



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**Pengaruh Suhu Permukaan *Photovoltaic Module 50 Watt Peak*
Terhadap Daya Keluaran Yang Dihasilkan Menggunakan
Reflektor Dengan Variasi Sudut Reflektor $0^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ, 80^\circ$.**

TUGAS AKHIR

BUDI HERIYANTO

L2E 604 198

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2011**

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada : Nama : BUDI HERIYANTO
NIM : L2E 604 198

Dosen Pembimbing : Muchammad, ST, M T

Jangka Waktu : 6 (Enam) Bulan

Judul : Pengaruh Suhu Permukaan *Photovoltaic Module*
50 Watt Peak Terhadap Daya Keluaran yang
Dihasilkan Menggunakan Reflektor Dengan
Variasi Sudut Reflektor 0°, 50°, 60°, 70°, 80°

Isi Tugas :

1. Mengetahui pengaruh suhu terhadap daya yang dihasilkan *Photovoltaic module* 50 WP.
2. Mengetahui hubungan antara peningkatan suhu permukaan *photovoltaic module* 50 WP terhadap efisiensi yang dihasilkan *photovoltaic* tersebut.

Semarang, September 2011

Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir



Muchammad, ST, MT

NIP. 1197303051997021001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi/Tesis/Disertasi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

NAMA : BUDI HERIYANTO
NIM : L2E 604 198
Tanda Tangan : 
Tanggal : September 2011

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : BUDI HERIYANTO
NIM : L2E 604 198
Jurusan : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengaruh suhu permukaan *photovoltaic module* 50 watt *peak* terhadap daya keluaran yang dihasilkan menggunakan reflektor dengan variasi sudut reflektor 0^0 , 50^0 , 60^0 , 70^0 , 80^0

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

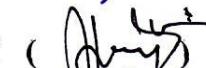
Pembimbing I : Muchammad, ST, MT



Pembimbing II : Ir. Eflita Yohana, MT



Penguji I : Dr. MSK. Tony Suryo Utomo, ST, MT



Penguji II : Khoiri Rozi, ST, MT



Semarang, September 2011

Jurusan Teknik Mesin



Ketua,

Dr. Ir. Dipl.-Ing. Berkah Fajar T.K
NIP.195907221987031003

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Budi Heriyanto
NIM : L2E 604 198
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (None-exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PENGARUH SUHU PERMUKAAN PHOTOVOLTAIC MODULE 50 WATT PEAK TERHADAP DAYA KELUARAAN YANG DIHASILKAN MENGGUNAKAN REFLEKTOR DENGAN VARIASI SUDUT REFLEKTOR $0^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ, 80^\circ$

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : September 2011

Yang menyatakan,

(Budi Heriyanto)
NIM: L2E 604 198

ABSTRAK

Energi matahari dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif yang potensial karena energinya yang sangat besar serta ramah lingkungan. Alat yang dapat dapat digunakan untuk mengkonversi secara langsung cahaya matahari menjadi listrik disebut *photovoltaic*.

Pada penelitian ini diujikan *Photovoltaic module* tanpa reflektor pada posisi yang tetap/vertical terhadap bumi, dan pengukuran terhadap *Photovoltaic module* yang diberi *reflector* dengan variasi sudut 50^0 , 60^0 , 70^0 , 80^0 . Hasil pengujian menunjukkan bahwa kenaikan suhu diikuti dengan kenaikan daya dan efisiensi. Daya maksimal yang dicapai yaitu pada pengujian menggunakan reflektor sudut 70 derajat sebesar 53,67 Watt dengan Efisiensi 15,66% pada pukul 11:45 WIB.

Kata kunci: modul surya, *photovoltaic module*, temperatur *solar cell*

ABSTRACT

Solar radiation is the biggest energy resource in the world. Solar energy can be used as an alternative energy resource that potential because it's emitted large of energy and has long lifetime. The device which directly converts sunlight into electricity was called photovoltaic. In this research, 50 Watt Peak photovoltaic module was placed in horizontal position and two glasses reflector was installed in left and right side of the photovoltaic module. Two reflectors was changed everyday from 0° , 50° , 60° , 70° to 80° against horizontal. The result showed that temperature was proportional with irradiance, current, power output and efficiency but had reverse with voltage. Maximum power output was reached in experiment using reflector 70° at 11:45 am, that is 53,67 Watt with 15,66% of efficiency.

Keywords: Solar module, solar cell, photovoltaic temperature

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Swt karena berkat rahmat dan karunia-Nya semata penulis akhirnya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "Pengaruh Suhu Permukaan *Photovoltaic Module 50 Watt Peak* Terhadap Daya Keluaran Yang Dihasilkan Menggunakan Reflektor Dengan Variasi Sudut Reflektor 0^0 , 50^0 , 60^0 , 70^0 , 80^0 ". Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu mata syarat untuk memperoleh gelar sarjana (Strata 1) di jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro

Keberhasilan penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari pihak-pihak yang terkait, untuk itu perkenankanlah penulis untuk berterima kasih kepada:

1. Bapak Muchammaad ST, MT selaku Pembimbing I Tugas Akhir
2. Bu Ir. Eflita Yohana, MT selaku pembimbing II Tugas Akhir
3. Kepada Semua pihak yang turut membantu yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, sehingga segala kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan dari penyusunan laporan ini sangat Penulis harapkan. Semoga laporan ini bermanfaat bagi siapa saja yang memerlukan. Akhir kata penulis mohon maaf apabila ada kata yang salah dan tidak pada tempatnya.

Semarang, September 2011

Penulis

MOTTO

Terus Melangkah Maju

PERSEMBAHAN

Spesial Skripsi ini saya persembahkan untuk Ibundaku Muniroh dan Ayahandaku Danuri, kakak-kakakkku Mas Andi Susanto, dan Mbak' Ani Pujiyanti. Juga teruntuk tante-tanteku bulik ida, bulik wasma, dan bulik ana.

Terima kasih atas do'a - do'anya. Ma'af saya belum sempat membala budi baik kalian.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
TUGAS SARJANA	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
MOTTO	viii
PERSEMPAHAN	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
NOMENKLATUR	xviii
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Metode Penelitian	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II Dasar Teori	4
2.1 Matahari	4
2.2 Energi Matahari	6
2.3 Radiasi Matahari	7
2.3.1 Distribusi Radiasi Matahari	8
2.3.2 Radiasi Matahari Pada Permukaan Bumi	9
2.3.3 Perhitungan Posisi Matahari	12
2.3.4 Perhitungan Sudut Datang Matahari	14
2.4 Cermin Datar	15

2.5 Photovoltaic	16
2.5.1 Cara Kerja <i>Solar Cell</i>	17
2.5.2 Jenis-Jenis <i>Solar Cell</i>	20
2.5.3 Karakteristik Dari <i>Solar Cell</i>	25
2.5.4 Daya Dan Efisiensi Pada <i>Solar Cell</i>	31
BAB III Metodologi Penelitian	34
3.1 Diagram Alir Penelitian	34
3.2 Metode Pengumpulan Data	36
3.3 Data Teknis Peralatan dan Alat Ukur yang Dipakai	37
3.3.1 Alat Penyangga <i>Solar Cell</i> dan Reflektor	37
3.3.2 <i>Photovoltaic Module</i>	37
3.3.3 Multimeter	38
3.3.4 <i>Thermocouple Dan Interface</i>	40
3.3.5 Solar Power Meter	43
BAB IV Analisa Data dan Pembahasan	45
4.1 Hubungan Suhu Terhadap <i>Irradiance</i>	45
4.2 Hubungan Suhu Terhadap Arus	50
4.3 Hubungan Suhu Terhadap Tegangan	54
4.4 Hubungan Suhu Terhadap Daya Keluaran	58
4.5 Hubungan Suhu Terhadap Efisiensi	62
4.6 Hubungan Efisiensi Terhadap Waktu	66
BAB V Penutup	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengaruh Pengurangan Pada Keinggian Matahari yang Berbeda	11
Tabel 2.2 Perbedaan Definisi Sudut Azimuth Matahari	13
Tabel 3.1 Data Spesifikasi Teknis PV <i>module</i> ST-50-5M	38
Tabel 3.2 Data Spesifikasi Teknis Multimeter	39
Tabel 3.3 Data Spesifikasi Teknis <i>Themocouple</i>	41
Tabel 3.4 Data Spesifikasi Teknis Solar Power Meter	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hubungan Antara Matahari Dan Bumi Gambar	4
Gambar 2.2	Skema Matahari	5
Gambar 2.3	Reaksi Fusi Matahari	7
Gambar 2.4	<i>Energy Cubes</i>	8
Gambar 2.5	Ketinggian Matahari Dan Nilai <i>Air Mass</i> (AM) Di Van Dates Berlin	10
Gambar 2.6	Spektrum Gelombang Elektromagnetik	11
Gambar 2.7	Definisi Sudut-Sudut yang Menggambarkan Posisi Matahari	12
Gambar 2.8	Definisi Sudut Matahari (<i>Solar Angle</i>) Yang Datang Pada Permukaan Miring	14
Gambar 2.9	Pemantulan Cahaya Pada Cermin Datar	15
Gambar 2.10	Arah Pemantulan Cahaya Matahari Saat posisi Matahari Tegak Lurus Bidang Solar Cell	16
Gambar 2.11	Struktur Kristal Silikon dan Konduktivitas Intrinsik	17
Gambar 2.12	Konduksi Ekstrinsik Doping Silikon P dan N	18
Gambar 2.13	Formasi Ruang Muatan Pada Penghubung P-N Melalui Difusi Elektron dan <i>Hole</i>	19
Gambar 2.14	<i>Gallium Arsenide Cell</i>	21
Gambar 2.15	<i>Cadmium Sulfide Cell</i>	22
Gambar 2.16	Lapisan <i>Polycrystalline</i> Tanpa Pelapisan <i>Anti reflection</i>	23
Gambar 2.17	Struktur Lapisan <i>Dye Sensitized Ceil</i>	25
Gambar 2.18	Pembacaan Nilai <i>Voc</i> Pada Multimeter Kondisi Cuaca Cerah	26
Gambar 2.19.	Pembacaan Nilai <i>Isc</i> Pada Multimeter Kondisi Cuaca Berawan	27
Gambar 2.20	Karakteristik Tegangan-Arus dan Kurva Daya	27
Gambar 2.21	Kemampuan Sel Surya Pada <i>Temperature 25⁰ C</i> Dengan Berbagai Perubahan Tingkat <i>Irradiance</i>	28
Gambar 2.22	Kemampuan Sel Surya Pada Beberapa Variasi Temperatur Dengan Tingkat <i>Irradiance</i> 1000 Watt / m ²	29
Gambar 2.23	Karakteristik Tegangan – Arus (<i>V – I Characteristic</i>) Pada Silikon	

<i>Solar Cell</i>	30
Gambar 2.24 Grafik Nilai <i>Fill Factor</i> sebagai fungsi <i>Voc</i> / (kT/q)	32
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 3.2 Alat Penyangga Solar Cell dengan <i>Reflector</i>	37
Gambar 3.3 <i>Photovoltaic Module</i> Model: ST-50-5M	37
Gambar 3.4 Multimeter	39
Gambar 3.5 <i>Interface, Thermocouple</i> dan Kabel Konektor Penghubung ke Komputer	40
Gambar 3.6 Solar Power Meter	43
Gambar 4.1 Hubungan Suhu Terhadap <i>Irradiance</i> Pada PV Module Tanpa Reflektor	46
Gambar 4.2 Hubungan Suhu Terhadap <i>Irradiance</i> Pada PV Module Menggunakan Reflektor Sudut 50 Derajat	46
Gambar 4.3 Hubungan Suhu Terhadap <i>Irradiance</i> Pada PV Module Menggunakan Reflektor Sudut 60 Derajat	47
Gambar 4.4 Hubungan Suhu Terhadap <i>Irradiance</i> Pada PV Module Menggunakan Reflektor Sudut 70 Derajat	47
Gambar 4.5 Hubungan Suhu Terhadap <i>Irradiance</i> Pada PV Module Menggunakan Reflektor Sudut 80 Derajat	48
Gambar 4.6 Hubungan Suhu Terhadap Arus Pada PV Module Tanpa Reflektor	50
Gambar 4.7 Hubungan Suhu Terhadap Arus Pada PV Module Menggunakan Reflektor Sudut 50 Derajat	51
Gambar 4.8 Hubungan Suhu Terhadap Arus Pada PV Module Menggunakan Reflektor Sudut 60 Derajat	51
Gambar 4.9 Hubungan Suhu Terhadap Arus Pada PV Module Menggunakan Reflektor Sudut 70 Derajat	52
Gambar 4.10 Hubungan Suhu Terhadap Arus Pada PV Module Menggunakan Reflektor Sudut 80 Derajat	52
Gambar 4.11 Hubungan Suhu Terhadap Tegangan Pada PV Module Tanpa Reflektor	54
Gambar 4.12 Hubungan Suhu Terhadap Tegangan Pada PV Module	

Menggunakan Reflektor Sudut 50 Derajat	55
Gambar 4.13 Hubungan Suhu Terhadap Tegangan Pada PV Module	
Menggunakan Reflektor Sudut 60 Derajat	55
Gambar 4.14 Hubungan Suhu Terhadap Tegangan Pada PV Module	
Menggunakan Reflektor Sudut 70 Derajat	56
Gambar 4.15 Hubungan Suhu Terhadap Tegangan Pada PV Module	
Menggunakan Reflektor Sudut 80 Derajat	56
Gambar 4.16 Hubungan Suhu Terhadap Daya Keluaran Pada PV Module Tanpa Reflektor	58
Gambar 4.17 Hubungan Suhu Terhadap Daya Keluaran Pada PV Module	
Menggunakan Reflektor Sudut 50 Derajat	59
Gambar 4.18 Hubungan Suhu Terhadap Daya Keluaran Pada PV Module	
Menggunakan Reflektor Sudut 60 Derajat	59
Gambar 4.19 Hubungan Suhu Terhadap Daya Keluaran Pada PV Module	
Menggunakan Reflektor Sudut 70 Derajat	60
Gambar 4.20 Hubungan Suhu Terhadap Daya Keluaran Pada PV Module	
Menggunakan Reflektor Sudut 80 Derajat	60
Gambar 4.21 Hubungan Suhu Terhadap Efisiensi Pada PV Module Tanpa Reflektor	62
Gambar 4.22 Hubungan Suhu Terhadap Efisiensi Pada PV Module Menggunakan Reflektor Sudut 50 Derajat	63
Gambar 4.23 Hubungan Suhu Terhadap Efisiensi Pada PV Module Menggunakan Reflektor Sudut 60 Derajat	63
Gambar 4.24 Hubungan Suhu Terhadap Efisiensi Pada PV Module Menggunakan Reflektor Sudut 70 Derajat	64
Gambar 4.25 Hubungan Suhu Terhadap Efisiensi Pada PV Module Menggunakan Reflektor Sudut 80 Derajat	64
Gambar 4.26 Grafik Hubungan Efisiensi Terhadap Waktu Pada Saat Tanpa Reflektor	66
Gambar 4.27 Grafik Hubungan Efisiensi Terhadap Waktu Menggunakan Reflektor Sudut 50 Derajat	67

Gambar 4.28 Grafik Hubungan Efisiensi Terhadap Waktu Menggunakan Reflektor Sudut 60 Derajat	67
Gambar 4.29 Grafik Hubungan Efisiensi Terhadap Waktu Menggunakan Reflektor Sudut 70 Derajat	68
Gambar 4.30 Grafik Hubungan Efisiensi Terhadap Waktu Menggunakan Reflektor Sudut 80 Derajat	68

NOMENKLATUR

Lambang	Keterangan	Satuan
A	Luas Permukaan <i>Photovoltaic Module</i>	m^2
α_s	Sudut <i>altitude/ Sudut Ketinggian</i>	0
β	<i>Slope / Kemiringan panel surya terhadap horizontal</i>	0
γ	Sudut Azimuth Permukaan <i>PV module</i>	0
γ_s	Sudut Azimuth Matahari	0
δ	Sudut Deklinasi	0
ω_s	Sudut Jam	0
θ	Sudut Datang Matahari (<i>angle of incidence</i>)	0
θ_z	Sudut Zenith	0
ϕ	Sudut lintang	0
FF	<i>Fill Factor / Faktor Pengisian</i>	
Ir	Intensitas Radiasi Matahari	Watt/m^2
I_{sc}	Arus Hubung Singkat	Ampere
η	Efisiensi	%
P_{in}	Daya Masukan	Watt
V_{oc}	Tegangan Rangkaian Terbuka	Volt
P_{out}	Daya Keluaran	Watt