

**ANALISA DAYA OUTPUT PANEL PHOTOVOLTAIC
MONOCRYSTALLINE DENGAN ALUMINIUM PLAT BERLUBANG
MENGGUNAKAN DATALOGGER BERBASIS ARDUINO MEGA-2560**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

M. DESTRIANDI BURHAN

03041181320048

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISA DAYA OUTPUT PANEL PHOTOVOLTAIC
MONOCRYSTALLINE DENGAN ALUMINIUM PLAT BERLUBANG
MENGGUNAKAN DATALOGGER BERBASIS ARDUINO MEGA-2560



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

M. DESTRIANDI BURHAN

03041181320048

Indralaya, Juli 2020

**Menyetujui,
Pembimbing Utama**

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP : 197108141999031005

Ir. Armin Sofijan, M.T.

NIP : 196411031995121001

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tanda Tangan

: 

Pembimbing Utama : Ir. Armin Sofijan, M.T.

Tanggal

: _____ / _____ / _____

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Destriandi Burhan
NIM : 03041181320048
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisa Daya Output Panel Photovoltaic Monocrystalline
Dengan Aluminium Plat Berlubang Menggunakan
Datalogger Berbasis Arduino Mega-2560

Hasil Pengecekan

Software *iThenticate/Turnitin*: 18 %

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Indralaya, Juli 2020



M. Destriandi Burhan

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*ANALISA DAYA OUTPUT PHOTOVOLTAIC MONOCRYSTALLINE DENGAN ALUMINIUM PLAT BERLUBANG MENGGUNAKAN DATALOGGER BERBASIS ARDUINO MEGA-2560*”. Serta shalawat dan salam selalu tercurah kepada Rasulullah SAW, keluarga dan para sahabat.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari kerjasama dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE. selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M. Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Herlina, S.T., M.T., M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Herlina, S.T., M.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing akademik.
6. Bapak Ir. Armin Sofijan, M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta nasihat selama penggerjaan skripsi.
7. Bapak Ir. Hairul Alwani HA, M.T., Ibu Hj. Rahmawati, S.T., M.T., Ibu Hj. Ike Bayusari, S.T., M.T., Ibu Hj. Hermawati, S.T., M.T., dan Ibu Caroline, S.T., M.T., selaku dosen penguji yang telah memberi ilmu, bimbingan, motivasi dan arahan selama penggerjaan skripsi.
8. Seluruh dosen Teknik Elektro yang telah banyak memberikan ilmu yang Insya Allah Bermanfaat dan Staf Jurusan Teknik Elektro Unsri Bu Diah,

Bpk. Slamet, Bpk. Ruslan, Bpk. Rusman yang telah banyak membantu selama perkuliahan.

9. Ayah (Ario Uniar) Ibu (Asliah) selaku orang tua yang tiada henti-hentinya mendoakan dan memberikan motivasi dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Kakak (Hudiana Suis dan Aasma Evitayati) dan adik (Riska Yunita) selaku keluarga yang selalu mendoakan, memberikan masukan dan bantuan selama ini.
11. Sahabat-sahabat (Ryan Pratama Joni Saputra , Abeng Yogta, Yoefen Halen Dredy, Muhammad Bayu Akbar, Musahab Khori, Ridwan Sanni, M. Yogie Alkahfi, Yunika Purwanti, Rian Mahmuddin) yang selalu mendukung secara mental, mendoakan dan memberikan masukan dan bantuan selama ini.
12. Teman-teman Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan yang lebih luas kepada pembaca. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Terima Kasih.

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb.

Indralaya, Juli 2020

Penulis

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M Destriandi Burhan

NIM : 03041181320048

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISA DAYA OUTPUT PANEL PHOTOVOLTAIC MONOCRYSTALLINE DENGAN ALUMINIUM PLAT BERLUBANG MENGGUNAKAN DATALOGGER BERBASIS ARDUINO MEGA-2560

Beseerta perangkat yang ada (*jika diperlukan*). Dengan Hak Bebas Royaliti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/ formatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, Juli 2020



M. Destriandi Burhan

ABSTRAK

**ANALISA DAYA OUTPUT PANEL PHOTOVOLTAIC
MONOCRYSTALLINE DENGAN ALUMINIUM PLAT BERLUBANG
MENGGUNAKAN DATALOGGER BERBASIS ARDUINO MEGA-2560**

(M. Destriandi Burhan, 03041181320048, 2020, 90 halaman)

Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi panas yang berlebih pada panel surya dan meningkatkan daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya monokristal 100 WP dengan menambahkan aluminium plat berlubang sebagai media pendingin panel surya. Sumber energi yang digunakan yaitu lampu halogen dan pengambilan data dilakukan secara otomatis oleh datalogger. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai contoh pada ketinggian 40 cm yaitu tegangan 18.50 V, arus 4.24 A, temperatur atas 47 °C, dan temperatur bawah 33.50 °C pada saat menggunakan plat aluminium berlubang. Pada saat tidak menggunakan plat aluminium berlubang didapatkan hasil tegangan 14.71 V, arus 3.18 A, temperatur atas 55.00 °C, dan temperatur bawah 38.38 °C. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan ketinggian ideal yaitu 40 cm dimana daya output yang dihasilkan lebih optimal dengan radiasi yang cukup. Aluminium plat berlubang dapat mengurangi panas yang berlebih pada panel surya sehingga menjaga dan meningkatkan daya keluaran dari panel surya.

Kata kunci: Panel photovoltaic, monocystalline, aluminium plat berlubang,
datalogger

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

Menyetujui,

Pembimbing Utama

A handwritten signature of "Ir. Armin Sofjan, M.T." followed by the NIP number "NIP : 196411031995121001".

Ir. Armin Sofjan, M.T.

NIP : 196411031995121001

ABSTRACT

ANALYZE POWER OUTPUT PANEL MONOCRYSTALLINE PHOTOVOLTAIC WITH PERFORATED ALUMINIUM PLATE USING ARDUINO-BASED DATACONNECTOR MEGA-2560

(M. Destriandi Burhan, 03041181320048, 2020, 90 pages)

This research was conducted to reduce excessive heat in solar panels and increase the output power produced by the Monocrystal solar panel 100 WP by adding an aluminum perforated plate as a cooling media solar panel. The source of energy used is halogen lamps and data retrieval is done automatically by Datalogger. From the results of the experiment has been obtained results as an example at an altitude of 40 cm, namely voltage 18.50 V, current 4.24 A, the temperature over 47 °C, and the temperature below 33.50 °C when using A perforated aluminum plate. When not using perforated aluminum plate is obtained the result of voltage 14.71 V, current 3.18 A, temperature over 55.00 °C, and the temperature below 38.38 °C. From the results of the test has been obtained the ideal height of 40 cm where the output power is more optimal with sufficient radiation. Aluminum perforated plate can reduce excess heat in the solar panels so as to maintain and increase the output power from the solar panels.

Keywords: *Photovoltaic panel, monocrystalline, perforated aluminium plate, datalogger*

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP : 197108141999031005

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Ir. Armin Sofijan, M.T.

NIP : 196411031995121001

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR GRAFIK	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR RUMUS	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
NOMENKLATUR	xxii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Panel Fotovoltaik.....	6
2.1.1. Kelebihan Panel Fotovoltaik.....	6
2.1.2. Kekurangan Panel Fotovoltaik.....	7
2.2. Jenis Panel Fotovoltaik	8
2.2.1. <i>Monocrystalline</i>	8

2.2.2. <i>Polycrystalline</i>	8
2.2.3. <i>Thin Film Photovoltaic (TFP)</i>	9
2.3. Prinsip Kerja Panel Surya.....	10
2.4. Radiasi Matahari	15
2.5. Efisiensi Panel Surya	16
2.5.1. Perhitungan Efisiensi Panel Surya.....	17
2.5.2. Pengaruh Suhu Terhadap Efisiensi.....	18
2.5.4. Pengaruh Suhu Terhadap Daya Listrik Panel Surya	19
2.5.4. Kurva I-V (Arus dan Tegangan)	20
2.5.5. Fill Factor.....	22
2.6. Pelat Pendingin Aluminium Berlubang	22
2.6.1. Material Pelat Berlubang.....	23
2.6.2. Proses Pendingin Panel Fotovoltaik dengan Pelat Berlubang	23
2.7. Lampu Halogen.....	24
2.8. <i>Datalogger</i> (Penyimpan Data)	25
2.7. Arduino	25
2.7.1. Arduino Nano.....	26
2.7.2. Arduino Uno R3	26
2.7.3. Arduino Mega.....	27
2.8. Sensor Arus ACS 712	27
2.9. Sensor Tegangan.....	28
2.10. Sensor Suhu DS18B20	29
2.11. Modul SDCard Shield.....	29
2.12. Sensor Intensitas Cahaya	30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian.....	31
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.3. Alat dan Bahan	32
3.4. Diagram Alir Penelitian	37
3.5. Diagram Blok Penelitian	38
3.6. Desain Penelitian	38

3.7.	Prosedur Penelitian.....	40
3.8.	Rangkaian Penelitian.....	42

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Umum.....	44
4.2.	Pembahasan <i>Datalogger</i> Berbasis Arduino Mega-2560.....	44
4.3.	Pembahasan Plat Pendingin Aluminium Berlubang	45
4.4.	Data Hasil Pengujian Panel Surya.....	46
4.4.1.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	47
	Pada Ketinggian 30 cm Dari Panel Surya	
4.4.2.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	49
	Pada Ketinggian 35 cm Dari Panel Surya	
4.4.3.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	51
	Pada Ketinggian 40 cm Dari Panel Surya	
4.4.4.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	53
	Pada Ketinggian 45 cm Dari Panel Surya	
4.4.5.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	55
	Pada Ketinggian 50 cm Dari Panel Surya	
4.4.6.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	57
	Pada Ketinggian 55 cm Dari Panel Surya	
4.4.7.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	59
	Pada Ketinggian 60 cm Dari Panel Surya	
4.4.8.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	61
	Pada Ketinggian 65 cm Dari Panel Surya	
4.4.9.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	63
	Pada Ketinggian 70 cm Dari Panel Surya	
4.4.10.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	65
	Pada Ketinggian 75 cm Dari Panel Surya	
4.5.	Grafik Hasil Pengujian Panel Surya	67
4.5.1.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	67
	Pada Ketinggian 30 cm Dari Panel Surya	

4.5.2.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen	68
	Pada Ketinggian 35 cm Dari Panel Surya	
4.5.3.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	69
	Pada Ketinggian 40 cm Dari Panel Surya	
4.5.4.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	70
	Pada Ketinggian 45 cm Dari Panel Surya	
4.5.5.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	71
	Pada Ketinggian 50 cm Dari Panel Surya	
4.5.6.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	72
	Pada Ketinggian 55 cm Dari Panel Surya	
4.5.7.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	73
	Pada Ketinggian 60 cm Dari Panel Surya	
4.5.8.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	74
	Pada Ketinggian 65 cm Dari Panel Surya	
4.5.9.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	75
	Pada Ketinggian 70 cm Dari Panel Surya	
4.5.10.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen	76
	Pada Ketinggian 75 cm Dari Panel Surya	
4.6.	Analisa Hasil Penelitian.....	77

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan.....	78
5.2.	Saran	79

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Panel Fotovoltaik.....	6
Gambar 2.2.	Panel Fotovoltaik Jenis Monocrystalline	8
Gambar 2.3.	Panel Fotovoltaik Jenis Polycrystalline.....	9
Gambar 2.4.	Panel Fotovoltaik Jenis Thin Film Amorphous.....	10
Gambar 2.5.	Ilustrasi Perpindahan Atom Pada Semikonduktor.....	11
Gambar 2.6.	Semikonduktor Jenis p dan n Sebelum Disambung.....	11
Gambar 2.7.	Perpindahan Elektron dan <i>Hole</i> Pada Semikonduktor	12
Gambar 2.8.	Hasil Muatan Positif dan Negatif Pada Semikonduktor	12
Gambar 2.9.	Timbulnya Medan Listrik Internal E	13
Gambar 2.10.	Sambungan Semikonduktor Terkena Cahaya Matahari	13
Gambar 2.11.	Sambungan Semikonduktor Ditembus Cahaya Matahari.....	14
Gambar 2.12.	Pengaruh Suhu Pada Karakteristik I-V	19
Gambar 2.13.	Kurva Karakteristik Sel Surya Akibat Kenaikan Suhu.....	20
Gambar 2.14.	Kurva I-V Menunjukkan Tegangan Rangkaian Terbuka	21
Gambar 2.15.	Kuva I-V Menunjukkan Arus Hubung Singkat.....	21
Gambar 2.16.	Papan Arduino Uno.....	26
Gambar 2.17.	Papan Arduino Mega.....	27
Gambar 2.18.	Modul Sensor Arus ACS712.....	28
Gambar 2.19.	Modul Sensor Tegangan.....	28
Gambar 2.20.	Modul Sensor Suhu DS18B20.....	29
Gambar 2.21.	Modul SDCard Shield.....	29
Gambar 2.22.	Sensor Intensitas Cahaya.....	30
Gambar 3.1.	Spesifikasi Panel Surya Monokristal 100 WP	35
Gambar 3.2.	Spesifikasi Lampu Halogen.....	36
Gambar 3.3.	Diagram Alir Penelitian.....	37
Gambar 3.4.	Diagram Blok Penelitian.....	38
Gambar 3.5.	Desain Plat Berlubang Panel Surya	38
Gambar 3.6.	Panel Surya Setelah Menggunakan Plat Berlubang.....	39

Gambar 3.7.	Rak Panel Surya Yang Telah Terpasang Lampu Halogen	39
Gambar 3.8.	Desain Rak Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	40
	dan Penempatan Sensor	
Gambar 3.9.	Rangkaian <i>Datalogger</i> Arduino Mega-2560	42
Gambar 3.10.	Rencana Rangkaian <i>Datalogger</i> Arduino Mega-2560	43
	dan Penempatan Pada Panel Surya	
Gambar 4.1.	Desain <i>Datalogger</i> Berbasis Arduino Mega-2560.....	44
Gambar 4.2.	Rangkaian Input <i>Datalogger</i>	45
Gambar 4.3.	Desain Plat Pendingin Aluminium Berlubang.....	46

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1.	Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	67
	Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 30 cm	
Grafik 4.2.	Grafik Arus Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya.....	67
	Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 30 cm	
Grafik 4.3.	Grafik Daya Output dan Efisiensi Terhadap Waktu	68
	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen	
	Pada Ketinggian 30 cm	
Grafik 4.4.	Grafik Suhu Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	68
	Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 30 cm	
Grafik 4.5.	Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	69
	Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 35 cm	
Grafik 4.6.	Grafik Arus Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	69
	Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 35 cm	
Grafik 4.7.	Grafik Daya Output dan Efisiensi Terhadap Waktu	70
	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen	
	Pada Ketinggian 35 cm	
Grafik 4.8.	Grafik Suhu Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	70
	Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 35 cm	
Grafik 4.9.	Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	71
	Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 40 cm	
Grafik 4.10.	Grafik Arus Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	71
	Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 40 cm	
Grafik 4.11.	Grafik Daya Output dan Efisiensi Terhadap Waktu	72
	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen	
	Pada Ketinggian 40 cm	
Grafik 4.12.	Grafik Suhu Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	72
	Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 40 cm	

Grafik 4.13. Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	73
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 45 cm	
Grafik 4.14. Grafik Arus Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	73
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 45 cm	
Grafik 4.15. Grafik Daya Output dan Efisiensi Terhadap Waktu.....	74
Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen	
Pada Ketinggian 45 cm	
Grafik 4.16. Grafik Suhu Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	74
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 45 cm	
Grafik 4.17. Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	75
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 50 cm	
Grafik 4.18. Grafik Arus Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	75
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 50 cm	
Grafik 4.18. Grafik Daya Output dan Efisiensi Terhadap Waktu.....	76
Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen	
Pada Ketinggian 50 cm	
Grafik 4.20. Grafik Suhu Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	76
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 50 cm	
Grafik 4.21. Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	77
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 55 cm	
Grafik 4.22. Grafik Arus Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	77
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 55 cm	
Grafik 4.23. Grafik Daya Output dan Efisiensi Terhadap Waktu.....	78
Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen	
Pada Ketinggian 55 cm	
Grafik 4.24. Grafik Suhu Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	78
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 55 cm	
Grafik 4.25. Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	79
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 60 cm	
Grafik 4.26. Grafik Arus Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	79
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 60 cm	

Grafik 4.27. Grafik Daya Output dan Efisiensi Terhadap Waktu	80
Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen	
Pada Ketinggian 60 cm	
Grafik 4.28. Grafik Suhu Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	80
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 60 cm	
Grafik 4.29. Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	81
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 65 cm	
Grafik 4.30. Grafik Arus Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	81
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 65 cm	
Grafik 4.31. Grafik Daya Output dan Efisiensi Terhadap Waktu	82
Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen	
Pada Ketinggian 65 cm	
Grafik 4.32. Grafik Suhu Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	82
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 65 cm	
Grafik 4.33. Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	83
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 70 cm	
Grafik 4.34. Grafik Arus Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	83
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 70 cm	
Grafik 4.35. Grafik Daya Output dan Efisiensi Terhadap Waktu	84
Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen	
Pada Ketinggian 70 cm	
Grafik 4.36. Grafik Suhu Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	84
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 70 cm	
Grafik 4.37. Grafik Tegangan Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	85
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 75 cm	
Grafik 4.38. Grafik Arus Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya	85
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 75 cm	
Grafik 4.39. Grafik Daya Output dan Efisiensi Terhadap Waktu	86
Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen	
Pada Ketinggian 75 cm	

Grafik 4.40. Grafik Suhu Terhadap Waktu Pengujian Panel Surya..... 86
Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 75 cm

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Panjang Gelombang dan Persentase Cahaya Matahari	16
Tabel 2.2.	Kelebihan dan Kekurangan Lampu Halogen.....	25
Tabel 3.1.	Alat dan Bahan.....	32
Tabel 3.2.	Spesifikasi Panel Surya Monokristal 100 WP.....	35
Tabel 3.3.	Spesifikasi Lampu Halogen.....	36
Tabel 4.1.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	47
	Ketinggian 30 cm Menggunakan Plat Berlubang	
Tabel 4.2.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	48
	Ketinggian 30 cm Tanpa Menggunakan Plat Berlubang	
Tabel 4.3.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	49
	Ketinggian 35 cm Menggunakan Plat Berlubang	
Tabel 4.4.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	50
	Ketinggian 35 cm Tanpa Menggunakan Plat Berlubang	
Tabel 4.5.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	51
	Ketinggian 40 cm Menggunakan Plat Berlubang	
Tabel 4.6.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	52
	Ketinggian 40 cm Tanpa Menggunakan Plat Berlubang	
Tabel 4.7.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	53
	Ketinggian 45 cm Menggunakan Plat Berlubang	
Tabel 4.8.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	54
	Ketinggian 45 cm Tanpa Menggunakan Plat Berlubang	
Tabel 4.9.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	55
	Ketinggian 50 cm Menggunakan Plat Berlubang	
Tabel 4.10.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	56
	Ketinggian 50 cm Tanpa Menggunakan Plat Berlubang	
Tabel 4.11.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	57
	Ketinggian 55 cm Menggunakan Plat Berlubang	
Tabel 4.12.	Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen.....	58

Ketinggian 55 cm Tanpa Menggunakan Plat Berlubang

Tabel 4.13. Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen59

Ketinggian 60 cm Menggunakan Plat Berlubang

Tabel 4.14. Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen60

Ketinggian 60 cm Tanpa Menggunakan Plat Berlubang

Tabel 4.15. Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen61

Ketinggian 65 cm Menggunakan Plat Berlubang

Tabel 4.16. Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen62

Ketinggian 65 cm Tanpa Menggunakan Plat Berlubang

Tabel 4.17. Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen63

Ketinggian 70 cm Menggunakan Plat Berlubang

Tabel 4.18. Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen64

Ketinggian 70 cm Tanpa Menggunakan Plat Berlubang

Tabel 4.19. Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen65

Ketinggian 75 cm Menggunakan Plat Berlubang

Tabel 4.20. Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen66

Ketinggian 75 cm Tanpa Menggunakan Plat Berlubang

DAFTAR RUMUS

Grafik 2.1.	Daya Keluaran Sel Surya.....	17
Grafik 2.2.	Efisiensi Sebuah Sel Surya.....	18
Grafik 2.3.	Rugi-rugi Daya Saat Panel Mengalami Kenaikan Suhu	20
Grafik 2.4.	Fill Factor.....	22

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 30 cm Dari Panel Surya
- Lampiran 2.** Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 35 cm Dari Panel Surya
- Lampiran 3.** Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 40 cm Dari Panel Surya
- Lampiran 4.** Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 45 cm Dari Panel Surya
- Lampiran 5.** Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 50 cm Dari Panel Surya
- Lampiran 6.** Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 55 cm Dari Panel Surya
- Lampiran 7.** Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 60 cm Dari Panel Surya
- Lampiran 8.** Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 65 cm Dari Panel Surya
- Lampiran 9.** Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 70 cm Dari Panel Surya
- Lampiran 10.** Pengujian Panel Surya Menggunakan Lampu Halogen Pada Ketinggian 75 cm Dari Panel Surya
- Lampiran 11.** Rak Panel Surya Dalam Kondisi Tidak Menyalakan
- Lampiran 12.** Rak Panel Surya Dalam Kondisi Menyalakan
- Lampiran 13.** Proses Pengambilan Data
- Lampiran 14.** *iThenticate/Turnitin*

NOMENKLATUR

	: Daya keluaran panel surya (Watt)
	: Tegangan <i>open circuit</i> (Volt)
	: Arus <i>short circuit</i> (Ampere).
P	: Daya (watt)
V	: Tegangan (Volt)
I	: Arus (Ampere)
t	: Satuan Waktu (time)
FF	: Fill Factor (Faktor Daya)
η	: Efisiensi (%)
P_{MPP}	: Daya maksimal yang dihasilkan panel surya(watt)
$n_{Baterai}$: Jumlah Baterai
$V_{baterai}$: Tegangan Baterai (volt)
$C_{baterai}$: Kapasitas Baterai (Ah)
ΔT	: Perubahan suhu saat mengalami kenaikan ($^{\circ}\text{C}$)
V_{mp}	: Tegangan Titik Maksimum (V)
I_{mp}	: Arus Titik Maksimum (A)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. de Vries *et al.*, “Buku Panduan ENERGI yang Terbarukan,” 2010.
- [2] Irwin Bizzy and L. Mustafrizal, “PV Panel Cooler to Enhance Output Performance Using Perforated Aluminium Plate,” 2019.
- [3] S. Manan, “Energi matahari, sumber energi alternatif yang effisien, handal dan ramah lingkungan di indonesia,” pp. 31–35, 2009.
- [4] R. Rahmat, “Matahari Sebagai Sumber Energi Dunia,” *Environment Article*, 2015. [Online]. Available: <https://environmentindonesia.com/>
- [5] R. Pahlevi, “Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya,” 2018.
- [6] M. Afif, “Pengaruh Parameter Cahaya Matahari dan Suhu Terhadap Daya Keluaran Panel Surya Thin Film Jenis Amorphus,” 2018.
- [7] D. Gede, D. Pramana, I. W. A. Wijaya, and I. M. A. Suyadnya, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kinerja Panel Surya Berbasis Mikrokontroller Atmega 328,” vol. 4, no. 2, pp. 89–96, 2017.
- [8] M. Z. M. Mohsen Mirzaei, “A Comparative Analysis of Long-Term Field Test of Monocrystalline and Polycrystalline PV Power Generation in Semi-Arid Climate Conditions,” *Elsevier*, vol. 38, no. Energy for Sustainable Development, pp. 93–101, 2017.
- [9] Febrianto, “Perbedaan Arduino Uno dan Arduino Nano,” 2018. [Online]. Available: <https://ndoware.com/perbedaan-arduino-uno-dan-arduino-nano.html>.
- [10] Subramanian, “Current Sensor ACS712 Pin and Working Details,” 2018. [Online]. Available: <https://www.androiderode.com/current-sensor-acs712-pin-and-working-details/>.
- [11] EKT2-Electronics, “Datasheet Arduino Voltage Sensor Module,” China.
- [12] I. Maxim Integrated Products, “DS18B20 Digital Thermometer,” pp. 1–20, 2018.
- [13] H. Suryawinata, D. Purwanti, and S. Sunardiyo, “Sistem Monitoring pada

Panel Surya Menggunakan Data logger Berbasis ATmega 328 dan Real Time Clock DS1307,” *Sist. Monit. pada Panel Surya Menggunakan Data logger Berbas. ATmega 328 dan Real Time Clock DS1307*, vol. 9, no. 1, 2017.

- [14] J. Meydbray, K. Emery, and S. Kurtz, “Pyranometers and Reference Cells , What ’s the Difference ?,” *Natl. Renew. Energy Lab.*, no. March, pp. 1–7, 2012.
- [15] Anonim, “Solar Cell: Pertimbangan Pemilihan Material Bahan,” 2015. [Online]. Available: <http://panelsuryaindonesia.com/konsep-panel-surya/25-solar-cell-pertimbangan-pemilihan-material-bahan>.
- [16] F. Dincer and M. E. Meral, “Critical Factors that Affecting Efficiency of Solar Cells,” *Smart Grid Renew. Energy*, vol. 1, pp. 47–50, 2010.
- [17] I. Fondriest Environmental, “Solar Radiation and Photosynthetically Active Radiation,” 2014.
- [18] H. J. Queisser, “Efficiency of Solar Cell,” *J. Appl. Phys.*, vol. 32, p. 510, 1962.
- [19] B. V Chikate, Y. A. Sadawarte, and B. D. C. O. E. Sewagram, “The Factors Affecting the Performance of Solar Cell,” *Int. J. Comput. Appl.*, pp. 1–4, 2015.
- [20] K. Jager, O. Isabella, A. H. M. Smets, R. A. C. M. M. van Swaaij, and M. Zeman, *Solar Energy Fundamentals, Technology and Systems*. Delft: Delft University of Technology, 2014.
- [21] P. Baruch, De Vos, A., Landsberg, P. T., and Parrott, J. E., “On some thermodynamic aspects of photovoltaic solar energy conversion”, *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 36, pp. 201-222, 1995.
- [22] L. A. Dobrzański, M. Szczęsna, M. Szindler, and A. Drygała, “Electrical Properties Mono- and Polycrystalline Silicon Solar Cells,” *J. Achiev. Mater. Manuf. Eng.*, vol. 59, no. 2, pp. 67–74, 2013.