

SKRIPSI
RANCANG BANGUN DATALOGGER TEGANGAN, ARUS, DAN SUHU
PADA PANEL SURYA MONOKRISTALLIN



SKRIPSI

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

OLEH
AS'AT RAHMAT SETIAWAN
03041281520080

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN DATALOGGER TEGANGAN, ARUS, DAN SUHU
PADA PANEL SURYA MONOKRISTALLIN



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

AS'AT RAHMAT SETIAWAN

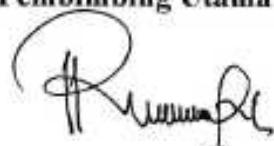
03041281520080

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**



Muhammad Abu Bakar Sidiq, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

**Indralaya, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama**



Hermawati, S.T., M.T.
NIP : 197708102001122001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : As'at Rahmat Setiawan

NIM : 03041281520080

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Rancang Bangun Datalogger Tegagan, Arus, dan Suhu pada Panel Surya Monokristallin” 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.

Palembang, Juli 2019



As'at Rahmat Setiawan

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

Tanda Tangan



Pembimbing Utama : Hermawati, S.T., M.T.

Tanggal

: 29 / Juli / 2019

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas izin, rahmat dan karunia-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Datalogger Tegangan, Arus, dan Suhu pada Panel Surya Monokristallin”. Shalawat serta salam tercurahkan kepada Rasullullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya.

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Penulisan tugas akhir ini atas dasar pengamatan langsung ke lapangan, wawancara dan membaca literatur-literatur yang berkaitan dengan isi tugas akhir ini.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih, kepada pihak yang telah membantu sehingga dapat menambah wawasan penulis dengan membandingkan antara teori praktek dan lapangan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua, A Rachman Rachim dan Meiliza, saudara – saudari Reza Nugraha Pratama, Tri Wahyu Guntara, dan Cahya Rahmi Annisa yang telah memberikan dukungan penuh dan motivasi selama proses perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir ini.
2. Ibu Hermawati, S.T., M.T. selaku pembimbing tugas akhir sekaligus pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat dan bantuan kepada penulis dari awal kuliah hingga terselesaiannya tugas akhir ini.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan mengenai teknik elektro.
5. Bapak Nuga Putrantijo, S.P., M.Si. selaku Kepala Stasiun Klimatologi Kelas I Palembang beserta staf di Stasiun Kimatologi Kelas I Palembang.
6. Teman Pondok Bonsai Yoga, Cak Yo, Fredi, Beki, Adit, dan Tayo.

7. Teman VIP Class Ruly, Redho, Rizki, Utak, Sahab, Berto, RD, dan Asyef.
8. Teman Beswan 33 Palembang Emil. Kelvin, Zahra, Tika, Nyim, dan Naci.
9. Rekan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari dalam pembuatan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, hal ini dikarenakan keterbatasan penulis. Maka dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya memperbaiki dan membangun dari pembaca.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan terutama bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya dan masyarakat pada umumnya.

Palembang, Juli 2019

As'at Rahmat Setiawan

NIM.03041281520080

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : As'at Rahmat Setiawan
Nim : 03041281520080
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

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

RANCANG BANGUN DATALOGGER TEGANGAN, ARUS, DAN SUHU PADA PANEL SURYA MONOKRISTALLIN

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti 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.

Dibuat di : Indralaya
Pada Tanggal : 25 Juli 2019
Yang menyatakan,

As'at Rahmat Setiawan

ABSTRAK

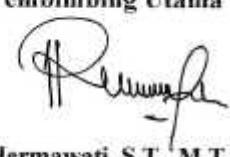
Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) mengkonversi energi dari cahaya matahari (foton) menjadi energi listrik melalui proses *photovoltaic*. PLTS jenis Monokristalin diklaim memiliki efisiensi tertinggi dibanding jenis Polikristalin dan Thin Film hingga 18%. Daya keluaran yang dihasilkan panel surya sangat bergantung pada karakteristik suhu dan juga intensitas radiasi matahari. Oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai pengaruh intensitas radiasi matahari dan suhu terhadap daya keluaran dan efisiensi panel surya jenis Monokristalin dengan menggunakan *Datalogger* berbasis Arduino dan Pyranometer. Datalogger yang dibuat memiliki persentase toleransi tegangan 0,025% dan toleransi suhu 0,0081%. Grafik harian menunjukkan intensitas radiasi matahari dan suhu panel linear terhadap daya keluaran panel, terbukti saat data tanggal 5 Mei 2019 saat suhu puncak sebesar 39,25°C menghasilkan daya puncak sebesar 50,03 watt dengan intensitas radiasi puncak sebesar 339,4 W/m². Sedangkan untuk efisiensi secara garis besar semakin besar suhu semakin baik efisiensi. Efisiensi panel monokristalin saat mencapai suhu 61°C keatas dapat mencapai 10,93%. Setelah dilakukan pengukuran dan perhitungan didapatkan bahwa efisiensi maksimum yang dapat dicapai panel surya jenis Monokristalin sebesar 16,86% saat intensitas radiasi yang diterima 1079 W/m² dan suhu panel 57,38°C.

Kata kunci : Datalogger, Monokristalin, Intensitas Radiasi, Efisiensi.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Abu Bakar
Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Indralaya, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama


Hermawati, S.T., M.T.
NIP : 197708102001122001

ABSTRACT

The Solar Power Plant (PLTS) converts energy from sunlight (photons) into electrical energy through a photovoltaic process. Monocrystalline panel is claimed to have the highest efficiency compared to Polycrystalline and Thin Film up to 18%. The output power produced by solar panels is very dependent on the characteristics of temperature and also the intensity of solar radiation. Therefore research is needed on the effect of the intensity of solar radiation and temperature on the output power and efficiency of Monocrystalline solar panels using Datalogger based on Arduino and Pyranometer. The Datalogger has voltage tolerance percentage 0,025% and temperature tolerance percentage 0,08%. The daily graph shows the intensity of solar radiation and panel temperature linear to the panel output power, as evidenced when the data dated May 5, 2019 when the peak temperature of 39.25 ° C produced a peak power of 50.03 watts with a peak radiation intensity of 339.4 W / m². While for the efficiency, the greater the temperature the better the efficiency. The efficiency of monocrystalline panels when reaching temperatures of 61 ° C and above can reach 10.93%. After measurement and calculation, it was found that the maximum efficiency that can be achieved by Monocrystalline solar panels is 16.86% when the radiation intensity received is 1079 W / m² and the panel temperature is 57.38 ° C.

Keywords: Datalogger, Monocrystalline, Radiation Intensity, Efficiency.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
 NIP : 197108141999031005

Indralaya, Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Hermawati, S.T., M.T.
 NIP : 197708102001122001

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| COVER SKRIPSI | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS | iii |
| KATA PENGANTAR | v |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI | vii |
| ABSTRAK | viii |
| ABSTRACT | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR GRAFIK | xiv |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR RUMUS | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvii |
| BAB I | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB II | 5 |
| TINJAUAN PUSAKA | 5 |
| 2.1 Datalogger | 5 |
| 2.1.1 Arduino | 5 |
| 2.1.2 Sensor Arus ACS712 | 8 |

| | |
|---|----|
| 2.2 Pyranometer | 10 |
| 2.3 Sel Surya | 11 |
| 2.3.1 Silikon | 12 |
| 2.3.2 Thin Film | 13 |
| 2.4 Batas Efisiensi | 14 |
| 2.4.1 Batasan Optik | 15 |
| 2.4.2 Batasan Resistivitas | 15 |
| 2.4.3 Batas Shockley-Queisser | 15 |
| 2.5 Radiasi Matahari | 16 |
| 2.6 Efisiensi Panel Surya | 17 |
| 2.6.1 Perhitungan Efisiensi Panel Surya | 18 |
| 2.6.2 Pengaruh Suhu terhadap Efisiensi | 19 |
| 2.6.3 Kurva I-V (Arus dan Tegangan) | 21 |
| 2.6.4 Fill Factor | 22 |
| BAB III | 23 |
| METODE PENELITIAN | 23 |
| 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian | 23 |
| 3.2 Umum | 23 |
| 3.3 Diagram Alir Penelitian | 24 |
| 3.4 Alat dan Bahan | 26 |
| 3.5 Rangkaian Penelitian | 28 |
| 3.5.1 Rangkaian Alat Datalogger | 28 |
| 3.5.2 Rangkaian Pengukuran V_{oc} dan I_{sc} | 28 |
| 3.5.3 Rancangan Penempatan Sensor Input Datalogger | 29 |
| 3.6 Tahapan Penelitian | 30 |
| BAB IV | 32 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | 32 |
| 4.1 Pengujian Datalogger Panel Surya Berbasis Arduino | 32 |
| 4.2 Pengukuran Suhu Panel 2 – 15 Mei 2019 | 35 |

| | | |
|----------------|--|----|
| 4.3 | Intensitas Radiasi Matahari di Staklim BMKG Bulan Mei 2019 | 36 |
| 4.4 | Analisa Pengaruh Suhu Panel terhadap Daya Keluaran Panel | 38 |
| 4.5 | Analisa Pengaruh Intensitas Radiasi terhadap Daya Keluaran Panel Surya | 43 |
| 4.6 | Analisa Pengaruh Suhu Panel dan Intensitas Radiasi terhadap Efisiensi Panel Surya | 45 |
| 4.7 | Efisiensi Maksimum yang Dihasilkan Panel Surya Monokristalin.... | 48 |
| BAB V | | 50 |
| PENUTUP | | 50 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 50 |
| 5.2 | Saran..... | 50 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 51 |
| LAMPIRAN | | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Papan Arduino Mega | 7 |
| Gambar 2.2 Papan Arduino Uno | 7 |
| Gambar 2.3 Sensor Arus ACS712 | 8 |
| Gambar 2.4 Sensor Tegangan | 9 |
| Gambar 2.5 Sensor Suhu DS18B20 | 10 |
| Gambar 2.6 SD Card Shield | 11 |
| Gambar 2.7 Pyranometer | 11 |
| Gambar 2.8 Sel Surya jenis Monokristalin dan Polikristalin | 13 |
| Gambar 2.9 Sel Surya Thin Film | 14 |
| Gambar 2.10 Radiasi Sorotan dan Radiasi Sebaran | 16 |
| Gambar 2.11 Pengaruh Suhu terhadap Karakteristik I-V | 19 |
| Gambar 2.12 Kurva I-V Tegangan Rangkaian Terbuka | 21 |
| Gambar 2.13 Kurva I-V Arus Hubung Singkat | 21 |
| Gambar 3.1 Rangkaian Alat Datalogger | 28 |
| Gambar 3.2 Rangkaian Pengukuran V_{oc} dan I_{sc} | 28 |
| Gambar 3.3 Rangkaian Penempatan Sensor Input Datalogger | 29 |
| Gambar 4.1 Pengujian Datalogger dengan Power Supply | 32 |
| Gambar 4.2 Format Penyimpanan Datalogger | 34 |

DAFTAR GRAFIK

| | |
|---|----|
| Grafik 4.1 Suhu Panel | 36 |
| Grafik 4.2 Suhu Panel Rata-Rata Terendah (5 Mei 2019) | 40 |
| Grafik 4.3 Pengaruh Suhu terhadap Daya Keluaran (5 Mei 2019) | 41 |
| Grafik 4.4 Grafik Suhu (7 Mei 2019) | 41 |
| Grafik 4.5 Pengaruh Suhu terhadap Daya Keluaran (7 Mei 2019)..... | 42 |
| Grafik 4.6 Intensitas Radiasi 5 Mei 2019 | 43 |
| Grafik 4.7 Pengaruh Intensitas Radiasi terhadap Daya Keluaran 5 Mei 2019 | 43 |
| Grafik 4.8 Intensitas Radiasi 7 Mei 2019 | 44 |
| Grafik 4.9 Pengaruh Intensitas Radiasi terhadap Daya Keluaran 7 7 Mei 2019 | 44 |
| Grafik 4.10 Pengaruh Suhu terhadap Efisiensi | 47 |
| Grafik 4.11 Pengaruh Intensitas Radiasi terhadap Efisiensi | 47 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Perbandingan Arduino Uno dan Arduino Nano | 6 |
| Tabel 2.2 Panjang Gelombang dan Persentase Cahaya Matahari | 17 |
| Tabel 3.1 Tabel Rencana Penelitian..... | 26 |
| Tabel 4.1 Pengujian Sensor Tegangan Datalogger | 33 |
| Tabel 4.2 Pengujian Sensor Suhu Datalogger | 34 |
| Tabel 4.3 Data Pengukuran Suhu Panel Minggu Pertama Bulan Mei | 35 |
| Tabel 4.4 Data Pengukuran Suhu Panel Minggu Kedua Bulan Mei | 35 |
| Tabel 4.5 Data Intensitas Radiasi Matahari Minggu Pertama Bulan Mei | 37 |
| Tabel 4.6 Data Intensitas Radiasi Matahari Minggu Kedua Bulan Mei | 37 |
| Tabel 4.7 Data Pengukuran dan Perhitungan Daya Keluaran Panel Surya 5 Mei 2019 | 39 |
| Tabel 4.8 Data Pengukuran dan Perhitungan Daya Keluaran Panel Surya 7 Mei 2019 | 39 |
| Tabel 4.9 Data Perhitungan Daya Masukan dan Efisiensi Panel Surya 7 Mei 2019 | 46 |
| Tabel 4.10 Data Perhitungan Efisiensi Panel Surya Minggu Pertama Bulan Mei 2019 | 48 |
| Tabel 4.11 Data Perhitungan Efisiensi Panel Surya Minggu Kedua Bulan Mei 2019 | 49 |

DAFTAR RUMUS

| | |
|-----------------|----|
| Rumus 2.1 | 18 |
| Rumus 2.2 | 18 |
| Rumus 2.3 | 20 |
| Rumus 2.4 | 22 |
| Rumus 2.5 | 33 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Photovoltaic Cell (Sel Surya) merupakan salah satu jenis pembangkit listrik energi terbarukan yang mengkonversi radiasi dari matahari (*photon*) menjadi energi listrik dengan prinsip efek Photovoltaic. Pada aplikasinya pemanfaatan energi surya menggunakan beberapa sel surya yang disusun menjadi sebuah kesatuan panel surya. Sehingga keluaran energi listrik dari tenaga surya ini semakin besar. Panel surya dapat terbuat dari beragam jenis bahan, terdapat tiga jenis sel surya yang umum digunakan di Indonesia yaitu Monokristalin, Polikristalin, dan Amorphus. Ketiga jenis sel surya tersebut memiliki karakteristik masing – masing sehingga efisiensi yang dimiliki berbeda – beda.

Pemilihan jenis panel surya tergantung dengan kebutuhan dan karakteristik tempat panel surya diaplikasikan. Panel surya tidak selalu mengeluarkan daya listrik yang sama tiap harinya karena beberapa faktor yaitu atmosfir bumi, orientasi panel, tiupan angin, radiasi matahari, dan suhu kerja panel surya [1]. Pada penelitian sebelumnya, didapatkan bahwa temperatur kerja panel tidak memengaruhi keluaran panel surya. Temperatur kerja panel cenderung lebih cepat naik karena menggunakan panel surya jenis Amorphus [2]. Dengan menggunakan alat ukur konvensional berupa Thermometer dan Multimeter sehingga data keluaran dari panel tidak dapat dipantau secara terus – menerus.

Pada penelitian lain, pernah dilakukan rancang bangun sistem monitoring panel surya menggunakan perangkat penyimpan data (*Datalogger*) berbasis ATMega 328. *Datalogger* pada dasarnya dapat memantau secara langsung dan menyimpan data keluaran panel dalam jangka waktu yang lama. *Datalogger* terbukti berhasil diimplementasikan dan bekerja sesuai program [3].

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan pengujian terhadap kinerja panel surya pada daerah semi kering di negara Iran. Walaupun keluaran energi dari panel jenis monokristal tidak linier atau berkebalikan dengan peningkatan suhu, panel monokristalin terbukti memiliki keluaran energi dan efisiensi lebih baik pada daerah tersebut dibanding panel jenis lain [4].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penulis tertarik ingin membahas mengenai “Rancang Bangun Datalogger Tegangan, Arus dan Suhu pada Panel Surya Monokristalin”. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan alat ukur konvensional dan mengukur secara manual. Penulis akan menggunakan *Datalogger* berbasis Arduino dengan alat ukur berupa Sensor Arus, Sensor Tegangan, dan Sensor Suhu sehingga memudahkan pengambilan data selama penelitian.

1.2 Perumusan Masalah

Indonesia merupakan negara beriklim tropis sehingga suhu udara cenderung hangat dan panas. Masing – masing jenis panel surya memiliki karakter yang berbeda. Panel surya jenis Monokristalin pada cuaca panas diklaim memiliki efisiensi dan daya keluaran yang lebih baik dibanding dengan panel jenis lain. Pada penelitian lain, pernah dilakukan pengujian pada panel jenis Amorphus di Indonesia namun pengambilan data masih dilakukan secara manual dengan menggunakan Multimeter dan Thermometer [2]. Bila menggunakan *Datalogger* pengambilan data dapat lebih mudah, efisien waktu, dan data dapat disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama.

Panel surya menghasilkan energi secara fluktuatif (tidak konstan) sehingga perlu dimonitoring agar mengetahui apakah panel tersebut efisiensinya masih baik (sesuai *nameplate*). Apabila terjadi kerusakan sehingga mudah dianalisa penyebab kerusakan sejak kapan terjadi penurunan daya keluaran panel diluar standar rata-rata harian normal.

Karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan rancang bangun Datalogger untuk memantau kinerja panel surya monokristalin dengan pengaruh karakteristik intensitas radiasi matahari dan suhu kerja panel. Metode pengambilan data primer dilakukan secara langsung dengan menggunakan Datalogger berbasis Arduino dan pengambilan data sekunder dari Stasiun Klimatologi I Palembang menggunakan Pyranometer.

1.3 Batasan Masalah

1. Jenis panel surya yang akan digunakan selama penelitian yaitu Panel jenis Monokristalin kapasitas 50 Watt Peak (WP).
2. Penelitian ini tidak membahas pengaturan arah azimuth dan pengaruh sudut kemiringan panel terhadap optimalisasi radiasi matahari.
3. Parameter yang akan diukur oleh *Datalogger* disini hanya berupa suhu panel surya ($^{\circ}\text{C}$) dan parameter daya keluaran berupa tegangan (Volt) dan arus (Ampere). Parameter yang diukur oleh Pyranometer berupa intensitas radiasi matahari (W/m^2).
4. Pengambilan data penelitian dilakukan selama 2 minggu

1.4 Tujuan Penulisan

1. Merancang perangkat pengukur dan penyimpan data (*Datalogger*) tegangan, arus, dan suhu untuk panel surya berbasis mikrokontroller Arduino.
2. Untuk mengetahui pengaruh intensitas radiasi matahari dan suhu kerja terhadap efisiensi dan daya keluaran panel surya.
3. Mengetahui efisiensi maksimum panel surya jenis Monokristalin pada suhu kerja.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun Sistematika Penulisan dalam proposal tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai dasar teori yang berkaitan dengan Datalogger berbasis Arduino, Pyranometer, jenis Sel Surya, radiasi matahari, dan efisiensi panel surya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang tempat, waktu, peralatan yang digunakan, prosedur pengambilan data dan pengolahan data serta menjelaskan singkat tentang proses penelitian.

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang pengujian dan pengkalibrasian *Datalogger*. Hasil pengukuran dan perhitungan daya keluaran dan efisiensi panel surya. Berisi grafik pengaruh suhu dan intensitas radiasi matahari terhadap daya keluaran dan efisiensi.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini terdapat tiga poin kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian dan saran untuk penelitian kedepan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Pahlevi, “Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya,” 2018.
- [2] M. Afif, “Pengaruh Parameter Cahaya Matahari dan Suhu Terhadap Daya Keluaran Panel Surya Thin Film Jenis Amorphus,” 2018.
- [3] D. Gede, D. Pramana, I. W. A. Wijaya, and I. M. A. Suyadnya, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kinerja Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Atmega 328,” vol. 4, no. 2, pp. 89–96, 2017.
- [4] 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.
- [5] Febrianto, “Perbedaan Arduino Uno dan Arduino Nano,” 2018. [Online]. Available: <https://ndoware.com/perbedaan-arduino-uno-dan-arduino-nano.html>.
- [6] Subramanian, “Current Sensor ACS712 Pin and Working Details,” 2018. [Online]. Available: <https://www.androiderode.com/current-sensor-acs712-pin-and-working-details/>.
- [7] EKT2-Electronics, “Datasheet Arduino Voltage Sensor Module,” China.
- [8] I. Maxim Integrated Products, “DS18B20 Digital Thermometer,” pp. 1–20, 2018.
- [9] 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.
- [10] 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.

- [11] Anonim, “Solar Cell : Pertimbangan Pemilihan Material Bahan,” 2015. [Online]. Available: <http://panelsuryaindonesia.com/konsep-panel-surya/25-solar-cell-pertimbangan-pemilihan-material-bahan>.
- [12] F. Dincer and M. E. Meral, “Critical Factors that Affecting Efficiency of Solar Cells,” *Smart Grid Renew. Energy*, vol. 1, pp. 47–50, 2010.
- [13] I. Fondriest Environmental, “Solar Radiation and Photosynthetically Active Radiation,” 2014.
- [14] H. J. Queisser, “Efficiency of Solar Cell,” *J. Appl. Phys.*, vol. 32, p. 510, 1962.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] L. A. Dobrzański, M. Szczesna, 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.