

**ANALISIS PERBANDINGAN DAYA *OUTPUT* SERTA EFISIENSI MODUL
SURYA TANPA MENGGUNAKAN REFLEKTOR DAN MENGGUNAKAN
REFLEKTOR ATAP GALVALUM DAN ALUMINIUM FOIL**

SKRIPSI

Oleh:

**DAVID SOALON SIAHAAN
NIM: 1852050006**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2022**

**ANALISIS PERBANDINGAN DAYA *OUTPUT* SERTA EFISIENSI
MODUL SURYA TANPA MENGGUNAKAN REFLEKTOR DAN
MENGGUNAKAN REFLEKTOR ATAP GALVALUM DAN
ALUMINIUM FOIL**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik
(S.T) Pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia

Oleh :

David Soaloon Siahaan
NIM : 1852050006



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2022**



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : David Soaloon Siahaan
Nim : 1852050006
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa Tugas Akhir dengan judul "ANALISIS PERBANDINGAN DAYA *OUTPUT* SERTA EFISIENSI MODUL SURYA TANPA MENGGUNAKAN REFLEKTOR DAN MENGGUNAKAN REFLEKTOR ATAP GALVALUM DAN ALUMINIUM FOIL" adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam refrensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universita lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara refrensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam refrensi pada tugas.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal.

Jakarta, 4 Agustus 2022



(David Soaloon Siahaan)



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERBANDINGAN DAYA *OUTPUT* SERTA EFISIENSI MODUL SURYA
TANPA MENGGUNAKAN REFLEKTOR DAN MENGGUNAKAN REFLEKTOR
ATAP GALVALUM DAN ALUMINIUM FOIL**

Oleh :

Nama : David Soaloon Siahaan
Nim : 1852050006
Program Studi : Teknik Elektro
Peminatan : Teknik Energi Listrik

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir guna mencapai gelar Sarjana Strata Satu/ pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Jakarta, 4 Agustus 2022

Menyetujui,

Pembimbing 1

(Ir. Robinson Purba, M.T)

NIDN : 0307015102

Pembimbing 2

(Stepanus, S.T, M.T)

NIDN : 0310098002

Ketua Program Studi
Teknik Elektro,



(Ir. Bambang Widodo, M.T)

NIDN : 030115901

Dekan,



(Ir. Galuh Widati, M.Sc)

NIDN : 0326126103



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

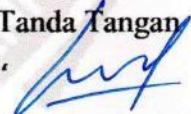

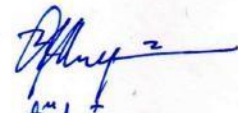

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada tanggal 4 Agustus 2022 telah dilaksanakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama :

Nama : David Soaloon Siahaan
Nim : 1852050006
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul “ANALISIS PERBANDINGAN DAYA *OUTPUT* SERTA EFISIENSI MODUL SURYA TANPA MENGGUNAKAN REFLEKTOR DAN MENGGUNAKAN REFLEKTOR ATAP GALVALUM DAN ALUMINIUM FOIL” oleh tim penguji yang terdiri dari :

Dewan Penguji

Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1. Ir. Bambang Widodo, M.T	Ketua	
2. Ir. Robinson Purba, M.T	Anggota	
3. Eva Magdalena Silalahi, S.T, M.T	Anggota	
4. Stepanus, S.T, M.T	Anggota	

Jakarta, 4 Agustus 2022



Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : David Soaloon Siahaan
Nim : 1852050006
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : ANALISIS PERBANDINGAN DAYA *OUTPUT* SERTA EFISIENSI MODUL SURYA TANPA MENGGUNAKAN REFLEKTOR DAN MENGGUNAKAN REFLEKTOR ATAP GALVALUM DAN ALUMINIUM FOIL


Menyatakan bahwa :

1. Tugas Akhir tersebut adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapat gelar akademik di perguruan tinggi manapun;
2. Tugas Akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya tulis pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai mana referensi sesuai dengan kebutuhan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Nokekklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama saya tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundang-Undangan Republik Indonesia lainnya dan intergritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan dari hukum dan sanksi akademik yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Jakarta, 4 Agustus 2022




David Soaloon Siahaan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas penyertaan dan anugerah-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul: **“Analisis Perbandingan Daya Output Serta Efisiensi Modul Surya Tanpa menggunakan Reflektor dan Menggunakan Reflektor Atap Galvalum dan Aluminium Foil”** dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Teknik Universitas Kristen Indonesia. Selesaiannya Tugas Akhir ini tidak terlepas dari kasih dan berkat yang Tuhan berikan kepada saya karena menjadikan saya pribadi yang kuat dan mau berjuang sampai bisa menyelesaikan perkuliahan dengan baik dan juga memberikan pertolongan melalui perantara orang-orang yang telah memberikan dukungan dan bimbingan baik secara moral maupun material.

Dengan segala rasa hormat dan kerendahan hati, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam proses penyelesaian tugas akhir ini, baik dari materi maupun teknik penyajiannya, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Pada kesempatan ini dengan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Orang tua tercinta : Bapak Togap Siahaan dan Rosdiana Butarbutar yang sudah sangat sabar memberikan dukungan secara moril, materil maupun spiritual agar penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar. Tidak lupa juga untuk abang dan keempat kakak saya tersayang Frans Edward Soaduon Siahaan, Sartika Angelina Siahaan, Corry Theresia Siahaan, Riyen Anggryani Siahaan, dan Indah Lidang Pratiwi Siahaan yang selalu memberikan dukungan dan memenuhi segala kebutuhan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. Dhaniswara K. Hardjono, S.H., M.H., M.B.A. selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia
3. Ir. Galuh Widati, M.Sc. selaku Dekan dan Susilo, S.Kom., M.T. sebagai Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.
4. Bapak Ir. Bambang Widodo, M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia yang telah memberikan inspirasi dan ilmu kepada penulis selama menempuh kuliah.
5. Bapak Ir. Robinson Purba, M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Stepanus, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing II dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi dan selalu membimbing dalam proses penyelesaian masa studi.

7. Seluruh Dosen program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Indonesia yang ikut serta membantu memberikan dukungan dan bantuan dalam penulisan skripsi ini. Tanpa bantuan para beliau penulis tidak bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik, semoga ilmu dan pengalaman yang diberikan dapat didedikasikan untuk kesuksesan penulis di hari-hari yang akan datang.
8. Bapak Dwi Sunarto yang telah meluangkan waktu dan tenaga dalam membantu proses pembuatan alat penelitian skripsi serta mengajarkan materi terkait materi skripsi ini.
9. Saudara Andrew Paul Wijaya yang telah banyak membantu saya serta meluangkan waktunya untuk berdiskusi terkait penulisan skripsi ini.
10. Saudara/i Alberto Leo Agung, Arlen Yohanis Well Renwarin, David Parulian Sinaga, Ezra Herty Yunita, Felix Andreas Gurning, dan Josua Hutapea yang telah membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Kiranya penelitian ini dapat bermanfaat, serta memberikan ilmu yang baru dan lebih lagi bagi pembaca. Akhir kata, dengan segera rasa syukur penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak. Tuhan memberkati.

Jakarta, 4 Agustus 2022

(David Soaloon Siahaan)

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	i
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR... ..	ii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR SINGKATAN	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	5
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Metode Penelitian.....	5
1.5. Sistematika Penulisan	6
BAB II KERANGKA TEORI	8
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya	8
2.2. Sel Surya	8
2.2.1. Prinsip Kerja Sel Surya	8
2.2.2. Jenis-jenis Sel Surya	9
2.3. Posisi Modul Surya Terhadap Pergerakan Arah Matahari.....	10
2.3.1. Sudut Azimuth.....	10
2.3.2. Sudut Jam Matahari	11
2.4. Karakteristik Sel Surya	11
2.4.1. Tegangan Terbuka (Voc) Pada Sel Surya	11
2.4.2. Arus Hubung Singkat (Isc) Pada Sel Surya.....	11
2.4.3. Pengaruh Intensitas Cahaya (<i>Irradiance</i>) Terhadap Sel Surya	11
2.4.4. Daya Masukan	12

2.4.5.	Daya Keluaran	12
2.5.	Efisiensi Sel Surya	12
2.6.	Pemantulan Cahaya	13
2.6.1.	Pengertian Pemantulan Cahaya	13
2.6.2.	Prinsip Hukum Pemantulan Cahaya	14
2.7.	Atap Galvalum	15
2.8.	Aluminium Foil	16
BAB III METODE PENELITIAN.....		17
3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2.	Perancangan Alat	19
3.2.1.	Kerangka Alat.....	19
3.2.2.	Alat dan Bahan	19
3.3.	Prosedur Penelitian.....	20
3.3.1.	Prosedur Percobaan Tanpa Beban	21
3.3.2.	Prosedur Percobaan Dengan Beban.....	21
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN....		22
4.1.	Deskripsi Data Secara Umum	22
4.2.	Hasil Data Pengujian	22
4.2.1.	Pengujian Sudut Kemiringan Atap Galvalum dan Aluminium Foil.....	22
4.2.2.	Pengujian Tanpa Beban.....	23
4.2.3.	Pengujian Berbeban	33
4.3.	Pengolahan Data Hasil Pengujian.....	43
4.3.1.	Besaran Rata-rata Voc, Isc, V_{beban} , I_{beban} , Pada Sel Surya.....	43
4.3.2.	Hasil Perhitungan Daya dan Efisiensi Pada Sel Surya	46
4.4.	Analisa Hasil Data Pengujian.....	47
BAB V KESIMPULAN.....		49
5.1.	Kesimpulan	49
5.2.	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA....		50
LAMPIRAN.....		52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Modul surya Polycristalline	10
Gambar 2.2. Pemantulan cahaya pada permukaan datar	14
Gambar 2.3. Skematis dari transmitansi τ , serapan α , dan reflektansi ρ	15
Gambar 2.4. Atap galvalum.....	15
Gambar 2.5. Aluminium foil.....	16
Gambar 3.1. Alur tahapan penelitian.....	18
Gambar 3.2.a.Konstruksi Sel surya tanpa reflektor.....	19
Gambar 3.2.b.Konstruksi Sel surya dengan reflektor.....	19
Gambar 3.3. Rangkaian percobaan	21
Gambar 4.1. Grafik Voc rata-rata terhadap waktu.....	44
Gambar 4.2. Grafik Isc rata-rata terhadap waktu.....	44
Gambar 4.3. Grafik Vbeban rata-rata terhadap waktu	45
Gambar 4.4. Grafik Ibeban rata-rata terhadap waktu	45



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil data pengujian sudut reflektor	22
Tabel 4. 2 Hasil data tanpa beban hari 1	23
Tabel 4. 3 Hasil data tanpa beban hari 2	24
Tabel 4. 4 Hasil data tanpa beban hari 3	25
Tabel 4. 5 Hasil data tanpa beban hari 4	26
Tabel 4. 6 Hasil data tanpa beban hari 5	27
Tabel 4. 7 Hasil data tanpa beban hari 6	28
Tabel 4. 8 Hasil data tanpa beban hari 7	29
Tabel 4. 9 Hasil data tanpa beban hari 8	30
Tabel 4. 10 Hasil data tanpa beban hari 9	31
Tabel 4. 11 Hasil data tanpa beban hari 10	32
Tabel 4. 12 Hasil data dengan beban hari 1	33
Tabel 4. 13 Hasil data dengan beban hari 2	34
Tabel 4. 14 Hasil data dengan beban hari 3	35
Tabel 4. 15 Hasil data dengan beban hari 4	36
Tabel 4. 16 Hasil data dengan beban hari 5	37
Tabel 4. 17 Hasil data dengan beban hari 6	38
Tabel 4. 18 Hasil data dengan beban hari 7	39
Tabel 4. 19 Hasil data dengan beban hari 8	40
Tabel 4. 20 Hasil data dengan beban hari 9	41
Tabel 4. 21 Hasil data dengan beban hari 10	42
Tabel 4. 22 Besaran Rata-Rata	43

DAFTAR SINGKATAN

A	: Luas area permukaan modul surya
AM	: <i>Air Mass</i>
FF	: <i>Fill Factor</i>
I_b	: Arus pada beban
I_{max}	: Arus maksimum pada beban
I_{mp}	: <i>Current At Maximum Power</i>
I_r	: Intensitas radiasi matahari
I_{sc}	: Short Circuit Current
Pin	: Daya masukan
Pmax	: Daya maksimum
Pout	: Daya keluaran
PLTS	: <i>Pembangkit Listrik Tenaga Surya</i>
PV	: <i>Photovoltaic</i>
STC	: <i>Standart Test Condition</i>
V_b	: Tegangan pada beban
V_{max}	: Tegangan maksimum
V_{mp}	: <i>Voltage At Maximum Power</i>
V_{oc}	: <i>Open Circuit Voltage</i>
Wh	: <i>Watt Hour</i>
Wp	: <i>Watt Peak</i>

ABSTRAK

Berdasarkan letak astronomi Indonesia yang terletak pada garis khatulistiwa, maka sangat pantas atau layak jika Indonesia mengembangkan PLTS sebagai teknologi dalam mengimbangi tuntutan manusia terhadap ketergantungan akan listrik. Indonesia juga memiliki iklim tropis (terdiri dari 2 musim, panas dan hujan), sehingga penyinaran matahari di wilayah Indonesia (± 12 jam) cukup untuk menjadikan PLTS sebagai solusi untuk tuntutan kebutuhan akan listrik. Salah satu teknologi yang digunakan dalam PLTS tersebut adalah panel surya. Panel surya mampu mengkonversi cahaya matahari menjadi listrik secara langsung. kinerja panel surya dipengaruhi oleh beberapa faktor ialah radiasi matahari, suhu dan kecepatan angin. Perhitungan dan analisis terhadap hasil pengukuran memperlihatkan bahwa kualitas kinerja sel surya tidak terlalu baik, yaitu sebesar 0,143 untuk sel surya tanpa reflektor, 0,156 untuk sel surya dengan reflektor atap galvalum dan 0,157 untuk sel surya dengan reflektor aluminium foil. Dan efisiensi pada sel surya tanpa reflektor sebesar 7,48 %, untuk sel surya dengan atap galvalum sebesar 8,75 %, dan untuk sel surya dengan aluminium foil sebesar 9,72 %

Kata Kunci: fill factor, reflektor, atap galvalum, aluminium foil

ABSTRACT

Based on the location of Indonesian astronomy which is located on the equator, it is very appropriate or feasible if Indonesia develops PLTS as a technology to offset human demands for dependence on electricity. Indonesia also has a tropical climate (consisting of 2 seasons, hot and rainy), so that solar radiation in the territory of Indonesia (± 12 hours) is sufficient to make PLTS a solution for the demands of electricity needs. One of the technologies used in PLTS is solar panels. Solar panels are able to convert sunlight into electricity directly. The performance of solar panels is influenced by several factors, namely solar radiation, temperature and wind speed. Calculations and analysis of the measurement results show that the performance quality of solar cells is not very good, namely 0.143 for solar cells without reflectors, 0.156 for solar cells with galvalume roof reflectors and 0.157 for solar cells with aluminum foil reflectors. And the efficiency of solar cells without reflectors is 7.48%, for solar cells with galvalume roofs is 8.75%, and for solar cells with aluminum foil is 9.72%

Keywords: fill factor, reflector, galvanized roof, aluminum foil