

**ANALISIS PENGARUH JEDA WAKTU DAN JENIS MEDIA  
COOLANT DENGAN METODE *SPRAY* PADA *BACK SURFACE*  
TERHADAP KINERJA PANEL SURYA**

**SKRIPSI**

**Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana S-1**



**MUHAMMAD HENDRAWAN SEPTIAN HARTOYO  
2010816110009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN**

**ANALISIS PENGARUH JEDA WAKTU DAN JENIS MEDIA *COOLANT***  
**DENGAN METODE *SPRAY* PADA *BACK SURFACE* TERHADAP KINERJA**  
**PANEL SURYA**

Oleh  
**Muhammad Hendrawan Septian Hartoyo (2010816110009)**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 10 Januari 2024 dan dinyatakan  
**LULUS**

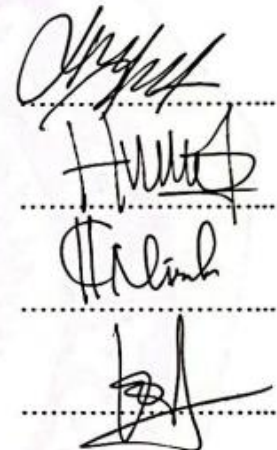
**Komite Penguji :**

**Ketua** : Ma'ruf, M.T.  
NIP 197601282008121002

**Anggota 1** : Herry Irawansyah, S.T., M.Eng.  
NIP 1990022120180031001

**Anggota 2** : Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T.  
NIP 199203222019031010

**Pembimbing  
Utama** : Akhmad Ghiffary Budianto, S.T., M.T.  
NIP 199412142022031013



Four handwritten signatures are shown, each on a dotted line. From top to bottom, they correspond to the Chairman, Member 1, Member 2, and the Main Supervisor.

Banjarbaru, Januari 2024  
diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik  
Fakultas Teknik ULM,**



**Dr. Mahmud, S.T., M.T.**  
NIP.197401071998021001

**Koordinator Program Studi  
S-1 Teknik Mesin,**



**Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM. ACPE**  
NIP 197608052008121001

## **IDENTITAS**

JUDUL SKRIPSI :

**ANALISIS PENGARUH JEDA WAKTU DAN JENIS MEDIA *COOLANT*  
DENGAN METODE *SPRAY* PADA *BACK SURFACE* TERHADAP  
KINERJA PANEL SURYA**

Nama Mahasiswa/I : Muhammad Hendrawan Septian Hartoyo

NIM : 2010816110009

### **KOMITE PEMBIMBING**

Pembimbing I : Akhmad Ghiffary Budianto, S.T., M.T.,

Pembimbing II (Jika ada) : -

### **KOMITE PENGUJI**

Dosen Penguji I : Ma'ruf, M.T.,

Dosen Penguji II : Herry Irawansyah, S.T., M.Eng.,

Dosen Penguji III : Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T.,

Waktu dan Tempat Ujian Skripsi

Seminar Proposal : 21 November 2023

Seminar Hasil : 15 Desember 2023

Ujian Akhir : 10 Januari 2024

Tempat : Ruang Sidang PSTM FT ULM

SK Penguji :

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN**

Nama Mahasiswa : Muhammad Hendrawan Septian Hartoyo  
NIM : 2010816110009  
Judul : ANALISIS PENGARUH JEDA WAKTU DAN JENIS MEDIA *COOLANT* DENGAN METODE *SPRAY* PADA *BACK SURFACE* TERHADAP KINERJA PANEL SURYA

Lembar pengesahan ini menyatakan bahwa Skripsi yang dibuat oleh Mahasiswa/i di atas telah diujikan dan disetujui oleh Komite Penguji dan Komite Pembimbing Sidang Skripsi pada tanggal :

	Komite Penguji	TTD
Ketua		
Nama Lengkap	: Ma'ruf, M.T.,	
Anggota I		
Nama Lengkap	: Herry Irawansyah, S.T., M.Eng.,	
Anggota II		
Nama Lengkap	: Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T.,	
Anggota III		
Nama Lengkap	:	
	Komite Pembimbing	TTD
Pembimbing I	: Akhmad Ghiffary Budianto, S.T., M.T.,	
Nama Lengkap		
Pembimbing II (Jika ada)	:	
Nama Lengkap		
Mengetahui,		TTD
Koordinator Program Studi Teknik Mesin		
Nama Lengkap	: Prof. Dr. Ir. RACHMAT SUBAGYO, S.T., M.T.,	

## LEMBAR KONSULTASI

### SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Muhammad Hendrawan Septian Hartoyo  
NIM : 2010816110009  
Judul Skripsi : ANALISIS PENGARUH JEDA WAKTU DAN JENIS MEDIA *COOLANT* DENGAN METODE *SPRAY* PADA *BACK SURFACE* TERHADAP KINERJA PANEL SURYA

No.	Tanggal	Materi Konsultasi	Paraf
1	11-10-2023	Batasan masalah dan tujuan penelitian	
2	16-10-2023	Penyusunan tinjauan pustaka	
3	18-10-2023	Penyusunan metodologi penelitian	
4	25-10-2023	Pemilihan judul penelitian	
5	30-10-2023	Penyusunan daftar pustaka ( <i>Mendeley</i> )	
6	03-11-2023	Penyusunan penulisan BAB I-III	
7	13-11-2023	Perancangan perangkat uji	
8	20-11-2023	Pengolahan data dan uji dengan software <i>Minitab 18</i>	
9	27-11-2023	Perbaikan grafik dan pembahasan materi sesuai tujuan	
10	07-12-2023	Penyusunan seluruh data dan pembahasan pengujian	
11	12-12-2023	Penyusunan penulisan BAB I-V	
12	18-12-2023	Penambahan materi pada BAB IV	
13	27-12-2023	Konsultasi penyusunan BAB I-V	
14	30-12-2023	Pematangan isi, lanjut daftar sidang akhir	

Banjarbaru, 30 Desember 2023

Dosen Pembimbing

Akhmad Ghiffary Budiarto, S.T., M.T.  
NIP. 199412142022031013

**ORISINALITAS  
PENELITIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Penelitian Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dari naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dari daftar Pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan Skripsi, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diprotes sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Banjarbaru, 10 Januari 2024  
Mahasiswa,

Muhammad Hendrawan Septian Hartoyo  
NIM. 2010816110009

## **RIWAYAT HIDUP**

Muhammad Hendrawan Septian Hartoyo lahir di Barito Kuala, 10 September 2002, Putra bungsu dari ayah Pardi dan ibu Nurul Jannah. Menyelesaikan pendidikan formal di SDN Tabing Rimbah 2 (2008-2014), SMPN 1 Mandastana (2014-2017), SMKN 5 Banjarmasin (2017-2020), melanjutkan Studi di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, tahun angkatan 2020.

Banjarbaru, 10 Januari 2024

Mahasiswa,

Muhammad Hendrawan Septian Hartoyo  
NIM. 2010816110009

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan Syukur kepada Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga sampai saat ini saya dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi ini yang berjudul “ANALISIS PENGARUH JEDA WAKTU DAN JENIS MEDIA *COOLANT* DENGAN METODE *SPRAY* PADA *BACK SURFACE* TERHADAP KINERJA PANEL SURYA”. Shalawat serta salam tidak lupa juga dihaturkan kepada junjungan tercinta Baginda Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang hingga akhir zaman.

Penyelesaian penyusunan Skripsi ini tentunya tidak dapat berjalan dengan lancar tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala rasa syukur kepada Allah SWT dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya terkhusus pada :

1. Ayah dan Ibu, Pardi dan Nurul Jannah yang telah memberikan segala dukungannya baik berupa do'a, dana maupun rangkaian kata penyemangat, sehingga saya dapat mengerjakan Skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
2. Bapak Prof. Dr. Ahmad Alim Bachri, S.E., M.Si., selaku Rektor Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Irphan Fitriani Radam, S.T., M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., ACPE. selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
5. Bapak Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng., selaku koordinator Skripsi.
6. Bapak Akhmad Ghiffary Budianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan Skripsi ini.
7. Bapak Ma'ruf, M.T., Bapak Herry Irawansyah, S.T., M.Eng., Bapak Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Skripsi.
8. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.



9. Seluruh kawan-kawan MACROS'20 dan WASAKA *TEAM CAR* yang telah mendukung hingga terselesaikannya Skripsi ini.
10. Semua pihak yang terkait dalam membantu menyelesaikan Skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Dalam kesempatan ini juga saya ingin menyampaikan permintaan maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kekurangan dalam penyusunan Skripsi ini, karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Oleh karena itu, saya terbuka dalam menerima berbagai kritik dan saran yang membangun dari segala pihak agar dapat melengkapi dan lebih menyempurnakan.

Banjarbaru, 10 Januari 2024

Mahasiswa,

Muhammad Hendrawan Septian Hartoyo  
NIM. 2010816110009

## RINGKASAN

Muhammad Hendrawan Septian Hartoyo, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Januari 2024. Analisis Pengaruh Jeda Waktu dan Jenis Media *Coolant* dengan Metode *Spray* pada *Back Surface* Terhadap Kinerja Panel Surya; Komite, Ketua: Ma'ruf, M.T., Anggota 1: Herry Irawansyah, S.T., M.Eng., Anggota 2: Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T., Anggota 3: Akhmad Ghiffary Budianto, S.T., M.T.

Radiasi dari matahari dapat dikembangkan untuk pemanfaatan pembangkitan sumber energi bersih dan terbarukan dengan bantuan sel surya melalui proses *photovoltaic*. Namun, karena sel surya harus berada secara langsung dibawah radiasi dari matahari, yang dapat mengakibatkan meningkatnya temperatur dan berakibat pada penurunan kinerja sel surya. Penelitian kali ini akan bertujuan untuk menjaga kinerja dari sel surya dengan melakukan uji eksperimental penyemprotan permukaan bawah panel surya dengan jeda waktu 10, 20, dan 30 menit dengan media *coolant* "A", "B", dan "C" pada lama waktu penyemprotan diatur pada 1 menit. Dari hasil pengujian pengaplikasian 3 jenis jeda waktu, 3 jenis media *coolant* yang berbeda, dan dengan bantuan aplikasi perhitungan Minitab18 didapatkan 1 variabel yang berpengaruh terhadap kinerja sel surya, variabel itu adalah pengaplikasian jeda waktu penyemprotan 10 menit dengan menggunakan media *coolant* "A"

Kata Kunci ; Panel Surya, Pendinginan Panel Surya, *Coolant*, *Spray*, Kinerja Panel Surya, Minitab18, Energi Bersih, *Photovoltaic*, Radiasi Matahari

## **SUMMARY**

*Muhammad Hendrawan Septian Hartoyo, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University, January 2024. Analysis of the Effect of Time Lag and Type of Coolant Media with the Spray Method on the Back Surface on Solar Panel Performance; Committee, Chairman: Ma'ruf, M.T., Member 1: Herry Irawansyah, S.T., M.Eng., Member 2: Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T., Member 3: Akhmad Ghiffary Budianto, S.T., M.T.*

*Radiation from the sun can be developed for the utilization of the generation of clean and renewable energy sources with the help of solar cells through the photovoltaic process. However, because solar cells must be directly under radiation from the sun, which can lead to increased temperatures and result in decreased solar cell performance. This research will aim to maintain the performance of solar cells by conducting experimental tests spraying the bottom surface of solar panels with a time lag of 10, 20, and 30 minutes with coolant media "A", "B", and "C" at the length of spraying time set at 1 minute. From the test results of the application of 3 types of time lag, 3 different types of coolant media, and with the help of the Minitab18 calculation application, 1 variable that affects the performance of solar cells is obtained, that variable is the application of a 10-minute spraying time lag using coolant media "A"*

*Keywords ; Solar Panel, Solar Panel Cooling, Coolant, Spray, Solar Panel Performance, Minitab18, Clean Energy, Photovoltaic, Solar Radiation*

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur selalu diucapkan kepada Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan Skripsi yang berjudul “ANALISIS PENGARUH JEDA WAKTU DAN JENIS MEDIA *COOLANT* DENGAN METODE *SPRAY* PADA *BACK SURFACE* TERHADAP KINERJA PANEL SURYA” dapat dikerjakan dan disusun dengan baik hingga selesai.

Tentunya banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan Skripsi ini, akan tetapi dengan adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, maka Skripsi ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya. Dalam kesempatan kali ini disampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua serta seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dukungan yang sangat berarti.
2. Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., ACPE. selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
3. Akhmad Ghiffary Budianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan Skripsi ini.
4. Kawan-kawan Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Penulis menyadari atas berbagai kekurangan dalam penyusunan Skripsi ini, oleh karena itu penulis mengharapkan adanya penelitian lanjutan. Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat berguna sebagai mana mestinya khususnya pada bidang keteknikan.

Banjarbaru, 10 Januari 2024

Mahasiswa,

Muhammad Hendrawan Septian Hartoyo  
NIM. 2010816110009

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>SKRIPSI</b> .....	ii
<b>IDENTITAS</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>LEMBAR KONSULTASI</b> .....	v
<b>LEMBAR ORISINALITAS</b> .....	vi
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	vii
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	viii
<b>RINGKASAN</b> .....	x
<b>SUMMARY</b> .....	xi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1. Energi .....	5
2.2. Hukum Kekekalan Energi .....	5
2.3. Sumber Energi .....	6
2.4. Pemanfaatan Sumber Energi Alternatif .....	7
2.5. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) .....	8
2.6. Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Panel Surya .....	18
2.7. Analisa Sel Surya.....	23
2.8. Tinjauan Pustaka .....	29

2.9. Metode Penyusunan Penelitian .....	36
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>35</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	39
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	39
3.3. Metode Penelitian .....	40
3.4. Diagram Alir Penelitian .....	45
3.5. Variabel Penelitian .....	46
3.6. Prosedur Pengujian .....	46
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>48</b>
4.1. Perancangan Perangkat .....	48
4.2. Pelaksanaan Penelitian.....	48
4.3. Pengolahan Data .....	60
4.4. Pengaruh Sistem Pendingin Terhadap Temperatur Panel Surya.....	66
4.5. Pengaruh Sistem Pendingin Terhadap Temperatur Rerata Panel Surya.	68
4.6. Pengaruh Sistem Pendingin Terhadap Daya <i>Output</i> Panel Surya.....	69
4.7. Pengaruh Sistem Pendingin Terhadap Efisiensi Panel Surya .....	71
4.8. Pengolahan Data dengan Menggunakan Anova .....	72
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>86</b>
5.1. Kesimpulan .....	86
5.2. Saran .....	86
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>87</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu .....	31
Tabel 2. 2 Contoh Pengujian Anova.....	36
Tabel 3. 1 <i>Properties of Liquid Coolant</i> Jumbo .....	39
Tabel 3. 2 <i>Properties of Liquid Coolant</i> Prestone .....	40
Tabel 3. 3 <i>Properties of Liquid Coolant</i> TOP1 .....	40
Tabel 4. 1 Penelitian Jenis Media "A" dengan Jeda Waktu 10 Menit.....	49
Tabel 4. 2 Penelitian Jenis Media "A" dengan Jeda Waktu 20 Menit .....	50
Tabel 4. 3 Penelitian Jenis Media "A" dengan Jeda Waktu 30 Menit .....	52
Tabel 4. 4 Penelitian Jenis Media "B" dengan Jeda Waktu 10 Menit .....	53
Tabel 4. 5 Penelitian Jenis Media "B" dengan Jeda Waktu 20 Menit .....	54
Tabel 4. 6 Penelitian Jenis Media "B" dengan Jeda Waktu 30 Menit .....	55
Tabel 4. 7 Penelitian Jenis Media "C" dengan Jeda Waktu 10 Menit .....	57
Tabel 4. 8 Penelitian Jenis Media "C" dengan Jeda Waktu 20 Menit .....	58
Tabel 4. 9 Penelitian Jenis Media "C" dengan Jeda Waktu 30 Menit .....	59
Tabel 4. 10 Data Rerata Hasil Penelitian .....	60
Tabel 4. 11 <i>Contents of Liquid Coolant</i> Jumbo.....	61
Tabel 4. 12 <i>Contents of Liquid Coolant</i> Prestone .....	61
Tabel 4. 13 <i>Contents of Liquid Coolant</i> TOP1.....	61
Tabel 4. 14 <i>Filling Factor</i> .....	62
Tabel 4. 15 Daya Maksimum .....	62
Tabel 4. 16 Daya Masuk.....	62
Tabel 4. 17 Daya Keluaran.....	63
Tabel 4. 18 Efisiensi .....	63
Tabel 4. 19 Panas yang Dibuang dengan Jenis Media "A" .....	64
Tabel 4. 20 Panas yang Dibuang dengan Jenis Media "B" .....	64
Tabel 4. 21 Panas yang Dibuang dengan Jenis Media "C" .....	65
Tabel 4. 22 <i>Factor Information</i> pada Perhitungan Temperatur.....	73
Tabel 4. 23 Analisis Varian pada Perhitungan Temperatur .....	73
Tabel 4. 24 <i>Means Media Coolant</i> pada Perhitungan Temperatur .....	74
Tabel 4. 25 <i>Means</i> Jeda Waktu pada Perhitungan Temperatur.....	74
Tabel 4. 26 <i>Coefficients and Regression</i> pada Perhitungan Temperatur .....	75

Tabel 4. 27 Analisis Varian Jeda Waktu Terhadap Temperatur .....	75
Tabel 4. 28 <i>Tukey Pairwise</i> Jeda Waktu Terhadap Temperatur .....	75
Tabel 4. 29 <i>Response Optimization</i> Variabel Terhadap Temperatur .....	76
Tabel 4. 30 <i>Factor Information</i> pada Perhitungan Daya <i>Output</i> .....	78
Tabel 4. 31 Analisis Varian pada Perhitungan Daya <i>Output</i> .....	78
Tabel 4. 32 <i>Means Media Coolant</i> pada Perhitungan Daya <i>Output</i> .....	78
Tabel 4. 33 <i>Means</i> Jeda Waktu pada Perhitungan Daya <i>Output</i> .....	79
Tabel 4. 34 <i>Coefficients and Regression</i> pada Perhitungan Daya <i>Output</i> .....	80
Tabel 4. 35 <i>Response Optimization</i> Terhadap Daya <i>Output</i> .....	80
Tabel 4. 36 <i>Factor Information</i> pada Perhitungan Efisiensi .....	82
Tabel 4. 37 Analisis Varian pada Perhitungan Efisiensi .....	82
Tabel 4. 38 <i>Means Media Coolant</i> pada Perhitungan Efisiensi .....	82
Tabel 4. 39 <i>Means</i> Jeda Waktu pada Perhitungan Efisiensi .....	83
Tabel 4. 40 <i>Coefficients and Regression</i> pada Perhitungan Efisiensi .....	84
Tabel 4. 41 <i>Response Optimization</i> Terhadap Efisiensi.....	84



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip Kerja PLTS <i>Off-Grid</i> .....	9
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja PLTS <i>On-Grid</i> .....	10
Gambar 2. 3 Prinsip Kerja PLTS <i>Hybrid</i> .....	11
Gambar 2. 4 Skema Panel Surya .....	12
Gambar 2. 5 Struktur Penyusun Panel Surya.....	15
Gambar 2. 6 Ilustrasi Proses Pengolahan Muatan Listrik.....	17
Gambar 2. 7 Perbedaan Panjang Spektrum Cahaya .....	18
Gambar 2. 8 Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Panel Surya.....	19
Gambar 2. 9 Macam-Macam Radiasi Matahari.....	20
Gambar 2. 10 Posisi Sudut Kemiringan Panel Surya .....	21
Gambar 2. 11 Kondisi Semikonduktor .....	23
Gambar 2. 12 Perpindahan Elektron dan <i>Hole</i> .....	24
Gambar 2. 13 Hasil Perpindahan Elektron dan <i>Hole</i> .....	24
Gambar 2. 14 Timbulnya Listrik di Daerah Depresi .....	25
Gambar 2. 15 Konstruksi Semikonduktor Sel Surya.....	25
Gambar 3. 1 Skema Rangkaian Perangkat Penelitian.....	41
Gambar 3. 2 Instalasi Perangkat .....	42
Gambar 3. 3 Posisi Peletakan <i>Thermocouple</i> .....	43
Gambar 4. 1 Perancangan Perangkat .....	48
Gambar 4. 2 Pengaruh Temperatur Panel Surya dengan Media A .....	66
Gambar 4. 3 Pengaruh Temperatur Panel Surya dengan Media B .....	67
Gambar 4. 4 Pengaruh Temperatur Panel Surya dengan Media C .....	67
Gambar 4. 5 Pengaruh Sistem Pendingin Terhadap Temperatur Rerata.....	68
Gambar 4. 6 Pengaruh Daya <i>Output</i> Panel Surya dengan Media A .....	69
Gambar 4. 7 Pengaruh Daya <i>Output</i> Panel Surya dengan Media B .....	70
Gambar 4. 8 Pengaruh Daya <i>Output</i> Panel Surya dengan Media C .....	70
Gambar 4. 9 Pengaruh Sistem Pendingin Terhadap Efisiensi Panel Surya .....	71
Gambar 4. 10 <i>Interval Plot</i> Media <i>Coolant</i> Terhadap Temperatur .....	74
Gambar 4. 11 <i>Interval Plot</i> Jeda Waktu Terhadap Temperatur .....	74
Gambar 4. 12 Uji <i>Tukey</i> Jeda Waktu Terhadap Temperatur.....	76
Gambar 4. 13 <i>Contour Plot</i> Media <i>Coolant</i> dan Jeda Waktu Terhadap Temperatur .....	77

Gambar 4. 14 <i>Interval Plot</i> Media <i>Coolant</i> Terhadap Daya <i>Output</i> .....	79
Gambar 4. 15 <i>Interval Plot</i> Jeda Waktu Terhadap Daya <i>Output</i> .....	79
Gambar 4. 16 <i>Contour Plot</i> Media <i>Coolant</i> dan Jeda Waktu Terhadap Daya <i>Output</i> ....	81
Gambar 4. 17 <i>Interval Plot</i> Media <i>Coolant</i> Terhadap Efisiensi .....	83
Gambar 4. 18 <i>Interval Plot</i> Jeda Waktu Terhadap Efisiensi .....	83
Gambar 4. 19 <i>Contour Plot</i> Media <i>Coolant</i> dan Jeda Waktu Terhadap Efisiensi.....	85

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
FF	Faktor Pengisi	-
$V_m$	Tegangan Maksimum	Volt
$I_m$	Arus Maksimum	Ampere
$V_{oc}$	Tegangan Rangkaian	Volt
$I_{sc}$	Arus Hubungan Singkat	Ampere
$P_m$	Daya Maksimum	Watt
$P_{in}$	Daya Input	Watt
$I_r/E$	Intensitas Radiasi	$W/m^2$
$A_p$	Luas Penampang Panel	$m^2$
$P_{out}$	Daya Keluar	Watt
$\eta$	Efisiensi Panel Surya	%
Q	Debit Fluida	$m^3/detik$
s	Waktu	detik
H	Hipotesa Statistik	-
$\alpha$	Tingkat Signifikansi	%