cara menggunakan CodeVisionAVR



Gambar 3.6 Create new file Code vision AVR

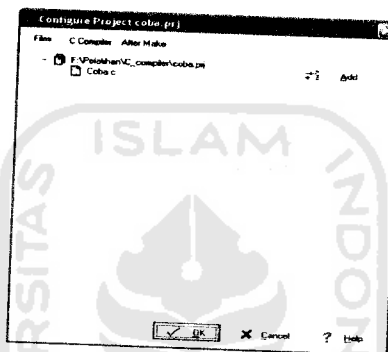
Pilih Created New File.

1. Setelah keluar Dialog box pilih project dan klik OK dan keluar tampilan **Confirm** pilihlah No.



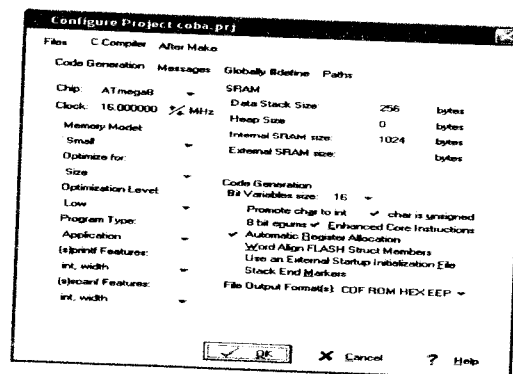
Gambar 3.7 Konfirmasi create new project

2. Simpan di drive yang sesuai.
3. Buat file baru dengan *Created new file* dengan memilih *source*.
4. Program dapat ditulis di project yang telah dibuat atau di simpaan di drive yang lain.
5. Buka project di toolbar serta klik *configure* Pilihlah Add dan klik file yang dibuat .



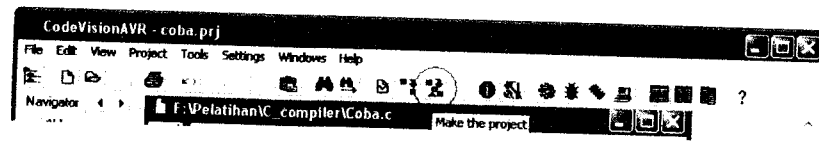
Gambar 3.8 Menu *configure* untuk menambahkan file.

6. Pilihlah Add dan klik file yang dibuat tadi.
7. Konfigurasikan file sesuai dengan chip, dan clock yang dipakai dan klik OK

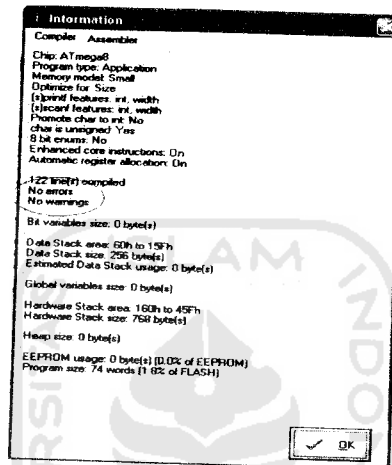


Gambar 3.9 Konfigurasi Chip yang digunakan dan clock yang dipakai

8. Compile File telah dibuat dengan menekan *Make the Project*



Gambar 3.10 *Make the Project* atau mengompile file

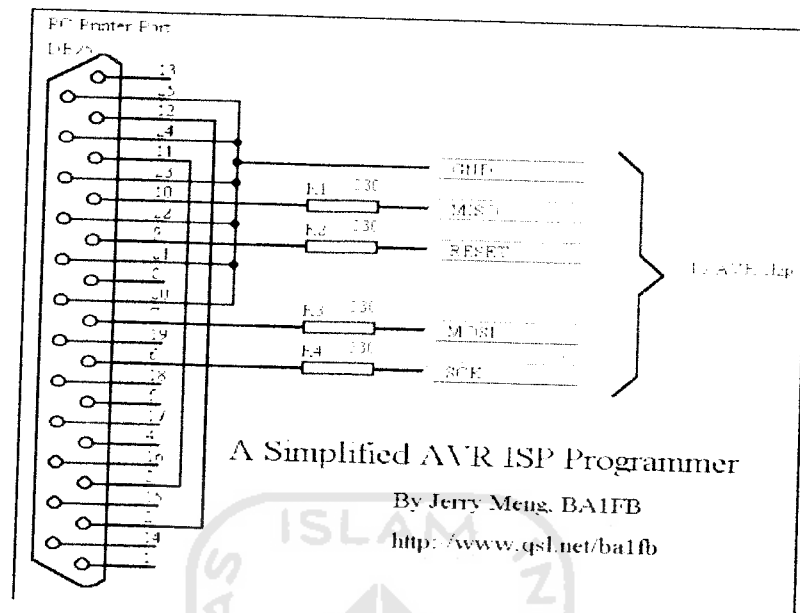


Gambar 3.11 Konfirmasi hasil *compile project*

9. Setelah File tidak ada error maka file hex yang dihasilkan siap di download kedalam mikrokontroler

3.3.2 PonyProg 2000

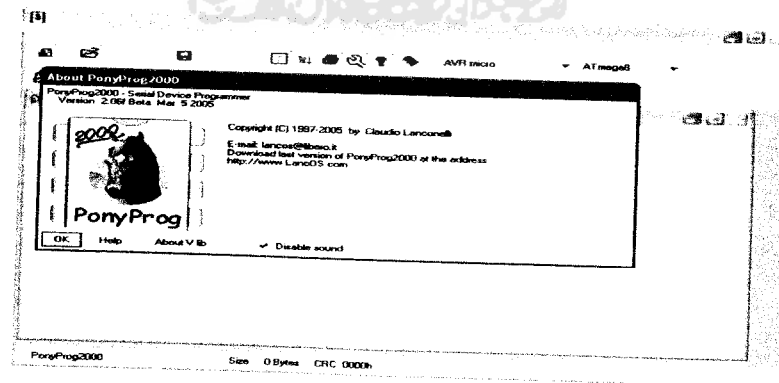
Merupakan software gratis yang digunakan untuk mendownload file Hexa ke dalam flash memori ATmega8. Program tersebut dapat digunakan untuk jenis AVR yang lain maupun untuk jenis mikrokontroler jenis ATTini. Berikut gambar rangkaian untuk kabel downloader yang dihubungkan dengan port paralel komputer.



Gambar 3.12 *In System Programming*

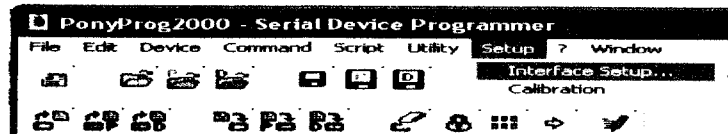
Langkah men-download program kedalam memori flash mikrokontroler

- a. Buka program PonyProg2000 hingga muncul tampilan berikut, lalu klik OK.



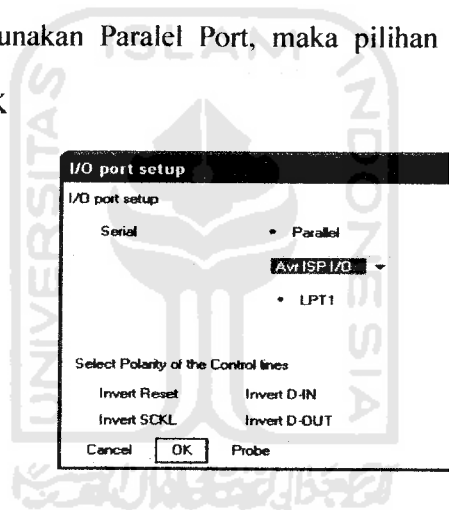
Gambar 3.13 Tampilan Awal PonyProg2000

- b. Pemakaian pertama program PonyProg2000 harus melakukan *interface setup*. Caranya yaitu pilih menu Setup, kemudian pilih pada *Interface Setup*.



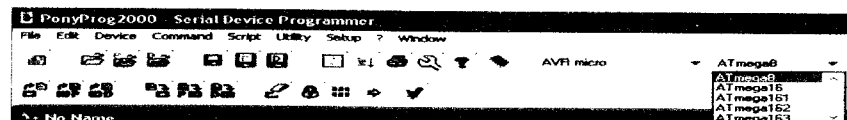
Gambar 3.14 Membuka *Interface Setup*

- c. Apabila menggunakan Paralel Port, maka pilihan akan seperti gambar berikut. Klik OK



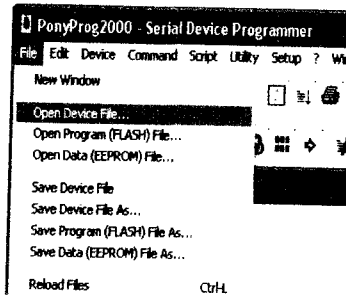
Gambar 3.15 Kotak *Interface Setup*

- d. Pemilihan jenis mikrokontroler yang digunakan



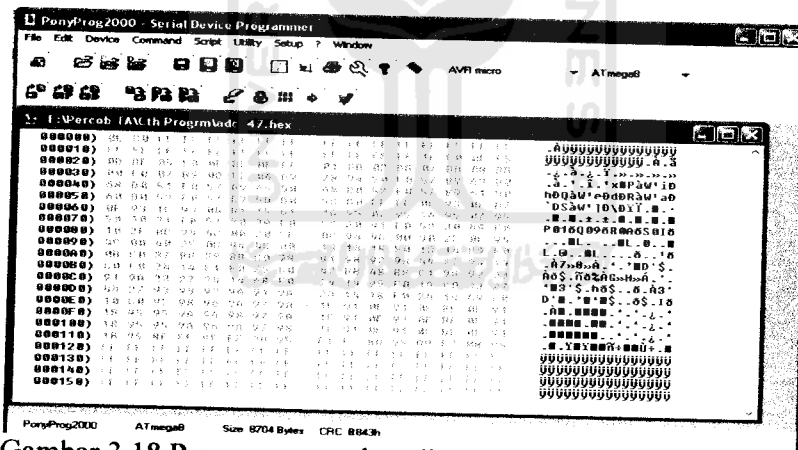
Gambar 3.16 Pilihan jenis Mikrokontroler

- e. Buka file hexa yang akan di download dengan meng klik menu file, kemudian Open Device File.. pilih file yang akan di download dengan ekstensi .hex.



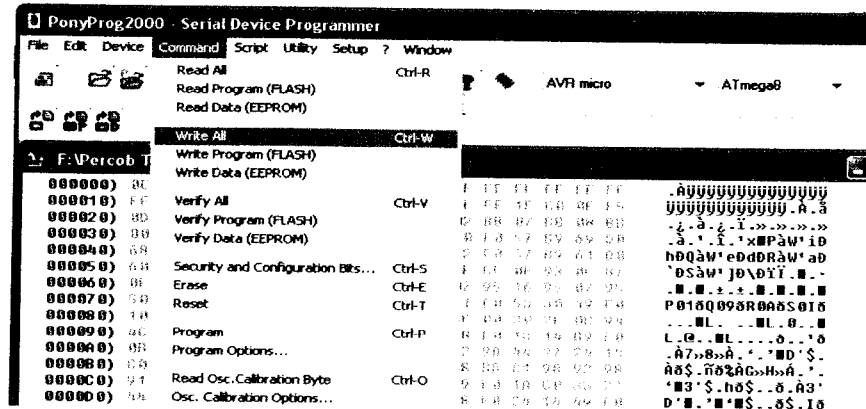
Gambar 3.17 Membuka File yang akan di download ke Mikrokontroler

- f. Setelah file hexa dipilih jendela PonyProg akan berubah seperti berikut.



Gambar 3.18 Program yang akan di download ke mikrokontroler dalam bentuk hexa.

- g. Untuk men-download ke mikrokontroler. Pilih menu Command, kemudian klik Write All.



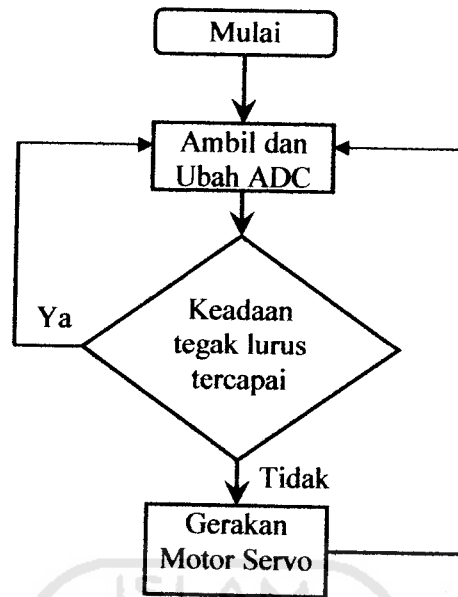
Gambar 3.19 Perintah Write untuk men-download ke mikrokontroler

- h. Setelah berhasil, klik OK. Dengan demikian, file hexa telah berhasil di download ke mikrokontroler.

3.3.3 Diagram alir pengendalian sistem penerimaan Cahaya

Proses pengendalian sistem yang dikerjakan mikrokontroler dapat dibagi menjadi beberapa bagian utama yaitu : Perubahan analog ke digital, perbandingan ADC dan Gerak motor servo.

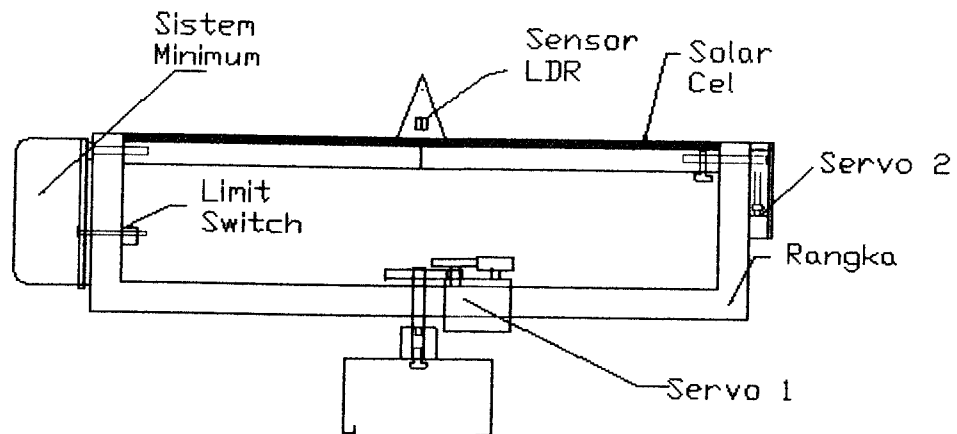
Setelah sistem dijalankan maka akan dilakukan pengambilan data oleh ADC. Pengambilan data yang dilakukan setiap $64 \mu s$ sehingga perubahan posisi matahari dapat terus diamati.



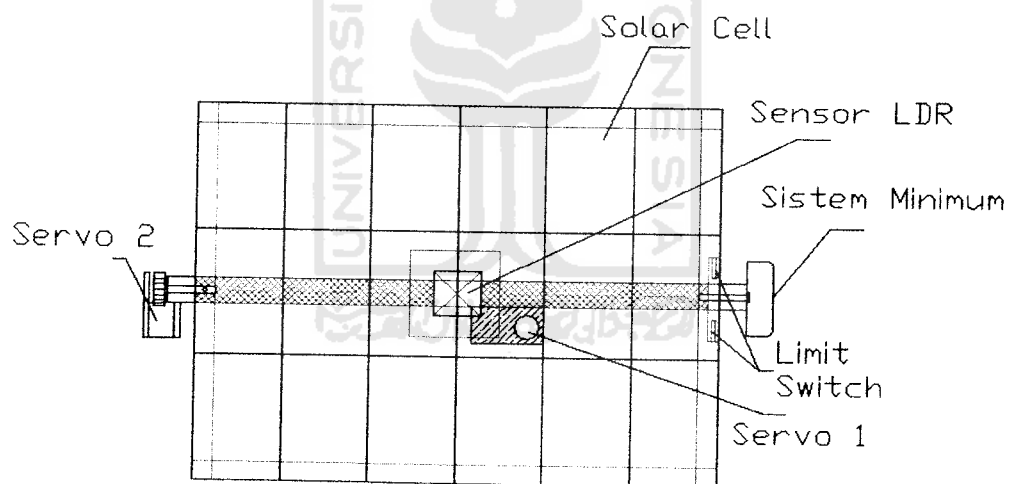
Gambar 3.20 Diagram alir sistem penerimaan cahaya

Jika data dari LDR berubah maka akan diperiksa apakah hasil dari ADC untuk LDR yang berseberangan sama atau tidak. Jika nilainya sama menunjukkan bahwa posisi sudah tegak lurus dengan datangnya sinar matahari. Tetapi jika hasilnya tidak sama maka perlu dilakukan pemutaran sudut bidang kerja pada sumbu tersebut, sehingga posisi menjadi tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari. Pemutaran bidang kerja pada sumbu tersebut digunakan motor servo.

3.3.4 Perancangan Bentuk Robot pencari Intensitas Cahaya



Gambar 3.21 Tampak Samping Rancangan Bentuk Optimalisasi konversi energi sel surya untuk pengisi baterai cerdas



Gambar 3.22 Tampak atas Rancangan Bentuk Optimalisasi konversi energi sel surya untuk pengisi baterai cerdas

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN



4.1 Pengujian Rangkaian Catu Daya

Rangkaian Catu Daya merupakan salah satu rangkaian pokok yang berperan penting dalam penyediaan sumber energi dalam pembuatan rangkaian elektronika, sehingga perlu adanya kontrol terhadap tegangan keluaran. Dalam hal ini Optimalisasi konversi energi sel surya untuk pengisi baterai cerdas menggunakan mikrokontroler AVR dengan jenis ATmega8 membutuhkan suplai tegangan sebesar 5 volt sedangkan tegangan sebesar 6 volt untuk mensuplai motor servo. Pada rangkaian tersebut tegangan dirangkai secara paralel dari input tegangan dengan tujuan supaya torsi yang dihasilkan pada motor servo dapat maksimal serta tidak mengganggu ADC dari Atmega8, apabila tegangan yang dirangkai seri dengan servo dapat mengakibatkan terganggunya ADC yang disebabkan karena adanya drop tegangan sewaktu servo bekerja.

Rangkaian power suplai untuk rangkaian utama mikrokontroler menggunakan regulator LM7805 sebagai pencatu +5 volt dan LM7806 sebagai pencatu 6 volt. Karakteristik LM7805 dan LM7806 seperti tabel sebagai berikut.

Tabel 4.1 Data Regulator Tegangan

Jenis Regulator	Tegangan Input (v)	Tegangan Output (v)		
		Min	Typ	Max
LM7805	10	4,8	5	5,2
LM7806	10	5,75	6	6,25

Pada Tabel 4.1 tegangan yang direkomendasikan adalah 10 volt, namun dalam penggunaannya diperbolehkan memberikan masukan antara 7,5 volt sampai 20 volt.

Berdasarkan pengujian rangkaian LM7805 dan LM7806 dalam sistem rangkaian power suplai didapatkan data seperti dalam Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Regulator.

Jenis Regulator	Tegangan Input(V)	Tegangan Output(V)
LM7805	16	4.88
LM7806	16	5.97

Dari hasil pengujian diatas tegangan masukan yang diberikan sebesar 16 volt, hal ini masih diperbolehkan namun LM7805 dan LM7806 dapat menjadi panas sehingga perlu dipasang heat sink, pada pemakaian operasi panas yang diizinkan antara -65°C - 150°C . Berdasarkan datasheet masukan maksimal kepada regulator LM7805 sebesar 20 volt, sedangkan masukan maksimal untuk LM 7806 sebesar 21 volt.

4.2 Pengujian LDR

LDR merupakan sensor yang dikenal sebagai *photoresistor*, yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang membentur pada permukaan LDR (*photoresistor*) yang menyebabkan penurunan resistansi, sedangkan semakin sedikit cahaya yang mengenai permukaan LDR (*Photoresistor*) akan menyebabkan resistansi yang lebih tinggi. LDR (*photoresistor*) baik digunakan

pada kondisi di dalam ruangan maupun diaplikasikan pada lingkungan ekstrim seperti cahaya matahari langsung maupun dalam kondisi gelap.

LDR (*photoresistor*) apabila terkena terkena cahaya matahari langsung maka resistansi yang dihasilkan akan sangat rendah sedangkan dalam kondisi gelap resistansi dari LDR (*photoresistor*) akan sangat tinggi. Pada rangkaian LDR (*photoresistor*) rangkaian LDR dicatu dengan tegangan sebesar 5 volt. Output yang dihasilkan dari rangkaian LDR ini berkisar antara 0 sampai 5 volt sesuai resistansi yang dihasilkan oleh LDR tersebut, hasil dari resistansi diperlihatkan pada tabel berikut.

Tabel 4.3 Keluaran tegangan dari LDR dalam volt

LDR 1	LDR 2	LDR 3	LDR 4
4,88	4,73	4,91	4,72
4,93	4,09	4,41	3,98
4,67	3,99	4,39	4,72
4,62	4,56	4,85	4,54
4,48	4,63	4,87	4,68

Dari hasil diatas, dalam program membandingkan antara ADC 1 dan ADC 3 serta ADC 2 dan ADC 4. Hasil diatas bukan pada saat satu posisi diukur semuanya, tetapi dilakukan pengukuran berulang ulang. Pengukuran diatas difungsikan untuk mengetahui berapa tegangan tertinggi yang dilewatkan oleh LDR.

Pengambilan data yang dilakukan oleh mikrokontroler cukup baik, hal ini dikarenakan dalam ATmega8 menggunakan ADC 10 bit, yaitu pengambilan data yang dilakukan oleh mikrokontroler sebesar $\frac{5 \text{ Volt}}{1024}$ untuk setiap *step* perubahan

yaitu sebesar 0,0048 volt atau 4,8 mV per *step*. Hal ini sesuai dengan rumus pada persamaan 2.1.

Tegangan yang dilewatkan tergantung pada resistansi yang dihasilkan oleh LDR. Perubahan tegangan keluaran LDR disusun dengan rangkaian pembagi tegangan pada Gambar 3.3.

Rangkaian pembagi tegangan berfungsi untuk membagi tegangan yang dilewatkan menuju ADC mikrokontroler, Dengan semakin besar resistansi yang dihasilkan maka tegangannya semakin kecil sedangkan apabila resistansi dari LDR semakin kecil maka tegangan yang dilewatkan semakin besar.

Pemrograman ADC yaitu pertama mendefinisikan ADC yang akan digunakan dalam sistem sehingga dapat membaca tegangan dari sensor. Sistem membutuhkan ADC sebanyak 4 buah untuk sensor LDR 1, LDR 2, LDR 3 dan LDR 4. Pada masing-masing LDR akan dihubungkan dengan ADC dari mikrokontroler yaitu ADC 0 sampai ADC 3.

Awal mula penulisan program ADC yaitu mendefinisikan ADC sebagai pengarah preprosesor adalah *#define*, untuk membuat konstanta bersimbol dan alias, sehingga ADC dalam mikrokontroler dapat digunakan.

Tegangan referensi perlu di set menjadi input, supaya ADC tersebut dapat digunakan sebagai masukan dari mikrokontroler. Dalam *hardware* pin Aref harus dihubungkan dengan VCC, yang berfungsi untuk merubah port C dari fungsi awal sebagai I/O (input / output) menjadi masukan ADC. Dalam menggunakan ADC tersebut kita menggunakan ADC secara urut dari ADC 0 sampai ADC 3, berikut listing programnya :

```
#define FIRST_ADC_INPUT 0
#define LAST_ADC_INPUT 3
#define ADC_VREF_TYPE 0x00
unsigned int adc_data[LAST_ADC_INPUT-FIRST_ADC_INPUT+1];
```

Dalam pembacaan ADC mikrokontroler membutuhkan interupsi, hal ini dikarenakan dalam pembacaan ADC hanya dapat membaca satu masukan, oleh karena itu proses pembacaanya dilakukan secara bergantian. Pada ADCSRA diset 0x40 ini dimaksudkan pengaktifan start conversion yaitu sebelum ADC digunakan dalam sistem perlu dilakukan konversi terlebih dahulu baru ADC dapat digunakan oleh sistem. Untuk men-set konversi analog ke digital yaitu dengan men-set ADSC menjadi 1. Pada register ADCSRA seperti terlihat pada gambar 2.15.

ADSC (ADC start Conversion) Untuk memulai konversi di set (1) pada mode konversi tunggal, setelah konversi selesai maka akan menjadi nol dan memulai konversi lagi.

Setelah dilakukan konversi untuk menggunakan ADC perlu diset pada register ADCSRA yaitu dengan 0xCF atau 11001111.

- a. ADEN Merupakan bit pengatur aktivasi ADC. Bernilai awal 0, jika bernilai 1 maka ADC aktif.
- b. ADSC (ADC start Conversion)

Untuk memulai konversi di set (1) pada mode konversi tunggal, setelah konversi selesai maka akan menjadi nol dan memulai konversi lagi.

- c. ADIE merupakan bit pengatur aktivasi interupsi yang berhubungan dengan akhir konversi ADC. Bernilai awal 0, jika bernilai 1 dan jika sebuah konversi ADC telah selesai, sebuah interupsi akan dieksekusi.

ADPS [2..0] merupakan bit pengatur clock ADC/prescaler yang Bernilai awal 000.

Setelah semuanya siap kita langsung dapat menggunakan ADC. Penggunaan ADC di sistem yaitu membandingkan antara ADC 0 dan ADC 2 serta ADC 1 dengan ADC 3. Perbandingan tersebut berfungsi untuk mencari intensitas maksimal sinar matahari dengan cara menuju arah dimana diantara keempat dari ADC tersebut yang mempunyai bit tertinggi. Berikut listing program untuk membandingkan ADC :

```
Banding1=adc_data[0]-adc_data[2];
```

```
Banding2=adc_data[1]-adc_data[3];
```

```
if(Banding1<-20)Ton1=60;
```

```
else if(Banding1>20)Ton1=1;
```

```
else Ton1=30;
```

```
if(Banding2<-20)Ton2=60;
```

```
else if(Banding2>20)Ton2=1;
```

```
else Ton2=30;
```

Maksud dari listing program diatas yaitu apabila ADC 2 lebih besar dari ADC 0 maka motor servo akan berputar ke kanan, sedang apabila ADC 0 lebih besar dari ADC 2 maka motor servo akan berputar ke kiri, namun jika semua kondisi tersebut tidak terpenuhi maka motor servo akan diam. Hal itu juga berlaku sama pada ADC 1 dan ADC 4 yaitu jika ADC 4 lebih besar dari ADC 1 maka servo akan berputar ke kanan dan apabila ADC 1 lebih besar dari ADC 4 maka servo akan bergerak ke kiri.

Namun dalam pergerakan motor servo pada ADC 1 dan ADC 4 akan di interupsi jika saklar aktif, hal ini dimaksudkan karena pergerakan motor servo 2 terbatas sehingga jika tidak dibatasi geraknya maka dapat menyebabkan rusaknya motor servo tersebut. Berikut listing programnya

```

if(!SW1)Ton2=28;
if(!SW2)Ton2=32;

PORTB=1;Delay(Ton1);for(i=0;i<3;i++);PORTB=0;
PORTB=2;Delay(Ton2);for(i=0;i<3;i++);PORTB=0;
Delay(1000);

```

Pembatasan gerak servo tersebut diletakkan saklar dengan NO (Normaly Open) dan pada kondisi high (tinggi) yaitu apabila berada pada kondisi tertekan atau NC (Normaly Close) maka saklar akan berada dalam kondisi low atau rendah. Dan saklar tersebut diletakkan pada Port B 0 dan Port B 1.

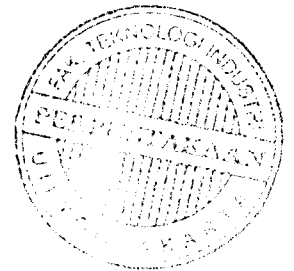
4.3 Pengujian Arus Solar Cell

Pengujian arus pada solar cell untuk mengetahui berapa besar arus yang dihasilkan, pengujian yang dilakukan dengan asumsi sesuai dengan datasheet solar cell yaitu ampere yang dihasilkan pada saat full sun yaitu 400 mA dengan tegangan sebesar 1 volt. Dan pada solar cell yang dipergunakan dirangkai secara seri maka asumsi yang diharapkan yaitu tegangan sebesar 16 volt dengan arus sebesar 400 mA. Maka pengujian yang dilakukan mengacu pada rumus $V = I \times R$ yaitu :

$$R = \frac{16 \text{ v}}{400 \text{ mA}}$$

$$= \frac{4}{100 \times 10^{-3}}$$

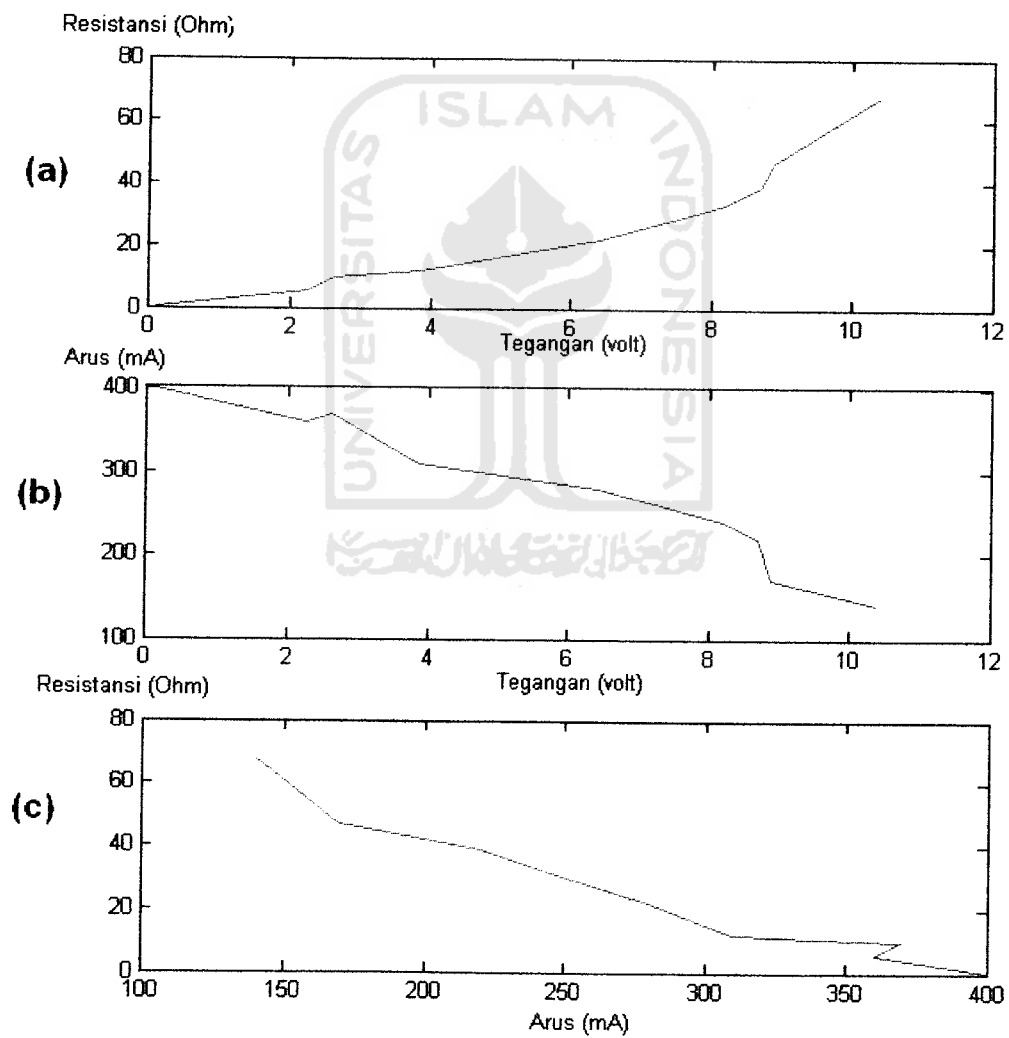
$$R = 40 \Omega$$



Mengacu pada persamaan diatas maka pengujian yang dilakukan menggunakan beban resistansi 5w dengan nilai resistansi antara $0,1 \Omega$ sampai dengan $1k8 \Omega$, Pengukuran yang dilakukan menggunakan Multimeter merk Sanwa CD800 untuk pengukuran tegangan dan Multimeter merk Sanwa CD-720E untuk pengukuran Arus. berikut ditampilkan hasil pengujian yang dilakukan ditunjukkan pada table 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Pengujian arus dan tegangan sisa

Resistansi (Ohm)	Arus Output (mA)	Teg Output (Volt)
0.1	400	0.135
5.6	360	2.252
10	370	2.62
12	310	3.87
22	280	6.42
33	240	8.21
39	220	8.71
47	170	8.89
68	140	10.4



Gambar 4.1 Grafik pengujian arus dan tegangan

Berdasarkan tabel 4.4 diatas yaitu pengujian arus dan tegangan sisa. Tegangan awal yang digunakan sebesar 16 volt dan arus dengan asumsi 400 mA. Dari tabel didapatkan nilai tegangan yang terukur semakin besar jika nilai resistansi yang digunakan semakin besar. Hal ini dapat dibuktikan dengan persamaan :

$$\text{Persamaanya : } V = I \times R \quad (4.1)$$

$$I = \frac{V}{R} \quad (4.2)$$

Keterangan : V = tegangan, volt

I = arus, ampere

R = resistansi atau hambatan, ohm

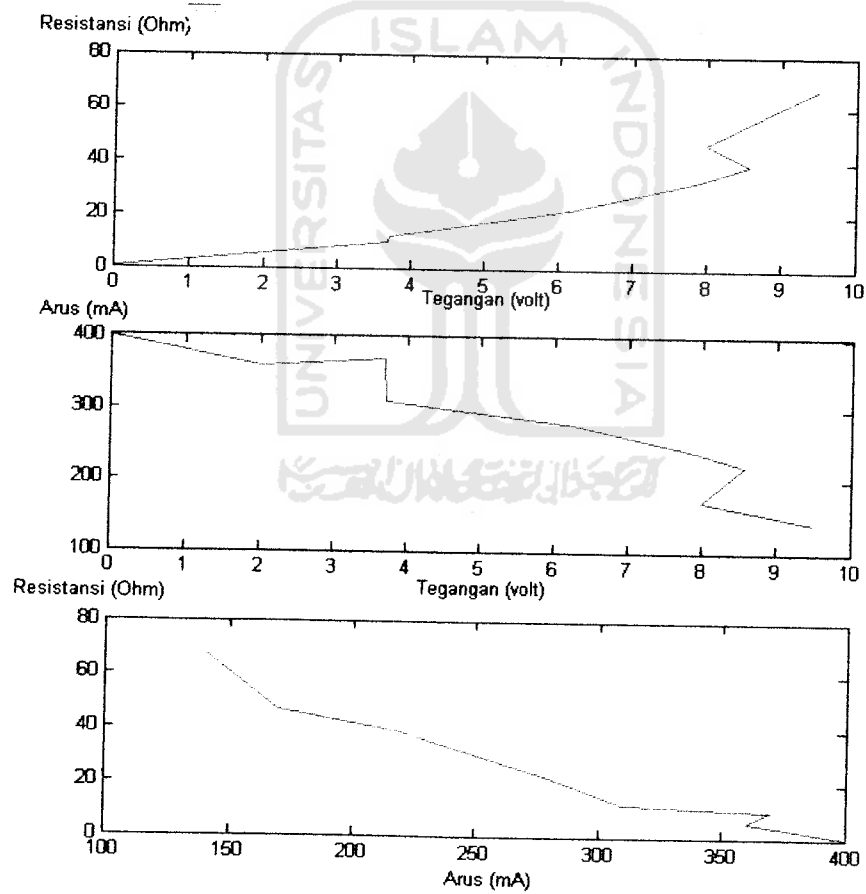
Dari persamaan 4.1 didapat untuk menghitung tegangan adalah nilai arus dikalikan dengan resistansinya. Maka jika nilai resistansi yang digunakan pada saat pengukuran semakin besar maka nilai tegangannya akan sebanding lurus dengan resistansinya.

Untuk arus persamaan yang digunakan adalah persamaan 4.2, dari persamaan tersebut nilai arus didapat dari tegangan awal dibagi dengan nilai resistansi yang digunakan, maka jika nilai resistansi semakin besar nilai arus yang terukur akan semakin kecil.

Hasil pengujian pada tabel 4.4 kemudian dibuat grafik dengan nilai perbandingan sumbu, grafik pertama (a) perbandingan antara tegangan dan resistansi, grafik kedua (b) perbandingan tegangan dan arus dan grafik ketiga (c) perbandingan arus dan resistansi.

Tabel 4.5 Perhitungan Tegangan

Resistansi (Ohm)	Arus Output (mA)	Teg Output (Volt)
01	400	0.04
56	360	2.016
10	370	3.7
12	310	3.72
22	280	6.16
33	240	7.92
39	220	8.58
47	170	7.99
68	140	9.52



Gambar 4.2 Grafik hasil perhitungan

Pada hasil perhitungan yang dilakukan terdapat perbedaan hasil, hal ini dimungkinkan karena Intensitas sinar matahari yang tidak sama saat pengukuran. Nilai tegangan didapat dari perhitungan menggunakan persamaan 4.1 yaitu dengan mengkalikan nilai resistansi dan arus yang telah diketahui.

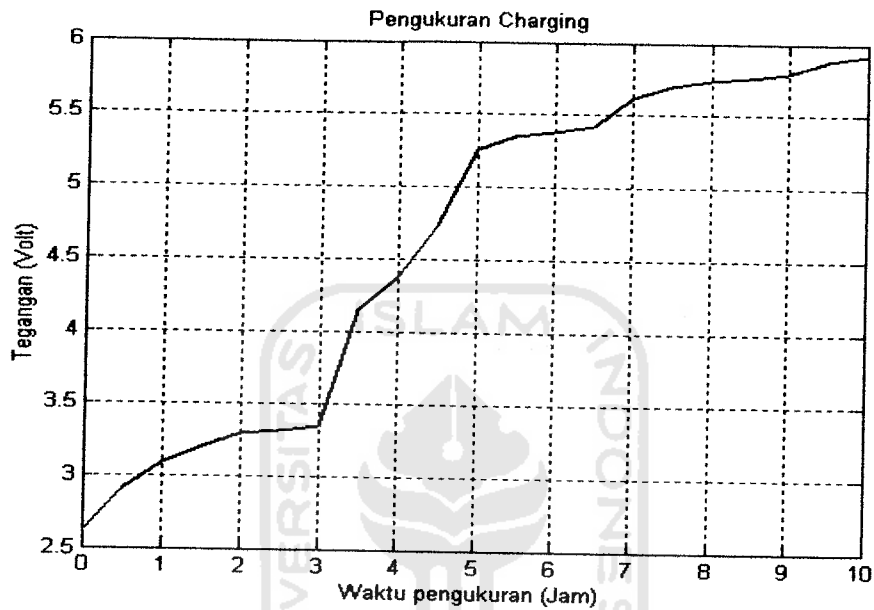
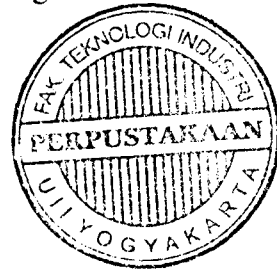
4.4 Pengujian *Charging* dengan Baterai

Pengujian *charging* dilakukan dengan waktu selama 10 jam, hal ini dilakukan karena dengan asumsi Arus sebesar 400 mA, maka proses penchargingan dengan menggunakan baterai dengan spesifikasi 6 volt 4,2 Ah, maka proses penchargingan akan memakan waktu 10,5 jam untuk kondisi baterai kosong. Pada table 4.6 ditampilkan data proses penchargingan.

Tabel 4.6 Pengukuran Charging

No	Waktu (jam)	Tegangan (volt)
1	0	2.618
2	0.5	2.9
3	1	3.09
4	1.5	3.205
5	2	3.29
6	2.5	3.31
7	3	3.34
8	3.5	4.15
9	4	4.38
10	4.5	4.74
11	5	5.26
12	5.5	5.35
13	6	5.38
14	6.5	5.42
15	7	5.62
16	7.5	5.7
17	8	5.74
18	8.5	5.76
19	9	5.79
20	9.5	5.88
21	10	5.92

Pada tabel 4.4 diatas tegangan baterai sebelum proses charging sebesar 2,618 volt, dan setelah baterai di charging selama 10 jam, dengan pengecekan tegangan yang masuk ke dalam baterai setiap 30 menit.



Gambar 4.3 Grafik Pengujian Charging

Jadi rata-rata arus pada saat charging selama 10 jam yaitu.

$$\frac{\text{Tegangan setelah charging} - \text{tegangan sebelum charging}}{\text{Waktu charging}}$$

$$\text{Tegangan Rata-rata (saat charging)} = \frac{5,92 \text{ volt} - 2,618 \text{ volt}}{10 \text{ jam}} \quad (4.3)$$

$$= \frac{3.302}{10}$$

$$= 0,3302 \text{ volt}$$

$$= 330,2 \text{ mV/ jam}$$

Berdasarkan hasil diatas maka dapat diketahui arus rata-rata saat charging yaitu :

$$\text{Arus rata-rata (saat charging)} = \frac{\text{Arus baterai}}{\text{Tegangan Baterai}} \times \text{Tegangan rata-rata (4.4)}$$

$$\text{Arus rata-rata (saat charging)} = \frac{4.2 \text{ Ah}}{6 \text{ Volt}} \times 330,2 \text{ mV}$$

$$= 0.7 \times 330,2$$

$$= 231,14 \text{ mA/jam}$$

Jadi arus rata-rata saat charging yaitu 231,14 mA/jam

4.5 Pengujian Tegangan *Solar Cell*

Pengujian tegangan dilakukan untuk mengetahui perbandingan efisiensi kerja pada kondisi diam dan pada kondisi bergerak. Pada tabel 4.7 dan tabel 4.8 disajikan data hasil pengujian pada keadaan diam dan pada keadaan bergerak. Data-data yang disajikan pada tabel merupakan data rata-rata hasil pengujian tegangan *solar cell* , pada rentang waktu antara pukul 06.30-17.00. pada tanggal 23 Desember 2006 sampai dengan tanggal 5 Januari 2007. Hasil tegangan yang keluar dari solar cell akan digunakan untuk men-charging sebuah baterai 12 volt dengan tegangan minimal 15 volt, maka tegangan dari solar cell untuk dapat men-charging sebuah baterai tersebut minimal 15 volt.

Tabel 4.7 Pengujian solar cell pada kondisi *state*.

No	Pukul	Tegangan (volt)
1	6.00	8.4
2	6.30	13.59
3	7.00	14.11
4	7.30	14.84
5	8.00	15.9
6	8.30	16.53
7	9.00	16.44
8	9.30	16.5
9	10.00	16.65
10	10.30	16.75
11	11.00	16.75
12	11.30	16.77
13	12.00	16.55
14	12.30	16.67
15	13.00	16.2
16	13.30	16.55
17	14.00	16.14
18	14.30	15.79
19	15.00	16.19
20	15.30	16.18
21	16.00	13.13
22	16.30	12.9
23	17.00	14.8

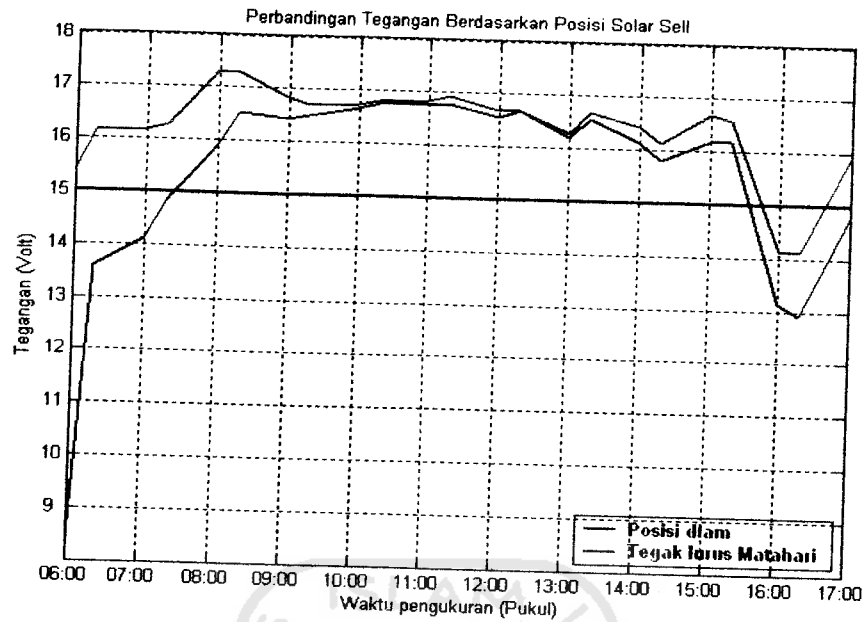
Tabel 4.8 Pengujian Solar Cell dengan kondisi tegak lurus cahaya matahari

No	Pukul	Tegangan (volt)
1	6.00	15.4
2	6.30	16.16
3	7.00	16.18
4	7.30	16.28
5	8.00	17.3
6	8.30	17.28
7	9.00	16.83
8	9.30	16.71
9	10.00	16.73
10	10.30	16.8
11	11.00	16.83
12	11.30	16.92
13	12.00	16.68
14	12.30	16.69
15	13.00	16.29
16	13.30	16.68
17	14.00	16.42
18	14.30	16.12
19	15.00	16.68
20	15.30	16.58
21	16.00	14.15
22	16.30	14.12
23	17.00	15.93

Pada tabel 4.7 dan 4.8 tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* berkisar antara 8,4 volt sampai 16,92 volt. Pada tabel terlihat perbedaan data yang relative besar antara hasil pengujian pada pagi hari dan hasil pengujian sore hari. Perbedaan hasil pengujian disebabkan oleh perbedaan intensitas yang diterima *solar cell*. Pada *state solar cell*, permukaan *solar cell* selalu menghadap ke arah atas, sehingga intensitas yang diterima *solar cell* akan maksimal hanya saat matahari berada tegak lurus dengan permukaan *solar cell*, yaitu pada siang hari. Pada keadaan di luar itu, intensitas cahaya yang diterima *solar cell* akan lebih kecil, karena pengaruh perubahan sudut datang cahaya matahari pada permukaan *solar cell*.

Pada *movable solar cell*, permukaan *solar cell* selalu tegak lurus terhadap cahaya matahari. Kondisi tersebut menyebabkan intensitas cahaya yang diterima *solar cell* selalu maksimal baik pada pagi hari, siang hari maupun pada sore hari.

Pada Gambar grafik 4.5 disajikan perbandingan data pengujian *state solar cell* dan *movable solar cell*.



Gambar 4.4 Grafik perbandingan tegangan berdasarkan posisi *solar cell*.

Grafik menunjukkan perbandingan tegangan *state solar cell* dengan *movable solar cell*. efektifitas kerja sistem solar cell akan dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\text{titik diatas 15 volt}}{\text{Titik yang diuji}} \times 100 \%$$

Perhitungan menggunakan sistem *state solar cell*.

$$\frac{16}{23} \times 100 \% = 69,57 \%$$

Pada perhitungan di atas dapat dilihat bahwa efisiensi menggunakan *solar cell* dengan *state system (diam)* sebesar 69,57 %

Perhitungan menggunakan sistem *movable solar cell*.

$$\frac{21}{23} \times 100 \% = 91,3 \%$$

Dari perhitungan di atas, diperoleh hasil bahwa efisiensi kerja *movable solar cell* (bergerak) lebih besar dari pada *state solar cell* (diam).



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil pengamatan, pengujian pengujian dan analisa yang dilakukan dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- A. Pada pengujian arus, arus yang dikeluarkan *solar cell* sebesar 400 mA pada saat beban resistansi sebesar 0,1 Ω , sehingga arus *solar cell* tersebut sesuai dengan datasheet yaitu sebesar 400 mA.
- B. Pada pen-chargingan baterai 6 volt / 4.2 Ah didapatkan hasil tegangan rata-rata pen-chargingan sebesar 330,2 mV/jam atau arus rata-rata saat charging baterai 231,14 mA/jam.
- C. Efisiensi *state solar cell* sebesar 69,57 % sedang Efisiensi *Movable solar cell* sebesar 91,3 %. Hal ini dapat disimpulkan efisiensi kerja *movable solar cell* lebih besar dari pada *state solar cell*.

5.2 Saran

- A. Alat yang kami buat masih memiliki kekurangan dalam sensornya, khususnya dari segi sensor dan programnya. Maka disarankan untuk penelitian selanjutnya dengan mengganti sensornya dari segi sensitivitas serta linieritasnya dan juga dalam programingnya dapat dibuat Peta Memori maupun menggunakan algoritma.

- B. Kemampuan alat perlu ditingkatkan dengan penambahan solar cell ataupun mengganti solar cell yang mempunyai efisiensi yang lebih baik guna mendapatkan daya yang lebih besar untuk mencharging baterai dengan baik.
- C. Perlu adanya rangkaian tambahan dengan penambahan smart charging untuk pengisian baterai supaya dapat mengoptimalkan pengisian dengan cara mengetahui tegangan dan arus yang terdapat pada baterai yang dijadikan masukan ADC untuk dengan keluaran PWM untuk optimalisasi charging baterai.



Daftar Pustaka

- Zuhri Syaefudin . 2004 . *Rancang Bangun Alat Pencari Intensitas Sinar Matahari Berbasis Mikrokontroler MC68HC908KX8*. UII. Yogyakarta
- Budioko Totok . 2005 . *Belajar dengan mudah dan cepat Pemrograman Bahasa C dengan SDCC [Small Device C Compiler] Pada Mikrokontroler AT89X051/AT89C51/52*. Gava Media. Yogyakarta
- Eko Putra ,Agfianto . 2002 . *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55* . Gava Media. Yogyakarta
- Apriandi M. Arief .2005. *SMART BATTERY CHARGER*. UII .Yogyakarta
- Budiharto Widodo . 2004 . *Interfacing Komputer dan Mikrokontroler . PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia . Jakarta*
- Pratomo, Andi . 2005 . *Panduan Praktis Pemrograman AVR Mikrokontroler AT90S2313* . ANDI . Yogyakarta.
- Wardhana, Lingga . 2006 . *Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535*. ANDI. Yogyakarta
- S Warsito 1995 . *DATA SHEET BOOK 1* . PT ELEK MEDIA KOMPUTINDO .Jakarta.
- <http://www.atmel.com/literature>
- Parallax Continuous Rotation Servo (#900-00008) data sheet
- www.avr-asm-tutorial.net_avr_en_index.html
- www.widodo.com
- www.parallax.com

- www.makeitsolar.com/science-fair-ideas
- www.specmat.com/Overview%20of%20Solar%20Cells.htm



LAMPIRAN



Chip type : ATmega8
Program type : Application
Clock frequency : 16,000000 MHz
Memory model : Small
External SRAM size : 0
Data Stack size : 256



*****/

```
#include <mega8.h>
#include <delay.h>
```

```
#define FIRST_ADC_INPUT 0
#define LAST_ADC_INPUT 3
#define ADC_VREF_TYPE 0x00
```

```
unsigned int adc_data[LAST_ADC_INPUT-FIRST_ADC_INPUT+1];
```

```
void Delay(unsigned int i)
```

```
{
    char j;
    while(i)
    {
        for(j=0;j<5;j++);
        i--;
    }
}
```

```
interrupt [ADC_INT] void adc_isr(void)
```

```
{
    register static unsigned char input_index=0;
    // Baca hasil dari konversi ADC
    adc_data[input_index]=ADCW;
    // Memilih masukan ADC
    if (++input_index > (LAST_ADC_INPUT-
FIRST_ADC_INPUT))input_index=0;
    ADMUX=(FIRST_ADC_INPUT|ADC_VREF_TYPE)+input_index;
    // Mulai Pembacaan ADC
    ADCSRA|=0x40;
}
```

```
void main(void)
```

```
{
    unsigned char i,Ton1,Ton2;
    unsigned char SW1,SW2;
    int Banding1,Banding2;
    PORTB=0x00;
    DDRB=0x03;
```

```

PORTD=0x0F;
DDRD=0xFF;

ADMUX=FIRST_ADC_INPUT|ADC_VREF_TYPE;
ADCSRA=0xCF;
SFIO&=0xEF;
SFIO|=0x10;

#asm("sei")

while(1)
{
    SW1=(PINB>>2)&1;
    SW2=(PINB>>3)&1;

    Banding1=adc_data[0]-adc_data[2];
    Banding2=adc_data[1]-adc_data[3];

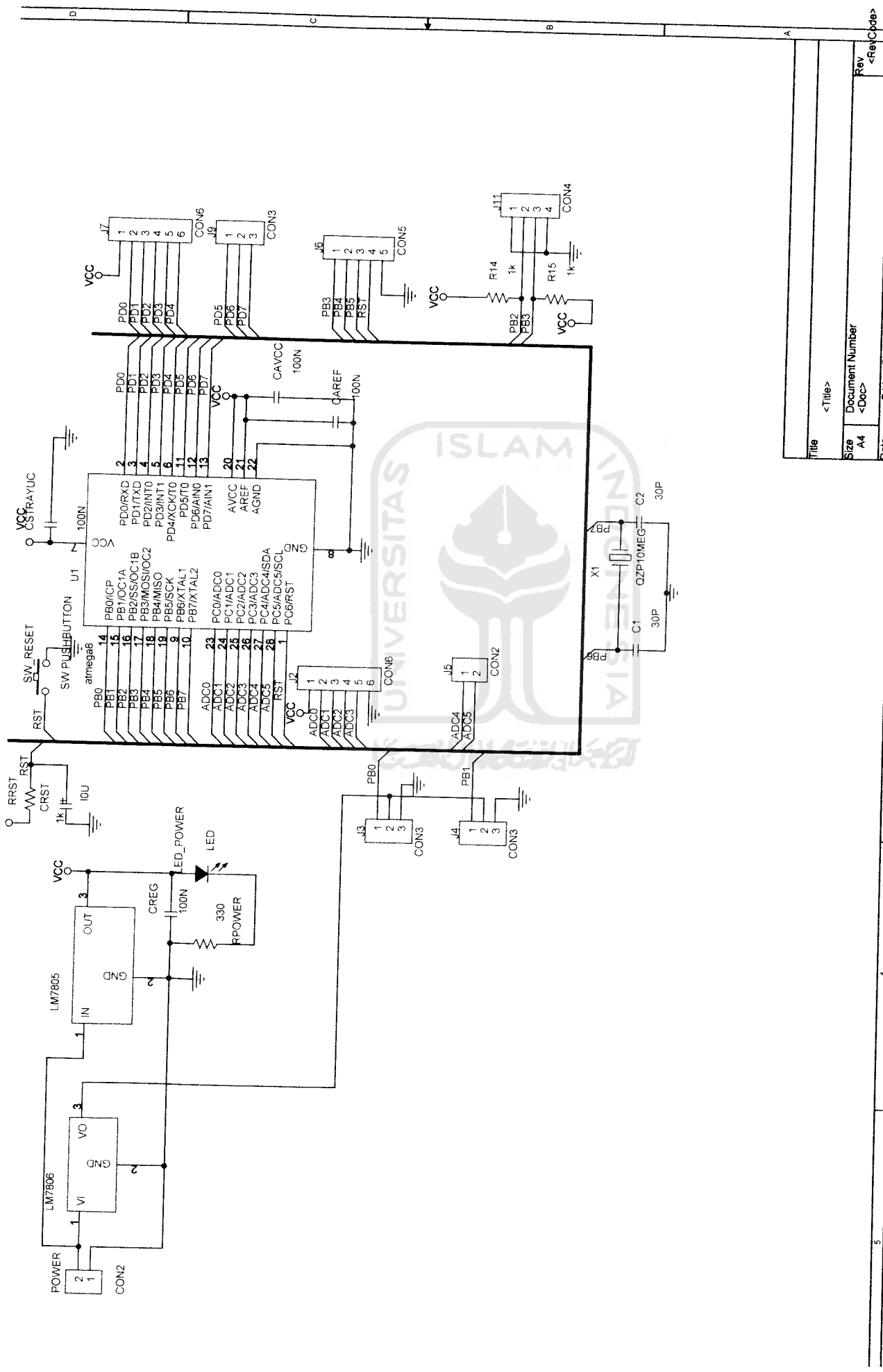
    if(Banding1<-20)Ton1=60;
    else if(Banding1>20)Ton1=1;
    else Ton1=30;

    if(Banding2<-20)Ton2=60;
    else if(Banding2>20)Ton2=1;
    else Ton2=30;

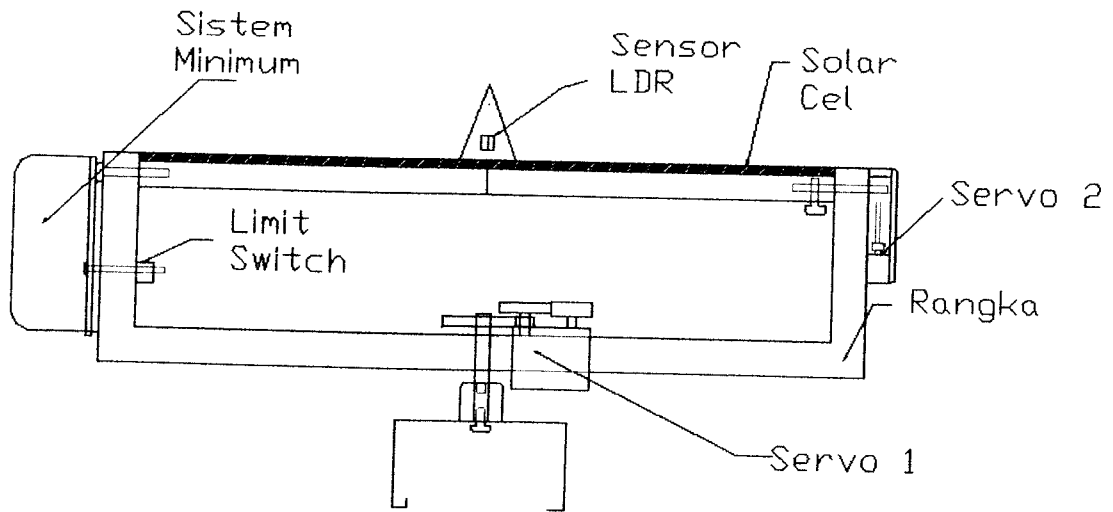
    if(!SW1)Ton2=28;
    if(!SW2)Ton2=32;

    PORTB=1;Delay(Ton1);for(i=0;i<3;i++);PORTB=0;
    PORTB=2;Delay(Ton2);for(i=0;i<3;i++);PORTB=0;
    Delay(1000);
}
}

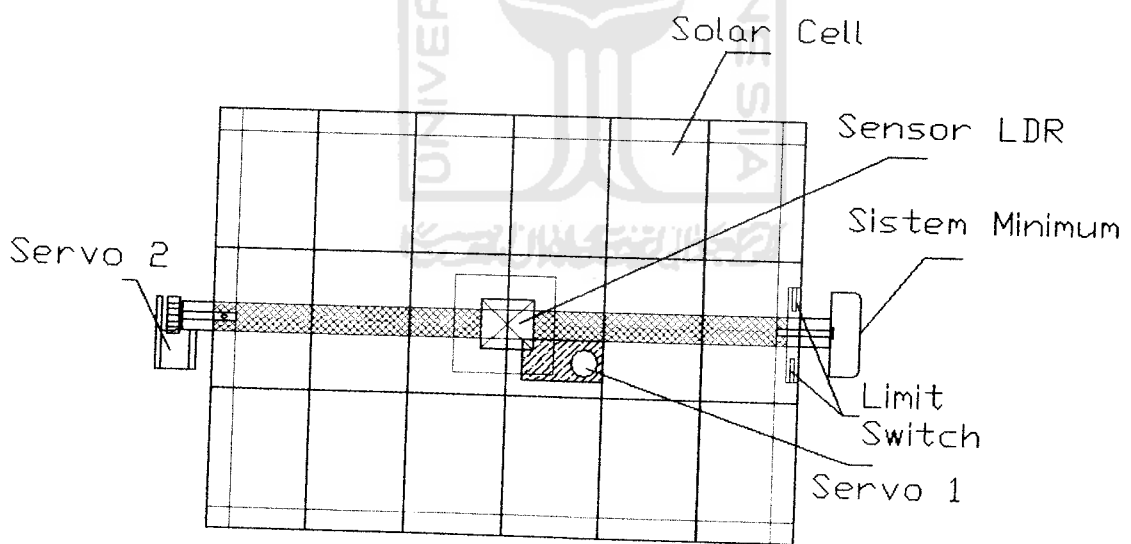
```



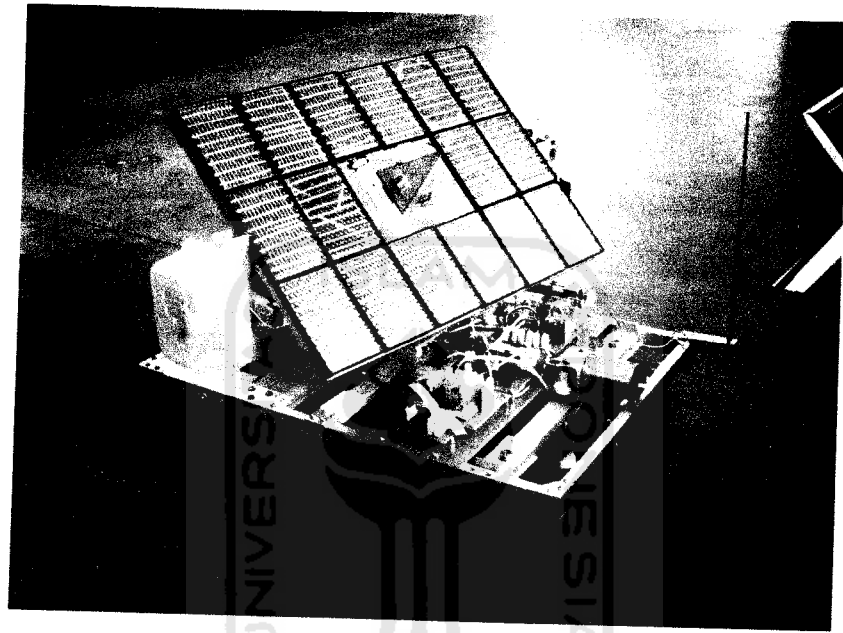
Title	<Title>
Size	A4
Document Number	<Doc>
Rev	<RevC>
Date	Friday, February 02, 2007
Sheet	2
of	1



Bentuk Robot tampak samping



Bentuk robot tampak atas



Bentuk Robot Aplikasi dengan robot pemotong rumput