



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

OPTIMALISASI DAYA MENGGUNAKAN REFLEKTOR
DALAM RANCANG BANGUN PANEL SURYA
MONOCRYSTALLINE 100WP

Adi Darmawan Pratomo
NIM 1812070

Dosen Pembimbing
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, S.T., M.T.
Awan Uji Krismanto, S.T., M.T., Ph.D.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Agustus 2022



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**OPTIMALISASI DAYA MENGGUNAKAN REFLEKTOR
DALAM RANCANG BANGUN PANEL SURYA
MONOCRYSTALLINE 100WP**

Adi Darmawan Pratomo
NIM 1812070

Dosen Pembimbing
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, S.T., M.T.
Awan Uji Krismanto, S.T., M.T., Ph.D.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Agustus 2022

**OPTIMALISASI DAYA MENGGUNAKAN
REFLEKTOR DALAM RANCANG BANGUN
PANEL SURYA *MONOCRYSTALLINE* 100WP**

SKRIPSI

Adi Darmawan Pratomo

NIM 1812070

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Elektro S-1
Peminatan Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Irrine Budi Sulistiawati, S.T., M.T.

NIP. 19770615 200501 2 002

Awan Uji Krisnanto, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19800301 200501 1 002

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT

NIP. P. 1030100361

MALANG
Agustus, 2022



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417836 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Adi Darmawan Pratomo
NIM : 1812070
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Energi Listrik S-1
Masa Bimbingan : Semester Genap 2021/2022
Judul Skripsi : **Optimalisasi Daya Menggunakan Reflektor Dalam Rancang Bangun Panel Surya Monocrystalline 100WP**

Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 11 Agustus 2022
Nilai : 82.9 (A) *f*

Panitia Ujian Skripsi

Majelis Ketua Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, S.T., M.T.
NIP. P. 1030100361

Sekretaris Majelis Penguji

Sotyohadi, S.T., M.T.
NIP. Y. 1039700309

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Dr. Ir. Widodo Pudi Muljanto, M.T.
NIP. Y. 1028700171

Dosen Penguji II

Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, M.T.
NIP. 19610503 199202 1 001



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Adi Darmawan Pratomo
NIM : 1812070
Jurusan / Peminatan : Teknik Energi Listrik
ID KTP / Paspor : 3574042702000001
Alamat : Jl. Mastrip 1 No. 29, Kota Probolinggo
Judul Skripsi : **Optimalisasi Daya Menggunakan Reflektor
Dalam Rancang Bangun Panel Surya
Monocrystalline 100WP**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini digugurkan, serta di proses sesuai dengan perundang – undangan yang berlaku.

Malang, 1 September 2022
Yang membuat pernyataan



Adi Darmawan Pratomo
NIM. 1812070

ABSTRAK

OPTIMALISASI DAYA MENGGUNAKAN REFLEKTOR DALAM RANCANG BANGUN PANEL SURYA MONOCRYSTALLINE 100WP

ADI DARMAWAN PRATOMO, NIM : 1812070

Dosen Pembimbing I : Dr. Irrine Budi Sulistiawati, S.T., M.T.,

Dosen Pembimbing II : Awan Uji Krismanto, S.T., M.T., Ph.D.

Panel surya menjadi alternatif pembangkitan energi listrik paling populer. Kendala terbesar panel surya adalah daya yang dihasilkan tidak selalu maksimal dikarenakan banyak faktor seperti iradiasi matahari yang selalu berubah arah dan nilai intensitasnya. Metode paling umum digunakan dalam mengatasi kendala tersebut adalah menggunakan *solar tracker*. Namun hasil solar tracker masih belum maksimal. Terdapat alternatif terbaru untuk meningkatkan daya panel surya dengan menggunakan reflektor. Penelitian ini berfokus pada peningkatan daya keluaran panel surya menggunakan dua buah reflektor berupa cermin datar yang digerakkan menggunakan motor aktuator menurut pembacaan data dari sensor iradiasi. Metode ini dinamakan *solar concentrator* dua reflektor. Hasil penelitian adalah metode *solar concentrator* mampu memaksimalkan daya tertinggi yang dihasilkan panel surya *monocrystalline* kapasitas 100 WP sebesar 93,61 Watt pada pukul 11.45 siang dengan kondisi iradiasi maksimum. Total energi yang diperoleh menggunakan *solar concentrator* dari pukul 8.00 pagi hingga 16.00 sore sebesar 614Wh. Sedangkan panel surya kondisi diam statis hanya menghasilkan 419Wh. Sehingga besar peningkatan energi menggunakan *solar concentrator* adalah 46% lebih besar daripada tanpa reflektor.

Kata kunci : Reflektor, Solar Concentrator, Monocrystalline.

ABSTRACT

OPTIMIZING POWER USING REFLECTOR IN 100WP MONOCRYSTALLINE SOLAR PANEL DESIGNS

ADI DARMAWAN PRATOMO, NIM : 1812070

Supervisor I : Dr. Irrine Budi Sulistiawati, S.T., M.T.,

Supervisor II : Awan Uji Krismanto, S.T., M.T., Ph.D.

Solar panels are the most popular alternative for generating electrical energy. The biggest obstacle for solar panels is that the power produced is not always optimal due to many factors such as solar irradiation which always changes direction and intensity value. The most common method used to overcome these obstacles is to use a solar tracker. However, the results of the solar tracker are still not optimal. There is a alternative to increase the power of solar panels by using reflectors. This study focuses on increasing the output power of the solar panel using two reflectors in the form of a flat mirror that is driven using a actuator according to data readings from the irradiation sensor. This method is called a two-reflector solar concentrator. The result of the research is that the solar concentrator method is able to maximize the highest power produced 93,61 Watts by monocrystalline solar panels with a capacity of 100 Wp at 11.45 a.m. with maximum irradiation conditions. The total energy obtained using a solar concentrator from 8.00 a.m. to 4.00 p.m. is 614Wh. While the solar panels in static conditions only produce 419Wh. So that the increase in energy using a solar concentrator is 46% greater than the static method.

Keywords : Reflector, Solar Concentrator, Monocrystalline.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, penyusunan penelitian yang berjudul **“OPTIMALISASI DAYA MENGGUNAKAN REFLEKTOR DALAM RANCANG BANGUN PANEL SURYA MONOCRYSTALLINE 100WP”** dapat dilaksanakan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa proses penelitian ini banyak mengalami kendala, namun atas bantuan, bimbingan, dan kerjasama dari berbagai pihak, serta berkah dari Tuhan Yang Maha Esa sehingga kendala tersebut dapat segera diatasi. Untuk itu penulis haturkan ucapan terimakasih kepada :

- 1 Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I, dan Bapak Awan Uji Krismanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa membimbing dan memberikan arahan dalam pengerjaan skripsi ini.
- 2 Bapak Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, M.T. selaku dosen penguji I, dan Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, M.T. selaku dosen penguji II yang telah memberikan masukan dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini.
- 3 Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1, ITN Malang.
- 4 Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan dan doa terhadap kelancaran pengerjaan skripsi ini.
- 5 Teman – teman yang senantiasa saling membantu dalam menyelesaikan pengerjaan skripsi ini, khususnya keluarga teknik elektro S-1 angkatan tahun 2018.

Malang, Agustus 2022

(Adi Darmawan Pratomo)
Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Iradiasi Matahari	7
2.1.1 Intensitas Iradiasi Matahari Per Bulan	8
2.1.2 Intensitas Iradiasi Matahari Terhadap Waktu	9
2.2 Sistem Pelacak Iradiasi Matahari	10
2.3 Sistem <i>Solar Concentrator</i>	10
2.4 Panel Surya	12
2.4.1 Jenis Sel Panel Surya	13
2.4.2 Prinsip Kerja Panel Surya	15
2.4.3 Karakteristik Kurva V – I Panel Surya	16
2.4.4 Hubungan Iradiasi dan Daya Panel Surya.....	17
2.4.5 Hubungan Suhu dan Daya Panel Surya	17
2.5 Daya dan Energi Listrik	18
2.6 Aktuator Linear	19
2.7 Sensor Daya	20
2.8 Sensor Iradiasi.....	21
2.9 Sensor Suhu.....	22
2.10 Sistem Akuisisi Data	22
2.11 Arduino	24
2.12 SCC MPPT.....	26

2.13	Baterai	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1	Sistem Kerja <i>Solar Concentrator</i> Dua Reflektor	
	Satu Aksis	29
3.1.1	Blok Diagram Alat.....	31
3.2	Skema Rangkaian Alat.....	33
3.2.1	Rangkaian Sensor Iradiasi.....	33
3.2.2	Rangkaian Sensor Suhu	34
3.2.3	Rangkaian Sensor Daya	35
3.2.4	Rangkaian Data Logger	36
3.2.5	Rangkaian LCD 16x2	37
3.2.6	Rangkaian Penggerak Aktuator	38
3.3	Tahap Penelitian.....	39
3.4	Metode Perhitungan Energi.....	43
3.5	Data Pendukung Penelitian	43
3.5.1	Spesifikasi Panel Surya.....	43
3.5.2	Spesifikasi MPPT	43
3.5.3	Spesifikasi Baterai	44
3.5.4	Spesifikasi Beban.....	44
3.5.5	Tempat Penelitian	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		45
4.1	Pengujian Intensitas Iradiasi Matahari	45
4.2	Pengaruh Iradiasi Terhadap Suhu Panel Surya	47
4.3	Analisis Kurva Tegangan	48
4.4	Analisis Kurva Arus	50
4.5	Analisis Kurva Daya	52
4.6	Analisis Hasil Jumlah Energi	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN.....		60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis Iradiasi Yang Diterima Bumi	7
Gambar 2.2 Ilustrasi Proses Revolusi Bumi.....	8
Gambar 2.3 Intensitas Iradiasi Kota Malang Tahun 2018.....	8
Gambar 2.4 Kurva Nilai Iradiasi Matahari Terhadap Waktu	9
Gambar 2.5 Ilustrasi Proses Rotasi Bumi.....	9
Gambar 2.6 Sistem <i>Solar Tracker</i> Satu Aksis Dan Dua Aksis	10
Gambar 2.7 Jenis Reflektor Sistem <i>Solar Concentrator</i>	11
Gambar 2.8 <i>Concentrated Solar Power</i> (CSP)	11
Gambar 2.9 Desain Prototipe <i>Solar Concentrator</i> Dua Reflektor Satu Aksis	41
Gambar 2.10 Panel Surya <i>Monocrystalline</i> Dan <i>Polycrystalline</i>	13
Gambar 2.11 Panel Surya <i>Thin Film</i>	14
Gambar 2.12 Panel Surya <i>Monocrystalline</i> 100WP Pada Prototipe	14
Gambar 2.13 Prinsip Kerja Panel Surya.....	15
Gambar 2.14 Kurva Tegangan Dan Arus Panel Surya.....	16
Gambar 2.15 Kurva Iradiasi Matahari Terhadap Daya Panel Surya	17
Gambar 2.16 Kurva Suhu Terhadap Daya Panel Surya	18
Gambar 2.17 Ilustrasi Keterkaitan Daya Dan Energi Listrik	18
Gambar 2.18 Motor Aktuator Linear	19
Gambar 2.19 Modul Sensor Daya	20
Gambar 2.20 Modul Sensor Iradiasi	21
Gambar 2.21 Modul Sensor Suhu	22
Gambar 2.22 Modul Pewaktu	23
Gambar 2.23 Modul SD Card	23
Gambar 2.24 Arduino Nano.....	24
Gambar 2.25 Perangkat Lunak Arduino IDE.....	25
Gambar 2.26 Modul SCC MPPT	26
Gambar 2.27 Baterai Asam Timbal	27
Gambar 3.1 Prototipe <i>Solar Concentrator</i> Dua Reflektor Satu Aksis ...	29
Gambar 3.2 Flowchart Kerja <i>Solar Concentrator</i>	30
Gambar 3.3 Blok Diagram Alat	31
Gambar 3.4 Rangkaian Modul Sensor Iradiasi	33
Gambar 3.5 Rangkaian Modul Sensor Suhu	34
Gambar 3.6 Rangkaian Modul Sensor Daya	35

Gambar 3.7 Rangkaian Modul <i>Data Logger</i>	36
Gambar 3.8 Rangkaian Modul Lcd 16x2.....	37
Gambar 3.9 Rangkaian Modul Penggerak Aktuator	38
Gambar 3.10 Alur Tahapan Penelitian	39
Gambar 3.11 Ilustrasi Percobaan Tanpa Reflektor	40
Gambar 3.12 Ilustrasi Panel Surya Solar Concentrator dengan satu reflektor	41
Gambar 3.13 Ilustrasi Percobaan Dua Reflektor (Tanpak Samping)	42
Gambar 3.14 Ilustrasi Percobaan Dua Reflektor (Tanpak Serong)	42
Gambar 4.1 Kurva Intensitas Iradiasi Matahari	45
Gambar 4.2 Kurva Pengujian Data Suhu Panel Surya	47
Gambar 4.3 Hasil Analisis Kurva Tegangan.....	48
Gambar 4.4 Hasil Analisis Kurva Arus.....	50
Gambar 4.5 Hasil Analisis Kurva Daya.....	52
Gambar 4.6 Hasil Analisis Kurva Energi.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Aktuator Linear.....	20
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor Daya.....	20
Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor Iradiasi	21
Tabel 2.4 Spesifikasi Sensor Suhu	22
Tabel 2.5 Spesifikasi Modul SD Card.....	23
Tabel 2.6 Spesifikasi Modul Pewaktu.....	23
Tabel 2.7 Spesifikasi Arduino Nano	25
Tabel 3.1 Pinout Modul Sensor Iradiasi.....	33
Tabel 3.2 Pinout Modul Sensor Suhu.....	34
Tabel 3.3 Pinout Modul Sensor Daya	35
Tabel 3.4 Pinout Modul Waktu.....	36
Tabel 3.5 Pinout Modul SD Card.....	37
Tabel 3.6 Pinout Modul Lcd 16x2	38
Tabel 3.7 Pinout Modul Penggerak Aktuator.....	39
Tabel 3.8 Spesifikasi Panel Surya	43
Tabel 4.1 Analisis Data Tegangan	49
Tabel 4.2 Analisis Data Arus	51
Tabel 4.3 Analisis Data Daya.....	53
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Total Energi Yang Dihasilkan.....	54