

ABSTRAK

Hariyanto Wibowo:

Skripsi

Studi Penggunaan *Solar Reflector* Untuk Optimalisasi *Output* Daya
Pada *Photovoltaic (PV) Module*

Potensi energi cahaya matahari sebagai sumber energi terbarukan banyak tersedia di alam. Oleh karena itu, sejak diciptakan sebuah teknologi yang dapat mengkonversikan cahaya matahari menjadi energi listrik yang dinamakan *solar cell* (sel surya), maka harapan pada pengembangan teknologi ini menjadi sangat besar. Tetapi pada kenyataannya, efisiensi dari sel surya yang ada saat ini masih rendah. Dampak dari efisiensi sel surya yang rendah ini, berpengaruh pada hasil *output* daya listrik pada *PV module*. Untuk itu perlu upaya untuk mengoptimalkan *output* daya *PV module* agar efisiensinya dapat meningkat juga.

Pada Tugas Akhir ini, digunakan 2 buah cermin datar sebagai *solar reflector* yang dipasang di sisi kanan dan kiri dari *PV module* dengan tujuan agar perolehan daya pada *PV module* dapat meningkat. Pengukuran dilakukan dengan mengarahkan posisi *PV modul* beserta *solar reflectornya* ke utara mengikuti posisi letak dari matahari pada saat tanggal, bulan, dan tahun pengukuran dilakukan. Sudut dari *solar reflectornya* diatur lebih besar dari 45 derajat, agar pantulan cahaya matahari dari *solar reflector* lebih banyak menuju bidang *PV modul*. Sudut pantul *solar reflector* yg diujikan adalah 50^0 , 60^0 , 70^0 dan 80^0 .

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisa yang telah dilakukan, didapatkan perolehan daya yang maksimal pada *solar cell* yaitu dengan mengarahkan *solar cell* mengikuti posisi letak matahari pada waktu percobaan dilakukan dengan posisi sudut dari *solar reflector*-nya sebesar 60^0 . Kenaikan daya yang dihasilkan oleh *solar cell* dapat meningkat 24.82% dibandingkan tanpa menggunakan *solar reflector*.

Kata Kunci : Energi Matahari, *Solar Cell*, *Solar Reflector*, Daya.

ABSTRACT

Hariyanto Wibowo :

Thesis

The Study Of Using Solar Reflector For Optimizing Power Output On Photovoltaic Module

The potential of sunlight energy as a renewable energy is abundant in the world. Therefore, since the invention of solar cell, technology that can convert sunlight energy into electrical energy, the expectation on this development of this technology is big. But in fact, efficiency from solar cells are low. This impact (low efficiency) can be influence power output on PV module. Therefore, there are always efforts to optimizing power output on PV module in order that efficiency on this PV module can be increased.

In this final project, two mirror is used as solar reflector are installed in right and left side from PV module in order that power output on PV module can be increased. Measuring was done by aiming the PV module position with solar reflector to the north followed the position of the location from the sun when the date, the month, and the measuring year were done. The angle from solar reflector was arranged bigger than 45 degree, in order that the reflection of the sunlight from solar reflector more often go in the direction area of PV module. The reflection angle of solar reflector that was experimented is 50 degree, 60 degree, 70 degree and 80 degree.

According to the result of measuring and analysis process, that is by aiming solar cell followed the position of the location of the sun when the experiment was done with the position of the angle from solar reflector is 60⁰, then the rise in the power that was produced by solar cell could increase by 24.82% was compared without using solar reflector.

Key Words: Sun Energy, Solar Cell, Solar Reflector, Power

DAFTAR ISI

HALAMAN KULIT	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Tugas Akhir	3
1.4. Metodologi Penelitian	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
2. TEORI PENUNJANG	6
2.1. Matahari.....	6
2.1.1. Energi Matahari.....	7
2.2. Bumi.....	8
2.2.1. Pengaruh Revolusi Bumi	9
2.2.2. Perhitungan Posisi Letak Matahari.....	10
2.2.2. Pengaruh Rotasi Bumi.....	12
2.3. Radiasi Matahari	12
2.3.1. Pengaruh Pola Lintasan Matahari Terhadap Intensitas Radiasinya.....	14
2.3.2. Upaya Untuk Mendapatkan Radiasi Yang Lebih Banyak.....	15
2.3.3. Cermin Datar.....	15
2.4. Cahaya.....	16
2.4.1. Aplikasi Pemantulan Cahaya Matahari Pada <i>Solar Reflector</i> , Jika Posisi Letak Matahari Tegak Lurus Bidang <i>Solar Cell</i>	18

2.5. Photovoltaic	19
2.5.1. Sejarah <i>Photovoltaic</i>	19
2.5.2. Karakteristik Dari <i>Solar Cell</i>	19
2.5.2.1. Tegangan <i>Open Circuit</i> (Voc).....	20
2.5.2.2. Arus <i>Short Circuit</i> (Isc).....	20
2.5.2.3. Efek Perubahan Intensitas Cahaya Matahari.....	21
2.5.2.4. Efek Perubahan Temperatur Pada <i>Solar Cell</i>	21
2.5.2.5. Karakteristik Tegangan – Arus (V – I <i>Characteristic</i>) Pada <i>Solar Cell</i>	22
2.5.3. Prinsip Kerja Dari <i>Photovoltaic Module / Solar Cell</i>	24
2.5.4. Jenis Solar Sel.....	26
2.5.4.1. <i>Single Crystalline Cell</i>	26
2.5.4.2. <i>Polycrystalline Cell</i>	28
2.5.4.3. <i>Electrochemical Cell</i>	28
2.5.4.4. <i>Amorphous Silicon Cell</i>	29
2.5.7. Daya dan Efisiensi Pada <i>Solar Cell</i>	30
3. PENGUMPULAN DATA	33
3.1. Variabel Pengumpulan Data.....	33
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	33
3.2.1. Gedung J Universitas Kristen Petra Surabaya.....	34
3.2.2. Data Teknis Peralatan <i>Solar Reflector</i> &Alat Ukur Yang Dipakai	35
3.2.2.1. <i>Solar Reflector</i>	35
3.2.2.2. <i>Photovoltaic Module</i>	36
3.2.2.3 Voltmeter.....	39
3.2.2.4. Tang Ampere.....	41
3.2.2.5. Kompas.....	42
3.2.2.6. Pengukur Suhu (<i>Infrared Thermometer</i>).....	42
3.2.3. Data Hasil Pengukuran Di Lapangan.....	43
4. ANALISA DATA.....	48
4.1. Analisa Perbandingan Pengukuran <i>Solar Cell</i> Dengan <i>Solar Reflector Terhadap Solar Cell Tanpa Solar Reflector</i> Yang Diarahkan Mengikuti Posisi Letak Matahari.....	48
5. PENUTUP.....	71
5.1. Kesimpulan.....	71
5.2. Saran.....	72
DAFTAR REFERENSI	73
LAMPIRAN	74

DAFTAR GAMBAR

2.1. <i>Energy Cubes</i>	8
2.2. Pergerakan Bumi Mengelilingi Matahari.....	9
2.3. Posisi Letak Matahari Berdasarkan Tanggal.....	11
2.4. Distribusi Radiasi Matahari Sampai Ke Permukaan Bumi	13
2.5. <i>Spectrum Of Sunlight</i>	14
2.6. Pemantulan Cahaya Pada Cermin Datar	16
2.7. Spektrum Warna Cahaya Matahari.....	17
2.8. Arah Pemantulan Cahaya Matahari Jika Posisi Matahari Tegak Lurus Bidang <i>Solar Cell</i>	18
2.9. Pembacaan Nilai Voc Pada Voltmeter Kondisi Cuaca Cerah.....	20
2.10. Pembacaan Nilai Isc Pada Tang Ampere Kondisi Cuaca Mendung.....	20
2.11. Kemampuan Sel Surya Pada <i>Temperature 25⁰C</i> Dengan Berbagai Perubahan Tingkat <i>Irradiance</i>	21
2.12. Kemampuan Sel Surya Pada Beberapa Variasi Temperatur Dengan Tingkat <i>Irradiance</i> 1000 Watt / m ²	22
2.13. Karakteristik Tegangan – Arus (<i>V – I Characteristic</i>) Pada Silikon <i>Solar Cell</i>	23
2.14. Susunan Atom Pada <i>Layer N Solar Cell</i>	25
2.15. Susunan Atom Pada <i>Layer P Solar Cell</i>	25
2.16. Proses Pembangkitan Energi Listrik Pada Sebuah <i>Photovoltaic</i> <i>Module</i>	26
2.17. <i>Gallium Arsenide Cell</i>	27
2.18. <i>Cadmium Sulfide Cell</i>	27
2.19. <i>Polycrystalline Cell</i>	28

2.20. <i>Electrochemical Cell</i>	29
2.21. Grafik Nilai <i>Fill Factor</i> Sebagai Fungsi $V_{oc} / (kT/q)$	31
3.1. Gedung J Dilihat Dari Gedung P	34
3.2. Suasana Pengukuran Di Atap Gedung J	35
3.3. Kerangka Alat.....	35
3.4. <i>Solar Reflector</i> Yang Sudah Jadi.....	36
3.5. Kyocera <i>Multicrystalline KC50T PV Module</i>	36
3.6. Karakteristik Tegangan – Arus <i>PV Module KC50T</i> Pada Variasi Temperatur <i>Solar Cell</i> Yang Berbeda-beda	37
3.7. Karakteristik Tegangan – Arus <i>PV Module KC50T</i> Pada Variasi Intensitas Radiasi Matahari Yang Berbeda-beda	38
3.8. Dimensi Fisik Kyocera <i>KC50T PV Module</i>	38
3.9. Voltmeter Fluke 337 <i>True RMS Clamp Meter</i>	39
3.10. Tang <i>Ampere Kyoritsu Kew Snap Model 2033 Digital AC/DC Clamp</i> Meter.....	41
3.11. Kompas.....	42
3.12. Termometer Suhu Raytek PM Plus	42
3.13. Posisi Kemiringan <i>Solar Cell</i> 30.86^0 Ke Arah Utara.....	44
4.1. Perbandingan I_{sc} dengan <i>Reflector</i> (50^0) dan tanpa <i>Reflector</i>	50
4.2. Perolehan Daya (Dengan <i>Reflector</i> 50^0 dan Tanpa <i>Reflector</i>).....	53
4.3. Perbandingan I_{sc} dengan <i>Reflector</i> (60^0) dan tanpa <i>Reflector</i>	55
4.4. Perolehan Daya (Dengan <i>Reflector</i> 60^0 dan Tanpa <i>Reflector</i>).....	58
4.5. Perbandingan I_{sc} dengan <i>Reflector</i> (70^0) dan tanpa <i>Reflector</i>	60
4.6. Perolehan Daya (Dengan <i>Reflector</i> 70^0 dan Tanpa <i>Reflector</i>).....	63
4.7. Perbandingan I_{sc} dengan <i>Reflector</i> (80^0) dan tanpa <i>Reflector</i>	65
4.8. Perolehan Daya (Dengan <i>Reflector</i> 80^0 dan Tanpa <i>Reflector</i>)	68

4.9. Pengaruh Sudut Reflektor Terhadap Rata-rata faktor pembanding.....	69
4.10. Pengaruh Sudut Reflektor Terhadap Prosentase Kenaikan Perolehan Daya.....	70

DAFTAR TABEL

2.1. <i>Data for the Sun and the Earth</i>	7
2.2. Tabel Perbandingan Efisiensi Material Bahan Pembuat <i>Solar Cell</i>	29
3.1. Data Spesifikasi Teknis PV <i>module</i> KC50T	37
3.2. Data Teknis Spesifikasi Pada Fluke 337 True RMS Clamp Meter	40
3.3. Data Pengukuran PV Modul Tanpa <i>Reflector</i>	45
3.4. Data Pengukuran PV Modul Dengan <i>Reflector</i> 50 ⁰	45
3.5. Data Pengukuran PV Modul Dengan <i>Reflector</i> 60 ⁰	46
3.6. Data Pengukuran PV Modul Dengan <i>Reflector</i> 70 ⁰	46
3.7. Data Pengukuran PV Modul Dengan <i>Reflector</i> 80 ⁰	47
4.1. Data Pengukuran (Dengan <i>Reflector</i> 50 ⁰ dan Tanpa <i>Reflector</i>).....	49
4.2. Perbandingan Isc dengan <i>Reflector</i> (50 ⁰) dan tanpa <i>Reflector</i>	50
4.3. Perolehan Daya <i>Solar Cell</i> dengan <i>Reflector</i> (50 ⁰) dan tanpa <i>Reflector</i>	51
4.4. Perbandingan Perolehan Daya (dengan <i>Reflector</i> 50 ⁰ dan Tanpa <i>Reflector</i>).....	52
4.5. Data Pengukuran (Dengan <i>Reflector</i> 60 ⁰ dan Tanpa <i>Reflector</i>).....	54
4.6. Perbandingan Isc dengan <i>Reflector</i> (60 ⁰) dan tanpa <i>Reflector</i>	55
4.7. Perolehan Daya <i>Solar Cell</i> dengan <i>Reflector</i> (60 ⁰) dan tanpa <i>Reflector</i>	56
4.8. Perbandingan Perolehan Daya (dengan <i>Reflector</i> 60 ⁰ dan Tanpa <i>Reflector</i>).....	57
4.9. Data Pengukuran (Dengan <i>Reflector</i> 70 ⁰ dan Tanpa <i>Reflector</i>).....	59
4.10. Perbandingan Isc dengan <i>Reflector</i> (70 ⁰) dan tanpa <i>Reflector</i>	60
4.11. Perolehan Daya <i>Solar Cell</i> dengan <i>Reflector</i> (70 ⁰) dan tanpa <i>Reflector</i>	61
4.12. Perbandingan Perolehan Daya (dengan <i>Reflector</i> 70 ⁰ dan Tanpa <i>Reflector</i>).....	62

4.13. Data Pengukuran (Dengan <i>Reflector</i> 80 ⁰ dan Tanpa <i>Reflector</i>).....	64
4.14. Perbandingan <i>Isc</i> dengan <i>Reflector</i> (80 ⁰) dan tanpa <i>Reflector</i>	65
4.15. Perolehan Daya <i>Solar Cell</i> dengan <i>Reflector</i> (80 ⁰) dan tanpa <i>Reflector</i>	66
4.16. Perbandingan Perolehan Daya (dengan <i>Reflector</i> 80 ⁰ dan Tanpa <i>Reflector</i>).....	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: <i>Paper Maximizing the Power Output of a Crystalline Silicon Photovoltaic Module through the Use of a Solar Concentrators</i>	74
Lampiran 2: Poster Tugas Akhir	75
Lampiran 3: Proposal Tugas Akhir	76