



**OPTIMALISASI SUDUT CERMIN DATAR SEBAGAI
REFLECTOR PANEL SURYA POLIKRISTAL PENJEJAK
MATAHARI**

SKRIPSI

**Heru Priahandoko
NIM 091910201047**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**OPTIMALISASI SUDUT CERMIN DATAR SEBAGAI
REFLECTOR PANEL SURYA POLIKRISTAL PENJEJAK
MATAHARI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

**Heru Priahandoko
NIM 091910201047**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

1. Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT syukur Alhamdulillah selalau terucap yang telah memberikan Rahmat, Hidayahnya, serta petunjuk sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini.
2. Salam dan anugerah selalu tercurahkan junjungan nabi besar kita Nabi Muhammad SAW.
3. Ibu dan Bapakku tercinta, '**Mujiyanah**' dan '**Winoto**', yang telah memberikan segenap perhatian, doa dan restu. Bapak dan Ibu saya takkan melupakan semuanya apa yang telah engkau berikan sejak saya dilahirkan sampai saya tumbuh dewasa, saya hanya bisa memberi apa yang terbaik, dengan segenap kemampuan jiwa dan raga saya.
4. Adikku **Diana Setiarahayu** yang telah memberikan do'a, kasih sayang dan pengorbanan yang sangat besar.
5. Bapak **Triwahju Hardianto, ST.MT** terima kasih atas kesabaran dan saran yang diberikan serta bersedia menjadi pendamping dan membimbing dengan segenap hati dalam mengerjakan skripsi ini sampai selesai.
6. Bapak **Dr. Azmi Saleh, ST.MT** terima kasih atas kesabaran dan saran yang diberikan serta bersedia menjadi pendamping dan membimbing dengan segenap hati dalam mengerjakan skripsi ini sampai selesai.
7. Teman-temanku angkatan **2009 "SAK LAWASE TETEP DULUR"** terima kasih kalian adalah inspirasi dan motivatorku dalam kuliah dan selalu kompak dalam kebersamaan, suka duka dibangku perkuliahan, Aku takkan lupa jargon kita. "Sopo kene? TEKNIK ,Teknik opo? ELEKTRO, Elektro 2009??? DULUR...."semboyan ini akan aku ingat sampai kapanpun kawan.
8. Almamaterku tercinta Universitas Jember.

MOTO

Dan Allah mengeluarkan kamu dari perut ibu kamu dengan keadaan tidak mengetahui sesuatu apapun dan Ia mengkaruniakan kepada kamu pendengaran dan penglihatan serta hati (akal fikiran) supaya kamu bersyukur.

(Q.S An-Nahl [16] : 11)

“Dunia ini hanya terdiri atas tiga hari: Kemarin, ia telah pergi bersama dengan semua yang menyertainya. Besok, engkau mungkin tak akan pernah menemuinya.

Hari ini, itulah yang kau punya, jadi beramallah di sana.”

(Hasan al Bashri)

“Kudu Sabar lan Nerimo”

(Heru Priahandoko)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Heru Priahandoko

NIM : 0919102011047

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul : “Optimalisasi Sudut Cermin Datar Sebagai Reflector Panel Surya Polikristal Penjejak Matahari” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 2 oktober 2014

Yang menyatakan,

Heru Priahandoko

091910201047

SKRIPSI

**OPTIMALISASI SUDUT CERMIN DATAR SEBAGAI *REFLECTOR*
PANEL SURYA POLIKRISTAL PENJEJAK MATAHARI**

Oleh

Heru Priahandoko

NIM 091910201047

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Optimalisasi Sudut Cermin Datar Sebagai Reflector Panel Surya Polikristal Penjejak Matahari" Telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari,tanggal :

Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji,

Ketua

Sekretaris

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.
NIP. 1970082619970 2 001

Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T
NIP.19710614199702 1 001

Anggota I

Anggota II

Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M
NIP 19631201 199402 1002

Dedy Kurnia Setiawan, S.T, M.T
NIP 19800610 200501 1002

Mengesahkan,
Dekan,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 196104141989021001

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah Ke Hadirat Allah SWT, Yang Telah Memberikan Rahmat, Hidayah, Dan Karunia-Nya Sehingga Penulisan Laporan Skripsi Dengan Judul “Optimalisasi Sudut Cermin Datar Sebagai Reflector Panel Surya Polikristal Penjejak Matahari” dapat diselesaikan. Karya tulis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata 1 pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penyusunan laporan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan kali ini disampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Sumardi ST., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Universitas Jember.
3. Bapak Dr Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Pembimbing Utama juga membantu memberikan bimbingan.
4. Bapak Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T. selaku Pembimbing Pendamping juga membantu memberikan bimbingan.
5. Bapak Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M selaku dosen penguji I, dan Bapak Dedy Kurnia Setiawan, S,T.,M.T. selaku dosen penguji II.
6. Para Dosen beserta seluruh karyawan Teknik Universitas Jember, terima kasih atas segala dukungannya selama ini.
7. Ibu Mujjyanah, Bapak Winota, dan adikku Diana Setia Rahayu terima kasih atas kasih sayang, kesabaran, do'a, ketulusan, pengorbanan, dan dukungan kalian.
8. Teman-teman S1 Teknik Elektro 2009, perjuangan masa kuliah bersama kalian suatu kebanggaan yang dapat saya ceritakan dengan bangga kepada orang lain. Suatu pendewasaan dari hidup-ku untuk lebih mengerti kebersamaan, arti kekompakan, dan menghadapi hidup.
9. Teman – teman Gilang, Juli, Arwani, Agung, Heri, Gama, dan Ongki, serta Teknisi lab KEL Cak Sugianto. Perjuangan mengerjakan alat tugas akhir

bersama kalian suatu kebanggaan yang dapat saya ceritakan dengan bangga kepada orang lain.

10. Kakak – kakak dan adik- adik angkatan Teknik Elektro serta asisten dan teknisi Laboratorium Konversi Energi yang juga membantu dalam memberikan bimbingan dan tenaganya.

11. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian penelitian ini

Demi kesempurnaan penulisan laporan proyek akhir ini, selalu diharapkan segala kritik dan saran dari semua pihak. Akhirnya, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, 2 Oktober 2014

Penulis

Optimalisasi Sudut Cermin Datar Sebagai *Reflector* Panel Surya Polikristal Penjejak Matahari

Heru Priahandoko

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Sumber energi matahari merupakan salah satu energi yang dapat dikonversikan menjadi energi listrik yaitu dengan panel surya (*solar photovoltaic*). Ada beberapa tipe sel surya yang masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Pada penelitian ini dirancang panel surya yang menggunakan penambahan *reflector* pada keempat sisinya, namun *reflector* yang bergerak pada sisi timur dan barat, untuk sisi utara dan selatan tetap. Dengan penambahan *reflektor* cermin datar diharapkan untuk menambah radiasi yang menimpa panel surya agar tegangan yang dihasilkan meningkat. Pengujian panel surya dilakukan dengan selang waktu 30 menit, selama jam 09.00 sampai jam 16.00. Pengujian dengan penambahan *reflector* dihasilkan tegangan terbesar pada jam 10.30 sebesar 19,27 volt dengan sudut *reflector* sisi barat 68 derajat dan sisi timur 52 derajat, tanpa *reflector* sebesar 18,98 volt. Sedangkan hasil perolehan data arus dengan penambahan *reflector* terbesar terjadi pada jam 10.30 sebesar 2,91 ampere dengan sudut *reflector* sisi barat 68 derajat dan sisi timur 52 derajat, tanpa menggunakan *reflector* sebesar 2,81 ampere. Hasil data daya *output* dari panel surya terbesar dengan penambahan *reflector* sebesar 41,56 watt dengan sudut *reflector* sisi barat 68 derajat dan sisi timur 52 derajat, sedangkan tanpa *reflector* sebesar 39,53 watt. Efisiensi rata-rata yang dihasilkan sebesar 27,1 persen.

Kata kunci: Panel surya, Reflektor Cermin Datar

Optimization Angles Flat Mirror As Reflector Solar Panels Polycrystalline Tracker The Sun

Heru Priahandoko

Major of Electrical Engineering , Jember University

ABSTRACT

Solar energy is one of the energy that can be converted into electrical energy with solar panels (solar photovoltaic). There are several types of solar cells, each of which has advantages and disadvantages. In this study designed solar panels that use additional reflectors on all four sides, but the moving reflector on the east and west, to the north and south remain. With the addition of a flat mirror reflector of radiation is expected to add solar panels to override the generated voltage increases. Testing of solar panels made with 30-minute intervals during 09.00 to 16.00. Testing with the addition of the largest reflector voltage generated between 10.30 am and at 19.27 volts with a corner reflector 68 degrees west side and east side 52 degrees, without reflector at 18.98 volts. While the results of the current data with the addition of the largest reflector occurs at a clock 10.30 by 2.91 amperes by of the reflector angle the 68 degrees west side and 52 degrees east side, without using a reflector amounting 2.81 amperes. The results of the output power data from the largest solar panel with the reflector addition in the amount of 41.56 watt with reflector angle of west side 68 degrees and east side 52 degrees, whereas without reflector amounting 39.53 watts. The average efficiency is generated amounting 27.1 percent

Keyword: *Solar panels, Reflector Mirror Flat,*

RINGKASAN

Optimalisasi Sudut Cermin Datar Sebagai Reflector Panel Surya Polikristal Penjejak Matahari, Heru Priahandoko, 091910201047, 2014, 56 halaman.

Perkembangan teknologi saat ini mendorong penggunaan energi listrik pada semua aspek kehidupan manusia semakin meningkat. Energi listrik dapat diperoleh dari proses konversi energi lain (energi panas, energi gerak, dll) menjadi energi listrik. Selama ini sumber energi listrik diperoleh dari hasil konversi energi fosil berupa minyak bumi, batu bara dan gas. Disisi lain energi fosil merupakan energi yang terbatas ketersediaannya.

Sumber energi matahari merupakan salah satu energi yang dapat dikonversikan menjadi energi listrik yaitu dengan sel surya. Namun efisiensi sel surya saat ini masih rendah. Salah satu untuk meningkatkan efisiensi yaitu dengan *Maximum Power Point Tracker (MPPT)*.

Dalam rangka untuk meningkatkan efisiensi panel surya penulis akan merancang dan membangun optimalisasi panel surya dengan cermin datar sebagai *reflector* pada sudut yang optimal. Pengerjaan penelitian ini mengacu pada riser yang dilakukan oleh Amalia dan Satwiko S yaitu optimalisasi output modul surya *polycrystal* silikon dengan cermin datar sebagai *reflector* pada sudut 60° .

Desain sel surya disini diberi penambahan *reflector* pada keempat sisinya dengan menggerakkan *reflector* cermin datar pada sisi barat dan timur mengikuti pergerakan matahari. Dengan penambahan *reflector* cermin datar tersebut diharapkan dapat meningkatkan radiasi yang akan dipantulkan *reflector* cermin datar pada sel surya. Dengan penambahan radiasi ini diharapkan dapat meningkatkan tegangan sel surya.

Hasil pengujian sel surya dengan penambahan *reflector* cermin datar mengalami peningkatan tegangan, arus, daya output dan efisiensi. Dari hasil data pengujian tegangan terbesar dengan penambahan *reflector* cermin datar sebesar 19,27 volt pada sudut 82° , sedangkan tanpa *reflector* 18,98 volt. Dengan adanya penambahan *reflector* cermin datar pada panel surya menyebabkan adanya peningkatan tegangan dibandingkan dengan tanpa *reflector* cermin datar dengan

rata – rata sebesar 0,27 volt. Selain tegangan dengan penambahan *reflector* cermin datar juga menyebabkan kenaikan arus (I_{sc}) dibandingkan dengan tanpa *reflector* cermin datar dengan rata – rata sebesar 0,114 ampere. Daya yang dihasilkan dengan penambahan *reflector* cermin datar mengalami peningkatan dibandingkan dengan tanpa *reflector* cermin datar dengan rata-rata sebesar 2,12 watt. Dari hasil data perhitungan dengan perlakuan penambahan *reflector* cermin datar pada panel surya dapat meningkatkan nilai efisiensi rata – rata sebesar 1,6%.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTO	iii
PERNYATAAN	iv
PENGESAHAN	vi
PRAKATA	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Radiasi Surya	5
2.2 Photovoltaic	5
2.2.1 Jenis Solar Sel	5
2.3 Prinsip Kerja Sel Surya	6
2.4 Karakteristik Panel Surya	8
2.4.1 Arus Hubung Singkat Pada Panel Surya.....	9
2.4.2 Tegangan Hubung Terbuka Pada Panel Surya	9
2.4.3 Pengaruh Irradiance Terhadap Panel Surya.....	10

2.4.4 Daya Pada Panel Surya	10
2.4.5 Fill Factor.....	10
2.4.6 Efisiaensi Panel Surya	11
2.5 Pemodelan Modul Surya	11
2.6 Mikrokontroler	12
2.6.1 Konfigurasi Pin Mikrokontroler AVR.....	12
2.7 Sensor	12
2.8 Motor Stepper	14
2.9 Cermin Datar	15
2.9.1 Pemantulan Cahaya.....	16
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Tempat Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.2.1 Alat.....	21
3.2.2 Bahan	21
3.3 Konsep Pemikiran Penelitian.....	22
3.4 Desain Penelitian	22
3.4.1 Diagram Blok Siatem Pengujian	24
3.4.2 Flowchat.....	24
3.4.3 Disain Konfigurasi Alat.....	24
3.4.4 Konstruksi Penelitian.....	25
3.5 Menentukan Sudut Datang Radiasi Reflektor.	26
3.6 Menentukan Radiasi Pantul dari Reflektor	26
3.7 Metode Pengumpulan Data.....	27
BAB 4. PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA	36
4.1 Pembahasan Pergerakan Reflektor.....	36
4.2 Analisa Perubahan Sudut Reflektor	38
4.3 Menentukan Sudut Optimal Reflektor	40
4.4 Radiasi Yang Menimpa Panel Surya Akibat Reflektor	42
4.5 Hasil Pengambilan Data	45
4.6 Analisa Data Pengujian	46

4.7 Pengaruh Penambahan Reflektor.....	48
4.8 Hubungan Tegangan Terhadap Reflektor.....	49
4.9 Hubungan Voc Terhadap Sudut Jam dan sudut Reflektor	49
4.10 Hubungan Daya Terhadap Waktu.....	51
4.11 Hubungan Voc Terhadap Waktu	51
4.12 Hubungan Isc Terhadap Waktu.....	52
4.13 Hubungan Efisiensi Terhadap Waktu	53
BAB 5. PENUTUP.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Pengukuran Isc, Voc, analisis Pout dan η	45
Table 4.2 Data Tegangan, Sudut Jam Matahari Dan Sudut Reflektor	50

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kurva V-I terhadap perubahan <i>irradiance</i>	9
Gambar 2.2 Equivalent circuit model sel surya satu diode	12
Gambar 2.3 Konfigurasi Pin Mikrokontroler	15
Gambar 2.4 Sudut Pantul Cermin	19
Gambar 3.1 Diagram Blok Penelitian	23
Gambar 3.2 Bagan Alur Rancangan Penelitian.....	24
Gambar 3.4 Desain Alat	26
Gambar 3.5 Posisi <i>Reflektor</i>	28
Gambar 3.6 Motor Stepper.....	28
Gambar 3.7 Solar Sel New Tomorrow.....	29
Gambar 3.8 Rangkaian Mikrokontroler.....	30
Gambar 3.9 Rangkaian Driver Motor	30
Gambar 4.1 Pemantulan <i>Reflector</i> Siang Hari.....	36
Gambar 4.2 Pantulan <i>Reflektor</i> Pagi Hari.....	37
Gambar 4.3 Pantulan <i>Reflektor</i> Sore Hari.....	38
Gambar 4.4 Sudut Saat Tegangan Maksimal.....	38