

**PENGARUH SUDUT ANTARA DUA PANEL SEL SURYA  
TERHADAP KINERJA *PHOTOVOLTAICS***

**SKRIPSI**



Oleh:

**Gusto Arif Tansah**

**1403035027**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2021**

**PENGARUH SUDUT ANTARA DUA PANEL SEL SURYA  
TERHADAP KINERJA *PHOTOVOLTAICS***

**SKRIPSI**

Disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan sarjana teknik mesin



Oleh:

**Gusto Arif Tansah**

**1403035027**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2021**

## HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH SUDUT ANTARA DUA PANEL SEL SURYA TERHADAP  
KINERJA *PHOTOVOLTAICS*

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik

Oleh:  
Gusto Arif Tansah  
1403035027

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA  
Tanggal, 01 Juli 2021

Pembimbing-1



Rifky, S.T., M.M  
NIDN. 0305046501

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Delvis Agusman, S.T.,M.Sc  
NIDN. 0311087002

## HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH SUDUT ANTARA DUA PANEL SEL SURYA TERHADAP  
KINERJA *PHOTOVOLTAICS*

SKRIPSI

Oleh:  
Gusto Arif Tansah  
1403035027

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA  
Tanggal, 23 Juli 2021

Pembimbing-1



Rifky, S.T., M.M  
NIDN. 0305046501

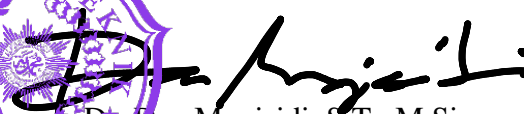
Penguji-1



Oktariana Heriyani, S.Si., M.T.  
NIDN. 0304067702

Mengesahkan,  
Dekan  
Fakultas Teknik UHAMKA



  
Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si  
NIDN. 0301126901

Penguji-2



Drs. M Yusuf Djelly, S.T., M.T  
NIDN. 0330016001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Mesin



Delvis Agusman, S.T., M.Sc  
NIDN. 0311087002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang membuat pernyataan

Nama : Gusto Arif Tansah  
NIM : 1403035040  
Judul skripsi : Pengaruh Sudut antara Dua Panel Sel Surya terhadap Kinerja *Photovoltaic*

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi mana pun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis dipacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 13 Juli 2021



Gusto Arif Tansah

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Skripsi ini disusun berdasarkan hasil dari pelaksanaan penelitian yang telah selesai dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Strata-1 di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA. Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi syarat kelulusan Sarjana Strata-1.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya diberikan kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan memberi dukungan dan motivasi yang terbaik sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Rifky, S.T., M.M sebagai dan dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing maupun arahan yang sangat berguna dari mulai penelitian hingga akhir penulisan skripsi ini, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.T sebagai dan dosen Penasehat Akademik yang telah membimbing maupun arahan yang sangat berguna waktu per-perkuliahan.
4. Seluruh dosen Teknik Mesin dan teman-teman Teknik Mesin 2014 di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA yang telah membimbing dan memberi saran dalam perkuliahan dan penulisan skripsi.

Masih terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna serta tidak terlepas dari kesalahan baik penulisan maupun isi dari skripsi ini, dihaarapkan saran yang membangun, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wa billahitaufiq wal hidayah, fastabiqul khoirot, wassalamu'alaikum wa rohmatullahi wa barokaatuh.

Jakarta, 23 Juli 2021

Gusto Arif Tansah

## **PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA), saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Gusto Arif Tansah

NIM : 1403035027

Program Studi : Teknik Mesin

Menyetujui, memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive royalty free right*) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA) atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) yang berjudul:

### **PENGARUH SUDUT ANTARA DUA PANEL SEL SURYA TERHADAP KINERJA *PHOTOVOLTAICS***

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta 13 Juli 2021

Gusto Arif Tansah

## ABSTRAK

### Pengaruh Sudut antara Dua Panel Sel Surya terhadap Kinerja *Photovoltaic*

Gusto Arif Tansah

Salah satu sumber energi pembangkit listrik alternatif adalah energi cahaya matahari dengan memanfaatkan suatu alat disebut panel *photovoltaic* atau *solar cell* yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Kinerja dan efektifitas panel *solar cell* dipengaruhi oleh posisi panel tersebut terhadap matahari. Untuk menghasilkan energi listrik yang optimal dari *solar cell*, panel *solar cell* harus berada tegak lurus menghadap arah datangnya cahaya matahari. Penelitian ini bertujuan meningkatkan kinerja *Solar Cell* sehingga mendapatkan sudut pasangan sel surya yang optimal oleh karena itu metode yang dilakukan adalah mengatur posisi sudut dua panel surya ke arah timur dan barat arah gerak matahari, agar mendapatkan radiasi yang terpantul lebih optimal dalam penyerapan. Pengaturan posisi sudut dua panel surya yaitu 70°, 140°, dan 180° memperoleh hasil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja sel surya bersudut 70° didapatkan daya luaran rata-rata sebesar 0,457 watt, kinerja sel surya bersudut 140° didapatkan daya luaran rata-rata sebesar 0,820 watt, dan kinerja sel surya bersudut 180° didapatkan daya luaran rata-rata sebesar 0,289 watt. Dari penelitian ini didapatkan sel surya bersudut 140° menghasilkan daya luaran terbesar dibanding bersudut 70° dan 180°. Untuk sel surya bersudut 70° dengan rata-rata efisiensi 0,0913%, untuk sel surya bersudut 140° dengan rata-rata efisiensi 0,055%, dan sel surya bersudut 180° dengan rata-rata efisiensi 0,054%. Sel surya dengan nilai terbaik atau tertinggi terjadi adalah sudut 70°, efisiensi memiliki daya guna, dalam sistem akan lebih lengkap menilai dari nilai efisiensi yang baik.

**Kata kunci:** radiasi, matahari, *photovoltaics*, daya, kinerja

### The Effect of Angle Between Two Solar Cell Panels on Photovoltaic Performance

Gusto Arif Tansah

One of the alternative energy sources for electricity generation is solar energy by utilizing a device called a photovoltaic panel or solar cell that can convert sunlight energy into electrical energy. The performance and effectiveness of solar cell panels are influenced by the position of the panels against the sun. To produce optimal electrical energy from solar cells, solar cell panels must be perpendicular to the direction of the sun's rays. This study aims to improve the performance of Solar Cells so as to get the optimal solar cell pair angle, therefore the method used is to adjust the angle position of the two solar panels to the east and west of the direction of the sun's motion, in order to get the reflected radiation more optimally in absorption. Setting the angle position of the two solar panels, namely 70°, 140°, and 180° obtained results. The results showed that the performance of solar cells with an angle of 70° obtained an average output power of 0.457 watts, the performance of solar cells with an angle of 140° obtained an average output power of 0.820 watts, and the performance of solar cells with an angle of 180° obtained an average output power of 0.289 watts. From this study, it was found that solar cells with an angle of 140° produced the largest output power compared to those with an angle of 70° and 180°. For solar cells with an angle of 70° with an average efficiency of 0.0913%, for solar cells with an angle of 140° with an average efficiency of 0.055%, and 180° solar angle with an average efficiency of 0.054%. The solar cell with the best or highest value is an angle of 70°, efficiency has usability, the system will be more complete judging from a good efficiency value.

**Keywords:** radiation, sun, *photovoltaics*, power, performance



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB 2. LANDASAN TEORI</b> .....	4
2.1 Energi Surya .....	4
2.2 Energi Baru dan Terbarukan (EBT) .....	6

2.3	Potensi Energi Surya di Indonesia.....	7
2.4	Pemanfaatan Energi Surya .....	8
2.5	Sistem <i>Photovoltaic</i> .....	9
2.5.1	Kelebihan <i>Photovoltaic</i> .....	10
2.5.2	Kekurangan <i>Photovoltaic</i> .....	11
2.5.3	Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja <i>photovoltaic</i> .....	12
2.6	Prinsip Dasar Sistem <i>Photovoltaic</i> .....	14
2.6.1	Material Panel Surya.....	15
2.6.2	Semikonduktor Tipe P dan Tipe N. ....	15
2.6.3	Sambungan tipe P-N .....	16
2.7	Jenis Jenis <i>Photovoltaics</i> dan Perkembangan Teknologi Sistem <i>Photovoltaic</i> .....	17
2.8	Kinerja Sistem <i>Photovoltaic</i> .....	20
2.8.1	Karakteristik <i>Pholtovoltaic</i> .....	20
2.8.2	Pantulan Radiasi Matahari .....	21
2.8.3	Pengaruh sudut datang matahari terhadap daya keluaran.....	21
2.9	Daya Sel Surya .....	22
2.10	Efisiensi .....	22
<b>BAB 3.</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>24</b>
3.1	Diagram Alir penelitian.....	24
3.2	Lokasi Penelitian .....	25
3.3	Peralatan Penelitian .....	25
	27	
3.4	Prosedur Penelitian.....	31
3.5	Teknik Pengelolaan Data.....	32

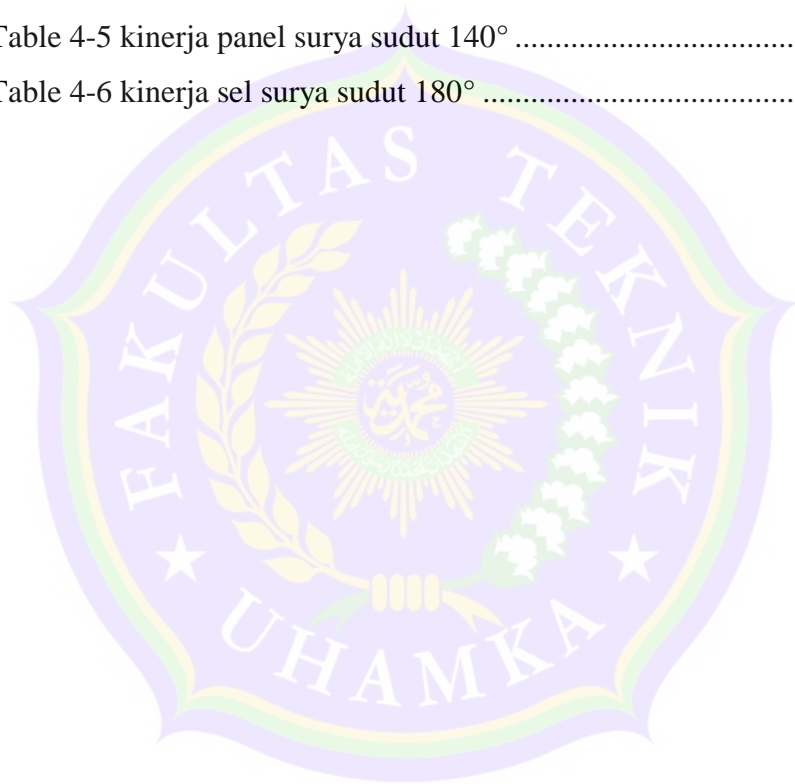
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	53
4.1 Hasil atau Temuan Penelitian .....	53
4.1.1 Dua Sel Surya Membentuk Sudut 70° .....	53
4.1.2 Dua Sel Surya Membentuk Sudut 140° .....	56
4.1.3 Dua Sel Surya Membentuk Sudut 180° .....	58
4.2 Pembahasan .....	59
4.2.1 Pengaruh sudut 70° terhadap kinerja sel surya. ....	60
4.2.2 Pengaruh sudut 140° terhadap kinerja sel surya. ....	63
4.2.3 Pengaruh Sudut 180° terhadap kinerja sel surya .....	66
4.2.4 Pengaruh Sudut antara Dua Panel terhadap Daya luaran dan Efisiensi.....	69
<b>BAB 5. SIMPULAN</b> .....	69
5.1 Simpulan.....	69
5.2 Saran .....	69
<b>DAFTAR REFERENSI</b> .....	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Jarak penyerapan radiasi matahari ke permukaan bumi .....	5
Gambar 2-2 Peta Penyebaran Radiasi Matahari.....	7
Gambar 2-3 Sistem Solar Cell.....	10
Gambar 2-4 Prinsip Kerja Panel Surya .....	14
Gambar 2-5 Semikonduktor tipe-p (kanan), semikonduktor tipe-n (kiri)....	15
Gambar 2-6 Diagram Energi Sambungan .....	16
Gambar 2-7 Sel Surya dan Modul PV Jenis <i>Monocrystalline</i> .....	17
Gambar 2-8 Modul PV <i>Polycrystalline</i> dan sel <i>Polycrystalline</i> .....	18
Gambar 2-9 Modul <i>Photovoltaic</i> Jenis <i>amorphous</i> .....	19
Gambar 2-10 Pantulan Radiasi Matahari Ke Permukaan sel surya .....	21
Gambar 3-1 Diagram Alir penelitian .....	23
Gambar 3-2 Dual Volt Ampere meter digital .....	24
Gambar 3-3 Thermometer Digital.....	25
Gambar 3-4 lux meter .....	26
Gambar 3-5 Anemometer.....	27
Gambar 3-6 Hygro thermometer Digital.....	28
Gambar 3-7 Photovoltaic .....	29
Gambar 3-8 Baterai 4v 4,5 Ah .....	30
Gambar 4.1 Distribusi pengaruh kinerja sel surya sudut 70°.....	39
Gambar 4.2 Distribusi Efisiensi pengaruh sel surya sudut 70° .....	39
Gambar 4-3 Distribusi pengaruh kinerja sel surya sudut 140° .....	41
Gambar 4-4 Distribusi Efisiensi pengaruh kinerja sel surya sudut 140°.....	41
Gambar 4-5 Distribusi pengaruh kinerja sel surya sudut 180° .....	43
Gambar 4-6 Distribusi Efisiensi pengaruh kinerja sel surya sudut 180°.....	41
Gambar 4-7 sel surya terhadap daya luaran .....	48
Gambar 4-8 sel surya terhadap Efisiensi.....	49

## DAFTAR TABEL

Table 2-1 Potensi EBT di Indonesia.....	6
Table 4-1 Dua Sel Surya Membentuk Sudut $70^\circ$ .....	53
Table 4-2 dua sel surya membentuk sudut $140^\circ$ .....	56
Table 4-3 Dua sel surya membentuk sudut $180^\circ$ .....	58
Table 4-4 Kinerja sel surya sudut $70^\circ$ .....	60
Table 4-5 kinerja panel surya sudut $140^\circ$ .....	63
Table 4-6 kinerja sel surya sudut $180^\circ$ .....	66



## DAFTAR NOTASI

No	Nama	Lambang Besaran Pokok	Satuan	Lambang Satuan
1	Kecepatan Angin		meter/detik	m/s
2	Karbon	C		
3	Oksigen	O		
4	Sudut	$\theta$		
5	Luas permukaan	A	milimeter	Mm
6	Temperatur ruangan	Tc	derajat Celcius	$^{\circ}\text{C}$
7	temperatur sel surya	TL	derajat Celcius	$^{\circ}\text{C}$
8	Kelembaban udara	RH	persen	%
9	Daya		watt	W
10	Daya luaran	$P_{\text{out}}$	watt	W
11	Daya masukan	$P_{\text{in}}$	watt	W
12	Tegangan listrik	V	volt	V
13	Arus listrik	I	ampare	A
14	Daya rata-rata	$P_{\text{total}}$	watt	W
15	Tegangan rangkaian terbuka	Voc	volt	V
16	Arus Hubungan Singkat	Isc	ampare	A
17	Efisiensi	$\eta$	persen	%
18	Intensitas Cahaya			W/m <sup>2</sup>

# BAB 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Energi yang digunakan untuk menyediakan listrik berasal dari bahan bakar konvensional atau bahan bakar fosil yang sangat mengandalkan energi konvensional akan memiliki beban yang berat. Ini karena jenis energi ini telah mengalami depresiasi, yang menyebabkan kenaikan harga. Menyadari hal tersebut, maka perlu dicari sumber energi alternatif dan diberdayakan supaya tidak terjadi kehabisan dalam ketersediaannya (Tira, Abdul, & Iqbal, 2018).

potensi energi terbarukan, berkurangnya jumlah produksi energi fosil, terutama minyak dan Mengurangi emisi gas rumah kaca dan mendorong terus meningkatkan peran energi baru dan energi terbarukan ikut serta dalam menjaga ketahanan dan kemandirian energi. Tujuan portofolio energi baru dan energi terbarukan Setidaknya 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050. Indonesia Memiliki potensi energi terbarukan yang cukup Tujuan dari struktur energi primer,

Memanfaatkan cahaya matahari dapat digunakan sebagai energi. Indonesia berada posisi digaris khatulistiwa yang mendapatkan limpahan panas dari cahaya matahari. Penggunaan energi panas matahari ini dikenal sebagai energi baru dan terbarukan. Salah satunya yaitu energi panas yang dapat diubah menjadi energi listrik menggunakan sistem sel surya atau *photovoltaic* (Rifky & Gaos, 2019).

Panel surya adalah teknologi *photovoltaic*, dalam penggunaan perangkat semikonduktor untuk mengubah sinar matahari langsung menjadi listrik. Harga sel surya relatif mahal karena sangat diharuskan menggunakan teknologi yang kompleks dan sulit untuk mengolah pasir silika menjadi silikon. Saat ini penggunaan sel surya yang sedang dikembangkan belum ideal, dan intensitas radiasi yang kurang terkonsentrasi pada panel surya (Wasi et al., 2017).

Bahwasanya sel surya juga memiliki kekurangan, yakni intensitas cahaya yang diterima harus tegak lurus. Sementara cahaya matahari bergerak dan sel surya tetap. Untuk mendapatkan pencahayaan semaksimal mungkin, dilakukan memasang pasangan sel surya yang membuat sudut antar dua panel sel surya terhadap kinerja

*photovoltaic* agar sudut pantulnya masih dapat digunakan sel surya satu sama lainnya.

Berdasarkan pemahaman di atas, maka penelitian ini membahas pengaruh sudut antartara dua panel terhadap kinerja *photovoltaic* dengan metode pengukuran dengan berdasarkan pengaturan objek sudut  $70^\circ$ ,  $140^\circ$ , dan  $180^\circ$  panel sel surya untuk mengetahui hasil terbaik daya luaran dan efisiensi yang didapat.

## 1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Apakah perubahan pengaruh sudut antara dua panel surya mempengaruhi kinerja sel surya?

## 1.3 Batasan Masalah

Supaya penelitian terlaksana dengan efektif, maka pembahasan akan lebih terfokus, namun dengan batasan sebagai berikut:

1. Sumber panas yang digunakan hanya radiasi matahari.
2. Media bahan dan divais yang digunakan panel surya adalah *Monocrystalline silicon* 11 Wp
3. Penelitian ini menggunakan sepasang sel surya yang dihadapkan ke atas dengan sudut  $70^\circ$ ,  $140^\circ$ , dan  $180^\circ$ .

## 1.4 Tujuan penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

- 1 Mengetahui pengaruh sudut antar sel surya terhadap kinerja sel surya.
- 2 Mendapatkan sudut pasangan sel surya yang optimal, sehingga menghasilkan kinerja sel surya yang maksimal.



## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan adalah menambah pengetahuan terkait sistem kinerja *photovoltaic* atau sel surya sebagai solusi untuk pengembangan energi baru dan terbarukan.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan penelitian ini, digunakan sistematika penulisan dengan urutan sebagai berikut:

- BAB 1 Pendahuluan Bab ini tersusun dari latar belakang, tujuan dan perumusan masalah. Batasan masalah, dan sistematika penulisan. Bagian ini merupakan inti dari laporan akhir, karena memuat isi yang diharapkan dari laporan akhir.
- BAB 2 Dasar Teori Bab ini berisi tentang tentang dasar pengetahuan yang akan dibahas. Teori ini diambil dari berbagai literatur yang berhubungan dengan penelitian yang akan dibahas untuk membantu masalah yang didapat dan mendapat kesimpulan penulisan ini
- BAB 3 Metodologi penelitian pada bab ini penulis mencoba menjabarkan tentang apa saja yang dilaksanakan pada proses penelitian dan yang dilakukan dan menjelaskan komponen yang dipergunakan dalam penelitian ini.
- BAB 4 Temuan dan bahasan pada bab ini dibahas mengenai hasil dan penemuan pada penelitian yang didapatkan selama penelitian dilakukan.
- BAB 5 Simpulan dan saran ini berisikan tentang apa saja yang didapatkan pada penelitian kemudian akan disimpulkan

## DAFTAR REFERENSI

- Alfanz, R., Sumaedi, R., & Suhendar. (2015). Analisis Sistem Fotovoltaik Menggunakan Respon Dinamika Induksi pada Lilitan Kawat Tembaga. *Setrum*, 4(1), 6–11.
- Eko Handoyo, S. (1993). *Pemanfaatan Energi Matahari*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Evrita Lusiana Utari. (2017). Perancangan Alat Induction Heating Pada Pengolahan Teh Sangrai Dengan Teknologi Energi Terbarukan (Solar Cell). *Teknoin*, 23, 211–222.
- Iskandar, handoko rusiana. (2020). *Praktis Belajar Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. jakarta, Deepublish.
- Kurniawan, I. A. (2016). *Tenaga Surya (PLTS) sebagai Pemanfaatan Solar Potential Analysis As Steam Power Plant (Paiton) Area*.
- Nelly, S. T. R. S. R. (2019). *Teknologi Photovoltaics*. Yayasan Puga Aceh Riset.
- Nelson, J. (2003). The Physics of Solar Cells. In *The Physics of Solar Cells*. Imperial College Press. <https://doi.org/10.1142/p276>
- Nur Adi Pratama, G. (2017). Perencanaan Penerapan Panel Surya pada Atap Gedung A dan B serta Perencanaan Sistem Kelistrikan Menggunakan Lampu LED di Fakultas Teknik Universitas Jember. *Karya Tulis Ilmiah. Program Studi DIII Keperawatan. Fakultas Keperawatan. Universitas Sumatera Utara. Medan*, 9–35. <http://repository.unimus.ac.id/411/>
- Pradona, Y. (2019). *Variasi Kemiringan Sudut terhadap Efektivitas Kinerja Panel Surya*. 2(1), 41–49.
- Pudjanarsa, A., & Nursuhud, D. (2013). *Mesin Konversi Energi* (3rd ed.). Andi Offset.
- Ramadhan, A. I., Diniardi, E., Mukti, S. H., Sianipar, R., Indrawan, A. W., Pranoto,

- S., Sultan, A. R., & Ramadhan, R. (2016). Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP Anwar. *Teknik*, 37 (2), 2016, 59-63, 11(2), 61–78. <https://doi.org/10.14710/teknik.v37n2.9011>
- Rif'an, M., Hadi Pramono, S., & Shidiq, M. (2012). Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas BrawijayaNo Title. *Jurnal EECCIS*, 6, 1–5.
- Rifky, S. (2019). Pengembangan Modul Pendingin Kabin City Car Bertenaga Surya Menggunakan Photovoltaics (PV) dan Thermoelectric (TEC). *Teknobiz*, 10, 34–40.
- Rizali, M. (2015). Pengaruh Temperatur Permukaan Sel Surya terhadap Daya pada Kondisi Eksperimental dan Nyata. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV)*, XIV(SNTTM XIV), 7–8. <http://eprints.unlam.ac.id/643/1/KE-67.pdf>
- S, H. A., & Bastomi, M. (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Temperatur Panel terhadap Daya dan Efisiensi Keluaran Sel Surya Poycrystalline. *DINAMIKA : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 11(1), 33. <https://doi.org/10.33772/djitm.v11i1.9285>
- Sabin. (2017). *Pengaruh Sudut antara Dua Panel Berbentuk Profil V terhadap Penyerapan Radiasi Matahari pada Panel Surya*. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA.
- Suriadi, & Sukri, M. (2010) Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan di Banda Aceh. *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, 9(2), 1-4.
- Usman, M. (2020). Analisis Intensitas Cahaya terhadap Energi Listrik yang Dihasilkan Panel Surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52–57. <https://doi.org/10.30591/polektro.v9i2.2047>
- Wasi, M., Mugisidi, D., & Rifky. (2017). Uji Eksperimental Pengaruh Fresnel pada Modul Surya 10 Watt Peak dengan Posisi Sesuai Pergerakan Arah Matahari. *Seminar Nasional Teknoka*, 2, 9–16.
- Sanni Ilyas & Ishak Kasim (2017), Peningkatan Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Reflektor Parabola, *Jetri*, 14(2), 67 - 80,