

**ANALISA PENDINGINAN *SOLAR CELL* MENGGUNAKAN
VARIASI *WATER SPRAY* DENGAN TEMPERATUR YANG
TERKONTROL**

SKRIPSI



Disusun Oleh:

GEDE WITAMA

NIM. 2111921

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2022

**ANALISA PENDINGINAN *SOLAR CELL* MENGGUNAKAN VARIASI
WATER SPRAY DENGAN TEMPERATUR YANG TERKONTROL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)
Jurusan Teknik Mesin

**Disusun Oleh:
GEDE WITAMA
NIM. 2111921**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2022**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**ANALISA PENDINGINAN *SOLAR CELL* MENGGUNAKAN VARIASI
WATER SPRAY DENGAN TEMPERATUR YANG TERKONTROL**



**Disusun Oleh:
GEDE WITAMA
NIM. 2111921**

Malang, 30 November 2022

Mengetahui,

Ka Prodi Teknik Mesin S1



Dr. Komang Astana Widi, ST., MT.

NIP.Y. 1030400405

Diperiksa dan Disetujui,
Dosen Pembimbing

Ir. Mochtar Asroni, MSME

NIP.Y. 1018100036

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

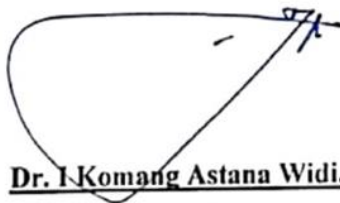
Nama : Gede Witama.
NIM : 21.11.921
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1.
Judul Proposal Skripsi : Analisa Pendinginan *Solar Cell* Menggunakan Variasi
Water Spray Dengan Temperatur Yang Terkontrol

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:

Hari/Tanggal : Rabu / 30 November 2022
Dengan Nilai : *85,95 (A)*.

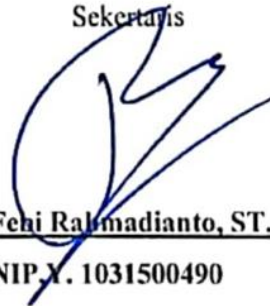
Panitia Penguji Skripsi

Ketua



Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT
NIP.Y. 1030400405

Sekretaris



Feni Ralmadiano, ST., MT
NIP.X. 1031500490

Anggota Penguji

Penguji I



Arif Kurniawan, ST., MT.
NIP.P. 1031500491

Penguji II



Dioko Hari Praswanto, ST., MT.
NIP.P. 1031800551

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gede Witama

NIM : 21.11.921

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya sendiri bukan hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 30 November 2022







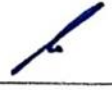





Gede Witama

NIM. 2111921

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Gede Witama
NIM : 2111921
Jurusan : S1 Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Pendinginan *Solar Cell* Menggunakan Variasi
Water Spray Dengan Temperatur Yang Terkontrol

Dosen Pembimbing : Ir. Mochtar Asroni, MSME

No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1	- Diskusi pengajuan judul - Surat keputusan bimbingan	27 September 2022	
2	- Persetujuan judul oleh Koordinator Bidang Ilmu dan Dosen Pembimbing	29 September 2022	
3	- Penyusunan Proposal Skripsi BAB I, II, dan III	30 September 2022	
4	- Perbaikan Proposal Skripsi BAB I, II, dan III	3 Oktober 2022	
5	- Persetujuan Proposal Skripsi BAB I, II, dan III	9 Oktober 2022	
6	- Seminar Proposal Skripsi BAB I, II, dan III	12 Oktober 2022	
7	- Penyusunan Laporan Skripsi BAB IV dan V	1 November 2022	
8	- Perbaikan Laporan Skripsi BAB IV dan V	15 November 2022	
9	- Persetujuan Laporan Skripsi BAB IV dan V	24 November 2022	
10	- Seminar Hasil Laporan Skripsi BAB I, II, III, IV, dan V	30 November 2022	

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Gede Witama
NIM : 2111921
Jurusan : S1 Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Pendinginan *Solar Cell* Menggunakan Variasi
Water Spray Dengan Temperatur Yang Terkontrol

Dosen Pembimbing : Ir. Mochtar Asroni, MSME

Tanggal Mengajukan Skripsi : 15 September 2022

Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 15 Februari 2023

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 90 (A)

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing



Ir. Mochtar Asroni, MSME

NIP.Y. 1018100036

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala ridho, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi tepat pada waktunya. Dalam penyusunan Laporan Skripsi ini penulis mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor ITN Malang.
2. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1 ITN Malang
4. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME , selaku dosen pembimbing dan dosen bidang ahli yang tak henti-hentinya memberikan arahan, motivasi, dan dukungan sehingga penulis mampu menyelesaikan Laporan Proposal Skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin S-1 ITN Malang, atas semua ilmu yang tak ternilai harganya.
6. Kedua Orang tua, serta keluarga, teman-teman yang senantiasa mendukung penulis lewat doa, perhatian, biaya, dan kasih sayang.
7. Semua teman-teman mahasiswa alih jenjang angkatan 2021 yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penyusunan dalam menyelesaikan Laporan Proposal Skripsi ini.
8. Sahabat-sahabat yang selalu bersama, terimakasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proposal Skripsi ini.
9. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Laporan Proposal Skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Penulis menyadari Laporan Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharap kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan Laporan Proposal Skripsi yang dibuat.

Malang, 30 November 2022

Penulis

ABSTRAK

Panel surya rata-rata mempunyai efektifitas kerja pada suhu 25 -30°C. Suhu rata-rata di Indonesia berkisaran antara 35°C - 37°C. Maka dari itu perlu untuk menjaga efektifitas kinerja pada panel surya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pendinginan temperatur permukaan *solar cell* 100 Wp dengan *water spray* dan tanpa pendinginan serta untuk mengetahui perpindahan panas yang terjadi dari pendinginan tersebut. Data temperatur pada sistem diukur menggunakan termokopel, tegangan dan arus pada sistem diukur menggunakan multimeter serta intensitas cahaya diukur menggunakan piranometer setiap lima menit sekali selama dua jam pengujian. Adapun data yang digunakan sebagai acuan penggunaan sistem yang lebih efektif yaitu, daya input (watt), daya output (watt), dan efisiensi (%) *solar cell*. Serta perpindahan panas yang terjadi (Q).

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa perbandingan antara tanpa pendinginan dengan pendinginan *solar cell* meningkatkan kinerja dari *solar cell* tersebut yaitu pada proses menggunakan pendinginan menghasilkan daya output paling besar pada 2 Sprayer Air Laut sebesar 1,789 watt tapi dengan daya input 47,51 maka dari itu pada proses pendinginan pada 6 Sprayer dengan media air daur ulang didapatkan nilai efisiensi yang paling tinggi dari jumlah *water spray* dan media pendinginan lainnya. Dilihat dari perpindahan panas dengan Pendinginan *Solar Cell* Menggunakan Variasi *Water Spray* yang terjadi antara 2 *water spray*, 4 *water spray* dan 6 *water spray* menghasilkan perpindahan panas tertinggi pada 4 Sprayer dengan daya sebesar 1,755 watt dan perpindahan panasnya sebesar 0,471 kJ/s dengan media air daur ulang tetapi daya yang dihasilkan *solar cells* paling besar pada 2 Sprayer Air Laut sebesar 1,789 watt dengan perpindahan panas sebesar 0,307 kJ/s.

Kata kunci : *Solar Cell, Water Spray, Efisiensi*

ABSTRACT

Solar panels have an average work effectiveness at 25 ° C up to 30 ° C. The average temperature in Indonesia ranges from 35° C up to 37 ° C. Therefore it is necessary to maintain the effectiveness of the performance of solar panels. The purpose of this study was to determine the effect of cooling the surface temperature of the solar cell 100 Wp with water spray and without cooling and to determine the heat transfer that occurs from the cooling. The temperature data in the system is measured using a thermocouple, the voltage and current in the system are measured using a multimeter and the light intensity is measured using a pyranometer every five minutes for two hours of testing. The data used as a reference for a more effective system use are input power (watts), output power (watts), and solar cell efficiency (%). As well as the heat transfer that occurs (Q).

The test results show that the comparison between without cooling with solar cell cooling increases the performance of solar cell from in the process of using cooling to produce power the largest output in 2 Seawater Sprayers is 1.789 watts but with an input power of 47.51 therefore in the cooling process on 6 Sprayer with recycled water media the highest efficiency value was obtained from the amount of water spray and other cooling media. Showing from the heat transfer with Solar Cell Cooling Using Variations of Water Spray which occurs between 2 water sprays, 4 water sprays and 6 water sprays produces the highest heat transfer on 4 Sprayers with a power of 1.755 watts and a heat transfer of 0.471 kJ/s with recycled water media but the power generated largest solar cells in 2 Seawater Sprayers are 1.789 watts with a heat transfer of 0.307 kJ/s.

Keywords : *Solar Cell, Water Spray, Efficiency*

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Berita Acara Ujian Skripsi.....	iv
Pernyataan Keaslian Isi Tulisan	v
Lembar Asistensi Laporan Skripsi	vi
Lembar Bimbingan Skripsi	vii
Kata Pengantar	viii
Abstrak	x
Daftar Isi.....	xii
Daftar Gambar.....	xvi
Daftar Tabel	xvii
Daftar Grafik	xviii
Daftar Lampiran	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.6 Sistematika Penulisan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II KAJIAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Penelitian Terdahulu	Error! Bookmark not defined.
2.2 Pengertian Energi	Error! Bookmark not defined.
2.3 Pengertian Panel Surya	Error! Bookmark not defined.
2.4 Prinsip Kerja Panel Surya	Error! Bookmark not defined.
2.5 Jenis-jenis Panel Surya.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.1 Panel Surya Monokristal (Mono-crystalline).....	Error!
	Bookmark not defined.

2.5.2	Panel Surya Polikristal (Poly-Crystalline)	Error! Bookmark not defined.
2.5.3	Thin Film Photovoltaic.....	Error! Bookmark not defined.
2.6	Struktur Sel Surya	Error! Bookmark not defined.
2.6.1	Material Semikonduktor...	Error! Bookmark not defined.
2.6.2	Kontak Metal / Contact Grid.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.3	Lapisan Antireflektif	Error! Bookmark not defined.
2.6.4	Enkapsulasi / Cover Glass	Error! Bookmark not defined.
2.7	Sistem Panel Surya.....	Error! Bookmark not defined.
2.7.1	On-Grid System.....	Error! Bookmark not defined.
2.7.2	Off Grid System	Error! Bookmark not defined.
2.7.3	Hybrid system	Error! Bookmark not defined.
2.8	Solar Home System.....	Error! Bookmark not defined.
2.9	Komponen Sistem Panel Surya....	Error! Bookmark not defined.
2.10	Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Panel Surya	Error! Bookmark not defined.
2.11	Lampu Halogen	Error! Bookmark not defined.
2.12	Semprotan <i>sprayer</i>	Error! Bookmark not defined.
2.13	Tandon Air	Error! Bookmark not defined.
2.14	Pengertian Motor DC	Error! Bookmark not defined.
2.14.1	Motor pompa air DC 12 v.....	Error! Bookmark not defined.
2.15	Komponen Pendingin Air	Error! Bookmark not defined.
2.16	Daya Input Panel Surya.....	Error! Bookmark not defined.
2.17	Daya Output Panel Surya	Error! Bookmark not defined.
2.18	Efisiensi Panel Surya.....	Error! Bookmark not defined.
2.19	Perhitungan Perpindahan Panas ...	Error! Bookmark not defined.
BAB III	METODE PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
3.1	Jenis Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.2	Diagram Alir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.

3.4	Variabel Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.5	Penentuan Sumber Data	Error! Bookmark not defined.
3.6	Sumber Daya Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.7	Instrumen Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.7.1	Termokopel	Error! Bookmark not defined.
3.7.2	Multimeter	Error! Bookmark not defined.
3.7.3	Piranometer	Error! Bookmark not defined.
3.7.4	Tang amper.....	Error! Bookmark not defined.
3.7.5	Stop watch	Error! Bookmark not defined.
3.7.6	Rotameter	Error! Bookmark not defined.
3.7.7	<i>Termostat</i>	Error! Bookmark not defined.
3.8	Mekanisme Pendinginan <i>Water Spray</i>	Error! Bookmark not defined.
3.8.1	Proses penyemprotan water spray ..	Error! Bookmark not defined.
3.8.2	Proses penjagaan temperatur air.....	Error! Bookmark not defined.
3.9	Prosedur Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.9.1	Langkah persiapan.....	Error! Bookmark not defined.
3.9.2	Langkah pengambilan data.....	Error! Bookmark not defined.
3.9.3	Pengolahan Data.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1	Hasil Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.1.1	Karakter Panel Surya Tanpa Pendinginan.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	Karakter Panel Surya Dengan Pendinginan Air Daur Ulang Dengan 2 Water Spray Dengan Temperatur 35°C	Error! Bookmark not defined.
4.1.3	Karakter Panel Surya Dengan Pendinginan Air Daur Ulang Dengan 4 Water Spray Dengan Temperatur 35°C	Error! Bookmark not defined.

4.1.4	Karakter Panel Surya Dengan Pendinginan Air Daur Ulang Dengan 6 Water Spray Dengan Temperatur 35°c	Error! Bookmark not defined.
4.1.5	Karakter Panel Surya Dengan Pendinginan Air Laut Dengan 2 Water Spray Dengan Temperatur 35°c	Error! Bookmark not defined.
4.1.6	Karakter Panel Surya Dengan Pendinginan Air Laut Dengan 4 Water Spray Dengan Temperatur 35°c	Error! Bookmark not defined.
4.1.7	Karakter Panel Surya Dengan Pendinginan Air Laut Dengan 6 Water Spray Dengan Temperatur 35°c	Error! Bookmark not defined.
4.2	Pembahasan Hasil Dari Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
5.1	Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2	Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Panel Surya.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2 Panel surya monocrystalline.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3 Jenis polycrystalline	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 4 Jenis thin film photoVaic	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 5 Thin Film.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 6 Sistem on grid pada panel surya.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 7 Sistem off grid pada panel surya	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.8 Sistem hybrid pada panel surya.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 9 Solar home system	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 10 Panel surya pollycristaline 100 WP	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 11 DC/AC power inverter 1000W	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 12 DC/AC power inverter 1000W	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 13 Aki 12V/24Ah	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 14 Lampu Halogen 500 w	Error! Bookmark not defined.

Gambar 2. 15 Sprayer	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 16 Motor pompa air DC 12 v	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1 Gambar 3D Skema pendinginan permukaan solar cells.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2 System Pendinginan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3 Diagram Alir	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 4 Thermokopel	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 5 Multimeter	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 6 Piranometer	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 7 Tang ampere.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 8 Stop watch.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 9 Rotameter	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 10 Thermostat.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 1 Solar Cells dengan Water Spray.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data hasil pengujian solar cells tanpa media	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 2 Data hasil pengujian solar cells dengan media air laut	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 3 Data hasil pengujian solar cells dengan media air daur ulang	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 4 Data hasil pengujian kinerja water spray mendinginkan permukaan solar cell.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1 Data hasil pengujian solar cells tanpa proses pendinginan.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 Data hasil pengujian solar cells menggunakan pendinginan 2 water sprayer	Error! Bookmark not defined.

- Tabel 4.3 Data hasil pengujian solar cells menggunakan pendinginan 4 water
sprayer**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.4 Data hasil pengujian solar cells menggunakan pendinginan 6 water
sprayer**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.5 Data hasil pengujian solar cells menggunakan pendinginan 2 water
sprayer**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.6 Data hasil pengujian solar cells menggunakan pendinginan 4 water
sprayer**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.7 Data hasil pengujian solar cells menggunakan pendinginan 4 water
sprayer**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.8 Tegangan rata-rata yang dihasilkan selama dua jam ..**Error! Bookmark
not defined.**
- Tabel 4.9 Arus rata-rata yang dihasilkan selama dua jam ... **Error! Bookmark not
defined.**
- Tabel 4.10 Daya Input rata-rata yang dihasilkan selama dua jam **Error!
Bookmark not defined.**
- Tabel 4.11 Daya Output rata-rata yang dihasilkan selama dua jam..... **Error!
Bookmark not defined.**
- Tabel 4.12 Efisiensi rata-rata yang dihasilkan selama dua jam ..**Error! Bookmark
not defined.**
- Tabel 4.13 Daya & Perpindahan pana rata-rata yang dihasilkan selama dua jam
.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.14 Efektifitas rata-rata yang dihasilkan selama dua jam..... **Error!
Bookmark not defined.**

DAFTAR GRAFIK

- Grafik 4.1 Analisa hubungan antara Waktu terhadap Intensitas Cahaya **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.2 Analisa hubungan antara Waktu terhadap Temperatur Permukaan Panel **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.3 Analisa hubungan antara Intensitas Cahaya terhadap Temperatur Permukaan Panel **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.4 Analisa hubungan antara Temperatur Permukaan Panel terhadap Tegangan dan Ampere **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.5 Analisa hubungan antara Temperatur Permukaan Panel terhadap Daya Panel Aktual **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.6 Analisa hubungan antara Intensitas Cahaya terhadap Daya Panel Teoritis **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.7 Analisa hubungan antara Daya Ppanel Aktual terhadap Effisiensi Panel **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.8 Analisis hubungan antara Waktu terhadap Intensitas Cahaya **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.9 Analisis hubungan antara Waktu terhadap Temperatur Permukaan Panel **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.10 Analisis hubungan antara Intensitas Cahaya terhadap Temperatur Permukaan Panel **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4. 11 Analisis hubungan antara laju massa air pendingin terhadap perbedaan temperatur air masuk panel dan temperatur air keluar panel **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.12 Analisis hubungan antara Temperatur Permukaan *Solar Cells* terhadap Daya Panel Aktual **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.13 Analisis hubungan antara Intensitas Cahaya terhadap Daya Panel Teoritis (P_{in}). **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.14 Analisis hubungan antara temperature air masuk panel dan temperature air keluar panel terhadap Efektivitas Perpindahan Panas Pada Panel Surya **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.15 Analisis hubungan antara Daya Panel Aktual terhadap Eeffisiensi Panel **Error! Bookmark not defined.**

- Grafik 4.16 Analisis hubungan antara Waktu terhadap Intensitas Cahaya **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.17 Analisis hubungan antara Waktu terhadap Temperatur Permukaan Panel **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.18 Analisis hubungan antara Intensitas Cahaya terhadap Temperatur Permukaan Panel. **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.19 Analisis hubungan antara laju massa air pendingin terhadap perbedaan temperatur air masuk panel dan temperatur air keluar panel. **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.20 Analisis hubungan antara Temperatur Permukaan *Solar Cells* terhadap Daya Panel Aktual. **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.21 Analisis hubungan antara Intensitas Cahaya terhadap Daya Panel Teoritis. **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.22 Analisis hubungan antara perbedaan temperatur air masuk panel dan temperatur air keluar panel terhadap Efektivitas Perpindahan Panas pada Panel Surya. **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.23 Analisis hubungan antara Daya Panel Aktual terhadap Effisiensi Panel **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.24 Analisis hubungan antara Waktu terhadap Intensitas Cahaya **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.25 Analisis hubungan antara Waktu terhadap Temperatur Permukaan Panel **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.26 Analisis hubungan antara Intensitas Cahaya terhadap Temperatur Permukaan Panel. **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.27 Analisis hubungan antara laju massa air pendingin terhadap perbedaan temperatur air masuk panel dan temperatur air keluar panel. **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.28 Analisis hubungan antara Temperatur Permukaan *Solar Cells* terhadap Daya Panel Aktual. **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.29 Analisis hubungan antara Intensitas Cahaya terhadap Daya Panel Teoritis. **Error! Bookmark not defined.**

- Grafik 4.30 Analisis hubungan antara perbedaan temperatur air masuk panel dan temperatur air keluar panel terhadap Efektivitas Perpindahan Panas pada Panel Surya.**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.31 Analisis hubungan antara Daya Panel Aktual terhadap Effisiensi Panel**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.32 Analisis hubungan antara Waktu terhadap Intensitas Cahaya **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.33 Analisis hubungan antara Waktu terhadap Temperatur Permukaan Panel**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.34 Analisis hubungan antara Intensitas Cahaya terhadap Temperatur Permukaan Panel.**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.35 Analisis hubungan antara laju massa air pendingin terhadap perbedaan temperatur air masuk panel dan temperatur air keluar panel.**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.36 Analisis hubungan antara Temperatur Permukaan *Solar Cells* terhadap Daya Panel Aktual.**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.37 Analisis hubungan antara Intensitas Cahaya terhadap Daya Panel Teoritis.**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.38 Analisis hubungan antara perbedaan temperatur air masuk panel dan temperatur air keluar panel terhadap Efektivitas Perpindahan Panas pada Panel Surya.**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.39 Analisis hubungan antara Daya Panel Aktual terhadap Effisiensi Panel**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.40 Analisis hubungan antara Waktu terhadap Intensitas Cahaya **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.41 Analisis hubungan antara Waktu terhadap Temperatur Permukaan Panel**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.42 Analisis hubungan antara Intensitas Cahaya terhadap Temperatur Permukaan Panel.**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.43 Analisis hubungan antara laju massa air pendingin terhadap perbedaan temperatur air masuk panel dan temperatur air keluar panel.**Error! Bookmark not defined.**

- Grafik 4.44 Analisis hubungan antara Temperatur Permukaan *Solar Cells* terhadap Daya Panel Aktual.**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.45 Analisis hubungan antara Intensitas Cahaya terhadap Daya Panel Teoritis.**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.46 Analisis hubungan antara perbedaan temperatur air masuk panel dan temperatur air keluar panel terhadap Efektivitas Perpindahan Panas pada Panel Surya.**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.47 Analisis hubungan antara Daya Panel Aktual terhadap Effisiensi Panel**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.48 Analisis hubungan antara Waktu terhadap Intensitas Cahaya **Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.49 Analisis hubungan antara Waktu terhadap Temperatur Permukaan Panel**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.50 Analisis hubungan antara Intensitas Cahaya terhadap Temperatur Permukaan Panel.**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.51 Analisis hubungan antara laju massa air pendingin terhadap perbedaan temperatur air masuk panel dan temperatur air keluar panel.**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.52 Analisis hubungan antara Temperatur Permukaan *Solar Cells* terhadap Daya Panel Aktual.**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.53 Analisis hubungan antara Intensitas Cahaya terhadap Daya Panel Teoritis.**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.54 Analisis hubungan antara perbedaan temperatur air masuk panel dan temperatur air keluar panel terhadap Efektivitas Perpindahan Panas pada Panel Surya.**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.55 Analisis hubungan antara Daya Panel Aktual terhadap Effisiensi Panel**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.56 Perbandingan tegangan antara solar cells tanpa pendinginan dengan menggunakan pendinginan.....**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.57 Perbandingan arus antara solar cells tanpa pendinginan dengan menggunakan pendinginan.....**Error! Bookmark not defined.**

- Grafik 4.58 Perbandingan daya input solar cell antara tanpa pendinginan dengan menggunakan pendinginan.....**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.59 Perbandingan daya output solar cell antara tanpa pendinginan dengan menggunakan pendinginan.....**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.60 Perbandingan efisiensi solar cell antara tanpa pendinginan dengan menggunakan pendinginan.....**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.61 Perbandingan antara daya dengan perpindahan panas pada 2 Sprayer**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.62 Perbandingan antara daya dengan perpindahan panas pada 4 Sprayer**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.63 Perbandingan antara daya dengan perpindahan panas pada 6 Sprayer**Error! Bookmark not defined.**
- Grafik 4.64 Perbandingan efektifitas solar cell menggunakan pendinginan media air daur ulang dan air laut.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data hasil pengujian tanpa pendinginan **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. Data hasil pengujian menggunakan 6 water sprayer dengan media pendinginan air daur ulang **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 4. Data hasil pengujian menggunakan 6 water sprayer media pendinginan air laut **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 5. Data hasil pengujian menggunakan 4 water sprayer media pendinginan air daur ulang **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 6. Data hasil pengujian menggunakan 4 water sprayer media pendinginan air laut **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 7. Data hasil pengujian menggunakan 2 water sprayer media pendinginan air daur ulang **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 8. Data hasil pengujian menggunakan 2 water sprayer media pendinginan air laut **Error! Bookmark not defined.**

