

TUGAS AKHIR

**SISTEM *TRACKING* CAHAYA MATAHARI PADA *PHOTOVOLTAIC*
BERBASIS MIKROKONTROLLER**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Menyelesaikan Program Studi
Diploma IV Teknik Elektro Industri*



Oleh

ERNA FITRI

NIM: 1306336

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**Sistem *Tracking* Cahaya Matahari pada *Photovoltaic* berbasis
Mikrokontroler**

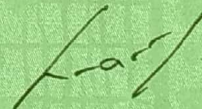
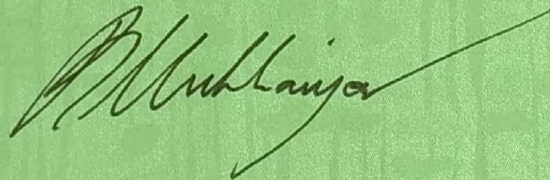
Nama : Erna Fitri
BP/NIM : 2013/1306336
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Padang, Agustus 2017

Disetujui Oleh

Pembimbing I

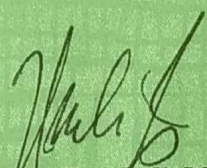
Pembimbing II



Dr. Ir. Riki Mukhaiyar, M.T
NIP. 19780625 2008 12 1 001

Dwiprima Elvanny Myori, S.Si, M.Si
NIP. 19881101 2012 12 2 001

Mengetahui
Ketua Jurusan teknik Elektro



Drs. Hambali, M.Kes
NIP. 19620508 1987 03 1004

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Sistem *Tracking* Cahaya Matahari pada *Photovoltaic* berbasis
Mikrokontroler

Nama : Erna Fitri
BP/NIM : 2013/1306336
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

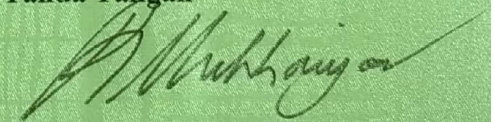
Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan didepan tim penguji tugas akhir
Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro
Fakultas teknik Universitas Negeri Padang

Padang, Agustus 2017

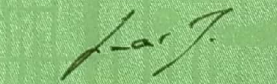
Tim Penguji :

Tanda Tangan

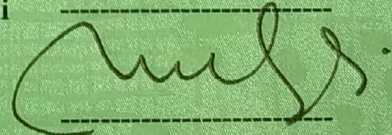
Ketua : Dr. Ir. Riki Mukhaiyar, MT



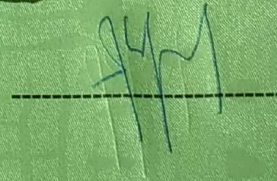
Sekretaris : Dwiprima Elvanny Myori, S.Si, M.Si



Anggota : Dr. Muldi Yuhendri, S.Pd, MT



Anggota : Ali Basrah Pulungan, ST, MT





KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN DIKTI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171
Telp. (0751) 445998, Fax (0751) 7055644 e-mail: elo_unp@yahoo.com



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

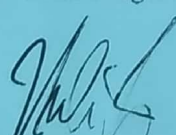
Nama : Erna Fitri
NIM/TM : 1306336/2013
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul "**Sistem Tracking Cahaya Matahari pada Photovoltaic Berbasis Mikrokontroller**" adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan Negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui Oleh,

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang


Drs. Hambali, M.Kes
NIP/19620508 1987 03 1004

Saya yang menyatakan,



Erna Fitri
NIM/BP. 1306336/2013

ABSTRAK

Erna Fitri (1306336/2013) : Sistem *Tracking* Cahaya Matahari Pada *Photovoltaic* Berbasis Mikrokontroller

Pembimbing I : Dr. Ir. Riki Mukhaiyar, S.T, M.T

Pembimbing II : Dwiprima Elvanny Myori, S.Si, M.Si

Pemanfaatan teknologi *photovoltaic* menggunakan *solar cell* sudah sering ditemui saat ini. Umumnya *solar cell* yang dipasang hanya menghadap satu arah tertentu saja. Gerak semu harian matahari menyebabkan perubahan posisi matahari dari timur ke barat setiap harinya. Perubahan posisi matahari tersebut membuat modul *solar cell* tidak selalu mendapatkan intensitas cahaya matahari yang maksimal sepanjang hari. Salah satu cara yang dapat dilakukan supaya *solar cell* mendapatkan intensitas cahaya matahari yang maksimal sepanjang hari adalah dengan menempatkan modul *solar cell* tegak lurus mengikuti cahaya matahari.

Berdasarkan hal tersebut di atas pada tugas akhir ini telah dibuat alat *tracking* cahaya matahari menggunakan komponen LDR sebagai sensor dan motor linear aktuator parabola sebagai penggerak posisi modul *solar cell*. Cahaya matahari yang mengenai sensor LDR membuat resistansinya berubah sehingga mempengaruhi nilai tegangan yang akan diinformasikan ke *analog input* mikrokontroller. Mikrokontroller mengolah informasi yang diterima dari sensor LDR dan memberi perintah untuk menggerakkan linear aktuator yang mana akan menggerakkan posisi permukaan modul *solar cell* dengan dua arah yaitu mengikuti orientasi gerak semu harian matahari dari arah timur ke arah barat. Pada arah timur dan barat masing-masing terdapat sebuah limit switch. Ketika malam hari modul *solar cell* ini akan kembali bergerak menghadap ke arah Timur dan akan berhenti ketika limit switch Timur aktif.

Alat *tracking* cahaya matahari ini telah dilakukan uji coba. Alat ini telah dapat mengikuti pergerakan matahari dari timur ke barat. Dengan menggunakan alat *tracking* ini daya keluaran *solar cell* dari 8,71 watt mampu ditingkatkan menjadi 12,46 watt dengan konsumsi daya motor sebesar 2,08 watt.

Kata Kunci : *solar cell*, LDR, *Tracking*.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Sistem *Tracking* Cahaya Matahari pada *Photovoltaic* berbasis mikrokontroller”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik ELektro Industri Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada

1. Bapak Drs. H. Hambali, M.Kes selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang
2. Bapak Asnil, S.Pd.,M.Eng selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Dr. Ir. Riki Mukhaiyar, ST, MT dan Ibu Dwiprima Elvanny Myori, S.Si, M.Si selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Hendri, M.T selaku ketua program Studi Teknik Elektro Indusri.
5. Bapak Dr. Muldi Yuhendri, S.Pd, M.T selaku penguji pada Tugas Akhir.
6. Bapak Ali Basrah Pulungan, S.T, M.T selaku penguji pada Tugas Akhir.

7. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh staf Jurusan Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah membantu penulis selama menuntut ilmu.
8. Orang Tua dan semua keluarga yang telah banyak berjasa baik moral ataupun materil dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Rekan – rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNP, khususnya Program Studi Teknik Elektro Industri angkatan 2013 dan semua pihak yang telah membantu penulis untuk mewujudkan Tugas Akhir ini dan menyelesaikan studi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat untuk penulis sendiri, bermanfaat untuk semua pihak, dan bernilai ibadah di sisi Allah SWT. Tugas Akhir ini tidak terlepas dari kesalahan dan kekeliruan, oleh sebab itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan	5
F. Manfaat	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
A. <i>Photovoltaic</i>	6
B. Sistem <i>Tracking</i> Cahaya Matahari.....	14
C. Komponen Utama Sistem	
1. Sensor LDR	16
2. Motor DC.....	17
3. Mikrokontroler Arduino Uno	20
D. Bahasa Pemrograman Arduino	24
1. Struktur	24

2. Syntax	25
3. Variabel.....	26
4. Operator Matematika	27
5. Operator pembandingan	27
6. Struktur Pengaturan	28
7. Digital	29
8. Analog.....	29
E. Flowchart	30
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	31
A. Blok diagram.....	32
B. Prinsip kerja Alat	34
C. Perancangan hardware	36
1. Perancangan Konstruksi Alat	36
2. Perancangan power supply	39
3. Perancangan sensor LDR.....	30
4. Driver motor	42
D. Perancangan Software (Flowchart).....	43
E. Pembuatan Alat.....	44
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA.....	46
A. Pengujian power supply	47
B. Pengujian driver motor	49
C. Pengujian ketepatan posisi modul <i>solar cell</i> terhadap matahari.....	51
D. Hasil keluaran modul <i>solar cell</i> dengan alat tracking cahaya	

Matahari	56
E. Hasil keluaran modul <i>solar cell</i> tanpa <i>tracking</i>	58
F. Analisis penggunaan <i>tracking</i> dan tanpa <i>tracking</i>	59
BAB V KESIMPULAN	62
A. Kesimpulan	62
B. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pengaruh atmosfer dan awan terhadap radiasi matahari	7
2. Struktur lapisan <i>solar cell</i>	8
3. Skematik <i>Solar Cell</i>	9
4. Karakteristik Arus-Tegangan <i>solar cell</i>	10
5. Pengaruh intensitas radiasi terhadap karakteristik I-V <i>solar cell</i>	12
6. Pengaruh temperatur terhadap karakteristik I-V <i>solar cell</i>	12
7. Arah sinar datang membentuk sudut terhadap normal bidang panel <i>solar cell</i>	13
8. Tipe <i>solar tracking</i> berdasarkan sumbu putaran	14
9. Sistem <i>tracking</i> satu sumbu dan dua sumbu.....	15
10. Sensor LDR (<i>Ligt dependent Resistor</i>)	16
11. Linear Aktuator	18
12. Komponen bagian dalam linear aktuator	19
13. Konfigurasi Pin ATmega328	21
14. Arduino Uno	23
15. Blok Diagram.....	33
16. Pergerakan <i>tracking</i> terhadap posisi matahari	35
17. Mekanisme pergerakan	36
18. Rancangan Konstruksi Alat	37
19. Skematik linear aktuator	38

20. Rangkaian <i>power supply</i>	40
21. Rangkaian sensor LDR	41
22. Pemasangan posisi LDR	42
23. Driver motor L298N	43
24. Flowchart	44
25. Hasil Akhir alat	45
26. Pengujian <i>power supply</i>	47
27. Pengujian driver motor	49
28. Pengukuran sudut kemiringan <i>solar cell</i>	51
29. Grafik rata-rata sudut datang matahari terhadap modul <i>solar cell</i>	53
30. Grafik rata-rata kemiringan modul <i>solar cell</i>	53
31. Posisi permukaan <i>solar cell</i>	56
32. Permukaan <i>solar cell</i> tetap pada posisi 90°	56
33. Grafik perbandingan nilai Voc dengan <i>tracking</i> dan tanpa <i>tracking</i>	59
34. Grafik perbandingan nilai Isc dengan <i>tracking</i> dan tanpa <i>tracking</i>	60
35. Grafik perbandingan nilai daya dengan <i>tracking</i> dan tanpa <i>tracking</i>	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Daftar komponen	19
2. Simbol Flowchart.....	31
3. Spesifikasi modul <i>solar cell</i>	39
4. Hasil pengukuran <i>power supply</i>	48
5. Respon motor	49
6. Hasil pengujian sudut datang matahari dan posisi <i>solar cell</i>	52
7. Hasil perhitungan rata-rata sudut datang matahari	53
8. Pengukuran keluaran <i>solar cell</i> dengan sistem <i>tracking</i>	56
9. Hasil perhitungan rata-rata nilai Voc dan Isc dan daya	57
10. Nilai Voc, Isc dan daya tanpa Tracking.....	58

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Listrik menjadi komponen utama untuk memenuhi kebutuhan manusia di era globalisasi sekarang. Dapat dikatakan bahwa energi listrik adalah bagian yang sangat penting untuk manusia saat ini. Hampir semua peralatan yang digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia membutuhkan energi listrik, mulai lampu, peralatan rumah tangga, peralatan dalam dunia kesehatan, peralatan produksi, penerbangan hingga militer yang semuanya membutuhkan energi listrik.

Sumber daya alam tak terbarukan seperti bahan bakar fosil digunakan untuk memenuhi sebagian besar kebutuhan energi listrik di Indonesia. Penggunaan bahan bakar fosil ini dapat menimbulkan polusi dan tidak ramah lingkungan. Agar kelestarian lingkungan tetap terjaga dan menghemat persediaan sumber daya alam tak terbarukan, maka kita perlu memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan tidak menimbulkan polusi sebagai sumber energi listrik alternatif.

Negara Indonesia adalah negara tropis yang dilalui oleh garis khatulistiwa sehingga mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun. Dengan kondisi geografis ini kita dapat memanfaatkan energi matahari tersebut sebagai sumber energi listrik alternatif yang potensial dan ramah lingkungan. Untuk membangkitkan tenaga listrik dari energi matahari ini dibutuhkan suatu

komponen semikonduktor yaitu sel surya (*solar cell*). Pemanfaatan energi matahari dengan mengaplikasikan sel surya sebagai penghasil energi listrik ini disebut dengan teknologi *photovoltaic* (PV).

Sekarang ini sudah banyak pemanfaatan *photovoltaic* dalam kehidupan sehari-hari. Energi listrik yang dihasilkan tergantung pada beberapa faktor yaitu bahan pembuat, intensitas cahaya matahari, temperatur dan posisi sel surya terhadap arah datangnya cahaya matahari. Umumnya penampang modul *solar cell* dipasang menghadap satu arah tertentu. Gerak semu harian matahari menyebabkan matahari mengalami perubahan posisi setiap harinya. Matahari terlihat terbit dari Timur dan tenggelam di Barat, membuat modul *solar cell* tidak selalu mendapatkan intensitas cahaya yang maksimal sehingga listrik yang dihasilkan juga kurang optimal. Menurut Mostavan (2000:79) “Bila cahaya yang menimpa modul surya berkurang maka hasilnya juga akan menurun. Bila intensitas cahaya berkurang, jumlah foton per detik yang menembus sel juga akan kurang, oleh sebab itu jumlah elektron yang dilepas juga akan berkurang. Ini menyebabkan berkurangnya arus keluaran pada semua tegangan untuk sebuah modul”.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan penyerapan energi surya pada *photovoltaic* adalah dengan memposisikan bidang modul *solar cell* selalu tegak lurus dengan arah datangnya cahaya matahari sehingga intensitas cahaya yang diterima lebih besar. Maka perlu dibuat suatu alat *tracking* cahaya matahari dengan penampang yang dapat mengikuti arah datangnya cahaya, sehingga jika ditempatkan modul *solar cell*

diatasnya, energi listrik yang dihasilkan lebih optimal dibandingkan dengan modul *solar cell* yang menghadap satu arah tertentu saja. Mengamati hal ini, penulis mencoba untuk membuat sistem *tracking* yang dapat bergerak memposisikan bidang penampangnya mendekati tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari.

Pada sistem *tracking* cahaya matahari yang akan dibuat pada tugas akhir ini menggunakan linear aktuator sebagai penggerak penampang agar mengikuti arah cahaya akibat gerak semu harian matahari yaitu dari Timur ke Barat. Sistem ini bekerja dengan mendeteksi intensitas cahaya menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) yang dikirimkan ke mikrokontroller Arduino. Mikrokontroller arduino memproses data yang diterima, kemudian memerintahkan linear aktuator untuk menggerakkan posisi penampang modul *solar cell* agar mendapatkan intensitas cahaya yang maksimal.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan yang dijabarkan pada latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi permasalahannya yaitu :

1. Dibutuhkannya sumber energi listrik alternatif yang tidak menimbulkan polusi dan ramah lingkungan.
2. Modul *solar cell* yang terpasang saat ini umumnya hanya menghadap ke satu arah tertentu saja.

3. Gerak semu harian matahari dari Timur ke Barat membuat modul *solar cell* tidak selalu mendapatkan intensitas cahaya matahari yang maksimal.

C. Batasan Masalah

Dalam pembuatan tugas akhir ini ada beberapa hal yang terlibat di dalamnya. Untuk itu perlunya pembatasan pokok bahasan untuk menghindari pembahasan yang meluas dalam Tugas Akhir ini diantaranya adalah :

1. Alat sistem *tracking* cahaya matahari yang dibuat adalah jenis satu sumbu horizontal dengan LDR sebagai sensor pendeteksi posisi matahari.
2. Menggunakan linear aktuator parabola sebagai penggerak posisi permukaan modul *solar cell*.
3. Sistem Tracking cahaya matahari pada tugas akhir ini menggunakan mikrokontroler Arduino (Uno) sebagai pengolah data yang didapat dari sensor LDR untuk mengontrol pergerakan linear aktuator.
4. *Power supply* berasal dari *battery accu* yang diisi ulang menggunakan keluaran dari modul *solar cell* dan dari jala-jala PLN sebagai cadangan apabila sewaktu waktu *battery accu* kosong.
5. Tidak membahas mengenai *solar charging controller* dan penggunaan *battery accu* dalam Tugas Akhir ini hanya sebagai sumber untuk *power supply*.

6. Pengambilan data dilakukan secara periodik setiap 1 jam dimulai dari jam 06.00 sampai dengan jam 18.00.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan masalahnya yaitu bagaimana merancang dan membuat sistem tracking cahaya matahari dengan memposisikan permukaan modul *solar cell* tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari dengan mengontrol *linear actuator* menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno.

E. Tujuan

Adapun tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini sesuai dengan permasalahan diatas adalah Membuat Alat Sistem *tracking* cahaya Matahari dengan memposisikan permukaan modul *solar cell* tegak lurus dengan sudut datang cahaya matahari berdasarkan pergerakan matahari dari timur ke barat.

F. Manfaat

Sesuai dengan tujuan diatas, sangat diharapkan alat sistem tracking cahaya matahari yang dibuat dapat membantu modul *solar cell* menghasilkan energi listrik yang lebih maksimal dibandingkan dengan modul *solar cell* yang hanya menghadap satu arah tertentu saja.

BAB IV

KESIMPULAN

A. KESIMPULAN

Sebelumnya telah dilakukan perancangan dan pembuatan alat serta telah dilakukan pengujian alat *tracking* cahaya matahari. Maka pada bab ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat *tracking* cahaya matahari pada *photovoltaic* jenis satu sumbu horizontal yang telah dibuat ini telah dapat memposisikan penampang modul *solar cell* mengikuti gerak semu harian matahari dari timur ke barat mendekati tegak lurus dengan sudut datang cahaya matahari dengan rata-rata penyimpangan dari posisi tegak lurus sebesar 5° .
2. Modul *solar cell* efektif menghasilkan energi listrik pada jam 08.00 hingga jam 16.00

B. SARAN

Setelah dilakukan pengujian alat dan pembahasan hasil, maka penulis menyarankan dalam pengembangan pembuatan alat ini ke depannya yaitu:

1. Alat *tracking* cahaya matahari jenis satu sumbu horizontal yang dibuat hanya mampu mengikuti posisi terbit dan terbenam matahari dari timur ke barat. Diharapkan untuk perbaikan selanjutnya alat *tracking* cahaya matahari mampu mengikuti gerak semu tahunan matahari ke arah utara dan selatan.

2. Menambahkan pengembangan kontrol pergerakan posisi modul *solar cell* berdasarkan waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, O. (2004). *Dasar-dasar Elektronika*. Jakarta: Erlangga.
- Dhanabal. R. et al. (2013). Comparison of Efficiencies of Solar Tracker systems with static panel Single-Axis Tracking System and Dual-Axis Tracking System with Fixed Mount. *International Journal of Engineering and Technology (IJET)*, Vol. 5 No. 2 Apr-may 2013.
- Hersch, P., & Zweibel, K. (1982). *Basic Photovoltaic Principles and Methods*. Colorado: Solar Energy Research Institute.
- Kadir, A. (2013). *Panduan Praktis mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Yogyakarta: Andi.
- Luque, A., & Hegedus, S. (2003). *Hand Book of Photovoltaic Science and Engineering*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Markvart, T. (2000). *Solar Electricity*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Mostavan, A. (2000). *Catatan Kuliah Energi Surya*. Bandung: ITB.
- Partain, L. D. (1995). *Solar Cells and Their Applications*. New York: A Wiley-Interscience Publication.
- Prinsloo, G., & Dobson, R. (2015). *Solar Tracking*. South Africa: Stellenbosch University.
- Rachmat, C. A. (2010). *Algoritma Dan Pemrograman dengan Bahasa C*. Andi: Yogyakarta.
- Satwiko. (2012, 25 12). *HFI-DIY Jateng*. Diambil kembali dari <http://hfi-diyjateng.or.id/makalah/uji-karakteristik-sel-surya-pada-sistem-24-volt-dc-sebagai-catudaya-pada-sistem-pembangkit>
- Suryana, D. (2016). Otomasi Pada Panel Surya Menggunakan Sistem Tracking aktif tipe Single-Axis. *Widyariset (Vol.2 No.1)*, 27-36.
- Syahwil, M. (2013). *Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: Andi.