

# ANALISA EFISIENSI PENJEJAK SINAR MATAHARI DENGAN MENGGUNAKAN KONTROL ATMEGA16

<sup>1</sup>Agus Supriyadi, <sup>2</sup>Jamaaluddin Jamaaluddin  
<sup>1,2</sup>Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

<sup>1</sup>Agussupriyadi120@gmail.com  
<sup>2</sup>Jamaaluddin@umsida.ac.id

**Abstrak** - . *Solar cell* dikenal selama ini masih banyak memiliki kekurangan dalam hal pemasangan dan posisi terhadap matahari, sehingga kinerja *solar cell* dalam pengisian baterai tidak maksimal. Oleh karena itu diperlukan alat tambahan sebagai pendukung agar *solar cell* dapat bekerja maksimal, dan arus listrik yang dihasilkan lebih besar. Penjejak sinar matahari dengan sistem *LDR* sebagai sensor untuk mengarahkan ke cahaya sinar matahari akan dibandingkan dengan sistem pasif. *Atmega16* sebagai control motor dan *auto carger*, *LDR* sebagai penerima cahaya matahari, motor dc dan stepper sebagai pemutar arah ketitik cahaya sinar matahari. *Solar cell* yang digunakan dengan kapasitas 20 WP. Dan sistem *auto carger* menggunakan mikrokontroller lebih efisiensi biaya dan pemasangan. Setelah kedua system akan dibandingkan terlebih dahulu guna mengetahui perbedaan seberapa besar daya yang dihasilkan dengan system *solar cell* dengan menggunakan *tracker* dan yang pasif. Pengambilan data akan dilaksanakan selama satu minggu dengan sitem *tracker* dan satu minggu dengan sistem pasif. Dengan hasil data yang akan di dapat dianalisa perbandingan system dan diketahui seberapa besar efisiensinya. Di harapkan dengan sistem *tracker solar cell* dapat meningkatkan pengisian baterai lebih cepat dibandingkan dengan posisi pasif,

**Kata kunci:** *Solar cell*, Penjejak Sinar Matahari, Mikrokontroller, *Atmega16*

**Abstract** - . *Solar cells* known so far still have many shortcomings in terms of Mounting and positioning against the sun, so the performance of solar cells in Battery charging is not maximal. There fore additional tools are required As a support for the solar cell to work optimally, and the electric current Is generated larger. Sunlight tracking with *LDR* system as As the sensor to direct to the sunlight rays will be compared With a passive system. *Atmega16* as motor control and *auto carger*, *LDR* As a recipient of sunlight, DC motor as a direction player Sunlight. *Solar cell* is used with a capacity of 20 WP.And *auto carger* system using microcontroller is more cost-efficient and installation. After the two systems will be

*compared first in order Know the difference how much power generated by solar system Cell using a tracker and a passive one. Data retrieval will be Implemented for one week with sytem tracker and one week with Passive system. With the results of data to be in can be analyzed system comparison And known how much efficiency. Expected with a solar tracker system Cell can increase battery charging faster than with Passive position.*

**Keywords:** *Solar cell, sun tracker, microcontroller.*

## I PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan yang tidak dapat ditinggalkan dalam kehidupan sehari hari maupun dunia bisnis dan industri. Karena perangkat kehidupan sehari hari banyak menggunakan sistem energi listrik, sebab kemudahan kemudahan dalam pemakaian dan pengoperasian[1].

Sebagian besar pembangkit yang di gunakan dalam produksi listrik saat ini masih banyak menggunakan bahan bakar batubara, sisanya menggunakan Pembangkit Energi Panas Bumi, Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan masih banyak konversi energi yang di gunakan dalam pembangkit listrik walaupun dalam skala kecil[2].

Indonesia sebagai negara tropis yang memiliki 2 musim masih mengalami sinar matahari dengan waktu yang lama sekitar 8 jam/hari dari pada negara yang memiliki 4 musim. Sinar matahari di Indonesia dapat digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik melalui media *PHOTOVOLTIC (solar cell)* sebagai pengkonversi energi terbarukan.

Pemasangan dengan system pasif dirasa masih kurang maksimal dalam pengambilan panas dari sinar matahari, dikarenakan ada sisa waktu dimana kondisi matahari masih panas dan *solar cell* tidak bisa mengambil energi tersebut karena posisi *solar cell* tidak tepat 90° dengan sinar matahari.

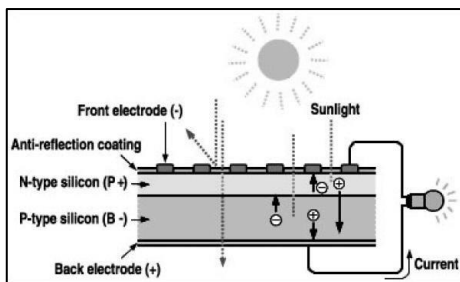
Oleh karena itu perubahan system pengambilan energy sinar matahari agar lebih maksimal itu sangat perlukan. Pada penelitian ini akan di buat “ANALISA EFISIENSI PENJEJAK SINAR MATAHARI DENGAN MENGGUNAKAN KONTROL ATMEGA 16” Metode pengarahapan papan *solar cell* secara kontinu dapat memaksimalkan dalam menyerap energy sinar matahari yang dikontrol secara otomatis dengan menggunakan

mikrokontroler atmega16, dengan media sensor cahaya sebagai pendeteksi kemana arah cahaya matahari bergeser dan mikrokontroller memutar motor sebagai penggerak mekanik dudukan *solar cell* dan berhenti sampai posisi 90<sup>0</sup> terhadap sinar matahari.

## II LANDASAN TEORI

### 1. Solar Cell

Prinsip kerja cell surya (*solar cell*) adalah berdasarkan konsep *P-N junction*. Sel yang terdiri dari *semiconductor* jenis *P* dan *N* yang membentuk sambungan *P-N*, lapisan antirefleksi, dan substrat logam sebagai tempat mengalirnya arus dari lapisan tipe- *n* (*elektron*) dan tipe-*p* (*hole*).



Gambar 2.1 Struktur sambungan *P-N* pada silicon cell surya[3]

*Semikonduktor* tipe-*N* didapat dengan mengisi silikon dengan unsur dari golongan Vsehingga terdapat kelebihan *elektron valensi* dibanding atom sekitar. Pada sisi lain semikonduktor tipe-*p* didapat dengan mengisi golongan III sehingga electron valensinya defisit satu dibanding atom sekitar. Ketika dua tipe material tersebut mengalami kontak maka kelebihan elektron dari tipe *N* berdifusi pada tipe-*P*. Sehingga area pengisi-*N* akan bermuatan positif sedangkan area doping-*P* akan bermuatan negatif. Medan elektrik yang terjadi antara keduanya mendorong *elektron* kembali ke daerah -*N* dan *hole* ke daerah-*P*[3]. Pada proses ini telah terbentuk *P-N junction*. Dengan menambahkan kontak logam pada area *P* dan *N* maka telah terbentuk diode. Pada gambar 2.2 ditunjukkan bentuk solar Cell.



Gambar 2.2 Bentuk *Solar Cell*

### 2. LDR (*Light Dependent Resistor*)

*LDR* (*Light Dependent Resistor*) adalah sebuah sensor dengan mengalami perubahan resistansi berdasarkan kuat cahaya yang diterima. Besar kecilnya tahanan *LDR* didapat seberapa besar kuat cahaya diterima, semakin besar cahaya diterima maka tahanan semakin berkurang dan begitu sebaliknya semakin kecil cahaya diterima maka tahanan akan bertambah. Tahanan *LDR* pada saat gelap bisa mencapai 10

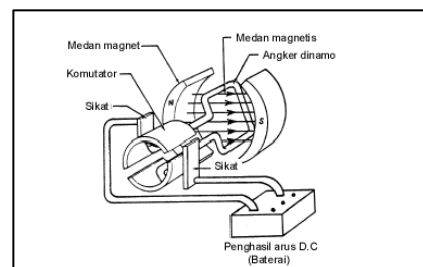
*MΩ* dan pada keadaan terang akan turun mencapai 150  $\Omega$ . *LDR* terbuat dari ba-han semikonduktor seperti kadmium *sulfidatr*[4]. Dengan bahan ini energi dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak mua-tan yang dilepas atau arus listrik meningkat. Artinya resistansi bahan telah mengalami penurunan.



Gambar 2.3 Bentuk fisik *LDR*[4]

### 3. Motor DC

*Motor DC* merupakan perangkat mesin listrik dengan mengubah besaran listrik menjadi mekanis melalui medan elektromagnetis. Motor *DC* memerlukan tegangan searah untuk menyuplai belitan *stator* (bagian belitan yang tidak berputar) dan rotor (bagian belitan yang berputar) agar dapat menghasilkan medan elektro magnetis sehingga dapat berputar. Diagram sederhana *motor DC* dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 2.4 Diagram sederhana *motor DC*[5]

Prinsip kerja dari motor arus searah (*DC*) adalah dengan membalik fasa tegangan positif menggunakan sikat (*komutator*), dengan demikian arus yang bebalik arah melalui kumpran jangkar yang berputar di daerah medan magnet permanen. Catu daya baterai yang mengalir melalui sikat (*komutator*) dua bagian cincin tersebut terhubung ke ujung belitan rotor. Agar proses perputaran motor *DC* sempurna, maka tegangan suplai harus lebih besar dari tegangan gerak yang dihasilkan oleh lawannya, dengan memberi arus pada kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan magnet maka terjadila perputaran. Pada gambar 2.4 adalah gambar bentuk motor *DC* yang dilengkapi dengan *reducer* spped:

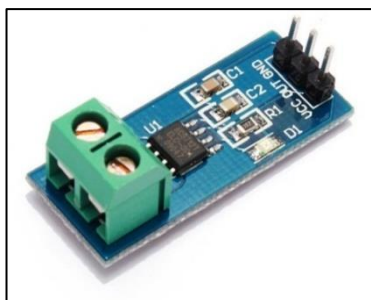


Gambar 2.5 Motor *DC* dilengkapi dengan *reducer*. [6]

Motor dc pada penelitian ini menggunakan type motor *DC* dengan type MG 996, motor *DC* jenis ini memiliki tingkat kekuatan lebih besar dikarenakan menggunakan tambahan gearbox sebagai pengatur rasio torsi dan kecepatan motor.

#### 4. Sensor Arus

Dalam pengisian batere dari solar cell, dibutuhkan sensor arus sebagai pemonitor arus batere dan dijadikan juga sebagai pengontrol autocarger yang dikirim ke mikrokontroller. Sensor disini digunakan sensor *hall efek acs 712* dimana sensor ini sebagai pengganti *resistor shunt* dengan ukuran relative kecil. Prinsip kerja dari sensor arus *acs 712* adalah dimana arus listrik mengalir ke beban sehingga menimbulkan medan magnet pada *IC ACS 712* dibagian *dynamic offset* dan dikuatkan oleh *amplifier* dan *difilter* sebelum dijadikan output.

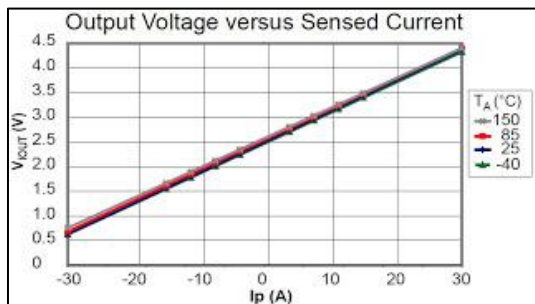


Gambar 2.6 Kit sensor arus ACS 712/30A[7]

Fungsi pin sensor Arus ACS 712:

- Pin VCC sebagai sumber tegangan sensor.
- Pin OUT sebagai tegangan keluaran sensor.
- Pin GND sebagai ground.
- Terminal utama dihubung seri dengan beban.

Berikut grafik antara arus yang dilewati dengan tegangan yang dikeluarkan:

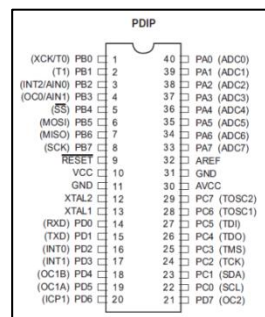


Gambar 2.7 Grafik arus terhadap tegangan output[7]

Dapat dilihat bahwa tegangan output antara 0-5 VDC dengan perbandingan arus -30A – 30A, pada kondisi tidak berbeban tegangan output sensor sebesar 2,5 VDC dengan kondisi arus 0 A[7].

#### 5. Mikrokontroller *Atmega16*

Mikrokontroller *Atmega16* merupakan mikrokontroller keluarga AVR, dimana *IC* ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroller keluarga yang sebelumnya yaitu MCS-51 dan 52. Adapun kelebihan *IC Atmega16* ini adalah sudah memiliki *ADC* internal 8 dan 10 bit, sehingga sangat cocok untuk aplikasi yang memerlukan sensor sebagai media pembacaan kondisi luar. Pemrograman *mikrokontroller* ini bisa kita lakukan dengan bahasa tinggi yaitu *Basic*, dengan menggunakan media *software Bascom AVR*. Berikut konfigurasi *PIN atmega16*:



Gambar 2.8 Konfigurasi PIN *atmega16*[8].

Berikut ini adalah fungsi-fungsi dari pin out *Atmega16* :

- VCC , merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
- GND (*Ground*), merupakan pin ground.
- PORTA (PORTA0-7), merupakan pin I/O dua arah dan berfungsi khusus sebagai pin masukan ADC.
- PORTB (PORTB0-7), merupakan pin I/O dua arah dan fungsi khusus sebagai pin *Timer/counter*, komparator analog dan SPI.
- PORTC (PORTC0-7), merupakan pin I/O dua arah dan fungsi khusus yaitu TWI, Komparator Analog, dan *Timer Oscillator*.
- PORTD (PORTD0-7), merupakan pin I/O dua arah dan fungsi khusus yaitu Komparator Analog, Interupsi eksternal dan komunikasi serial *USART*.
- RESET, merupakan pin untuk mereset mikrokontroller.
- XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin untuk *external clock*.
- AVCC merupakan pin masukan untuk tegangan ADC.
- AREF merupakan pin masukan untuk tegangan referensi ADC.

*Atmega16* memiliki *flash memory* sebesar 16 Kbytes untuk memori program. Dan memiliki 608 alamat memori data yang terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 buah *register umum*, 32 buah *register I/O*, dan 512 bytes *EEPROM*[8].

**6. LCD**

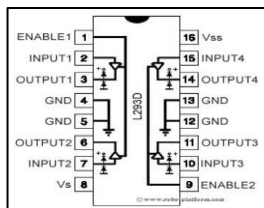
Liquid Crystal Display (LCD) merupakan sebuah teknologi layar digital yang menghasilkan citra pada sebuah permukaan yang rata dengan memberi sinar pada kristal cair dan filter berwarna, yang mempunyai struktur molekul polar, diapit antara dua elektroda yang transparan. Bila medan listrik diberikan, molekul menyesuaikan posisinya pada medan, membentuk susunan kristalin yang mempolarisasi cahaya yang melaluinya[9]. Berikut tabel port LCD:



Gambar 2.9 Bentuk Fisik LCD 2 x 16[10]

**7. IC driver motor L293D**

IC driver L293D adalah sebuah didesain kusus sebagai driver motor DC dan dapat dikendalikan dengan rangkaian analog maupun mikrokontroller. Motor DC yang dikontrol dengan IC L293D tidak perlu dihubungkan ke ground maupun sumber positif, karena motor langsung disambung ke output IC. Karena didalam IC l293D system drver yang digunakan adalah totoem pole, jadi terdapat 4 buah driver motor DC berdiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus sebesar 1A tiap drivernya[11]. Konstruksi dalam driver motor DC adalah sebagai berikut:



Gambar 2.10 Konstruksi dalam dan fungsi pin IC l293D[11].

Fungsi PIN driver motor DC IC L293D:

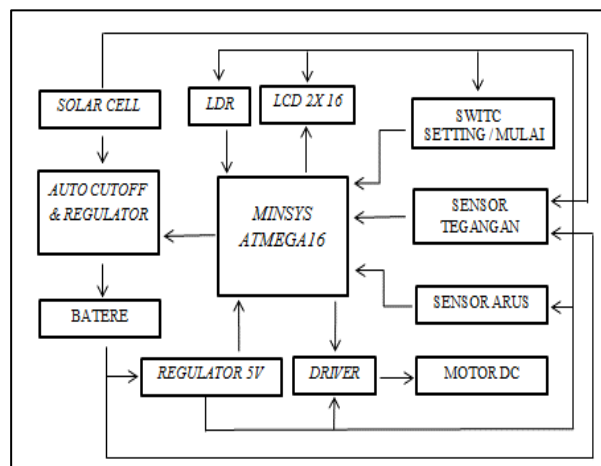
1. PIN VCC (VCCI, VCC2) adalah jalur input tegangan sumber DC, dimana VCCI digunakan sebagai control driver dan VCC2 digunakan sebagai VCC motor.
2. PIN ground adalah jalur yang harus terhubung ke ground.
3. PIN EN (enable, EN1, 2, EN 3, 4) berfungsi sebagai perintah driver untuk menggerakkan motor DC.
4. PIN In (Input 1A, 2A, 3A, 4A) sinyal kendali putara motor DC.

PIN Out (Output 1Y, 2Y, 3Y, 4Y) adalah jalur output masing- masing ke motor DC[11].

| No. | Alamat PORT | Variabel / Penggunaan |
|-----|-------------|-----------------------|
| 1.  | PORT.A0     | Sensor LDR 1          |
| 2.  | PORT.A1     | Sensor LDR 2          |
| 3.  | PORT.A2     | Sensor LDR 3          |
| 4.  | PORT.A3     | Sensor LDR 4          |

**III METODOLOGI PENELITIAN**

**1. DIAGRAM SISTEM**



Gambar 3.1 Diagram sistem

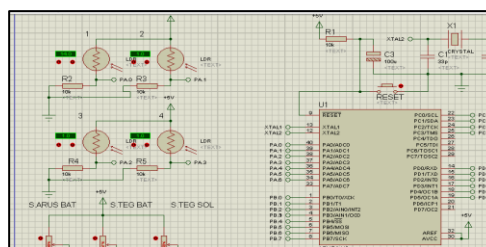
Block diagram diatas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. LDR mengirim data dimana posisi sinar matahari yang paling terang.
2. Mikrokontroller mengolah menjadi data digital dan memerintah motor berputar.
3. Tegangan solar cell dimasukan ke regulator untuk diturunkan menjadi 14 Volt.
4. Sensor arus dan sensor tegangan batere, sensor tegangan solar cell mengirim ke mikrokontroller unruk di tampilkan hasil pengukuran.
5. Switch di gunakan sebagai setting set poin data dan setting menu metering, serta setting manual.

**2. PERANCANGAN HARDWARE**

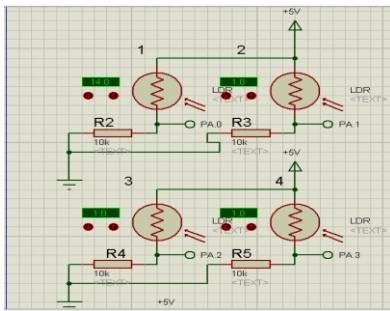
**a. Pemasangan Sensor dan motor**

Pada tahap pertama perencanaan hardware control tracker solar cell dimana LDR sebagai sensor penerima cahaya sinar matahari, perubahan tegangan dari rangkaian LDR akan diterimah oleh mikrokontroller dan masuk di posisi PORT ADC (PA0 – PA3) untuk dilakukan pengolahan data.



Gambar 3.2 Wiring koneksi LDR ke mikrokontroller.





Gambar 3.3 Rangkaian pembagi tegangan LDR.

Tabel 3.1 Rangkaian pembagi tegangan LDR

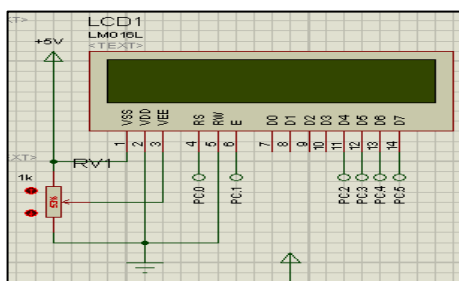
| No. | Alamat PORT | Variable / Penggunaan          |
|-----|-------------|--------------------------------|
| 1.  | PORTD.0     | Motor 1 putar clockwise        |
| 2.  | PORTD.1     | Motor 1 putar counterclockwise |
| 3.  | PORTD.2     | Motor 2 putar clockwise        |
| 4.  | PORTD.3     | Motor 2 putar counterclockwise |
| 5.  | PORTD.4     | Kecepatan motor 1              |
| 6.  | PORTD.5     | Kecepatan motor 2              |

Motor akan berputar sesuai perintah sensor, motor akan tersambung di PORTD 0 - 5 sebagai output dengan masing-masing motor menggunakan 2 output yang digunakan sebagai pengatur arah putaran motor 1 dan motor 2. Berikut Tabel Penggunaan PORT.D0 – PORTD.5 Pada IC Atmega16:

Tabel 3.1 Penggunaan kaki IC driver motor

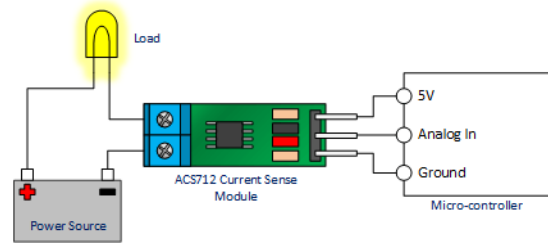
**b. Pemasangan sensor arus dan LCD**

pemasangan LCD dan penyambungan yang di gunakan sebagai penampil data tegangan dan arus batere. Pada penyambungan kaki LCD adalah alamat kaki yang akan dipakai tidak semua dari 16 PIN. Dan perlu di perhatikan adalah polaritas tegangan VCC dan Ground, port data, RS, E, R/W tidak boleh terbalik tegangan kerja maximal LCD adalah sebesar 5V. Berikut gambar penyambungan LCD:



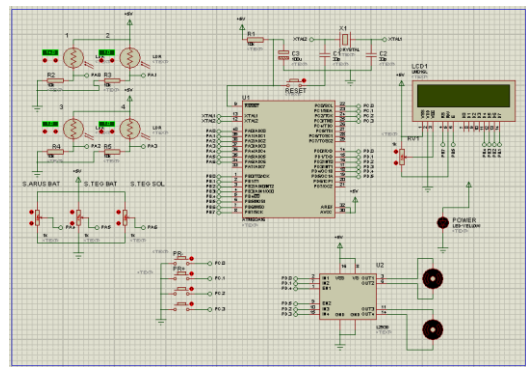
Gambar 3.4 Penyambungan LCD ke mikrokontroller.[10]

Penyambungan sensor arus menggunakan modul sensor ACS 712 dihubung seri antara regulator tegangan dari solar cell dengan batere dan digunakan sebagai sensor autocharger pada saat kondisi batere penuh. Desain penyambungan sensor ACS 712 dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.5 Penyambungan sensor arus AC712[7].

Dari gambar 3.5 dapat dilihat penyambungan antara beban lampu dengan sensor sehingga dapat dikirim signal analog ke mikrokontroller agar dapat di tampilkan arus pengisian.



Gambar 3.6 Rangkaian keseluruhan system kontrol

#### IV PENGUJIAN DAN HASIL

##### 1. Pengujian

Sistem ini di gunakan sebagai mengontrol sebuah *solar cell* agar tepat berhadapan dengan sinar matahari agar mendapat energi yang *maximal* sehingga kemampuan daya yang di hasilkan *solar cell* lebih baik dan di bandingkan dengan *solar cell* yang tidak menggunakan sistem kontrol. Dengan menggunakan mikrokontroler *ATMEGA16* agar dapat di monitoring berupa tampilan dan pemberian perintah, dari perangkat itu dapat dilihat kondisi masing masing alat yang dikontrol sehingga mempermudah dalam pengambilan data dan pengoperasian. Setelah perancangan sistem selesai dilakukan, maka proses selanjutnya yaitu melakukan pengujian kinerja dari alat *tracker solar cell*. Berikut langkah langkah pengujian:

1. Menghubungkan semua minimum sistem ke regulator catu daya, serta sensor sensor, switch, *LCD* ke mikrokontroler.
2. Menghubungkan masing masing motor ke driver, menghubungkan batere ke regulator, menghubungkan *solar cell* ke regulator.
3. Menghubungkan downloader ke computer dengan kabel *USB* dan menghubungkan minimu sistem ke downloader.
4. Jalankan program *BASCOM AVR* dan *KHAZAMA* upload program yang sudah dibuat ke minimum sistem.
5. Aktifkan sakelar power untuk menjalankan minimum sistem, *regulator, motor*.

Prinsip kerja alat ini adalah solar cell menghadap arah sinar matahari dengan dengan sebuah mekanik yang digerakan dengan menggunakan 2 motor DC, pergerakan motor diatur berdasarkan dari perintah sensor yang membaca sinar matahari dengan logika membandingkan data antar sensor.



Gambar 4.1 Tampilan data sensor tidak sama rata

Dari data dia atas dapat dilihat hasil pembacaan data dari sensor LDR ke layar LCD yang tidak sama rata yang di gunakan sebagai perintah motor berputar.



Gambar 4.2 Tampilan data sensor tidak sama rata

Dari data dia atas dapat dilihat hasil pembacaan data dari sensor LDR ke layar LCD yang sama rata yang di gunakan sebagai perintah motor untuk berhenti di posisi arah datangnya sinar matahari.



Gambar 4.3 Tampilan metering

Tampilan *C* adalah tegangan *solar cell*, tampilan *I* adalah arus saat pengisian batere, dan tampilan *B* adalah kondisi tegangan Batere, *P* adalah kondisi daya yang mengalir. Arus pengisian menunjukkan 0,59 A, jika Arus pengisian menjukan angka di bawah “0” atau minus berarti tidak ada proses pengisian.

##### 2. Hasil

Tabel 4.1 Pengujian hari ke 1

| NO.       | SOLAR CELL PASIF |          |              |          |                 |            | SOLAR CELL TRACKER |              |          |            | KETERANGAN |
|-----------|------------------|----------|--------------|----------|-----------------|------------|--------------------|--------------|----------|------------|------------|
|           | WAKTU            | ARUS (A) | TEGANGAN (V) | DAYA (P) | SUDUT SINAR (-) | BATERE (V) | ARUS (A)           | TEGANGAN (V) | DAYA (P) | BATERE (V) |            |
| 1         | 7.40             | 0.22     | 14.32        | 3.14     | -39             | 11.38      | 0.44               | 14.66        | 6.43     | 11.38      |            |
| 2         | 7.50             | 0.29     | 14.66        | 4.3      | -37.5           | 11.7       | 0.51               | 14.83        | 6.51     | 11.86      |            |
| 3         | 8.00             | 0.37     | 14.84        | 4.34     | -30             | 11.95      | 0.66               | 15.1         | 9.31     | 12.13      |            |
| 4         | 8.10             | 0.44     | 14.94        | 6.54     | -28.5           | 12         | 0.66               | 15.14        | 9.38     | 12.2       |            |
| 5         | 8.20             | 0.44     | 14.96        | 6.55     | -27             | 12         | 0.66               | 15.16        | 9.34     | 12.13      |            |
| 6         | 8.30             | 0.44     | 15.00        | 6.60     | -25.5           | 12         | 0.73               | 15.21        | 11.16    | 12.26      |            |
| 7         | 8.40             | 0.44     | 15.14        | 6.65     | -24             | 12.21      | 0.66               | 15.29        | 10.29    | 12.34      |            |
| 8         | 8.50             | 0.51     | 15.2         | 7.76     | -22.5           | 12.28      | 0.73               | 15.36        | 11.25    | 12.41      |            |
| 9         | 9.00             | 0.59     | 15.36        | 9.00     | -15             | 12.42      | 0.73               | 15.42        | 11.25    | 12.47      |            |
| 10        | 9.10             | 0.59     | 15.40        | 9.02     | -13.5           | 12.47      | 0.73               | 15.47        | 11.28    | 12.5       |            |
| 11        | 9.20             | 0.66     | 15.49        | 10.20    | -12             | 12.52      | 0.81               | 15.53        | 12.55    | 12.57      |            |
| 12        | 9.30             | 0.73     | 15.57        | 11.40    | -10.5           | 12.56      | 0.81               | 15.6         | 12.56    | 12.63      |            |
| 13        | 9.40             | 0.73     | 15.62        | 11.46    | -9              | 12.62      | 0.81               | 15.68        | 12.62    | 12.68      |            |
| 14        | 9.50             | 0.66     | 15.62        | 10.25    | -7.5            | 12.63      | 0.73               | 15.68        | 11.48    | 12.73      |            |
| 15        | 10.00            | 0.73     | 15.72        | 11.51    | 0               | 12.76      | 0.81               | 15.72        | 12.62    | 12.78      |            |
| 16        | 10.10            | 0.73     | 15.75        | 11.54    | 1.5             | 12.83      | 0.81               | 15.75        | 12.65    | 12.83      |            |
| 17        | 10.20            | 0.66     | 15.75        | 10.38    | 3               | 12.84      | 0.73               | 15.79        | 11.56    | 12.86      |            |
| 18        | 10.30            | 0.66     | 15.75        | 10.39    | 4.5             | 12.86      | 0.73               | 15.79        | 11.57    | 12.89      |            |
| 19        | 10.40            | 0.59     | 15.83        | 9.27     | 6               | 12.89      | 0.66               | 15.86        | 10.46    | 12.92      |            |
| 20        | 10.50            | 0.59     | 15.88        | 9.31     | 7.5             | 12.96      | 0.66               | 15.9         | 10.48    | 12.97      |            |
| 21        | 11.00            | 0.59     | 15.92        | 9.33     | 15              | 13.00      | 0.66               | 15.96        | 10.48    | 13.02      |            |
| 22        | 11.10            | 0.66     | 15.96        | 10.49    | 16.5            | 13.05      | 0.66               | 15.98        | 10.56    | 13.05      |            |
| 23        | 11.20            | 0.66     | 16.01        | 10.56    | 18              | 13.07      | 0.66               | 15.99        | 10.56    | 13.08      |            |
| 24        | 11.30            | 0.51     | 15.96        | 8.18     | 19.5            | 13.07      | 0.51               | 15.99        | 8.2      | 13.08      |            |
| 25        | 11.40            | 0.66     | 16.12        | 10.58    | 21              | 13.13      | 0.73               | 16.12        | 11.81    | 13.18      |            |
| 26        | 11.50            | 0.59     | 16.11        | 9.39     | 22.5            | 13.2       | 0.66               | 16.14        | 10.46    | 13.21      |            |
| 27        | 12.00            | 0.59     | 16.13        | 9.47     | 30              | 13.25      | 0.66               | 16.18        | 10.62    | 13.26      |            |
| 28        | 12.10            | 0.51     | 16.20        | 8.3      | 31.5            | 13.28      | 0.59               | 16.22        | 9.46     | 13.29      |            |
| 29        | 12.20            | 0.44     | 16.14        | 7.09     | 33              | 13.2       | 0.59               | 16.25        | 9.55     | 13.33      |            |
| 30        | 12.30            | 0.44     | 16.14        | 7.09     | 34.5            | 13.35      | 0.59               | 16.25        | 9.55     | 13.33      |            |
| 31        | 12.40            | 0.59     | 16.33        | 9.52     | 36              | 13.37      | 0.66               | 16.33        | 10.76    | 13.39      |            |
| 32        | 12.50            | 0.37     | 16.24        | 5.95     | 37.5            | 13.31      | 0.59               | 16.29        | 9.55     | 13.36      |            |
| Rata Rata | 0.55             | 14.71    | 8.10         | 1.125    | 11.70           | 0.68       | 15.71              | 10.57        | 12.75    |            |            |

Dari data tabel diatas dilakukan pengujian pada hari pertama kenaikan daya sebesar 30,37%, tegangan 6,79% dan arus sebesar 22,34%. Dengan menggunakan beban lampu 12V dan kontrol tracker .

Tabel 4.2 Pengujian hari ke 2

| SELISIH      |                  |              | PROSENTASE KENAIKAN (%) |              |          |
|--------------|------------------|--------------|-------------------------|--------------|----------|
| Arus Isi (A) | Tegangan Isi (V) | Daya Isi (W) | Arus Isi                | Tegangan Isi | Daya Isi |
| 0.12         | 1.00             | 2.46         | 22.34                   | 6.79         | 30.37    |

Dari data tabel diatas dilakukan pengujian pada hari pertama kenaikan daya sebesar 40,77%, tegangan 7,42% dan arus sebesar 31,51%. Dengan menggunakan beban lampu 12V 12 dan kontrol tracker .

Tabel 4.3 Pengujian hari ke 3

| NO.       | SOLAR CELL PASIF |          |              |          |                 | SOLAR CELL TRACKER |          |              |          |            | KETERANGAN |
|-----------|------------------|----------|--------------|----------|-----------------|--------------------|----------|--------------|----------|------------|------------|
|           | WAKTU            | ARUS (A) | TEGANGAN (V) | DAYA (P) | SUDUT SINAR (°) | BATERE (V)         | ARUS (A) | TEGANGAN (V) | DAYA (P) | BATERE (V) |            |
| 1         | 7.40             | 0.25     | 14.35        | 3.59     | -39             | 11.52              | 0.44     | 14.66        | 6.45     | 11.6       |            |
| 2         | 7.50             | 0.29     | 14.66        | 4.25     | -37.5           | 11.58              | 0.51     | 14.83        | 7.56     | 11.7       |            |
| 3         | 8.00             | 0.37     | 14.84        | 5.49     | -30             | 11.62              | 0.66     | 15.1         | 9.97     | 11.81      |            |
| 4         | 8.10             | 0.44     | 14.94        | 6.57     | -28.5           | 11.66              | 0.66     | 15.14        | 9.99     | 11.87      |            |
| 5         | 8.20             | 0.44     | 14.96        | 6.58     | -27             | 11.7               | 0.73     | 15.16        | 11.07    | 11.98      |            |
| 6         | 8.30             | 0.51     | 15.00        | 7.65     | -25.5           | 11.76              | 0.73     | 15.21        | 11.10    | 12.04      |            |
| 7         | 8.40             | 0.5      | 15.08        | 7.54     | -24             | 11.80              | 0.75     | 15.35        | 11.51    | 12.15      |            |
| 8         | 8.50             | 0.55     | 15.16        | 8.24     | -22.5           | 11.84              | 0.76     | 15.38        | 11.67    | 12.21      |            |
| 9         | 9.00             | 0.55     | 15.36        | 8.45     | -15             | 11.88              | 0.76     | 15.42        | 11.72    | 12.24      |            |
| 10        | 9.10             | 0.55     | 15.40        | 8.47     | -13.5           | 11.92              | 0.79     | 15.55        | 12.28    | 12.3       |            |
| 11        | 9.20             | 0.6      | 15.52        | 9.31     | -12             | 12                 | 0.81     | 15.61        | 12.64    | 12.38      |            |
| 12        | 9.30             | 0.73     | 15.62        | 11.40    | -10.5           | 12.08              | 0.81     | 15.65        | 12.68    | 12.42      |            |
| 13        | 9.40             | 0.73     | 15.62        | 11.40    | -9              | 12.14              | 0.81     | 15.7         | 12.72    | 12.47      |            |
| 14        | 9.50             | 0.72     | 15.62        | 11.25    | -7.5            | 12.20              | 0.81     | 15.73        | 12.74    | 12.52      |            |
| 15        | 10.00            | 0.73     | 15.72        | 11.48    | 0               | 12.25              | 0.81     | 15.8         | 12.80    | 12.55      |            |
| 16        | 10.10            | 0.73     | 15.75        | 11.50    | 15              | 12.29              | 0.81     | 15.86        | 12.85    | 12.62      |            |
| 17        | 10.20            | 0.66     | 15.7         | 10.36    | 3               | 12.33              | 0.73     | 15.82        | 11.55    | 12.66      |            |
| 18        | 10.30            | 0.66     | 15.73        | 10.38    | 4.5             | 12.42              | 0.73     | 15.73        | 11.53    | 12.71      |            |
| 19        | 10.40            | 0.62     | 15.73        | 9.75     | 6               | 12.47              | 0.78     | 15.66        | 12.37    | 12.8       |            |
| 20        | 10.50            | 0.64     | 15.78        | 10.10    | 7.5             | 12.55              | 0.78     | 15.9         | 12.40    | 12.85      |            |
| 21        | 11.00            | 0.63     | 15.82        | 9.97     | 15              | 12.60              | 0.8      | 15.96        | 12.77    | 12.92      |            |
| 22        | 11.10            | 0.63     | 15.92        | 10.03    | 16.5            | 12.65              | 0.79     | 15.98        | 12.62    | 12.98      |            |
| 23        | 11.20            | 0.66     | 15.97        | 10.54    | 18              | 12.72              | 0.78     | 15.95        | 12.60    | 13         |            |
| 24        | 11.30            | 0.62     | 15.86        | 9.83     | 19.5            | 12.78              | 0.73     | 15.89        | 11.60    | 13.02      |            |
| 25        | 11.40            | 0.66     | 15.9         | 10.43    | 21              | 12.84              | 0.73     | 15.89        | 11.60    | 13.04      |            |
| 26        | 11.50            | 0.59     | 15.68        | 9.25     | 22.5            | 12.89              | 0.66     | 15.75        | 10.40    | 13.03      |            |
| 27        | 12.00            | 0.59     | 15.68        | 9.25     | 30              | 12.95              | 0.66     | 15.71        | 10.37    | 13.07      |            |
| 28        | 12.10            | 0.51     | 15.55        | 7.93     | 31.5            | 12.98              | 0.59     | 15.68        | 9.25     | 13.1       |            |
| 29        | 12.20            | 0.44     | 15.48        | 6.81     | 33              | 13.03              | 0.59     | 15.67        | 9.25     | 13.13      |            |
| 30        | 12.30            | 0.44     | 15.47        | 6.81     | 34.5            | 13.08              | 0.59     | 15.64        | 9.23     | 13.15      |            |
| 31        | 12.40            | 0.39     | 15.32        | 5.97     | 36              | 13.12              | 0.45     | 15.44        | 6.95     | 13.18      |            |
| 32        | 12.50            | 0.37     | 15.35        | 5.68     | 37.5            | 13.15              | 0.45     | 15.4         | 6.93     | 13.2       |            |
| Rata Rata |                  | 0.56     | 14.55        | 8.13     | 1.13            | 12.70              | 0.70     | 15.58        | 10.97    | 12.58      |            |

Beban Lampu LED 12V/3 Watt & kontrol Tracker, Motor Pengujian Tanggal 13-08-2017

| SELISIH      |                  |              | PROSENTASE KENAIKAN (%) |                  |              |
|--------------|------------------|--------------|-------------------------|------------------|--------------|
| Arus Isi (A) | Tegangan Isi (V) | Daya Isi (W) | Arus Isi (A)            | Tegangan Isi (V) | Daya Isi (W) |
| 0.15         | 1.03             | 2.84         | 26.35                   | 7.09             | 34.98        |

Dari data tabel diatas dilakukan pengujian pada hari pertama kenaikan daya sebesar 34,98%, tegangan 7,09% dan arus sebesar 26,,35%. Dengan menggunakan beban lampu 12V 12 dan kontrol tracker .

Pada ketiga hasil pengujian ditunjukkan hasil perbandingan solar cell dengan sistem pasif dengan kemiringan 45 derajat menghadap ke utara dan solar cell menggunakan tracker, didapat hasil pengujian yang dilakukan pada tanggal 10, 12, 13 Agustus 2017 mulai dari pagi sampai siang hari dengan data setiap menit dalam pengambilan jumlah data sebesar 32 kali. Didapat perbandingan selisih perbandingan dengan prosentase sebesar 35,37% pada sisi daya, 7,10 % pada sisi tegangan, dan 26,73% pada sisi arus Pengisian.

| SELISIH      |                  |              | PROSENTASE KENAIKAN (%) |                  |              |
|--------------|------------------|--------------|-------------------------|------------------|--------------|
| Arus Isi (A) | Tegangan Isi (V) | Daya Isi (W) | Arus Isi (A)            | Tegangan Isi (V) | Daya Isi (W) |
| 0.15         | 1.09             | 2.93         | 31.51                   | 7.42             | 40.77        |

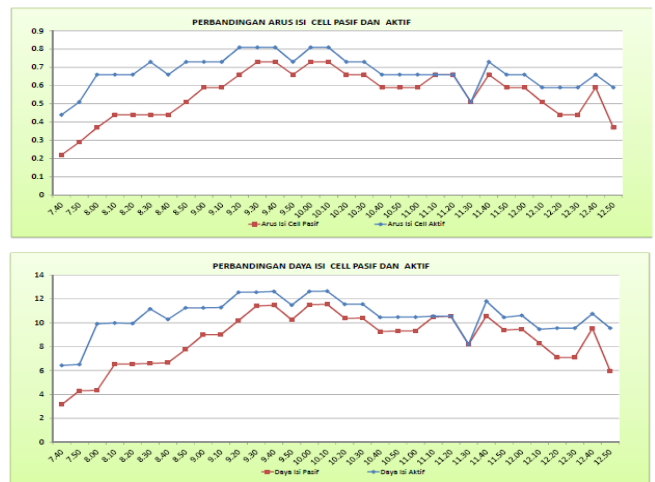
Tabel 4.4 Prosentase hasil rata rata pengujian selama 3 hari

| JUMLAH 3 KALI PENGUJIAN |              |          | RATA RATA 3 KALI PENGUJIAN (%) |              |          |
|-------------------------|--------------|----------|--------------------------------|--------------|----------|
| Arus Isi                | Tegangan Isi | Daya Isi | Arus Isi                       | Tegangan Isi | Daya Isi |
| 80.20                   | 21.31        | 106.12   | 26.73                          | 7.10         | 35.37    |

Dengan kemiringan solar cell pasif sebesar 45° menghadap ke utara lurus, sedangkan solar cell aktif mengikuti sinar matahari. Dengan kondisi mendapatkan sudut sinar matahari yang sama, dengan persamaan:

$$\omega = (T_s - 10) \times 360 / 24$$

dapat ditentukan besar sudut sinar matahari untuk posisi pasif maupun aktif. Pada tabel 4.11 dapat dilihat besar sudut setiap 10 menit beserta kondisi grafik dengan acuan pukul 10.00 dibuat titik 0 derajat.



Gambar 4.4 Grafik arus solar cell pasif dengan solar cell aktif



Gambar 4.5 Posisi Solar Tracker pada jam 12.00



Gambar 4.5 Posisi Solar Tracker pada jam 9.30

## V KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan dapat diberi kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemasangan pembatas sensor dapat mempercepat respon pergerakan sinar matahari.
2. Penggunaan *tracker* efisiensi daya yang di hasilkan lebih baik untuk di pagi hari, dikarenakan pada siang hari relatif mendekati sama.
3. Dengan penggunaan daya yang sesuai antara pengisian dan pengeluaran, batere masih bisa terisi dengan penuh.
4. Di dapat pemasangan *solar cell* dengan menggunakan *tracker* didapat daya isi lebih tinggi sebesar 35,37% di banding dengan *solar cell* pasif. Sudut penerimaan *solar cell* lurus 90° dengan datangnya sinar matahari.

## VI REFERENSI

- [1] Jamaaluddin Jamaaluddin; Imam Robandi, "Short Term Load Forecasting of Eid Al Fitr Holiday By Using Interval Type – 2 Fuzzy Inference System ( Case Study : Electrical System of Java Bali in Indonesia )," in *2016 IEEE Region 10, TENSymp*, 2016, vol. 0, no. x, pp. 237–242.
- [2] U. M. Sidoarjo, "Petunjuk praktis perancangan pentanahan sistem tenaga listrik," pp. 1–22, 2017.
- [3] F. Afifudin and F. S. Hananto, "SOLAR CELL MENGGUNAKAN LENS PEMFOKUS."
- [4] E. B. Raharjo and I. Setiawan, "MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA8535," pp. 1–10.
- [5] E-educativa es, "Motor Dc," 2012.
- [6] H. Torque, "MG996R," no. 6 V, pp. 7–8.
- [7] "ACS712 Module Measures Currents up to 30A for as Low as \$1 Shipped." .
- [8] K. I. Sram, "with 16K Bytes Programmable ATmega16 ( L )."
- [9] D. Electronic, "M1632 module lcd 16 x 2 baris (m1632)," no. 0100 0001.
- [10] F. S. Agung and M. Farhan, "Sistem Deteksi Asap Rokok Pada Ruangan Bebas Asap Rokok Dengan Keluaran Suara," pp. 1–9, 2009.
- [11] D. Information, "L293x Quadruple Half-H Drivers," 2016.