

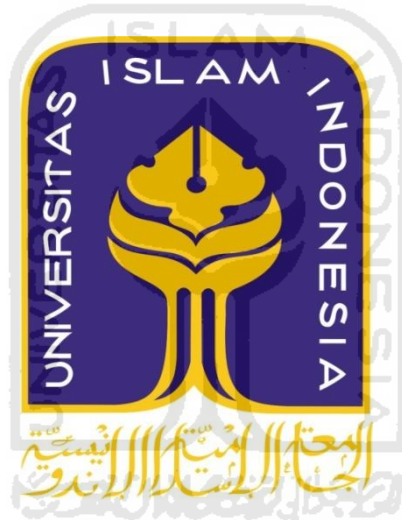
# **Rancang Bangun Alat Ukur Daya Sinar Matahari Berbasis Mikrokontroler**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat**

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana**

**Konsentrasi Ketenagaan Jurusan Teknik Elektro**



**DISUSUN OLEH :**

**Nama : BELLA ARANZHA PUTRA**

**NIM : 12524117**

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

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR DAYA SINAR MATAHARI  
BERBASIS MIKROKONTROLER**



**Nama** : BELLA ARANZHA PUTRA  
**No. Mahasiswa** : 12524117

Yogyakarta,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Medilla Kusriyanto, S.T, M.Eng

Warindi, S.T, M.Eng

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bella Aranzha Putra

NIM : 12524117

Menyatakan dengan jujur bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri, tanpa ada niat untuk menjiplak atau plagiat karya orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu dari materi yang saya ambil, sudah sesuai dengan tata tertib yang berlaku dalam membuat karya tulis ilmiah yang lazim. Jika ternyata terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.



11 Juni 2016

Bella Aranzha Putra

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR DAYA SINAR MATAHARI BERBASIS  
MIKROKONTROLER**

**TUGAS AKHIR**

Oleh:

Nama : Bella Aranzha Putra

No. Mahasiswa : 12524117

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 30 Agustus 2016

Tim Penguji

Warindi, S.T, M.Eng

Ketua

Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T.,M.T.

Anggota I

Ir. Suyamto

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia



Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T.,M.T.

NIP.025200526

## HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya. Dengan atas seizin Allah SWT dan segala bentuk dukungan mereka, inilah hasil usaha penulis selama ini, penulis persembahkan hasil karya sederhana ini kepada mereka-mereka yang tercinta:

**Ayah Tercinta Anis Harianto S.Pd & Ibu Tercinta Indah Widayati**

**Saudaraku Tercinta Vanesha Dara Pressia & Alm. Sugeng Hariadi**

Terima kasih atas segala bentuk kasih sayang, perhatian, dukungan, kebersamaan, serta doa yang diberikan.

*Thankyou for everything*

## HALAMAN MOTTO

وَيَنْصُرَكَ اللَّهُ نَصْرًا عَزِيمًا

“Dan Allah pasti menolongmu dengan pertolongan yang kuat”

(AL Fath ayat 3)

“Tiadanya keyakinanlah yang membuat orang takut menghadapi tantangan, dan saya percaya pada diri saya sendiri”

(Muhammad Ali)

“Dalam sebuah Kegagalan pasti akan menghasilkan sebuah pengalaman, dari pengalaman itu pasti akan menghasilkan sebuah keberhasilan dan Allah SWT turut

andil didalamnya”

(Bella Aranzha Putra)

## KATA PENGANTAR



*Asalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Alhamdulillahillahirbill'amin, rasa syukur dan terima kasih penulis hanturkan pada-Mu ya Rabb atas karunia nikmat yang telah diberikan sehingga skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Alat Ukur Daya Sinar Matahari Berbasis Mikrokontroler” telah selesai dengan baik dan lancar. Tak lupa Sholawat dan salam tercurah kepada Rasullullah Muhammad SAW, yang menjadi teladan hidup bagi kita.

Rasa syukur tak henti-hentinya penulis haturkan atas terselesaikannya skripsi ini, sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi seluruh pembaca kedepannya. Banyak sekali kesan dalam proses pengerjaan skripsi ini.

Terima kasih juga terhaturkan kepada semua pihak yang terlibat dalam proses pengerjaan skripsi ini. Atas Bimbingan, dukungan, kerja sama, dan fasilitas diucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak dan ibu terhebat serta adik yang selalu memberikan semangat, motivasi dan juga inspirasi dalam bentuk apapun.
2. Bapak Medilla Kusriyanto, S.T., M.Eng. dan bapak Warindi, S.T.,M.Eng selaku pembimbing I dan pembimbing II skripsi yang selalu memberikan bimbingan kepada penulis.

3. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang telah membimbing penulis selama perkuliahan sehingga penulis bisa berada pada tahap ini.
4. Marsaban, Heru, Dimas, Bambang, Putra Arisandy yang selalu memberikan dukungan dalam pengerjaan skripsi ini.
5. Jojo, Sony, Imam dan Nabilah El Rifhiyah yang tidak henti-hentinya memberikan motivasi serta bantuan dalam bentuk apapun sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penelitian yang telah dilakukan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya masukan dan saran yang dapat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini untuk kedepannya. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi pembaca dan penggunanya.

*Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Yogyakarta, 11 juni 2016

Penulis

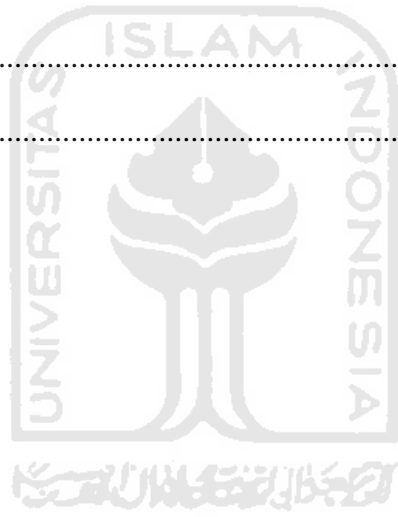


## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Dasar Teori.....	6

2.2.1 Solar Sel .....	6
2.2.2 <i>Arduino Uno</i> .....	10
2.2.3 ADC ( <i>Analog to Digital Converter</i> ) .....	11
2.2.4 Op- Amp TL 082.....	12
2.2.5 LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ).....	13
2.2.6 Kabel Data.....	14
2.2.7 Resistor.....	15
2.2.8 <i>Power Supply</i> .....	15
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	17
3.1 Alir Penelitian .....	17
3.1.1 Mempersiapkan Alat dan Bahan .....	18
3.1.1.1 Bahan Penelitian.....	18
3.1.1.2 Alat Penelitian.....	18
3.2 Perancangan Sistem.....	19
3.3 Perancangan Hardware.....	20
3.3.1 Perancangan Desain Alat Ukur .....	20
3.3.2 Perancangan Rangkaian Op-Amp .....	21
3.3.3 Komunikasi LCD Modul 12C Dengan <i>Arduino Uno</i>	22
3.3.4 Komunikasi Rangkaian Op-Amp <i>TL 082</i> dengan Arduino Uno .....	23
3.4 Perakitan Alat Ukur Daya Sinar Matahari .....	24
3.5 Perancangan Pengukuran dan Pengambilan Data .....	28
3.5.1 Perancangan Pengukuran Daya Total .....	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	31
4.1 Hasil Pengujian .....	31
4.1.1 Hasil Pengukuran Daya Sinar Matahari .....	31
4.1.2 Diagram Rata-Rata Dan Standar Deviasi.....	35
BAB V PENUTUP .....	36
5.1 KESIMPULAN .....	36
5.2 SARAN .....	36
DAFTAR PUSTAKA .....	37
LAMPIRAN.....	39



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Karakteristik <i>Arduino Uno</i> .....	11
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Daya Sinar Matahari Pada Tengah Hari.	31
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Alat Ukur Menggunakan Lampu.....	33



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Monocrystalline Cell</i> .....	10
Gambar 2.2 Arduino Uno .....	10
Gambar 2.3 Op-Amp TL 082 .....	12
Gambar 2.4 Liquid Crystal Display 16 x 2.....	14
Gambar 2.5 Kabel Data USB.....	14
Gambar 2.6 Resistor .....	15
Gambar 2.7 <i>Power supply</i> .....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Alat Ukur Daya Sinar Matahari...	17
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Alat Ukur Daya Sinar Matahari .....	19
Gambar 3.3 Skema Tampak Depan Alat Ukur Daya Sinar Matahari.....	20
Gambar 3.4 Rangkaian Op-Amp .....	21
Gambar 3.5 Modul LCD I2C Arduino Uno.....	22
Gambar 3.6 Pola Bentuk Kerangka Alat Ukur Daya Sinar Matahari .....	24
Gambar 3.7 Pola Dudukan Bagian Bawah Alat Ukur .....	26
Gambar 3.8 Pola Bagian Depan Alat Ukur.....	27
Gambar 3.9 Hasil Penempelan dan Pembentukan <i>Casing</i> Alat Ukur.....	28
Gambar 3.10 Hasil Pemasangan Komponen Alat Ukur .....	29
Gambar 4.1 Pengukuran daya sinar matahari pada tengah hari.....	32
Gambar 4.2 Pengujian alat ukur daya menggunakan lampu 100 Watt ..	34
Gambar 4.3 Diagram Daya Rata-Rata dan Standart Deviasi.....	35

## ABSTRAK

Matahari merupakan sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per-meter persegi. Sebagian dari energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, sebagian lagi dikonversikan menjadi panas, yang lainnya digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang terdapat di atas permukaan bumi, sebagian kecil ditampung angin, gelombang dan arus dan masih ada bagian yang sangat kecil disimpan melalui proses fotosintesis dalam tumbuh-tumbuhan yang akhirnya digunakan dalam proses pembentukan batu bara dan minyak bumi. Sehingga, bisa dikatakan bahwa sumber segala energi adalah energi matahari. Solar sel atau *Fotovoltaik* merupakan sebuah devais semikonduktor yang memiliki permukaan yang luas dan terdiri dari rangkaian dioda tipe *p* dan *n* terbuat dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari sel surya yang mampu merubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. Maka pada penelitian ini dirancang sebuah alat ukur daya sinar matahari yang menggunakan sumber dari mini solar sel dengan menggunakan kontrol dari mikrokontroler *arduino uno*. Pada sistem ini digunakan rangkaian op-amp IC *TL082* dengan nilai resistor  $R_1$  sebesar  $100 \Omega$ ,  $R_2$  sebesar  $12 \text{ k}\Omega$  dan  $R_3$  sebesar  $15 \text{ k}\Omega$  dengan penguatan sebesar 1,8 V. Nilai standar deviasi yang tinggi menunjukkan bahwa alat ukur daya sinar matahari mempunyai ketelitian yang rendah, dan jika nilai standar deviasi rendah maka alat ukur daya sinar matahari mempunyai tingkat ketelitian yang tinggi. Intensitas daya maksimal sinar matahari yang terukur pada saat tengah hari jam 12.00 WIB sebesar  $1000 \text{ Watt/m}^2$ . Tegangan maksimal alat ukur pada saat tengah hari jam 12.00 WIB sebesar 4,34 V. Arus maksimal alat ukur pada saat tengah hari jam 12.00 WIB sebesar 40 mA.

**Kata kunci: Matahari, Solar Sel, Arduino Uno, Standar Deviasi, Alat Ukur Daya.**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Matahari merupakan sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per-meter persegi. Sebagian dari energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, sebagian lagi dikonversikan menjadi panas, yang lainnya digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang terdapat di atas permukaan bumi, sebagian kecil ditampung angin, gelombang dan arus dan masih ada bagian yang sangat kecil disimpan melalui proses fotosintesis dalam tumbuh-tumbuhan yang akhirnya digunakan dalam proses pembentukan batu bara dan minyak bumi (bahan bakar fosil, proses fotosintesis yang memakan jutaan tahun) yang saat ini digunakan secara ekstensif dan eksploratif bukan hanya untuk bahan bakar tetapi juga untuk bahan pembuat plastik, formika, bahan sintesis lainnya. Sehingga, bisa dikatakan bahwa sumber segala energi adalah energi matahari.

Tenaga surya atau biasa disebut juga energi surya adalah tenaga atau energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya matahari melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Energi surya menjadi salah satu sumber pembangkit daya selain air, uap, angin, biogas, batu bara dan minyak bumi. Teknik pemanfaatan energi surya awalnya menggunakan kristal silikon untuk mengkonversi radiasi matahari.

Sel surya atau *Fotovoltaik* merupakan sebuah devais semikonduktor yang memiliki permukaan yang luas dan terdiri dari rangkaian dioda tipe  $p$  dan  $n$  terbuat dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari sel surya yang mampu merubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. Hal ini dikarenakan sel surya merupakan elemen aktif (semikonduktor) yang memanfaatkan efek *Fotovoltaik* untuk merubah tersebut. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm dan terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif.

Pada sel surya terdapat sambungan (*junction*) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semi konduktor yang masing-masing diketahui sebagai semikonduktor jenis "P" (positif) dan semikonduktor jenis "N" (negatif). Semikonduktor jenis-N dibuat dari kristal silikon dan terdapat juga sejumlah material lain (umumnya posfor) dalam batasan bahwa material tersebut dapat memberikan suatu kelebihan elektrom bebas.



## **1.2 Rumusan Masalah**

Dengan dasar pemikiran di atas, maka pada penelitian ini akan di buat suatu rancangan alat ukur yang dapat mengukur daya sinar matahari. Rancangan alat yang akan dibuat adalah sistem kontrol dengan basis mikrokontroler dengan penampil LCD. Dipilihnya sistem mikrokontroler ini karena sistem mikrokontroler merupakan sistem yang handal, biayanya murah dan lebih efisien.

## **1.3 Batasan Masalah**

1. Tidak membuat power supply DC untuk input Arduino Uno.
2. Tidak membuat rangkaian I2C.
3. Tegangan yang yang dihasilkan oleh solar sel maksimal 5 V.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah dikembangkannya prototype alat ukur daya sinar matahari berbasis mikrokontroler yang memiliki sistem yang handal.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan dapat mengukur daya sinar matahari yang mempunyai keandalan dan keakuratan dalam setiap pengukurannya sehingga dapat mengetahui daya sinar matahari.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Dalam studi pustaka penulis menggunakan referensi berupa tulisan artikel, informasi dari internet, serta tugas akhir untuk informasi perancangan dan pelaksanaan penelitian ini.

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian yang sudah ada, mengenai “Rancang bangun pengukur intensitas cahaya tampak berbasis mikrokontroler” oleh Wanto, FT UI (2008). Dalam penelitian ini telah dirancang dan dibuat suatu sistem untuk mengukur besarnya intensitas cahaya tampak (*visible light*). Sistem tersebut berbasis pada mikrokontroler sebagai pengolah data. Selanjutnya, pengukuran ditampilkan pada sebuah layar LCD untuk mengetahui informasi mengenai intensitas cahaya, maka dibutuhkan suatu sistem perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan yaitu rangkaian sensor cahaya LDR (*light dependent resistor*) untuk mendeteksi intensitas cahaya, kemudian mengkonversikan menjadi tegangan. Rangkaian ADC (*Analog to Digital Converter*) untuk mengubah tegangan analog yang berasal dari rangkaian sensor cahaya, untuk menjadi data pengukuran digital. Sistem mikrokontroler untuk mengolah dan mengklarifikasi data hasil pengukuran tersebut untuk ditampilkan di layar LCD (*Liquid Crystal Display*).

Penelitian oleh Elsa Alfiansyah (2009) mengenai “Rancang bangun sistem monitoring daya listrik pada *fotovoltaik* secara *realtime* berbasis mikrokontroler Atmega 16”. Dalam suatu proses pengukuran daya listrik

*fotovoltaik* penting dilakukan pemanfaatan secara teratur agar semua kegiatan dapat terkontrol dengan baik. Suatu cara yang efektif dan efisien adalah dengan menggunakan *monitoring* yang bersifat *realtime*, dimana semua proses pengukuran tegangan dan arus yang sedang berlangsung dapat dipantau secara seksama pada saat itu juga. Pada penelitian ini dibahas suatu sistem *monitoring fotovoltaik* dengan memanfaatkan mikrokontroler dan komputer. Mikrokontroler berfungsi sebagai kontrol aksi *monitoring fotovoltaik* sekaligus menghubungkannya dengan komputer. Komputer berfungsi sebagai tempat memproses data-data yang dikirim oleh mikrokontroler dan menampilkannya pada monitor dengan menggunakan software *fotovoltaik*. Perangkat lunak dibuat dalam bahasa basic untuk mikrokontroler, *borland delphi 6.0* untuk proses data dan tampilan, *Microsoft Acces* untuk manajemen database. Perangkat lunak yang dibuat mampu melakukan *monitoring* dari modul *fotovoltaik* untuk mengumpulkan data tegangan (V) serta arus (I) yang dihasilkan oleh modul *fotovoltaik*.

Penelitian oleh Yohana Albertien Rottie (2013) mengenai “Perancangan alat pengukur radiasi berbasis PC”. Penelitian ini merancang suatu alat pengukur intensitas matahari tersebut menggunakan sensor suhu LM35 yang kemudian diolah dengan bantuan komputer sehingga hasilnya dalam bentuk data digital. Prinsip dasar kerja alat pengukur radiasi matahari digital ini adalah mengukur nilai suhu yang terdapat pada lempengan benda berwarna hitam dengan benda yang berwarna putih. Dengan pendekatan persamaan Stefan-Boltzmann maka nilai radiasi matahari dapat ditentukan dengan mengukur suhu di kedua benda

tersebut (hitam dan putih). Nilai suhu dari kedua benda tersebut akan diubah menjadi frekuensi menggunakan rangkaian VFC IC LM331 secara bergantian atau satu persatu yang diatur oleh rangkaian multikanal IC 4017. Setelah data berupa frekuensi diolah terlebih dahulu di rangkaian pencacah biner IC 4020 dan siap untuk dibaca di komputer melalui USB Joypad. Data akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan disimpan ke media hardisk atau flasdisk pada komputer/Laptop. Alat ukur dan aplikasi program perekam yang dibuat pada penelitian ini dapat mendeteksi 2 variabel, yaitu intensitas radiasi matahari dan lama penyinaran matahari. Dari hasil analisis didapatkan, pengukuran secara otomatis cenderung memiliki karakteristik perubahan besaran output sensor yang sebanding dengan perubahan fisik nilai unsur cuaca. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengamatan menggunakan sensor konvensional dengan digital.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Solar Sel

Secara sederhana, sel surya terdiri dari persambungan bahan semikonduktor tipe  $p$  dan  $n$  ( $p$ - $n$  junction semiconductor) yang jika terkena sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron. Aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. Bagian utama pengubah energi sinar matahari menjadi listrik adalah penyerap (*absorber*), meskipun demikian masing-masing lapisan juga sangat berpengaruh terhadap efisiensi dari sel surya.

Sinar matahari terdiri dari bermacam-macam jenis gelombang elektromagnetik. Oleh karena itu, penyerap disini diharapkan dapat menyerap sebanyak mungkin radiasi sinar yang berasal dari cahaya matahari. Lebih detail lagi bisa dijelaskan bahwa semikonduktor adalah bahan yang memiliki struktur seperti isolator, akan tetapi memiliki celah energi kecil sehingga memungkinkan elektron bisa melompat dari pita valensi ke pita konduksi. Ketika sinar matahari yang terdiri dari photon-photon jatuh pada permukaan bahan sel surya (*absorber*) akan diserap, dipantulkan, atau dilewatkan begitu saja dan hanya foton dengan tingkat energi tertentu yang akan membebaskan elektron dari ikatan atomnya, sehingga mengalirlah arus listrik. Tingkat energi ini disebut energi *band-gap* yang didefinisikan sebagai sejumlah energi yang dibutuhkan untuk mengeluarkan elektron dari ikatan kovalennya sehingga terjadilah aliran arus listrik.

Elektron dari pita valensi akan tereksitasi ke pita konduksi. Elektron menjadi pembawa  $n$  dan meninggalkan hole, pembawa  $p$ . Pembawa  $p$  akan bergerak menuju persambungan demikian juga pembawa  $n$  akan bergerak ke persambungan, perpindahan tersebut menghasilkan beda potensial. Arus dan daya yang dihasilkan fotovoltaiik ini dapat dialirkan ke rangkaian luar. Untuk membebaskan elektron dari ikatan kovalennya, energi foton ( $hc$ ) harus sedikit lebih besar/diatas daripada energi *band-gap*. Jika energi foton terlalu besar dari pada energi *band-gap*, maka ekstra energi tersebut akan dirubah dalam bentuk panas

pada sel surya. Karenanya sangatlah penting pada sel surya untuk mengatur bahan yang dipergunakan, yaitu dengan memodifikasi struktur molekul dari semikonduktor yang dipergunakan.

Jenis-jenis Solar sel antara lain:

1. *Monocrystalline*

Yaitu kristal yang mempunyai satu jenis macamnya, tipe ini dalam perkembangannya mampu menghasilkan efisiensi yang sangat tinggi.

Jenis *Monocrystalline* antara lain:

a. *Gallium Arsenide Cell*

*Gallium arsenide cell* sangat efisien dari semua sel, tetapi harganya sangat mahal. Efisiensi dari sel ini mampu mencapai 25 persen.

b. *Cadmium Sulfide Cell*

*Cadmium Sulfide Cell* ini merupakan suatu bahan yang dapat dipertimbangkan dalam pembuatan sel surya, karena harga yang murah dan mudah dalam proses pembuatannya.

2. *Polycrystalline*

*Polycrystalline cell* merupakan kristal yang banyak macamnya, terbuat dari kristal silikon dengan efisiensi 10-12 persen.

### 3. *Amorphus Silikon Cell*

*Amorphus* berarti tidak memakai kristal struktur atau non kristal, bahan yang digunakan berupa proses film yang tipis dengan efisiensi sekitar 4-6 persen.

### 4. *Copper Indium Diselenide (CIS) Cell*

Bahan semikonduktor yang aktif dalam sel surya CIS disebut Copper Indium Diselenide. Senyawa CIS sering juga merupakan paduan dengan *gallium* atau belerang. Jenis solar sel ini mempunyai 9-11 persen.

### 5. *Cadmium Telluride (CdTe) Cell*

Sel surya CdTe diproduksi pada substrat kaca dengan lapisan konduktor TCO transparan biasanya terbuat dari *indium tin oxyde* sebagai kontak depan. Efisiensi 1 – 8,5 persen.

### 6. *Dye sensityzed*

Prinsip kerja *Dye sensityzed* yaitu menyerap cahaya dalam pewarna organik mirip dengan cara dimana tanaman menggunakan klorofil unruk menangkap energi yang berasal dari sinar matahari dengan fotosintesis.

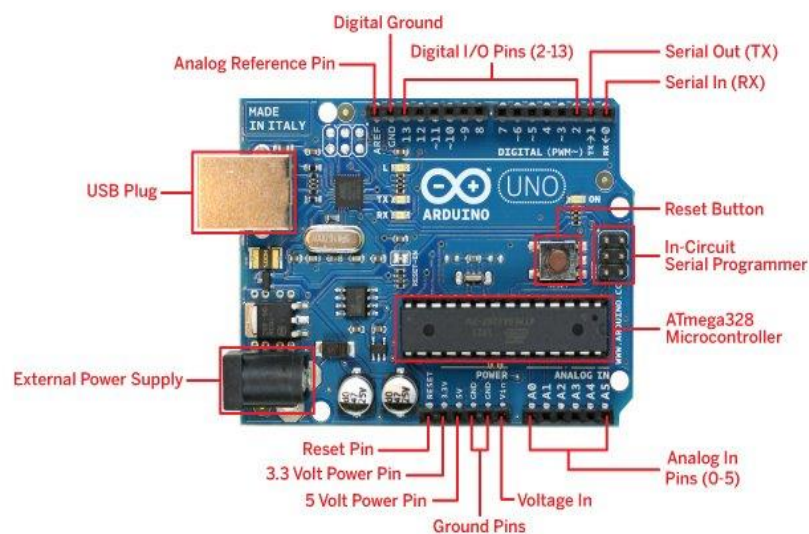
Contoh solar sel tipe *Monocrystalline* gambar 2.1:



Gambar 2.1 *Monocrystalline Cell* [8]

### 2.2.2 Arduino Uno

*Arduino Uno* adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega32. *Board* ini memiliki 14 digital input /output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 input *analog*, 16 MHz *osilator* kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Arduino Uno* [9]



Tabel 2.1 Karakteristik *Arduino Uno*

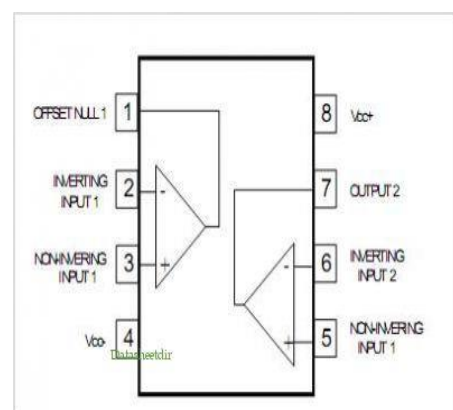
Mikrokontroler	AT Mega 328
Operasi Voltage	5 V
Input Voltage	7 – 12 V (rekomendasi)
Input Voltage	6 – 20 V (limit)
I/O	14 pin (6 pin untuk PWM)
Arus	50 mA
Flash Memory	32 kB
Bootloader	SRAM 2 kB
EEPROM	1 KB
Frekuensi	16 MHz

### 2.2.3 ADC (*Analog to Digital Converter*)

Pengubah analog ke digital atau ADC (*Analog to Digital Converter*) adalah alat yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog ke digital. Ada banyak cara yang dapat digunakan untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital yang nilainya proposional. Jenis ADC yang biasa digunakan dalam perancangan adalah jenis *successive approximation conversion* atau pendekatan bertingkat yang memiliki waktu konversi jauh lebih singkat dan tidak tergantung pada nilai masukan atau sinyal yang akan diubah.

### 2.2.4 Op- Amp TL 082

Op-amp merupakan suatu komponen elektronika aktif yang dapat menguatkan sinyal dengan tingkat penguatan yang tinggi. Op-amp banyak digunakan untuk membangun blok rangkaian yang jauh lebih kompleks. Op-amp itu sendiri merupakan sebuah komponen yang terdiri dari banyak resistor, dioda dan transistor yang dikemas dalam satu kemasan terintegrasi. Untuk membuat op-amp sebagai rangkaian penguat membutuhkan jalur umpan balik negatif. Salah satu rangkaian penguat paling sederhana dari op-amp adalah rangkaian penguat non-inverting. Dengan memberikan sinyal masukan  $V_{in}$  pada kaki *non-inverting* dan memberikan umpan balik negatif  $V_f$  pada kaki *inverting* yang berasal dari sinyal keluaran  $V_{out}$ , maka op-amp akan stabil pada kondisi tegangan masukan di kaki inverting  $V_-$  sama dengan tegangan masukan di kaki non-inverting  $V_+$  seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Op-Amp TL 082 [7]

### 2.2.5 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD sebuah *liquid crystal* atau perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Ada dua jenis utama layar LCD yang dapat menampilkan numerik (digunakan dalam jam tangan, kalkulator dll) dan menampilkan teks *alfanumerik* (sering digunakan pada mesin foto kopi dan telepon genggam). Dalam menampilkan numerik ini kristal yang dibentuk menjadi bar, dan dalam menampilkan *alfanumerik* kristal hanya diatur kedalam pola titik. Setiap kristal memiliki sambungan listrik individu sehingga dapat dikontrol secara independen. Ketika kristal *off* (yakni tidak ada arus yang melalui kristal) cahaya kristal terlihat sama dengan bahan latar belakangnya, sehingga kristal tidak dapat terlihat. Namun ketika arus listrik melewati kristal, itu akan merubah bentuk dan menyerap lebih banyak cahaya. Hal ini membuat kristal terlihat lebih gelap dari penglihatan mata manusia sehingga bentuk titik atau bar dapat dilihat dari perbedaan latar belakang. Sangat penting untuk menyadari perbedaan antara layar LCD dan layar LED. Sebuah LED *display* (sering digunakan dalam radio jam) terdiri dari sejumlah LED yang benar-benar mengeluarkan cahaya (dan dapat dilihat dalam gelap). Sebuah layar LCD hanya mencerminkan cahaya, sehingga tidak dapat dilihat dalam gelap. Contoh LCD 16 x 2 seperti gambar 2.4.



Gambar 2.4 Liquid Crystal Display 16 x 2 [10]

### 2.2.6 Kabel Data

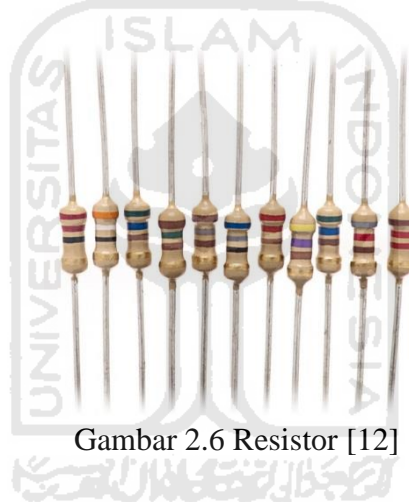
Kabel data USB digunakan untuk menghubungkan *power supply* baterai 5 volt dengan *arduino uno*, karena untuk menghidupkan sistem pada arduino uno kita membutuhkan tegangan 5 volt dan kabel USB ini sebagai alat penghubungnya. Bentuk kabel data USB dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Kabel Data USB [11]

### 2.2.7 Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian elektronika. Resistor bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen pasif. Satuan atau nilai resistansi suatu resistor disebut ohm dan dilambangkan dengan simbol Omega ( $\Omega$ ). Resistor disini digunakan pada rangkaian Op-Amp atau rangkaian penguat, bentuk resistor dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Resistor [12]

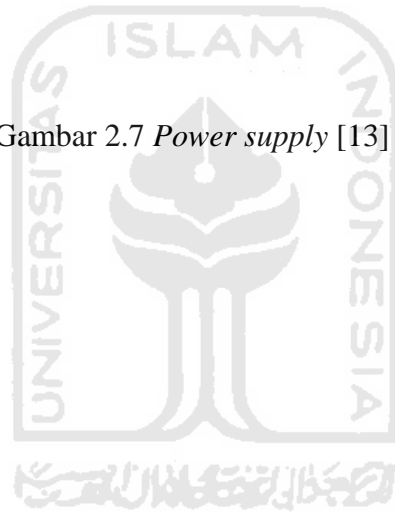
### 2.2.8 Power Supply

*Power supply* adalah sebagai alat atau perangkat keras yang mampu menyuplai tenaga atau tegangan listrik secara langsung dari sumber tegangan listrik ke tegangan listrik yang lainnya. *Power supply* memiliki input dari tegangan yang berarus *alternating current* (AC) dan mengubahnya menjadi arus *direct current* (DC) lalu menyalurkannya ke berbagai perangkat keras. Karena memang arus *direct current* (DC)-lah yang dibutuhkan untuk perangkat keras agar dapat beroperasi, *direct current* biasa disebut juga sebagai arus yang searah sedangkan *alternating*

current merupakan arus yang berlawanan. Gambar 2.7 merupakan jenis *power supply*.



Gambar 2.7 *Power supply* [13]



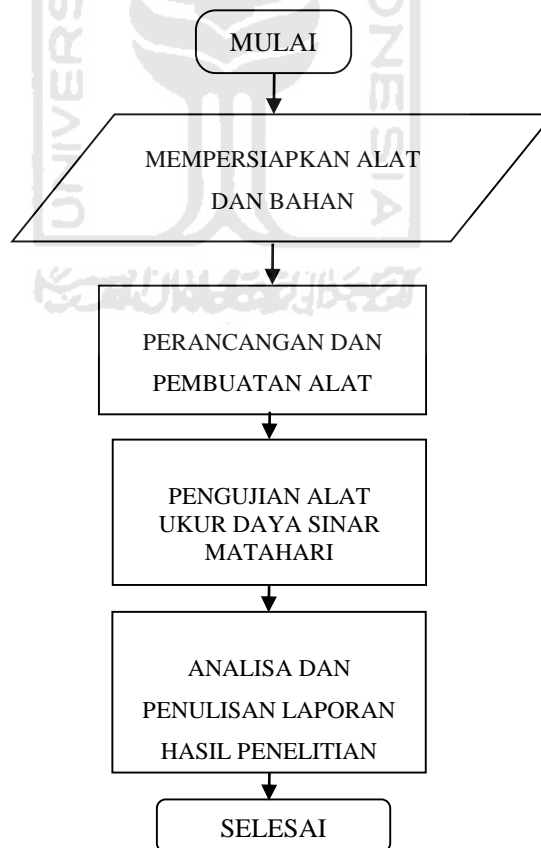
## BAB III

### METODE PENELITIAN

Bab ini meliputi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, serta alir penelitian. Pada alir penelitian akan dilakukan beberapa langkah yaitu persiapan alat dan bahan, perancangan dan pembuatan alat, pengujian alat ukur daya sinar matahari dan pembuatan laporan hasil penelitian. Penjelasan lebih rinci tentang metodologi penelitian akan dipaparkan sebagai berikut:

#### 3.1 Alir Penelitian

Alir penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian Alat Ukur Daya Sinar Matahari.

### 3.1.1 Mempersiapkan Alat dan Bahan

Pada tahap ini dilakukan dengan melakukan persiapan alat dan bahan yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan demi menunjang penelitian serta perancangan alat ukur daya sinar matahari.

#### 3.1.1.1 Bahan Penelitian

1. *Arduino Uno*
2. Solar sel
3. Mur dan Baut
4. Mika akrilik
5. Resistor
6. LCD 16x2
7. *Powerbank*
8. Kabel USB

#### 3.1.1.2 Alat Penelitian

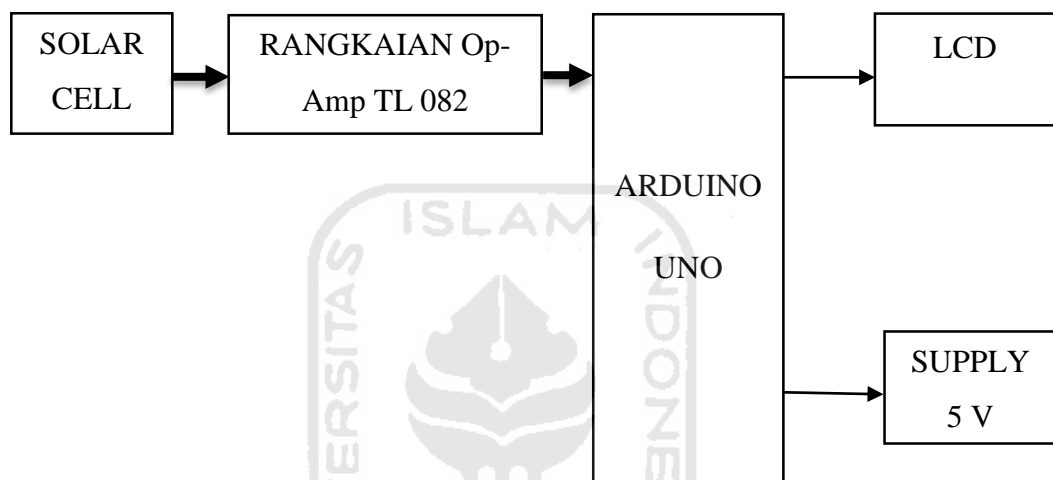
Pada alat penelitian kali ini sangat penting bagi penulis sebagai penunjang perancangan. Pada tahap ini penulis menggunakan alat penelitian, berupa:

1. *Project Board*
2. Peralatan teknis (tang, solder, obeng dls)
3. Multimeter Digital
4. Lem G



### 3.2 Perancangan Sistem

Secara keseluruhan, sistem mengukur daya dari sinar matahari ini terdiri dari beberapa bagian yang dapat digambarkan menjadi blok diagram pada gambar 3.2 berikut ini.



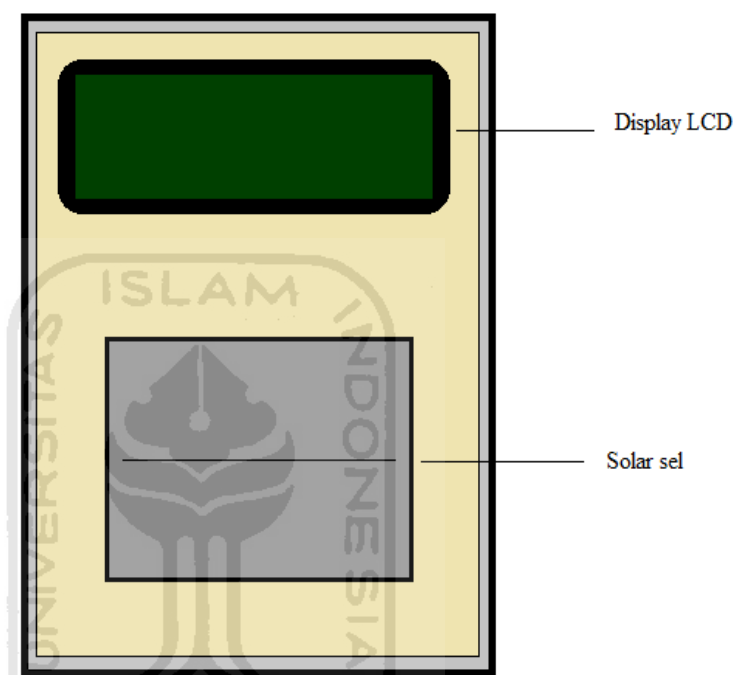
Gambar 3.2 Blok diagram sistem alat ukur daya sinar matahari.

Alat ukur daya sinar matahari ini bekerja menggunakan kontrol arduino uno dengan suplai dari *powerbank*. Sistem ini membaca keluaran tegangan dan arus yang dihasilkan dari cahaya matahari yang diterima oleh solar sel. Keluaran sinyal analog yang berupa tegangan akan di hubungkan kedalam rangkaian Op-Amp untuk menguatkan nilai tegangan. Nilai arus dipresentasikan kedalam sebuah tegangan dengan *I to V converting* supaya dapat terbaca oleh *arduino uno*. Setelah itu hasil *convert* berupa tegangan dikalibrasi dengan multimeter arus sehingga didapat nilai arus sebenarnya. Tegangan dan arus yang berupa sinyal analog diubah kedalam sinyal digital menggunakan *arduino uno*. Hasil dari perhitungan daya sinar matahari ditampilkan kedalam LCD.

### 3.3 Perancangan Hardware

#### 3.3.1 Perancangan Desain Alat ukur

Gambar 3.3 berikut menampilkan tampak depan skema alat ukur daya matahari yang akan dibuat.

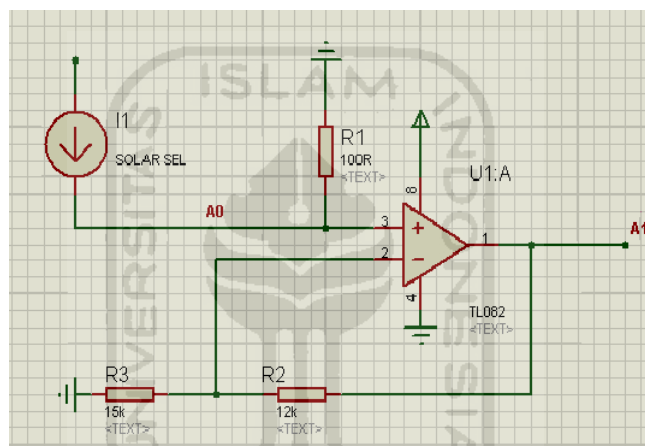


Gambar 3.3. Skema Tampak Depan Alat ukur daya sinar matahari yang akan dibuat.

Alat ukur daya sinar matahari ini menggunakan bahan akrilik sebagai bodinya. Alat ini mempunyai ukuran panjang 19 cm, lebar 14 cm, dan tinggi 5 cm. Tampak depan merupakan bagian dari sumber yaitu solar sel serta penampil LCD. Didalam kotak terdapat beberapa komponen seperti *arduino uno*, *power supply* dan rangkaian Op-amp yang merupakan komponen utama.

### 3.3.2 Perancangan Rangkaian Op-Amp

Op-amp merupakan suatu komponen elektronika aktif yang dapat menguatkan sinyal dengan tingkat penguatan yang tinggi. Op-amp banyak digunakan untuk membangun blok rangkaian yang jauh lebih kompleks. Pada rangkaian op-amp ini menggunakan IC TL082, nilai resistor  $R_1$  sebesar  $100\ \Omega$ ,  $R_2$  sebesar  $12\ \text{k}\Omega$  dan  $R_3$  sebesar  $15\ \text{k}\Omega$  dengan penguatan sebesar  $1,8\ \text{V}$  seperti Gambar 3.4 .



Gambar 3.4 Rangkaian Op-Amp

Dengan memberikan sinyal masukan  $V_{in}$  pada kaki *non-inverting* dan memberikan umpan balik negatif  $V_f$  pada kaki *inverting* yang berasal dari sinyal keluaran  $V_{out}$ , maka op-amp akan stabil pada kondisi tegangan masukan di kaki inverting  $V_-$  sama dengan tegangan masukan di kaki non-inverting  $V_+$ .



### 3.3.4 Komunikasi Rangkaian Op-Amp TL 082 dengan Arduino Uno

Prinsip kerja dari rangkaian Op-Amp TL 082 pada alat ukur daya sinar matahari ini adalah untuk menguatkan nilai tegangan. Penggunaan nilai  $R_f$  sebesar  $100 \Omega$  bertujuan untuk mendapatkan nilai arus yang maksimum dan supaya tidak mengalami drop pada tegangan. Setelah itu, nilai tegangan dikuatkan sebesar 1,8 V dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$A = \frac{R_f}{R_i} + 1 \quad (1)$$

Dengan :

$R_f$  = Resistor Umpan Balik

$R_i$  = Resistor Masukan

Sedangkan untuk nilai arus dipresentasikan kedalam sebuah nilai tegangan, karena *Arduino Uno* tidak bisa membaca nilai arus. Dengan menggunakan *I to V Converting* yang ada didalam rangkaian Op-Amp TL 082 nilai arus di *convert* dalam sebuah nilai tegangan terlebih dahulu supaya dapat dibaca *Arduino uno*, setelah itu hasil *convert* yang terbaca pada serial monitor *Arduino Uno* dikalibrasi dengan menggunakan multimeter arus sehingga didapat nilai arus yang sesungguhnya. Untuk pembacaan nilai ADC digunakan dua pin *analog* pada *arduino uno* yaitu pin  $A_0$  untuk nilai ADC tegangan dan pin *analog*  $A_1$  untuk nilai ADC arus yang sudah dikalibrasi dengan menggunakan multimeter arus.

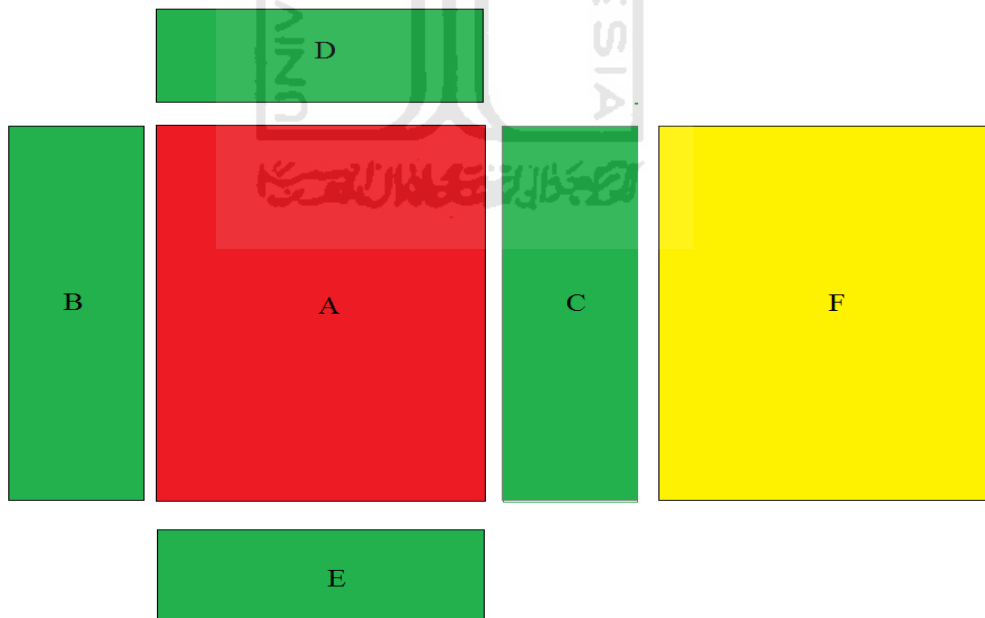
Setelah itu, nilai tegangan dan arus yang masih berbentuk sinyal *analog* di *convert* kedalam sinyal *digital*.

### 3.4 Perakitan Alat Ukur Daya Sinar Matahari

Pada tahap ini dilakukan perakitan komponen-komponen konstruksi alat ukur daya sinar matahari berbasis mikrokontroler.

Langkah 1:

Menyiapkan akrilik dengan ukuran panjang = 19 cm, lebar = 15 cm dan tinggi = 15 cm, lalu membuat pola bentuk bagian-bagian kerangka pada alat ukur daya sinar matahari berbasis mikrokontroler seperti gambar 3.6.



Gambar 3.6 Pola bentuk kerangka alat ukur daya sinar matahari

A = 19 cm x 14 cm

D = 5 cm x 14 cm

$$B = 19 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$$

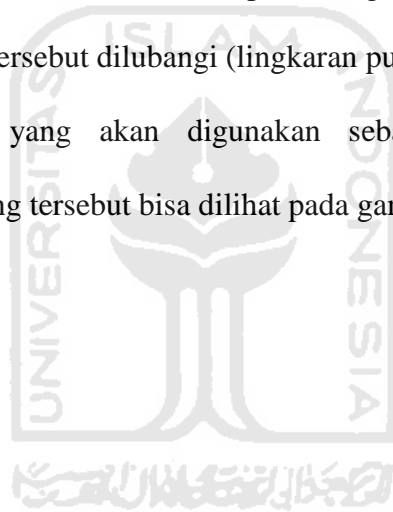
$$E = 5 \text{ cm} \times 14 \text{ cm}$$

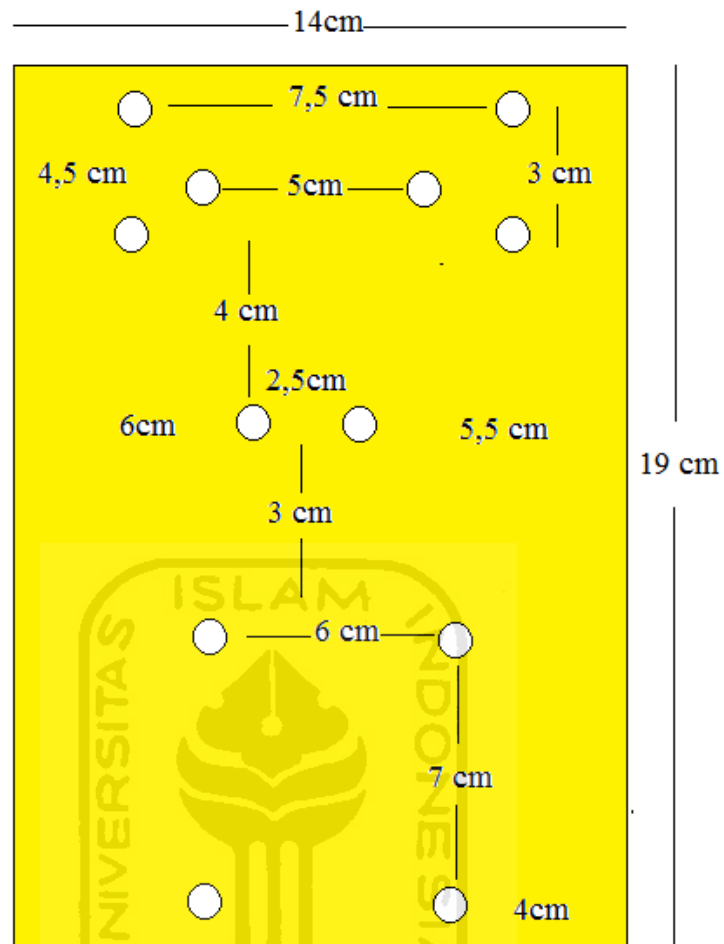
$$C = 19 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$$

$$F = 19 \text{ cm} \times 14 \text{ cm}$$

#### Langkah 2:

Setelah menggambar pola, maka akrilik tersebut dipotong dengan mesin akrilik sesuai dengan ukurannya. Untuk warna kuning dengan kode huruf F dengan ukuran 19 cm x 14 cm ini merupakan bagian bawah alat ukur. Setelah itu, potongan akrilik tersebut dilubangi (lingkaran putih), fungsi lubang ini untuk dipasang baut-baut yang akan digunakan sebagai dudukan komponen-komponen. Pola lubang tersebut bisa dilihat pada gambar 3.7 :

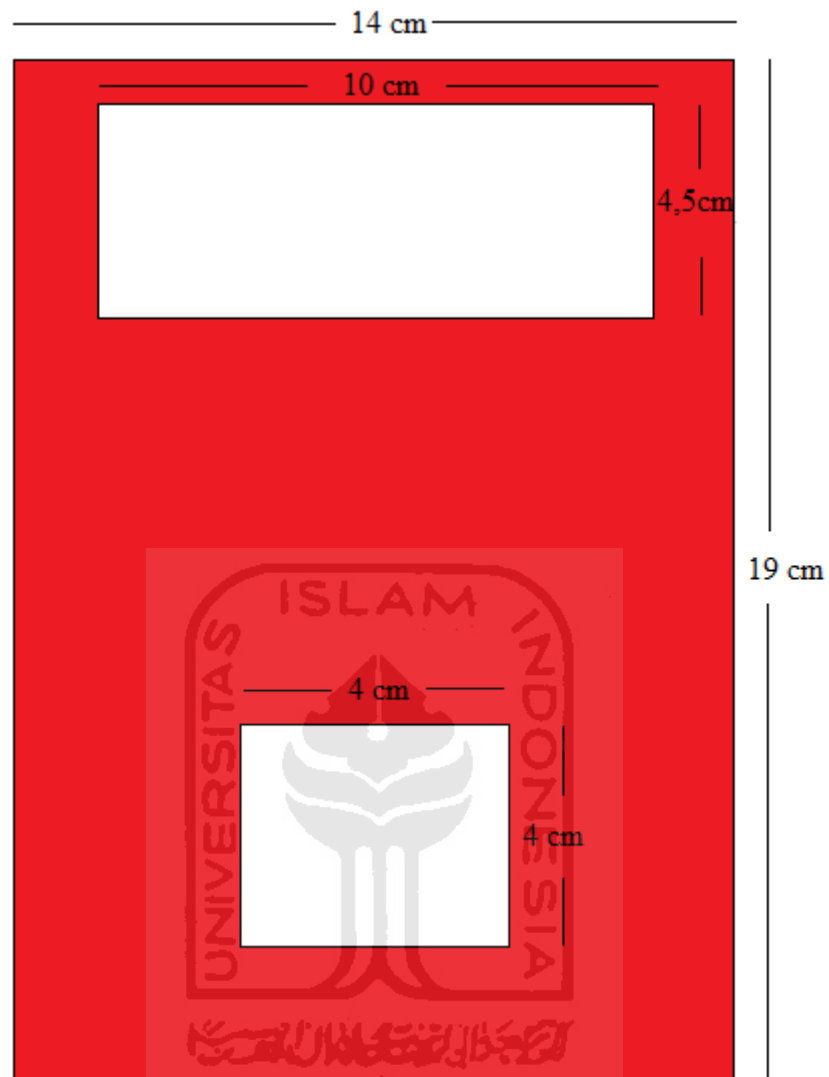




Gambar 3.7 Pola dudukan bagian bawah alat ukur

Selanjutnya, untuk warna merah dengan kode huruf A dengan ukuran 19 cm x 14 cm ini adalah bagian atas alat ukur. Pada bagian ini akan dibentuk pola seperti (Gambar 3.8) dibawah, tujuannya sebagai ruang untuk layar LCD dan solar sel. Pola tersebut dapat dilihat pada gambar 3.8 :





Gambar 3.8 Pola bagian depan Alat ukur

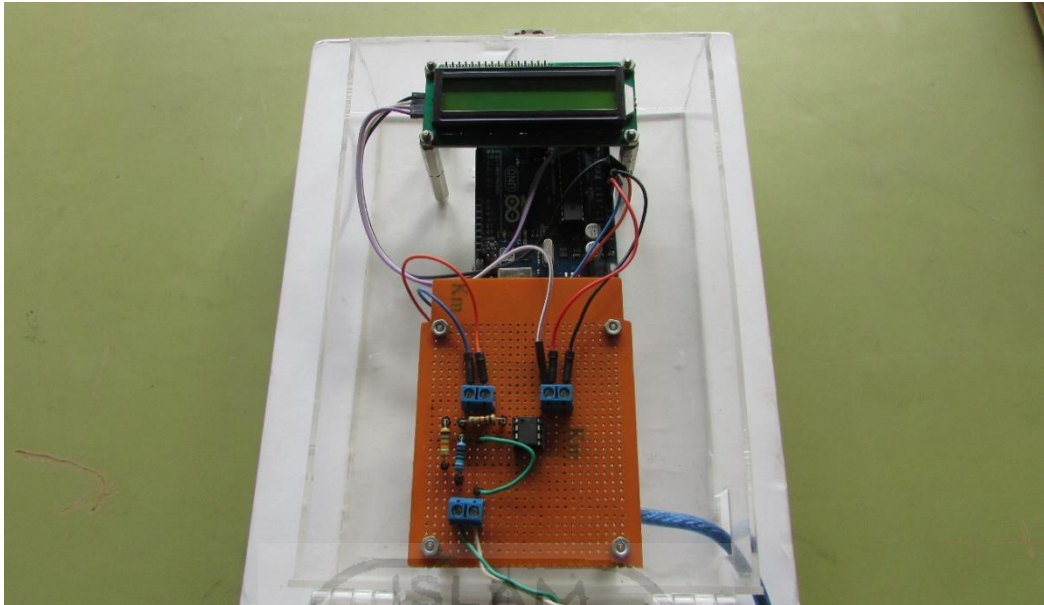
Setelah itu, bagian-bagian akrilik yang sudah dipotong ditempel dengan menggunakan lem akrilik. Dibawah ini merupakan gambar hasil penempelan dan pembentukan *casing* alat ukur daya sinar matahari (Gambar 3.9):



Gambar 3.9 Hasil penempelan dan pembentukan *casing* alat ukur

Langkah 3:

Setelah *casing* dan dudukan komponen terbentuk, langkah selanjutnya adalah pemasangan komponen-komponen alat ukur mulai dari solar sel, rangkaian Op-Amp *TL 082*, *Arduino uno* dan LCD. Pemasangan komponen dilakukan dengan menggunakan baut dan bur, tujuannya supaya komponen dapat terpasang dengan kuat dan rapi. Dibawah ini merupakan hasil pemasangan komponen-komponen alat ukur (Gambar 3.10):



Gambar 3.10 Hasil pemasangan komponen alat ukur.

### 3.5 Perancangan Pengukuran dan Pengambilan Data

Perancangan pengukuran dan pengambilan data pada sistem ini berfungsi untuk mengambil data berupa bilangan analog atau digital dan dikonfersikan dengan bahasa pemrograman pada arduino.

#### 3.5.1 Perancangan Pengukuran Daya Total

Pada perancangan program untuk perhitungan daya total dimana  $DAYA = (((realVoltage * nilai) / 3600) * 1000000) / 0.194$ ; Data tegangan didapatkan dari  $realVoltage = adcVoltage * 0.004887585533$ ; Untuk mendapatkan tegangan yang sesungguhnya nilai  $adcVoltage$  dikali  $* 0.004887585533$ . Dimana nilai tersebut adalah karakteristik ADC 5V yang didapat dari 5/1023 untuk 8 bit. Untuk data nilai disini merupakan data arus yang dapatkan dari  $nilai = (ADC\_tot / 1000) * 0.239690721 / 1000$ ;  $ADC\_tot / 1000$  merupakan program untuk mencari rata-rata

nilai arus supaya hasil pembacaan menjadi stabil karena sampel yang diambil berjumlah 1000 kali. “/1000” disini digunakan untuk merubah satuan arus dari mili Ampere kedalam Ampere. Sedangkan “0.049136786” merupakan hasil kalibrasi dari nilai ADC arus yang di *convert* dalam bentuk tegangan dengan hasil dari alat ukur multimeter. “3600” merupakan Luas solar sel dalam satuan  $mm^2$ . “3.725088” adalah faktor koreksi linear dan “1000000” merupakan hasil pengkonversian dari  $mm^2$  ke dalam satuan  $m^2$  dan “0,194” merupakan nilai efisiensi solar sel monokristal yang didapat dari 19,4/100. Efisiensi solar sel didapat dari spesifikasi yang terdapat pada solar sel.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Pengujian

##### 4.1.1 Hasil Pengukuran Daya Sinar Matahari

Dalam pengujian alat ukur didapat hasil pengukuran radiasi sinar matahari puncak ditunjukkan dalam Tabel 4.1 berikut:

JAM (WIB)	ARUS			TEGANGAN			DAYA			CUACA
	(Ampere)			(Volt)			Watt/m <sup>2</sup>			
	Per.1	Per.2	Per.3	Per.1	Per.2	Per.3	Per.1	Per.2	Per.3	
09.00	0,04	0,04	0,04	3,96	3,89	4,02	225,23	227,58	230,98	Cerah
10.00	0,04	0,04	0,04	4,12	4,11	4,1	241,97	240,76	240,4	Cerah
11.00	0,04	0,04	0,04	4,18	4,19	4,2	250,54	251,21	252,12	Cerah
12.00	0,04	0,04	0,04	4,34	4,33	4,33	268,45	267,65	267,69	Cerah
13.00	0,04	0,04	0,04	4,28	4,29	4,29	261,49	262,77	263,12	Cerah

Tabel 4.1 Hasil pengukuran daya sinar matahari pada tengah hari, tanggal 17 Agustus 2016

Pengujian dilakukan di tempat lapang, tujuannya supaya alat ukur daya sinar matahari dapat menerima sinar matahari dengan sempurna. Sel surya yang diletakkan mendatar (*tilt angle* = 0) akan menghasilkan energi maksimum, sedangkan untuk lokasi berbeda harus dicarikan "*tilt angle*" yang berbeda. Dengan mempertahankan sinar matahari jatuh ke sebuah permukaan sel surya secara tegak lurus akan menghasilkan energi maksimum  $\pm 1000 \text{ W/m}^2$ . Kalau tidak dapat mempertahankan ketegaklurusan antara sinar matahari dengan sel surya, maka energi yang didapatkan akan tidak maksimal. Gambar 4.1 menunjukkan pengukuran daya sinar matahari pada tengah hari.



Gambar 4.1 Pengukuran daya sinar matahari pada tengah hari  
jam (12.00 WIB)

Dari setiap kali melakukan pengukuran alat perlu direset agar energi yang tersimpan dari pengukuran sebelumnya hilang sehingga tidak berpengaruh terhadap pengukuran selanjutnya. Dari tabel 4.1 didapat bahwa nilai tertinggi daya sinar matahari adalah  $268,45 \text{ Watt/m}^2$  pada jam 12.00 Wib. Pada kondisi tersebut matahari dianggap maksimal radiasinya. Saat maksimal tersebut daya matahari sesungguhnya  $1000 \text{ Watt/m}^2$ . Sehingga nilai  $268,45 \text{ W/m}^2$  dikoreksi agar menjadi  $1000 \text{ W/m}^2$  yaitu dengan faktor koreksi linier 3,72.

Setelah dikoreksi kemudian diuji menggunakan lampu pijar berjumlah 8 buah yang masing masing berdaya 100 Watt. Pengujian dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga, Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia. Pengujian ini bertujuan untuk menguji linearitas alat ukur yg telah dibuat. Jarak lampu terhadap

alat ukur adalah 25 cm. Hasil pengukuran selengkapnya bisa dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Alat Ukur Menggunakan Lampu.

JUMLAH LAMPU	ARUS (Ampere)						TEGANGAN (Volt)					
	Per.1	Per.2	Per.3	Per.4	Per.5	Per.6	Per.1	Per.2	Per.3	Per.4	Per.5	Per.6
	1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	1,61	1,47	1,63	1,51	1,49
2	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	1,64	1,64	1,62	1,81	1,87	1,86
3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	2,54	2,49	2,62	2,53	2,49	2,54
4	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	2,59	2,72	2,72	2,61	2,54	2,56
5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	2,72	2,64	2,64	2,62	2,6	2,72
6	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	3,31	3,29	3,29	3,35	3,26	3,24
7	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	3,42	3,33	3,33	3,44	3,38	3,31
8	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	3,64	3,68	3,71	3,64	3,68	3,71

DA YA (Watt/m <sup>2</sup> )						Daya rata-rata (Watt/m <sup>2</sup> )	SD
Per.1	Per.2	Per.3	Per.4	Per.5	Per.6		
130,37810	119,203	133,246	130,378	119,203	133,246	127,61	6,64
153,250140	152,915	151,090	153,25	152,915	151,090	152,42	1,04
336,300987	322,183	341,404	336,301	322,183	341,404	333,3	8,91
360,43956	370,013	373,738	360,44	370,013	373,738	368,06	6,14
388,824735	384,019	400,782	388,825	384,019	400,782	391,21	7,72
585,807413	556,081	583,237	585,807	556,081	583,237	575,04	14,73
626,969641	611,287	611,809	626,97	611,287	611,809	616,69	7,97
726,578506	732,911	737,456	726,579	732,911	737,456	732,32	4,89

Tabel diatas terdapat nilai arus, tegangan, daya, daya rata-rata dan standar deviasi. Pengambilan data pengujian dilakukan sebanyak 6 kali percobaan. Dalam pengujian ini digunakan lampu 100 Watt sebanyak 8 buah, Pengujian dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga, Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia. Pertama, lampu diletakkan dalam posisi miring menghadap ke alat ukur daya sinar matahari. Kedua, alat ukur dihubungkan dengan laptop melalui kabel USB, setelah terhubung kita buka software *Arduino Uno*. Ketiga, jalankan program lalu

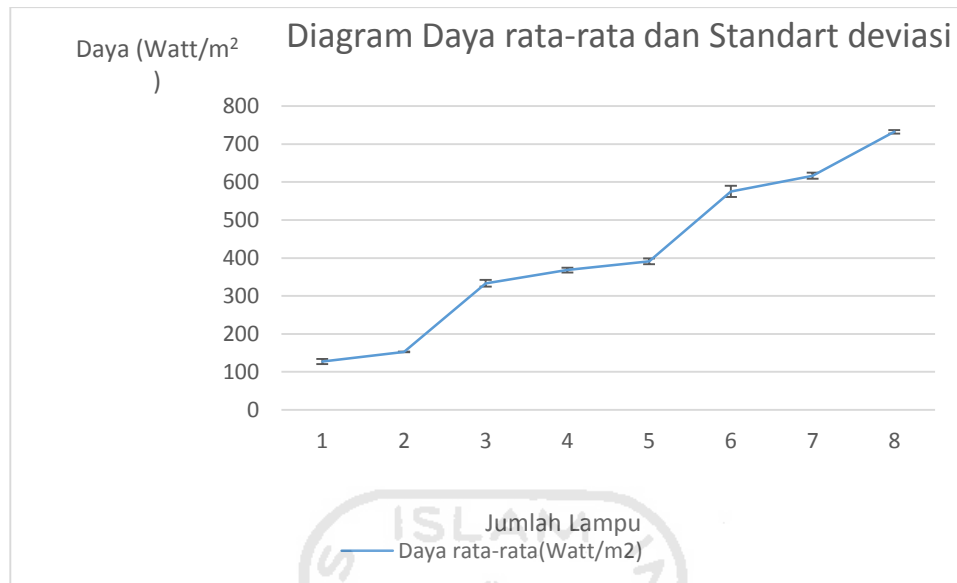
buka serial monitor untuk melihat nilai arus dan tegangan yang terbaca. Tujuan kita menggunakan laptop yang sudah terinstal software adalah untuk pembacaan nilai tegangan, arus, serta daya. Karena penampil LCD hanya bisa menampilkan nilai daya saja. Untuk nilai arus dan tegangan semakin banyak lampu yang dihidupkan maka nilai keduanya akan tinggi, begitupun juga bila lampu yang dimatikan semakin banyak maka nilai arus dan tegangan akan menurun. Gambar 4.2 dibawah ini merupakan pengukuran dengan menggunakan sampel lampu 100 watt.



Gambar 4.2 Pengujian alat ukur daya menggunakan lampu 100 watt 8 buah



#### 4.1.2 Diagram Daya Rata-Rata dan Standar Deviasi



Gambar 4.3 Diagram daya rata-rata dan standar deviasi

Diagram tersebut terdiri dari nilai daya rata-rata dan nilai standar deviasi. Untuk nilai daya rata-rata semakin banyak lampu yang hidup maka nilainya akan semakin tinggi, itu dikarenakan solar sel semakin banyak menerima cahaya yang dipancarkan dari lampu. Sedangkan untuk nilai standar deviasi ditunjukkan dalam bentuk garis vertikal pada titik daya rata-rata dari masing-masing jumlah lampu, semakin tinggi garis menunjukkan bahwa nilai standar deviasi semakin tinggi. Nilai standar deviasi yang tinggi menunjukkan bahwa alat ukur mempunyai ketelitian yang rendah dan jika garis vertikal semakin rendah maka nilai standar deviasi juga semakin kecil, itu menunjukkan bahwa tingkat ketelitian alat sangat tinggi.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari perencanaan dan pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- a. Intensitas daya maksimal sinar matahari yang terukur pada saat tengah hari jam 12.00 WIB sebesar 1000 Watt/m<sup>2</sup>.
- b. Tegangan maksimal alat ukur pada saat tengah hari jam 12.00 WIB sebesar 4,34 V.
- c. Arus maksimal alat ukur pada saat tengah hari jam 12.00 WIB sebesar 40 mA.

#### 5.2 Saran

Dalam menggunakan komponen-komponen elektronika khususnya IC pada rangkaian *I to V* sebaiknya dipilih komponen yang memiliki kualitas baik supaya akurasinya tinggi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Wanto, *Rancang Bangun Pengukur Intensitas Cahaya Tampak Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal Penelitian, Universitas Indonesia, 2008.
- [2] E. Alfiansyah, *Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Fotovoltaik Secara Realtime Berbasis Mikrokontroler Atmega 16*. Universitas Indonesia, 2009.
- [3] Y.A. Rottie, *Perancangan Alat Pengukur Radiasi Berbasis PC*. Universitas Sumatera Utara, 2013.
- [4] R. Sulistyowati, D.D. Febriantoro, *Perancangan Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler*. Institut Adhi Tama Surabaya, 2012.
- [5] U. Wibawa, A. Darmawan, *Penerapan Sistem Fotovoltaik Sebagai Supply Daya Listrik Beban Pertamanan*, 2008.
- [6] Muchammad, E. Yohana, *Pengaruh Suhu Permukaan Photovoltaic Module 50 Watt Peak Terhadap Daya Keluaran Yang Dihasilkan Menggunakan Reflektor Dengan Variasi Sudut Reflektor 0°, 50°, 60°, 70°, 80°*, 2010.
- [7] R.R. Septiawan, *Modul Op-Amp Penguat Inverting, non-inverting, dan comparator dengan histeresis*, 2015.
- [8] (Online) Available at <http://store.sundancesolar.com/4-0v-100ma-solar-cell/>, 2016.
- [9] (Online) Available at <http://www.robomart.com/arduino-uno-online-india>, 2015.
- [10] (Online) Available at <http://www.hobbytronics.co.uk/lcd-16-2-backlight-blue>, 2016.

- [11] (Online) Available at [http://projuktiponno.com/index.php?route= product/product &path=223&product\\_id=1312](http://projuktiponno.com/index.php?route=product/product&path=223&product_id=1312), 2016.
- [12] Anderson, *Components and their Functions*, (Online) Availabe at <http://www.bluestampengineering.com/portfolio-view/anderson-n/>, 2016.
- [13] (Online) Available at <http://geb.ebay.in/ImportHubViewItem?itemid=261774831251>, 2016.
- [14] Adri, *Modul bus expander I2C untuk tampilan LCD array karakter*, (Online) Available at [http://www.adrirobot.it/display\\_lcd/lcd\\_seriale\\_i2c/scheda\\_display\\_lcd\\_i2c.htm](http://www.adrirobot.it/display_lcd/lcd_seriale_i2c/scheda_display_lcd_i2c.htm), 2015.



# LAMPIRAN



**Lampiran 1 : Program Alat Ukur Daya Sinar Matahari**

```
#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// Set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line display
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

double adcCurrent = 0;
int adcVoltage = 0;
float realVoltage = 0;
double ADC_tot,nilai;
float DAYA;
int i=0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin();

  // Turn on the backlight and print a message.
  lcd.backlight();

}

void loop()

{
  ADC_tot= 0;
```



```
adcVoltage = analogRead(A0);

adcCurrent = analogRead(A1);

i++;

for (i=0; i<1000; i++)

{

  adcCurrent = analogRead(0);

  ADC_tot+= adcCurrent;

  delay (1);

}

nilai = ((ADC_tot/1000)* 0.049136786)/1000;

if(realVoltage==0) // realnya

{

  adcCurrent = 0;

}

realVoltage = adcVoltage * 0.004887585533;

DAYA =((((realVoltage*nilai)/3600)*1000000)* 3.725088)/0.194);

Serial.print("ADC Voltage = ");

Serial.println(adcVoltage);

Serial.print("Real Voltage = ");
```

```
Serial.print(realVoltage);  
  
Serial.println(" Volt");  
  
Serial.print("ADC Current = ");  
  
Serial.println(nilai);  
  
Serial.println(DAYA);  
  
lcd.clear ();  
  
lcd.print("DAYA=");  
  
lcd.print(DAYA);  
  
lcd.print("W/m2");  
  
}
```

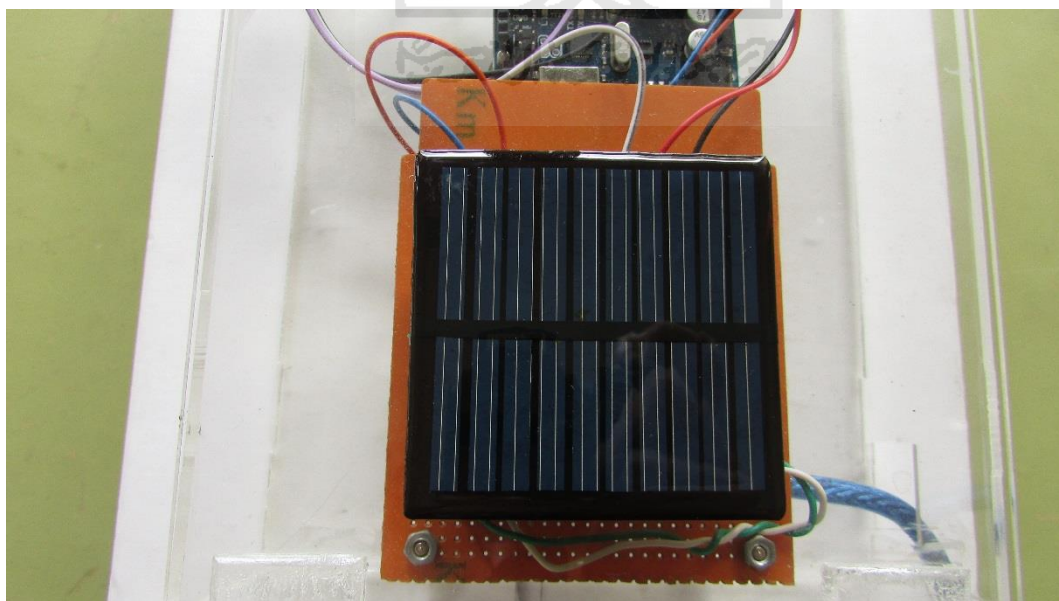




**Lampiran 2 : Modul Pengujian dengan Lampu Pijar**



**Lampiran 3: Solar Sel Tipe Monokristal yang digunakan pada alat ukur daya sinar matahari**



**Lampiran 4: Rangkaian OP-Amp TL 082**