

***SOLAR TRACKING SYSTEM* UNTUK MENGOPTIMALKAN
PENYERAPAN ENERGI MATAHARI PADA PANEL SURYA
MENGUNAKAN *MIKROKONTROLER* ATMEGA 16**

Oleh :

Ahmad Fauzan

Abstract

One method to increase the efficiency of solar panels to generate electric power is to maintain the position of the solar panel or solar cell modules that are still faced with the direction coming position of the sun to obtain maximum light intensity. Therefore, the electronic tracking system is needed.

Solar tracking system module in this study using servo motors, light sensors LDR and the microcontroller ATmega16 and analytics proven to increase efficiency in the absorption of solar energy due to the position of the solar cell module can follow directions angle of the sun, so that the absorption of the module are the maximum in comparison with static solar cells without a tracking system.

The research showed an increase in the value of output power efficiency and absorption efficiency of solar cells for dynamics mode by 69% and 26%. This value is higher compared to the literature approximately 20% and produce average power 1.38 Watt. As for the static mode output power obtained increased efficiency and absorption efficiency of solar cells by 67% and 25%. This value is also higher than the literature that is equal to 20% and produce an average power 1:34 Watt.

Keywords: Solar cells, ATmega 16, RTC DS1307, LDR

ABSTRAK

Salah satu metode untuk meningkatkan efisiensi panel surya dalam menghasilkan daya listrik adalah dengan menjaga posisi panel surya atau modul sel surya agar tetap berhadapan dengan arah datang posisi matahari untuk memperoleh intensitas cahaya yang maksimum. Oleh sebab itu sistem pelacak otomatis atau *tracking system* sangat di butuhkan

Modul *Solar tracking system* dalam penelitian ini menggunakan motor servo, sensor cahaya LDR dan mikrokontroler ATmega16 serta terbukti secara analisis mampu meningkatkan efisiensi dalam penyerapan energi matahari disebabkan posisi modul sel surya dapat mengikuti arah datang sudut matahari, sehingga penyerapan modul lebih maksimal di bandingkan dengan solar sel diam tanpa *tracking system*.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh peningkatan nilai efisiensi daya output dan efisiensi penyerapan solar sel untuk mode bergerak sebesar 69% dan 26%. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan literature yaitu sebesar 20% serta menghasilkan daya rata – rata sebesar 1.38 Watt. Sedangkan untuk mode diam

diperoleh peningkatan efisiensi daya output dan efisiensi penyerapan solar sel sebesar 67% dan 25%. Nilai ini juga lebih tinggi dibandingkan literature yaitu sebesar 20% serta menghasilkan daya rata-rata 1.34 Watt..

Kata kunci : Solar sel, ATmega 16, RTC DS1307, LDR

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi tampaknya akan tetap menjadi topik penelitian yang menarik sepanjang peradaban umat manusia dimana upaya untuk mencari sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil masih tetap ramai di bicarakan. Terdapat beberapa energi alam yang tersedia sebagai energi alternatif yang bersih, tidak berpolusi, aman serta tidak terbatas persediaannya (Wilson, 1996) yaitu energi surya / cahaya matahari.

Pada masa yang akan datang, kebutuhan akan energi yang semakin besar mendorong manusia melakukan penelitian terhadap pemanfaatan energi surya untuk dikonversi menjadi energi listrik, salah satunya yaitu pengembangan teknologi fotovoltaik dimana mampu mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan bahan semikonduktor yang disebut sel surya (Fishbane et.al. 1996).

Permasalahan yang kemudian timbul adalah bagaimana menggunakan panel sel surya untuk mendapatkan serapan energi dan keluaran listrik yang optimal.

Pemakaian panel sel surya umumnya di letakkan dengan posisi tertentu dengan tanpa perubahan (pruit,2001). Saat panel sel surya ditempatkan dengan posisi menghadap ke atas dan panel di anggap benda yang mempunyai permukaan rata maka panel akan mendapat radiasi matahari maksimum saat matahari tegak lurus dengan bidang panel.

Pada saat arah matahari tidak tegak lurus dengan bidang panel atau membentuk sudut θ maka panel akan menerima radiasi lebih kecil dengan faktor $\cos \theta$. Menurunnya radiasi yang di terima oleh panel akan mengurangi daya listrik yang di keluarkan oleh panel, bahkan bisa berkurang menjadi setengahnya jika $\theta = 60^{\circ}$.

Berdasarkan hal tersebut dilakukan suatu penelitian tentang pengaturan arah panel sel surya menggunakan *system control* berbasis mikrokontroller untuk mengatur posisi sel surya agar selalu tegak lurus dengan matahari, sehingga penyerapan energi matahari pada panel surya akan optimal. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh sayyidah khoirul [1] dimana diperoleh hasil efisiensi sel surya mode bergerak sebesar 5.97 % dan efisiensi mode diam sebesar 8.97%. kelemahan pada

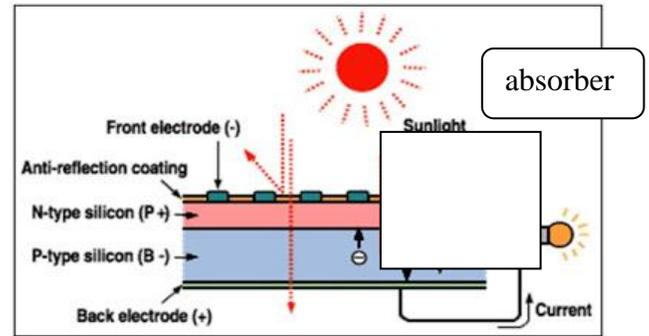
penelitian ini adalah tidak adanya perhitungan sudut deklinasi posisi matahari sehingga tidak diketahui waktu atau periode matahari berada pada posisi maksimum garis katulistiwa. Sebuah teori dikemukakan oleh (Quashcning ,2004) dimana menyatakan bahwa sel surya kristal pada saat ini bisa mencapai efisiensi sampai 20%, namun di laboratorium efisiensi 25% bisa dicapai.

Berdasarkan teori dan hasil penelitian tersebut peneliti akan melakukan melakukan perancangan *solar tracking system* berbasis mikrokontroler dengan penambahan kalkulasi sudut deklinasi matahari untuk memperoleh hasil yang maksimum

2.1 TINJAUAN PUSTAKA

2.1.1 Pengertian Sel Surya

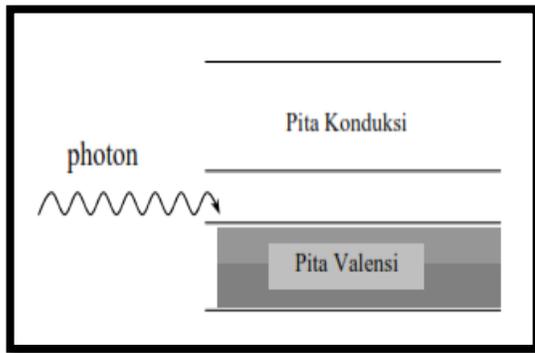
Secara sederhana sel surya terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n (*p-n junction semiconductor*) yang jika terkena sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. Proses perubahan energi matahari menjadi energi listrik ditunjukkan dalam Gambar 2.1



Gambar 2.1 Proses perubahan energi matahari

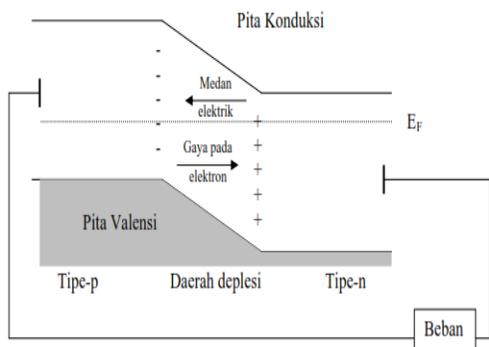
Bagian utama pengubah energi sinar matahari menjadi listrik adalah penyerap (*absorber*), meskipun demikian lapisan yang lain juga berpengaruh terhadap efisiensi dari sel surya.

Sinar matahari yang menembus atmosfer bumi terdiri dari bermacam-macam jenis gelombang elektromagnetik, oleh karena itu penyerap (*absorber*) 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 (1 eV atau kurang) sehingga memungkinkan elektron bisa melompat dari pita valensi ke pita konduksi. Hal tersebut dijelaskan seperti Gambar 2.2



Gambar 2.2 Struktur pita sebuah semikonduktor

Elektron dari pita konduksi dapat meloncat ke pita valensi ketika sambungan tersebut dikenai photon dengan energi tertentu. Tingkat energi yang dihasilkan diperlihatkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Tingkat energi yang dihasilkan oleh sambungan-p semikonduktor

Ketika sinar matahari yang terdiri dari photon-photon jatuh pada permukaan bahan sel surya (*absorber*) akan diserap, dipantulkan, atau dilewatkan seperti terlihat pada Gambar 2.1, dan hanya foton dengan tingkat energi tertentu yang akan membebaskan elektron dari ikatan atomnya,

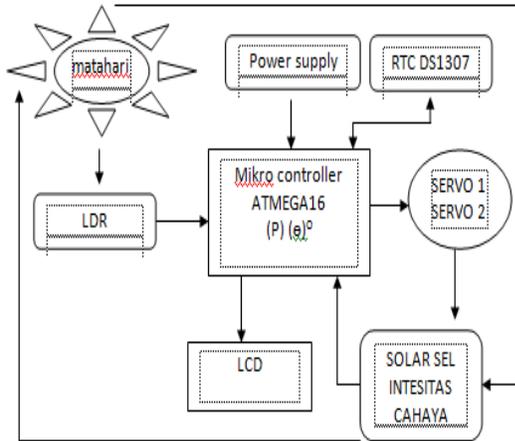
sehingga mengalir arus listrik.

Tingkat energi ini disebut energi *band-gap* yang didefinisikan sebagai sejumlah energi yang dibutuhkan untuk mengeluarkan elektron dari ikatan kovalennya sehingga terjadi aliran arus listrik. Elektron dari pita valensi akan tereksitasi ke pita konduksi, elektron menjadi pembawa n dan meninggalkan hole, pembawa p akan bergerak menuju persambungan demikian juga pembawa n akan bergerak ke persambungan, perpindahan tersebut menghasilkan beda potensial. Arus dan daya yang dihasilkan fotovoltaik 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.

3.1 Pembuatan Alat

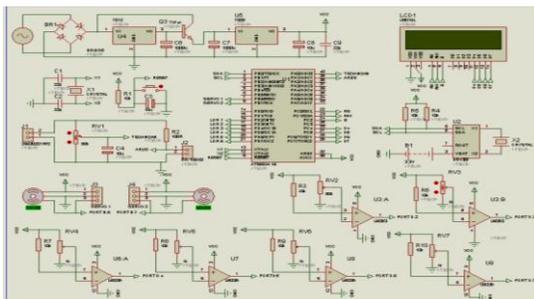
A. Proses Kerja Sistem



Gambar 3.2 Diagram blok rangkaian alat sistem

Penjelasan dari blog diagram diatas adalah alat ini menggunakan mikrokontrol sebagai kontrol utama, fungsinya adalah mengolah data input dari solar sel, RTC DS1307 dan sensor LDR serta memberikan perintah kepada rangkaian output yaitu berupa LCD, dan servo. LCD menampilkan data jam dan data tegangan serta arus beban.

B. Rancangan Keseluruhan Sistem



Gambar .3.3 Rancangan keseluruhan Sistem

Tabel 3.1 Pengalamatan Sistem Dengan 40 port I/O, A, B, C, dan D

NO	PIN	PORT	KETERANGAN
1	1 - 2	B.0 – B.1	Terhubung dengan RTC DS1307
1	7	B.6	Terhubung Servo 1
2	8	B.7	Terhubung Servo 2
3	6 - 8	B.5 – B7	Terhubung downloader mikrokontroler
4	9	Reset	Pin reset
5	10	VCC	Terhubung dengan sumber tegangan 5V
6	12 - 13	X-tal	Terhubung dengan kristal sebagai sumber klok
7	16 - 21	D.2 – D.7	Terhubung dengan sensor LDR
8	22- 29	C.0 – C.7	Terhubung dengan LCD
9	30	AVCC	Terhubung dengan sumber tegangan 5 volt
10	39	A.1	Terhubung dengan sensor tegangan solar cell
11	40	A.0	Terhubung dengan sensor arus atau beban

Adapun penjelasan mengenai pembagian dari masing-masing port tersebut sebagai berikut:

1. Pin 1 dan 2 adalah port B.0 dan port B.1 yang terhubung dengan IC RTC DS1307, berfungsi untuk membaca data tanggal dan jam.
2. Pin 7 dan 8 adalah port B. yang terhubung dengan servo 1 dan servo 2, berfungsi untuk menggerakkan solar cell.
3. Pin 6,7,8 adalah port B dan pin 9 adalah *reset*, pin ini terhubung dengan usb downloader yang berfungsi untuk mengisi program ke mikrokontroler.
4. Pin 9 terhubung dengan rangkaian *reset* yang berfungsi untuk mereset ic *mikrokontroler* Atmega 16 apabila terjadi *error*.
5. Pin 16 sampai 21 adalah port D dalam perancangan alat ini terhubung ke rangkaian sensor LDR, berfungsi sebagai penentu posisi tracking solar cell mengikuti pergerakan matahari.
6. Pin 22 sampai 29 adalah port C, pin ini terhubung langsung ke display

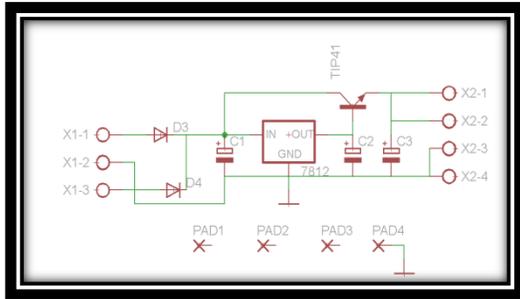
LCD yang berfungsi untuk menampilkan Karakter yang dikirimkan oleh mikrokontroler. Pada LCD ini sudah terdapat driver untuk mengubah data ASCII ouput dari Mikrokontroler menjadi karakter.

7. Pin 39 dan 40 adalah port A, pin ini terhubung dengan sensor tegangan dan sensor arus. Port A memiliki fitur ADC yaitu dapat berfungsi mengubah data analog menjadi data digital.
8. Pin 10 dan 30 adalah pin yang terhubung dengan sumber tegangan 5 volt, sedangkan pin 11 dan 31 keduanya adalah pin yang terhubung dengan ground.
9. Rangkaian mikrokontroler ini menggunakan komponen kristal sebagai sumber cloknya yang dihubungkan ke pin 12 dan 13, nilai kristal ini akan mempengaruhi kecepatan mikrokontroler dalam mengeksekusi perintah tertentu.

3.2 Pembuatan Alat

3.2.1 Pembuatan Power Supply

Rangkaian skematik *power supply* dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini :



Gambar 3.4 Rangkaian Skematik Power Supply 12V

Rangkaian *power supply* 12 volt diatas menggunakan *regulator* tegangan IC LM7812 dan mampu mensupply arus hingga 1 ampere. Untuk meningkatkan arus ditambah transistor TIP41. Rangkaian power supply 12 volt ini sangat sederhana dan mudah dibuat, Kualitas tegangan *power supply* 12 volt ini sangat stabil dan mampu memberikan arus maksimal 1 ampere. Rangkaian power supply 12 volt ini digunakan untuk mensupply tegangan ke perangkat driver relay

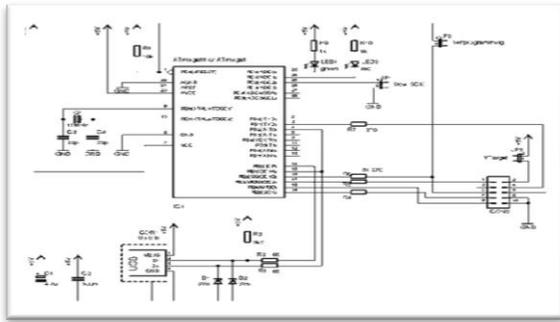
3.2.2 Pembuatan Usbasp downloader

USBasp adalah sebuah *downloader* untuk mikrokontroler AVR, yang tersusun

menggunakan sebuah ic ATmega48 atau ATmega8 dan beberapa komponen pasif. Fungsinya adalah untuk menjembatani atau untuk mengisi program (*file hex*) hasil *compile* dari komputer ke *Mikrokontroler* target.

Fitur Usbasp antara lain :

1. Kompatibel dengan OS windows (2k/XP/vista/seven)
2. Tidak memerlukan pengontrol atau komponen smd khusus
3. Kecepatan pemrograman bisa mencapai 5 KByte/detik
4. Terdapat *jumper* untuk opsi *slow SCK* untuk mendukung *mikrokontroler* target yang berkecepatan rendah (<1.5 Mhz)
5. Tidak memerlukan tegangan eksternal karena sudah mengambil tegangan dari komputer port usb.
6. Terdapat *jumper* tegangan untuk mikrokontroler target bila ingin mengambil tegangan dari port usb, bila *mikrokontroler* target ingin menggunakan tegangan eksternal lepas jumpernya. Gambar rangkaian skematik Usbasp downloader di tampilkan pada Gambar 3.5

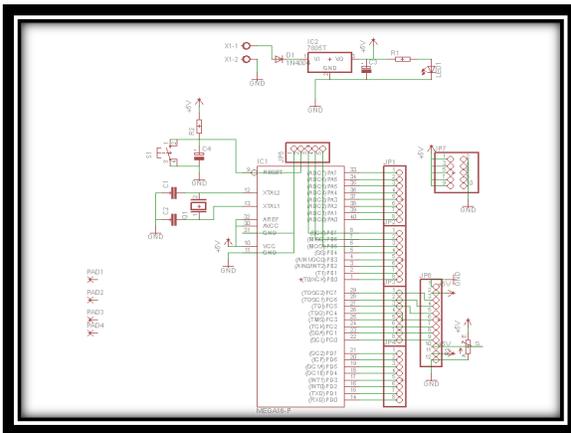


Gambar 3.6 Rangkaian Usbasp

downloader

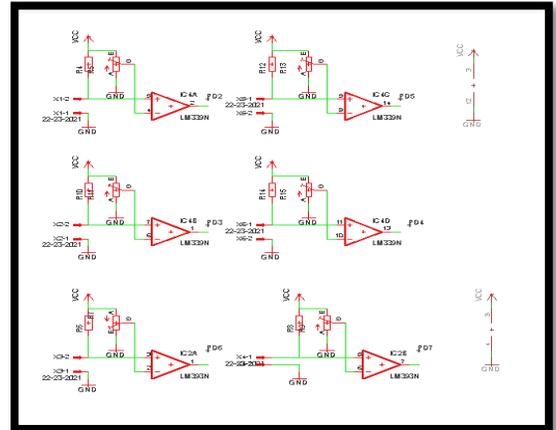
3.2.3 Pembuatan Minimum Sistem ATMEGA 16

Rangkaian ini berfungsi sebagai pusat kendali dari seluruh sistem yang ada. Komponen utama dari rangkaian ini adalah IC *Mikrokontroller* Atmega 16. Pada IC ini semua program diinputkan, sehingga nantinya semua rangkaian dapat berjalan dengan baik sesuai dengan yang kita kehendaki. Rangkaian mikrokontoler ditunjukkan dalam Gambar 3.6 dibawah ini:



Gambar 3.7 Rangkaian Minsis ATMEGA 16

3.2.4 Pembuatan Rangkaian Sensor LDR (Light Dependent Resistor)



Gambar 3.9

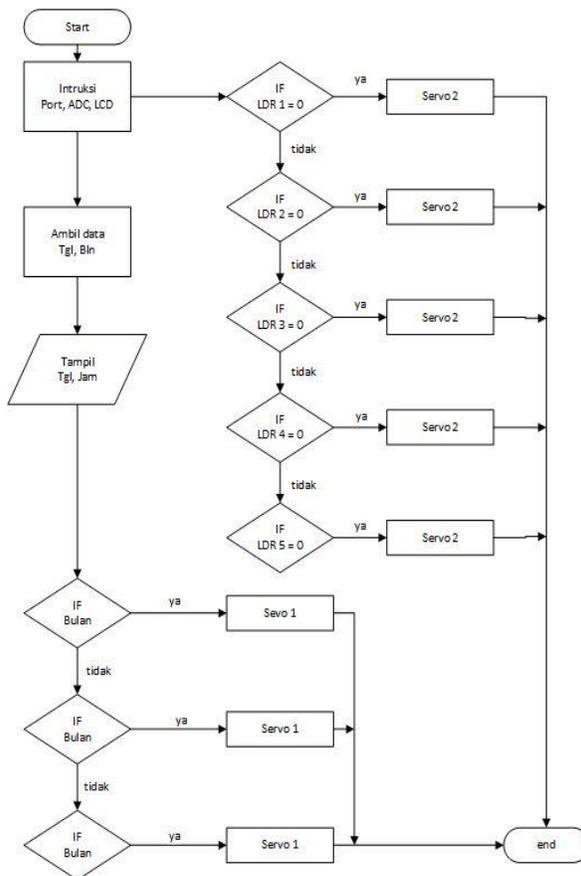
Rangkaian Sensor LDR

Rangkaian sensor LDR disusun dari sebuah operasional amplifier yang berfungsi sebagai komparator atau pembanding menggunakan IC LM339 yang memiliki 4 output dikarenakan jumlah sensor LDR ada 5 buah.

Digunakan tambahan operasional amplifier IC LM393 yang memiliki 2 output. Serta Variabel resistor yang berfungsi sebagai pengatur kepekaan sensor LDR terhadap banyaknya intensitas cahaya yang diterima.

3.2.5 Program Utama

Diagram alir merupakan proses kerja yang terjadi pada program mikrokontroller. Diagram alir program ditunjukkan pada Gambar 3.19



Gambar 3.19 Diagram alir program

Start merupakan saat program pertama kali dijalankan. Selanjutnya program akan menilai ADC, dimana nilai ADC merupakan nilai dari sensor LDR dan panel surya. Hasil pembacaan ini kemudian ditampilkan pada LCD. Tahap berikutnya

adalah membandingkan nilai pada sensor LDR, Jika

nilai LDR pada sisi kanan lebih besar dari LDR yang ada di tengah, maka mikrokontroller akan menggerakkan servo ke arah kanan.

Jika nilai LDR pada sisi kiri lebih besar dari LDR yang ada di tengah, maka mikrokontroller akan menggerakkan servo ke arah kiri. End merupakan tanda program berakhir.

4.1 KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat di simpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Telah dibuat *solar tracking system* berbasis Mikrokontroler ATMEGA16 yang mampu mengoptimalkan penyerapan energi matahari pada panel surya.
2. Modul panel surya dapat meningkatkan penyerapan energi matahari dengan output sebagai berikut :
 - Mode diam
 - Eff P output : 67 %

Eff solar sel : 25 %

Naik 5% dibanding literature
(20%)

- Mode gerak

Eff P output : 69 %

Eff solar sel : 26 %

Naik 6% dibanding literature
(20%)

3. Penyerapan optimalnya juga terjadi pada intensitas cahaya tertinggi yaitu pada jam 12.00 s/d jam 13.00 WIB . itu dikarenakan posisi modul sejajar tegak lurus dengan sinar matahari yang datang. Sehingga modul sel surya dapat tegak lurus dengan posisi panas sinar matahari
4. Modul sel surya yang menggunakan sistem pelacak matahari atau *tracking system* dapat meningkatkan penyerapan energi matahari lebih optimal yaitu sebesar 1.38 Watt, Modul sel surya yang tanpa menggunakan sistem pelacak matahari atau *tracking system* penyerapan energi matahari yaitu sebesar 1.34 Watt
5. Jumlah ini peningkatan persentasenya juga di pengaruhi oleh besar modul atau panel sel surya yang dibuat

sebagai percobaan dan dipengaruhi juga oleh faktor lingkungan dan cuaca.

4.2 Saran

Untuk pengembangan selanjutnya peneliti menyarankan perlu adanya penambahan fitur lainnya, seperti desain mekanik penggerak solar sel yang lebih aman dan kuat, penambahan sensor pendukung serta menggunakan baterai untuk menyimpan energi yang terserap.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Khourul, Sayyida, 2010, "Prototipe Dual Axis Sun Tracker dengan Sensor LDR (Light Dependent Resistor) Menggunakan ARDUINO UNO", Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [2]. Afrie Setiawan, 2010, "*Mikrokontroller ATMEGA8535 & ATMEGA16 Menggunakan BASCOM AVR*", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [3]. Iswanto, 2010, "*Mikrokontroller ATmega8535 dengan Bahasa Basic*", Gava Media, Yogyakarta.
- [4]. Iswanto, 2010, "*Design dan Implementasi Sistem Embedded Mikrokontroler ATMEGA 8535 dengan Bahasa Basic*", Gava Media, Yogyakarta.
- [5]. Atmel Corporation. 2008. Data Sheet ATmega 16 (online) (<http://www.atmel.com/images/doc2466.pdf>), diakses tanggal 5 Januari 2016
- [6]. Jansen, T.J., 1995 "*Teknologi Rekayasa Sel Surya*", PT Pradnya Paramita, Jakarta
- [7]. Young, W.D. and Freedman, R.A., 1996 "*University Physics*", ninth edition Addison-Wesley, California
- [8]. [http://my-dock.blogspot.com/2013/03/sudut-deklinasi dan lingkaran-deklinasi.html#ixzz3zqNFYgQS](http://my-dock.blogspot.com/2013/03/sudut-deklinasi-dan-lingkaran-deklinasi.html#ixzz3zqNFYgQS) diakses tanggal 5 Januari 2016
- [9]. Pagliaro, Mario. 2008, Flexible Solar Cells. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.