

**PENGARUH ENDAPAN AIR LAUT  
TERHADAP DAYA *OUTPUT* PANEL SURYA**

**Skripsi**

Oleh

**SYAHRUL GUNAWAN**

**1615031050**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS LAMPUNG**

**2023**

## ABSTAK

### PENGARUH ENDAPAN AIR LAUT TERHADAP DAYA *OUTPUT* PANEL SURYA

Oleh :

SYAHRUL GUNAWAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dimana Indonesia memiliki banyak pulau-pulau baik pulau kecil ataupun pulau besar. Hal tersebut membuat pemerintah memiliki tantangan tersendiri untuk menyalurkan listrik ke semua daerah. Pembangkit yang memiliki potensi yang optimal dipasang adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Pemasangan pembangkitpun ada yang memiliki kemungkinan dipasang di pinggir pantai yang mana air laut yang terbawa ombak akan berdampak pada panel surya tersebut. Penelitian ini berfokus pada analisis daya *output* panel surya yang dihasilkan dari dampak endapan garam laut. Pada penelitian ini, perbandingan dilakukan terhadap dampak yang dihasilkan dari endapan garam laut. Hasil penelitian ini pada panel yang diberikan endapan air laut memiliki kemungkinan daya pada panel tersebut menjadi lebih tinggi atau bisa menjadi rendah dikarenakan beberapa faktor penyebabnya. Pada panel yang diberikan dampak endapan memiliki daya lebih rendah dibandingkan pada panel yang tidak diberikan dampak bisa jadi *shading* dari endapan air laut tersebut merupakan faktor penyebabnya. Namun, pada panel yang memiliki daya lebih tinggi dibandingkan panel yang tidak diberikan dampak bisa jadi garam yang mengendap tersebut menjadi salah satu konduktor yang kemudian meningkatkan daya serap panel menjadi lebih tinggi.

**Kata Kunci** : Panel Surya, Garam Laut, Daya *Output*

## **ABSTACT**

### **THE EFFECT OF SEAWATER DEPOSITS ON THE OUTPUT POWER OF SOLAR PANELS**

**By :**

**SYAHRUL GUNAWAN**

Indonesia is an archipelagic country where Indonesia has many islands, both small islands and large islands. This makes the government have its own challenges to distribute electricity to all regions. Plants that have optimal potential to be installed are Solar Power Plants. There are also power plants that have the possibility of being installed on the beach where sea water carried by the waves will have an impact on the solar panels. This research focuses on the analysis of solar panel output power resulting from the impact of sea salt deposits. The results of this study on panels given seawater deposits have the possibility of higher power on the panel or can be low due to several contributing factors. In panels that are given the impact of sediment has lower power than in panels that are not given an impact, it could be that shading from seawater deposits is a contributing factor. However, in panels that have higher power than panels that are not given an impact, it could be that the salt that settles becomes one of the conductors which then increases the absorption capacity of the panel to be higher.

**Key Words :** Solar Panel, Sea Salt, Ouput Power

**PENGARUH ENDAPAN AIR LAUT  
TERHADAP DAYA *OUTPUT* PANEL SURYA**

**Oleh**

**SYAHRUL GUNAWAN**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDARLAMPUNG  
2023**

Judul Skripsi : **PENGARUH ENDAPAN AIR LAUT  
TERHADAP DAYA *OUTPUT* PANEL SURYA**

Nama Mahasiswa : **Syahrul Gunawan**

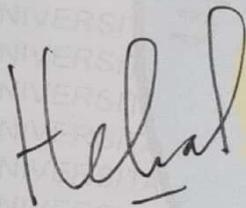
Nomor Pokok Mahasiswa : 1615031050

Jurusan : Teknik Elektro

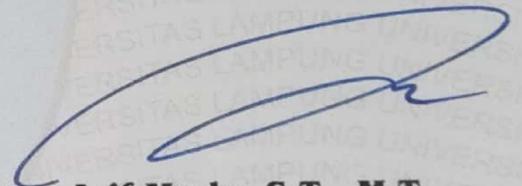
Fakultas : Teknik

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**



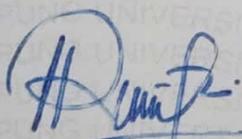
**Dr. Herman Halomoan Sinaga, S.T., M.T.**  
NIP 19711130 199903 1 003



**Mona Arif Muda, S.T., M.T.**  
NIP 19711112 200003 1 002

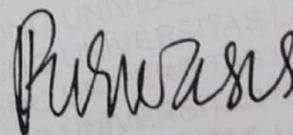
**2. Mengetahui**

Ketua Jurusan  
Teknik Elektro



**Herlinawati, S.T., M.T.**  
NIP 19710314 199903 2 001

Ketua Program Studi  
Teknik Elektro

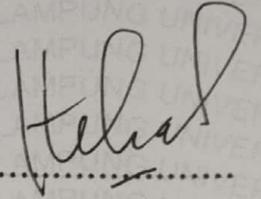


**Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T.**  
NIP 19740422 200012 2 001

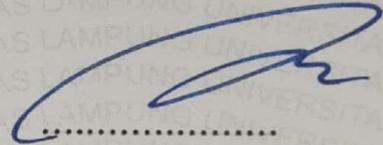
## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

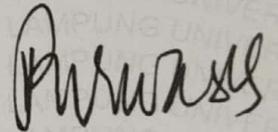
Ketua : **Dr. Herman Halomoan Sinaga, S.T., M.T.** .....



Sekretaris : **Mona Arif Muda, S.T., M.T.**



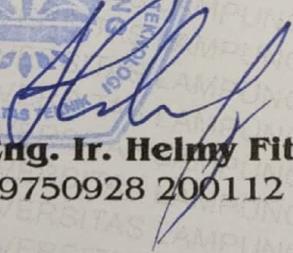
Penguji : **Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T.** .....



### 2. Dekan Fakultas Teknik

**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. }**

NIP 19750928 200112 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **09 Juni 2023**

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandarlampung, 14 Juni 2023



Syahrlul Gunawan

NPM 1615031050

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Pasarbaru, Kedondong pada tanggal 16 April 1998, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Aliuddin, Ar. dan Ibu Suhaeroh. Pendidikan normal penulis dimulai di Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) Al-Quran Qurrota A'yun yang diselesaikan pada tahun 2004, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 4 Kedondong pada tahun 2010, Sekolah Menengah Pertama atau Madrasah Tsanawiyah (SMP/MTs) di MTsN Kedondong pada tahun 2013, dan Sekolah Menengah Akhir (SMA) di SMAN 1 Gadingrejo pada tahun 2016.

Mulai tahun 2016, Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung dengan jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa Penulis aktif di organisasi kemahasiswaan yaitu pernah terdaftar sebagai Sekretaris Departemen Sosial dan Kewirausahaan Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (Himatro) Universitas Lampung (Unila) pada tahun 2016-2017, Sekretaris Umum Forum Komunikasi Bantuan Biaya Pendidikan Bagi Mahasiswa Miskin Berprestasi (Forkom Bidikmisi) Unila pada tahun 2017-2018 dan Ketua Unit Kegiatan Mahasiswa Korps Sukarela Palang Merah Indonesia (UKM KSR PMI) Unit Unila pada tahun 2020. Pada semester 6 Penulis memilih konsentrasi Teknik Tenaga Listrik (TTL) sebagai fokus dalam perkuliahan dan penelitian. Pada 06 Januari - 06 Februari 2020 penulis melaksanakan kerja praktik di PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk., Cilegon Banten. Pada saat kerja praktik penulis membuat laporan tentang Audit Penggunaan Daya Pendingin dan Penerangan pada *Administration Building (ADB) Cold Rolling Mill (CRM) PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk.*

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## **PERSEMBAHAN**

**Dengan Kerendahan Hati yang Tulus  
Kupersembahkan Sebuah Karya Ini untuk :**

**Bapak dan Ibu Tercinta  
Bapak Aliuddin Ar. dan Ibu Suhaeroh**

**Kakak dan Adikku  
Indah Halimatus Sa'diyah, S.Pd. dan Vanessa Aurora**

**Serta Keluarga Besar  
Abdurrahman dan Sodikin**



## **MOTO**

**“Sebaik-baiknya Manusia Adalah  
Bermanfaat Bagi Manusia”  
(HR. Ahmad, ath-Thabrani, ad-Daruqutni)**

**“Membiasakan yang Benar  
Bukan membenarkan Kebiasaan”  
(M. Arman - Dosen Politeknik Negeri Bandung)**

**“Focus on Solutions, Not Problems”  
(Anonymous)**

**“Be The Best Version of You”  
(Saybeenaa)**

**“Hubungan Antar Manusia Memang Merepotkan  
Tapi Kita Tak Bisa Hidup Sendiri”  
(JKT48 - Yuuhi Wo Miteiruka?)**

## SANWACANA

*Bismillahirrahmanirrahim...*

Puji syukur Penulis ucapkan kehadiran Allah SWT., karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga selaku muslim kita dapat mengikuti serta meneladani pola kehidupan Nabi Muhammad SAW. dan para sahabatnya sampai akhir jaman kelak.

Skripsi dengan judul **“Pengaruh Endapan Air Laut Terhadap Daya *Output* Panel Surya”** merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung. Penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun bila terdapat kekurangan dalam skripsi ini.

Selama perkuliahan dan penelitian, penulis banyak mendapatkan pengalaman yang sangat berharga. Penulis juga telah mendapat bantuan baik moril, materiil, bimbingan, petunjuk serta saran dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT. yang InsyaAllah meridai hamba dalam menyelesaikan pendidikan hamba;
2. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung;
3. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung;
4. Ibu Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung;
5. Bapak Dr. Herman H. Sinaga, S.T., M.T. selaku Pembimbing Utama atas kesediaannya meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, ilmu yang

bermanfaat, dukungan moral, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;

6. Bapak Mona Arif Muda, S.T., M.T. selaku Pembimbing Pendamping atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan dalam proses penyelesaian skripsi ini;
7. Ibu Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T. selaku Penguji Utama yang telah memberikan koreksi, kritik, dan saran untuk kemajuan dalam penyelesaian skripsi ini;
8. Bapak Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc. dan Ibu Dr. Ing, Melvi, S.T., M.T. yang sudah mendukung penulis serta memberikan masukan dan saran terhadap penelitian yang dikerjakan oleh penulis;
9. Krakatau Research Centre (KRC) yang sudah meminjamkan atau mensponsori semua panel surya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian;
10. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung atas pengajaran dan bimbingannya yang diberikan selama ini kepada Penulis;
11. Kak Nora, Pak Sugi dan Kak Yudi yang selalu memberi bantuan dan dukungan kepada penulis saat melakukan penelitian;
12. Mbak Nurul atas semua bantuannya menyelesaikan urusan administrasi di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung selama ini;
13. Mbak Tika dan Mbak Mukti atas semua bantuannya menyelesaikan urusan administrasi di Dekanat Fakultas Teknik Universitas Lampung selama ini;
14. Kedua orang tua penulis, Bapak Aliuddin, Ar. dan Ibu Suhaeroh tercinta yang tidak pernah berhenti memberikan doa, dukungan, dan kasih Ilamany tiada batas dan akhir;
15. Kakak penulis, Indah Halimatus Sa'diyah, S.Pd. dan adik penulis Vanessa Aurora yang selalu memberikan motivasi, semangat dan dukungan moril-materiil kepada penulis. Seluruh keluarga besar penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas segala kasih, perhatian, dan dukungan selama penulis menyelesaikan kuliah;
16. Teman-teman Sins 16 yang selalu memberikan tawa canda, semangat, motivasi, serta rasa kekeluargaan yang diberikan kepada penulis, sehingga

penulis dapat menjalankan perkuliahan hingga tugas akhir dengan nyaman dan kepada Annisa yang sudah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan;

17. Teman-teman Kosan Hantu++ Aby, Asoy, Ramadhan, Farhan, Awik, Rahmat, Panji, Budi, Faisal, Aan, Malik, Lukman yang telah menemani hari-hari dengan canda tawa, susah, sedih, bahagia, memperhatikan, sakit berasma selama penulis menempuh perkuliahan di Teknik, penulis juga berharap agar kekeluargaan kita tidak akan pernah putus;
18. Rekan-rekan asisten Laboratorium Konversi Energi Elektrik, Kak Bobby, Kak Rizky, Kak Helmi, Kak Arnold, Aby, Asoy, Farhan, Faisal, Awik, Aan, Tio, Sandi, dan lainnya yang tidak bisa penulis tuliskan satu persatu Illamanya atas segala bantuan, dukungan dan semangatnya, serta seluruh penghuni Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Universitas Lampung atas kebersamaan dalam melaksanakan tugas, belajar dan mengerjakan tugas;
19. Rekan-rekan asisten dan penghuni Laboratorium Elektronika++ Dendi, Ferdillah, Alif, Ogy, Kak Egy, Kak Mutia, Maulana, Arlex, Micel, Mutia, Fadil, Agung, Ahlul, Annisa, Lukita, Nanda serta penghuni lain yang tidak sempat dituliskan satu persatu yang sudah membersamai penulis menyelesaikan laporan;
20. Teman-teman Grup Beasiswa Djarum Dandy, Bejo, Ganang, Yosh, Mudrik, Opang, Toby, Mpung, Athalah yang sudah menemani penulis;
21. Awal, Kintani, Ibnu, Detri, Bintang, Fiki serta teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu per satu;
22. Teman-teman penulis Ulin, Verna, Veli, Agunk, Gio, Ike, Putri, Dyan, Arda, Bella, Sukroy, Idza yang sudah mengisi waktu penulis dengan banyak cerita;
23. Emak Farida dan Kiyay yang sudah mensuplai konsumsi penulis dan menyediakan fitur *PayLater*;
24. Keluarga besar Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung yang luar biasa;
25. Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (Himatro) Universitas Lampung atas pengalaman dan pembelajaran dan segala rasa yang lahir yang tidak akan pernah terlupakan;

26. Keluarga Besar Forum Komunikasi Bantuan Biaya Pendidikan Mahasiswa Miskin Berprestasi (Forkom Bidikmisi) Universitas Lampung yang memberikan semangat kepada penulis;
27. Keluarga Besar Unit Kegiatan Mahasiswa Korps Sukarela Palang Merah Indonesia (UKM KSR PMI) Unit Universitas Lampung, kepada angkatan 26 Bella, Cede dan lain-lain;
28. Seorang perempuan dengan NPM 2011040461 merupakan mahasiswi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung (UINRIL) yang menjadi salah satu motivasi terbesar penulis untuk segera menyelesaikan masa studi penulis;
29. Semua pihak yang telah membantu serta mendukung penulis dari awal kuliah hingga terselesaikannya skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu;

Semoga kebersamaan ini membawa kebaikan, keberkahan, kemurahan hati, serta bantuan dan doa yang telah diberikan seluruh pihak akan mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. dan semoga kita menjadi manusia yang berguna dan berkembang. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak terlepas dari kesalahan dan jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu masukan serta saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan dimasa yang akan datang. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Bandarlampung, 14 Juni 2023

Penulis,



Syahrul Gunawan

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>I</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>III</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>V</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Rumusan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.5 Batasan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.6 Hipotesis.....</b>	<b>3</b>
<b>1.7 Sistematika Penulisan.....</b>	<b>3</b>
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Panel Surya.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Kurva Karakteristik Sel Surya.....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Prinsip Kerja Panel Surya .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 <i>Shading</i>.....</b>	<b>8</b>
<b>2.5 Garam Laut .....</b>	<b>9</b>
<b>2.6 Pengendalian Sistem Sel Surya.....</b>	<b>9</b>
<b>2.6.1 Mikrokontroler.....</b>	<b>9</b>
<b>2.6.2 Sensor Arus dan Tegangan .....</b>	<b>10</b>
<b>2.6.3 Sensor Cahaya.....</b>	<b>11</b>
<b>2.6.4 Modul RTC (<i>Real-Time Clock</i>) Data Logger .....</b>	<b>11</b>
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Tahapan Penelitian .....</b>	<b>14</b>

3.4	Diagram Alir Penelitian.....	16
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>17</b>
4.1	Deskripsi Alat.....	17
4.2	Rangkaian Sistem.....	17
4.3	Pengujian Komponen .....	19
4.3.1	Sensor Arus dan Tegangan .....	19
4.3.2	Garam Laut .....	20
4.4	Data Hasil .....	23
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>40</b>
5.1.	KESIMPULAN .....	40
5.2.	SARAN.....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>41</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>43</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Karakteristik Kurva I-V pada Sel Surya [1].....	5
Gambar 2. 2 Panel Surya .....	8
Gambar 2. 3 Mikrokontroler .....	10
Gambar 2. 4 Sensor Arus dan Tegangan.....	10
Gambar 2. 5 Sensor Intensitas Cahaya.....	11
Gambar 2. 6 Modul RTC <i>Data Logger</i> .....	12
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	16
Gambar 4. 1 Tampilan Rangkaian Pengujian .....	17
Gambar 4. 2 Rangkaian Sistem.....	18
Gambar 4. 3 Tampilan Hasil Pengujian pada Sensor Arus dan Tegangan .....	19
Gambar 4. 4 Tampilan Hasil Pengujian pada Multimeter Digital .....	20
Gambar 4. 5 Tampilan Hasil Pengukuran Garam Laut 3,5 gr .....	21
Gambar 4. 6 Tampilan Hasil Pengukuran Garam Laut 7 gr .....	21
Gambar 4. 7 Tampilan Hasil Pengukuran Garam Laut 10,5 gr .....	22
Gambar 4. 8 Tampilan Hasil Pengukuran Garam Laut 14 gr .....	22
Gambar 4. 9 Data Rata-rata Nilai Tegangan Terhadap Kadar Garam .....	24
Gambar 4. 10 Data Rata-rata Nilai Arus Terhadap Kadar Garam .....	24
Gambar 4. 11 Data Rata-rata Nilai Daya Terhadap Kadar Garam .....	25
Gambar 4. 12 Data Rata-rata Nilai Tegangan pada Panel Surya .....	26
Gambar 4. 13 Data Rata-rata Nilai Arus pada Panel Surya.....	27
Gambar 4. 14 Data Rata-rata Nilai Daya pada Panel Surya .....	28
Gambar 4. 15 Data Rata-rata Nilai Tegangan Terhadap Kadar Garam .....	29
Gambar 4. 16 Data Rata-rata Nilai Arus Terhadap Kadar Garam .....	29
Gambar 4. 17 Data Rata-rata Nilai Daya Terhadap Kadar Garam .....	30
Gambar 4. 18 Data Nilai Intensitas Cahaya dengan Tegangan.....	31
Gambar 4. 19 Data Nilai Intensitas Cahaya dengan Arus.....	32
Gambar 4. 20 Data Nilai Intensitas Cahaya dengan Daya.....	33
Gambar 4. 21 Data Nilai Intensitas Cahaya dengan Tegangan.....	34
Gambar 4. 22 Data Nilai Intensitas Cahaya dengan Arus.....	35
Gambar 4. 23 Data Nilai Intensitas Cahaya dengan Daya .....	36
Gambar 4. 24 Data Nilai Intensitas Cahaya dengan Tegangan.....	37
Gambar 4. 25 Data Nilai Intensitas Cahaya dengan Arus.....	38

Gambar 4. 26 Data Nilai Intensitas Cahaya dengan Daya .....	39
Gambar 1 Pengambilan Data Pengaruh Endapan Air Laut Tanggal 25 April 2023 .....	46
Gambar 2 Pengambilan Data Pengaruh Endapan Air Laut Tanggal 26 April 2023 .....	46
Gambar 3 Pengambilan Data Pengaruh Endapan Air Laut Tanggal 27 April 2023 .....	47
Gambar 4 Pengambilan Data Pengaruh Endapan Air Laut Tanggal 28 April 2023 .....	47
Gambar 5 Pengambilan Data Pengaruh Endapan Air Laut Tanggal 29 April 2023 .....	48
Gambar 6 Pengambilan Data Pengaruh Endapan Air Laut Tanggal 30 April 2023 .....	48
Gambar 7 Pengambilan Data Pengaruh Endapan Air Laut Tanggal 10 Juni 2023 .....	49
Gambar 8 Pengambilan Data Pengaruh Endapan Air Laut Tanggal 12 Juni 2023 .....	49
Gambar 9 Tampilan Beban 5 buah LED Dengan Regulator.....	51
Gambar 10 Tampilan Beban 5 buah LED Tanpa Regulator .....	51
Gambar 11 Tampilan Beban 10 buah LED Seri .....	52
Gambar 12 Tampilan Beban 10 buah LED Paralel.....	52
Gambar 13 Pemberian Dampak Air Laut (3,5 gram garam) pada Panel 2 .....	54
Gambar 14 Pemberian Dampak Air Laut (7 gram garam) pada Panel 3 .....	54
Gambar 15 Pemberian Dampak Air Laut (10,5 gram garam) pada Panel 4 .....	55
Gambar 16 Pemberian Dampak Air Laut (14 gram garam) pada Panel 5 .....	55
Gambar 17 Tampak Panel yang Sudah Diberikan Dampak Air Laut.....	56

**DAFTAR TABEL**

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	13
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan.....	13

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dimana Indonesia memiliki banyak pulau-pulau baik pulau kecil ataupun pulau besar. Hal tersebut membuat pemerintah memiliki tantangan tersendiri untuk menyalurkan listrik ke semua daerah. Banyak pulau di Indonesia yang belum tersalurkan listrik secara merata, beberapa pulau di Indonesia untuk memenuhi kehidupan sehari yang membutuhkan listrik memakai diesel sebagai sumber daya di pulau tersebut. Diesel membutuhkan bahan bakar fosil sebagai sumber bahan bakar untuk menjalankannya, sedangkan harga bahan bakar fosil ini mahal karena semakin lama semakin habis sumber daya fosil yang ada di Indonesia.

Salah satu pemanfaatan energi terbarukan yang dapat dipakai di daerah pulau yang belum termasuk aliran listrik dari PLN adalah dengan cara membangun pembangkit listrik tenaga surya atau biasa di sebut PLTS. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sumber energi listrik yang memanfaatkan sinar matahari sebagai energinya karena energi matahari mudah diperoleh dari alam, murah, dan ramah lingkungan. PLTS memakai panel surya untuk menyerap cahaya matahari kemudian foton yang terkandung dalam cahaya matahari akan merangsang elektron di dalam panel surya untuk bergerak dari dalam panel surya. Perpindahan elektron dari keadaan diam menjadi keadaan yang bergerak ini yang akan menjadi arus listrik yang dihasilkan panel surya.

PLTS dapat membantu kegiatan masyarakat di pulau yang belum termasuk aliran listrik dari PLN. Pada PLTS terdapat beberapa faktor permasalahan yang dapat menurunkan efisiensinya yaitu suhu berlebih, debu, dan shading. Pengaplikasian PLTS pada pulau memiliki permasalahan terbanyak dibanding pemasangan PLTS yang bukan di pulau, karena faktor-faktor suhu, debu dan shading lebih banyak terjadi di pulau. Serta ada satu faktor baru yang khusus terjadi di pulau terutama pinggir pantai yaitu faktor permasalahan air garam.

Kadar garam di pinggir pantai sangat tinggi dan karena garam memiliki sifat korosi serta penumpukan garam di udara dapat menghasilkan larutan asam yang dapat menurunkan performa output daya PLTS jika sering terkena. Hal ini juga diperparah dengan tumpukan garam air laut yang menumpuk seiring dengan berjalannya waktu. Oleh sebab itu penelitian ini akan membahas tentang pengaruh air garam pada performa panel surya serta seberapa banyak kadar kandungan air garam yang menurunkan efisiensi output daya panel surya jika terkena larutan air garam.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

Menganalisis daya *output* yang dihasilkan pada panel surya dampak dari pengendapan garam laut.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Adapun beberapa manfaat dilakukannya penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Diperoleh daya *output* dari setiap panel surya.
2. Mengetahui hasil perbandingan kinerja setiap panel surya.

## **1.4 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara memberikan dampak garam laut terhadap panel surya.
2. Bagaimana cara mendapatkan daya *output* yang dihasilkan pada panel surya.

## **1.5 Batasan Masalah**

Penelitian ini memiliki batasan – batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan 5 buah panel surya.
2. Penelitian ini tidak membahas tentang parameter suhu dan faktor pengotor selain garam laut.

3. Penelitian dilakukan selama satu bulan.
4. Lokasi penelitian dilakukan di Lapangan Laboratorium Teknik Elektro Unila.

## 1.6 Hipotesis

Pada penelitian ini akan dilakukan pemberian garam laut terhadap panel surya. Garam laut tersebut lambat laun akan mengalami pengendapan sehingga berdampak terhadap daya *output* yang dihasilkan dari setiap panel surya.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini terdiri dari beberapa bagian yaitu :

### 1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, tujuan, manfaat penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

### 2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang tinjauan beberapa pembahasan karya tulis dan literatur yang membahas tentang pengoptimalan daya listrik yang dihasilkan panel surya.

### 3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang hal-hal yang dilakukan dalam penelitian, seperti : Perancangan alat, pengambilan data, dan perbandingan.

### 4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan hasil penelitian, pembahasan, dan perhitungan kinerja metode yang diusulkan.

### 5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat simpulan yang diperoleh dari hasil penelitian, dan saran – saran untuk pengembangan lebih lanjut.

6. DAFTAR PUSTAKA

7. LAMPIRAN

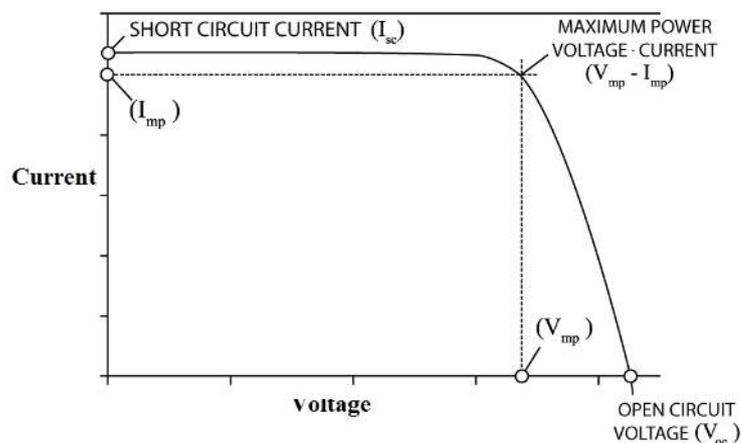
## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Panel Surya

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik [1]. Teknologi yang berfungsi untuk mengonversikan energi matahari menjadi energi listrik adalah *Photovoltaic*. *Photovoltaic* pada umumnya tersusun dari beberapa sel surya yang disusun secara seri maupun paralel menjadi panel *Photovoltaic*. Tiap sel surya menghasilkan tegangan 0,5 sampai 0,6 volt. Jika dalam satu modul tersusun 32 sel surya yang dihubungkan secara seri maka akan menghasilkan tegangan kurang lebih 18 V dalam satu modul. Panel surya bisa disusun seri dan paralel menjadi sebuah *array*.

### 2.2 Kurva Karakteristik Sel Surya

Daya listrik yang dihasilkan sel surya ketika mendapatkan cahaya diperoleh dari kemampuan perangkat sel surya tersebut untuk memproduksi tegangan ketika diberi beban dan arus melalui beban pada waktu yang sama. Kemampuan ini direpresentasikan dalam kurva arus-tegangan (I-V) seperti Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Karakteristik Kurva I-V pada Sel Surya [1]

Ada beberapa parameter utama dari kurva hubungan arus dan tegangan yaitu arus *short circuit* ( $I_{sc}$ ), arus maksimum ( $I_m$ ), tegangan *open circuit* ( $V_{oc}$ ) tegangan maksimum ( $V_m$ ) dan daya maksimum ( $P_{mpp}$ ). Berdasarkan kurva di atas dapat dilihat bahwa titik potong antara ( $I_m$ ) dan ( $V_m$ ) disebut ( $P_{mpp}$ ) sel surya di mana puncak daya maksimum ( $P_{mpp}$ ) suatu sel surya merupakan hasil kali antara  $I_m$  dan  $V_m$ . Kurva tersebut sangat dipengaruhi oleh besarnya cahaya matahari yang diterima, maka semakin besar cahaya matahari yang diterima, maka semakin besar pula tegangan ( $V_m$ ) dan arus ( $I_m$ ) sel surya tersebut, sehingga daya ( $P_{mpp}$ ) juga semakin besar. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi besar kecilnya tegangan yang dihasilkan *photovoltaic* antara lain.

- Temperatur sel surya, tegangan sel surya ( $V$ ) akan melemah bila temperaturnya melebihi temperatur normal ( $25^{\circ}\text{C}$ ).Keadaan atmosfer bumi, seperti kondisi awan, jenis partikel udara, uap air udara, kabut dan polusi.
- Intensitas matahari. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar  $1000\text{ W/m}^2$  dengan suhu sekitar  $25^{\circ}\text{C}$ .
- Orientasi sel surya, semakin tepat arah orientasi *photovoltaic* terhadap matahari maka semakin maksimum energi yang didapat.
- Posisi letak *photovoltaic*, yaitu energi maksimum didapat pada saat *photovoltaic* berada tegak lurus pada bidangnya.
- Kecepatan angin bertiup, mempengaruhi penurunan suhu *photovoltaic*.

Untuk mengetahui nilai daya yang diterima panel surya yaitu dengan mengalikan antara intensitas radiasi matahari yang diterima dengan luas area PV modul dengan persamaan :

$$P_{in} = I_r \times A \quad 2.1$$

Keterangan:

$P_{in}$  : Daya *input* akibat *irradiance* matahari (Watt)

$I_r$  : Intensitas radiasi matahari (Watt/m<sup>2</sup>)

$A$  : Luas area permukaan *photovoltaic module* (m<sup>2</sup>)

Efisiensi dari modul sel surya dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2 dan 2.3.

$$\mu = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad 2.2$$

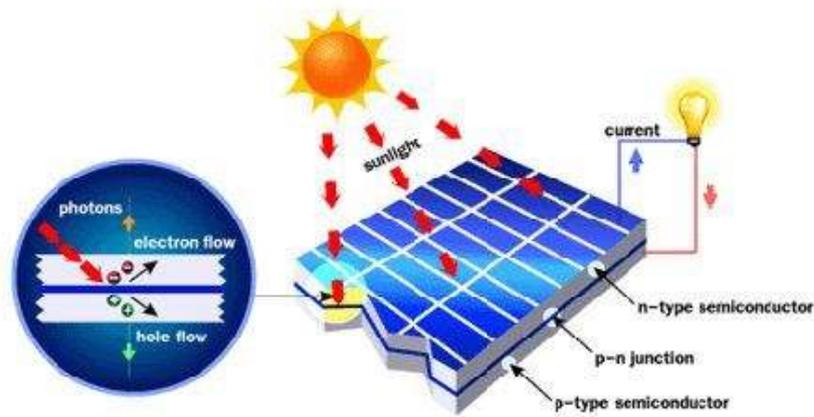
$$\mu = \frac{P_{out}}{I_r \times A} \times 100\% \quad 2.3$$

Dimana

- $\mu$  = Efisiensi sel surya (%)
- $P_{out}$  = Energi yang dihasilkan sel surya (Watt)
- $P_{in}$  = Energi yang ditangkap sel surya (Watt)
- $A$  = Luas area permukaan sel surya ( $m^2$ )
- $I_r$  = Intensitas radiasi matahari ( $Watt/m^2$ )

### 2.3 Prinsip Kerja Panel Surya

Sel Surya terbagi menjadi semikonduktor tipe N dan semikonduktor tipe P. semikonduktor tipe N terjadi karena diberikan doping senyawa golongan V yaitu fosfor yang memiliki 5 elektron bebas dan hanya memiliki 4 *hole*, sehingga kelebihan 1 elektron bebas. Sedangkan semikonduktor tipe P didoping dengan senyawa golongan III yaitu boron yang hanya memiliki 3 elektron dan memiliki 4 *hole*, sehingga memiliki kelebihan *hole*. sel surya menggunakan prinsip Efek *Photovoltaic* yaitu apabila sel surya menyerap cahaya matahari maka energi foton yang diserap akan membebaskan elektron-elektron yang berada pada semikonduktor tipe N. Sehingga elektron yang terlepas pada semikonduktor tipe N akan berpindah mengisi *hole* yang berada pada semikonduktor tipe P. Perpindahan elektron ini akan menghasilkan arus listrik. Sedangkan beda potensial antara semi konduktor tipe N dan semi konduktor tipe P akan menghasilkan tegangan. Tegangan yang dihasilkan yaitu tegangan DC yang kemudian akan di ubah menjadi tegangan AC menggunakan *inverter*. Berdasarkan perkembangan sains dan teknologi, teknologi panel surya semakin berkembang dan berinovasi, sehingga terlahir generasi-generasi pada panel surya [2].



**Gambar 2. 2 Panel Surya**

#### 2.4 *Shading*

*Shading* biasanya disebabkan karena awan, penghalang lingkungan seperti pepohonan atau di dekat bangunan, kotoran, debu dan berbeda dengan tetesan burung yang mirip sampah, dan lain-lain. Pengaruh *shading* ini juga statis sebagai akibat dari posisi penghalang atau dalam beberapa kasus dinamis, misalnya, bayangan awan bergerak. Debu merupakan salah satu unsur alam yang ada di lingkungan yang dapat menyebabkan *shading*. Debu cenderung mengendap, menciptakan lapisan debu yang terakumulasi pada permukaan yang terbuka. Dilaporkan bahwa parameter yang berbeda mendukung akumulasi debu seperti gaya gravitasi, kecepatan angin, arah angin, muatan elektrostatik, dan kelembapan permukaan. Dari parameter tersebut, yang paling mendominasi adalah pengaruh gravitasi, ukuran partikel dan kecepatan angin. Kecepatan angin yang lambat meningkatkan pengendapan debu, sementara kecepatan angin membantu menghilangkan debu jika angin datang ke arah yang tepat [3].

Selain debu, air laut yang mengalami pengendapan dapat menyebabkan *shading*. Akumulasi endapan air laut pada modul PV memberikan efek yang sama seperti debu, karena distribusi endapan air laut yang tidak merata. Penyebaran yang tidak merata ini menyebabkan lebih banyak akumulasi di satu titik daripada bagian lain dari modul PV, dan kondisi ini dapat dianggap sebagai *partial*

*shading*. *Shading* mengurangi produksi listrik dan efisiensi modul PV, dan *partial shading* memiliki efek yang lebih signifikan pada modul PV, bagian atau sel yang dipengaruhi *shading* akan mengalami kenaikan suhu yang cukup besar dan mengakibatkan kegagalan di dalam sel. Sel yang mengalami kegagalan bisa menjadi korsleting dan mempengaruhi seluruh modul [4].

## 2.5 Garam Laut

Garam laut merupakan garam yang dihasilkan melalui proses penguapan air laut. Garam laut memiliki banyak kegunaan, diantaranya adalah untuk kebutuhan bumbu masakan serta kebutuhan kosmetik. Air laut mempunyai kadar garam rata-rata 3,5% yang artinya dalam 1 liter air laut terdapat 3,5 gram. Meskipun rata-rata air laut di dunia mempunyai kadar garam berkisar 3,5%, masing-masing laut juga berbeda-beda kandungan garamnya.

## 2.6 Pengendalian Sistem Sel Surya

Dalam penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh endapan air laut ini dibutuhkan pengendalian sistem sel surya yang dibangun menggunakan mikrokontroler dan beberapa sensor. Adapun komponen-komponennya sebagai berikut :

### 2.6.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah *chip* yang fungsinya untuk pengendali rangkaian elektronika, dan memiliki kemampuan untuk menyimpan program, salah satu contohnya adalah arduino. Arduino adalah sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Disebut sebagai platform karena, Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah suatu kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. Ada banyak proyek dan alat-alat dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino. Arduino

berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi [5].



**Gambar 2. 3 Mikrokontroler**

### 2.6.2 Sensor Arus dan Tegangan

Sesuai dengan namanya, sensor arus dan tegangan ini berfungsi sebagai pembaca nilai arus dan tegangan suatu rangkaian. Sensor arus dan tegangan salah satunya adalah INA219. INA 219 merupakan modul sensor yang dapat membaca nilai tegangan dan arus pada suatu rangkaian listrik. INA 219 dilengkapi dengan *interface* I2C dan dapat mengukur arus hingga  $\pm 3,2A$  dengan kisaran resolusi pada 0,8 mA pada internal data 12 bit ADC [6].



**Gambar 2. 4 Sensor Arus dan Tegangan**

### 2.6.3 Sensor Cahaya

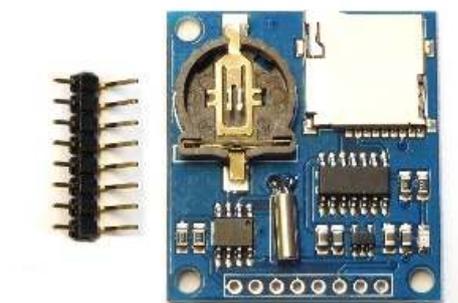
Sensor cahaya berfungsi mengubah intensitas sinar/cahaya menjadi arus listrik. Salah satu sensor cahaya yang digunakan saat ini adalah sensor BH1750. Modul sensor intensitas cahaya BH1750 adalah sensor cahaya digital yang memiliki keluaran sinyal digital, sehingga tidak memerlukan perhitungan yang rumit. Sensor BH1750 ini lebih akurat dan lebih mudah digunakan jika dibandingkan dengan sensor lain seperti foto diode dan LDR yang memiliki keluaran sinyal analog dan perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitas. Data *output* dengan sensor ini langsung *output* di satuan Lux (lx) [7].



**Gambar 2. 5 Sensor Intensitas Cahaya**

### 2.6.4 Modul RTC (*Real-Time Clock*) Data Logger

RTC atau *Real-Time Clock* adalah jam elektronik berupa *chip* yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga atau menyimpan data waktu tersebut secara *real-time*. Jadi sesudah proses hitung waktu dilakukan, *output* data pribadinya disimpan atau dikirim ke *device* lain melalui sistem antarmuka. RTC bertujuan untuk menyediakan tanggal dan waktu yang akurat. Salah satu modul RTC adalah DS1307. DS1307 Serial Real-Time Clock adalah jam/kalender desimal berkode biner berdaya rendah. Alamat dan data ditransfer secara serial melalui bus 2-kawat, dua arah. Jam/kalender menyediakan informasi detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun. Akhir dari tanggal bulan disesuaikan secara otomatis untuk bulan dengan kurang dari 31 hari, termasuk koreksi untuk tahun kabisat. Jam beroperasi dalam format 24 jam atau 12 jam dengan indikator AM/PM.



**Gambar 2. 6 Modul RTC *Data Logger***

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dan pembuatan tugas akhir dilaksanakan selama 6 bulan mulai Desember 2022 sampai Mei 2023, bertempat di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Universitas Lampung.

**Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian**

No.	Jenis Kegiatan	Bulan					
		12	01	02	03	04	05
1.	Pencarian Literatur						
2.	Pengumpulan alat dan bahan						
3.	Perancangan alat						
4.	Pengambilan data						
5.	Penulisan laporan penelitian						

#### 3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

**Tabel 3. 2 Alat dan Bahan**

No.	Nama	Fungsi
1.	Multimeter	Alat ukur arus dan tegangan
2.	Panel Surya	Perubah cahaya matahari ke energi listrik
3.	Gerinda	Pemotong akrilik
4.	Bor Listrik	Pelubang akrilik

5.	Arduino Uno	Mikrokontroler
6.	INA219	Sensor arus dan tegangan
7.	BH1750	Sensor cahaya
8.	LED	Beban pengujian
9.	RTC Data Logger	Modul real time clock
10.	Microsd	Tempat penyimpanan data pengujian
11.	Besi	Sebagai tiang penyangga
12.	Air Laut	Bahan pengujian
13.	Semprotan Air	Alat pengujian

### 3.3 Tahapan Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut;

#### 1. Studi Literatur

Pada tahap ini, penulis mempelajari dan mengumpulkan literatur mengenai efisiensi daya sel surya untuk mempelajari kemajuan teknologi sel surya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh endapan air laut terhadap daya *output* panel surya. Literatur tersebut berasal dari beberapa sumber, seperti buku tentang sel surya, jurnal ilmiah, dan penelitian terdahulu.

#### 2. Pengumpulan Data Alat dan Bahan

Pada tahap ini, penulis mencari referensi dan diskusi dengan pembimbing secara berkala dalam menyelesaikan masalah tentang sistem sel surya. Permasalahan ini meliputi pemilihan komponen, serta memperhatikan ketersediaan komponen di pasaran. Hal ini dilakukan agar penulis mengetahui perencanaan pembuatan sistem yang diusulkan sesuai dengan komponen yang ada dan sesuai dengan tujuan penelitian.

### 3. Pengujian sensor

Pada tahap ini dilakukan pengujian sensor-sensor seperti sensor INA219 yaitu sensor tegangan dan arus, sensor intensitas cahaya BH1750. Dari semua sensor tersebut dilakukan pengujian atau kalibrasi, sehingga sensor-sensor tersebut dapat menghasilkan nilai yang akurat.

### 4. Pembuatan Sistem Sel surya

Tahapan ini adalah merakit sistem sesuai dengan komponen yang tersedia serta telah diperhitungkan secara matematis pengaruhnya terhadap sistem sel surya. Perangkaian sistem sel surya tentunya setelah semua komponen sudah diuji dan melalui proses kalibrasi terlebih dahulu. Panel surya yang digunakan sejumlah 5 buah panel. Pada panel surya yang pertama tanpa pengaruh endapan air laut. Pada panel kedua sampai dengan kelima dipengaruhi endapan air laut. Pengujian ini berlangsung selama satu bulan dengan kadar garam air laut yang berbeda.

### 5. Pengujian Pengaruh Endapan Air Laut

Pada tahap ini dilakukan pengujian pengaruh endapan air laut terhadap panel surya. Mengambil data panel surya tanpa dipengaruhi endapan air laut dan data panel surya yang dipengaruhi endapan air laut yang memiliki kadar garam 3,5 gram, 7 gram, 10,5 gram, dan 14 gram.

### 6. Pengambilan dan Pengolahan Data

Pada tahap ini, pengambilan data berupa besarnya nilai arus tegangan dan intensitas cahaya pada masing-masing sel surya. Hasil dari tahap ini adalah membandingkan keluaran pengukuran, dari sistem sel surya yang diuji dengan 1 sampel tanpa air laut dan 4 sampel dengan air laut.

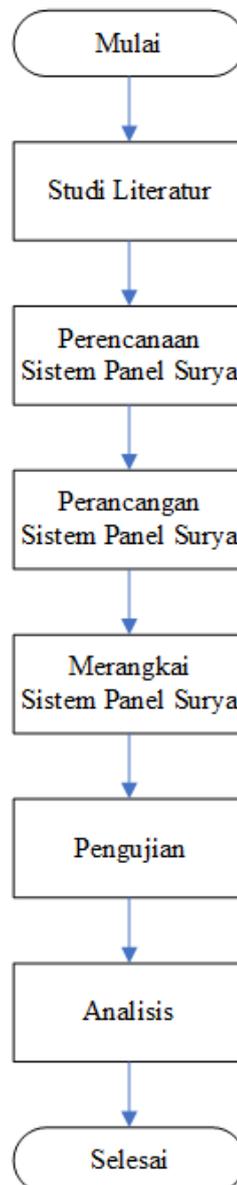
### 7. Pembuatan Laporan

Pada tahap ini, penulis akan menyajikan hasil dari penelitian dalam bentuk laporan akhir. Laporan ini dapat digunakan sebagai bentuk tanggung

jawab penulis terhadap tugas akhir yang telah dilakukan dan digunakan untuk dan seminar akhir.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian

Penyelesaian tugas akhir dilakukan dalam beberapa tahap, untuk mempermudah pelaksanaan tersebut diperlukan diagram alir tugas akhir sepertipada gambar berikut :



**Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian**

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. KESIMPULAN

Pada panel yang diberikan endapan air laut memiliki kemungkinan daya pada panel tersebut menjadi lebih tinggi atau bisa menjadi rendah dikarenakan beberapa faktor penyebabnya. Pada panel yang diberikan dampak endapan memiliki daya lebih rendah dibandingkan pada panel yang tidak diberikan dampak bisa jadi *shading* dari endapan air laut tersebut merupakan faktor penyebabnya. Namun, pada panel yang memiliki daya lebih tinggi dibandingkan panel yang tidak diberikan dampak bisa jadi garam yang mengendap tersebut menjadi salah satu konduktor yang kemudian meningkatkan daya serap panel menjadi lebih tinggi.

### 5.2. SARAN

Pada penelitian selanjutnya pemantauan dan penyimpanan data hasil keluaran panel surya melalui *webservice* sehingga mempermudah pengguna untuk menganalisis data keluaran panel surya secara *real time*. Ini berguna agar ketika terjadi *error* pada pengujian, maka akan segera diperbaiki.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Anhar, I. D. Sara dan R. H. Siregar, “Desain Prototype Sel Surya Terkonsentrasi Menggunakan Lensa Fresnel,” *Kitektro*, pp. 1-7, 2017.
- [2] A. A. Wicaksono, “Penggunaan Teknologi DAST (Dual Axis Solar Tracker) Photovoltaic untuk Pengoptimalan Energi Surya di PLTS 1 Mw Cirata PT. PJB,” Universitas Lampung, Bandarlampung, 2019.
- [3] H. Qasem, T. R. Betts, H. Mullejans, H. AlBusairi dan R. Gottschalg, “Effect of Dust Shading on Photovoltaic Modules,” *Creative Commons*, pp. 1-5, 2019.
- [4] F. Setiawan, T. Dewi dan S. Yusi, “Sea Salt Deposition Effect on Output and Efficiency Losses of the Photovoltaic System; a case study in Palembang,” *Journal of Physics*, pp. 1-11, 2019.
- [5] M. Junaldy, S. R. U. A. Sompie dan L. S. Patras, “Rancang Bangun Alat Pemantau Arus dan Tegangan di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, pp. 9-14, 2019.
- [6] A. Y. Libowo dan V. Audia, “Monitoring Pemakaian Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Smartphone,” Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Bangka Belitung, 2019.
- [7] M. Rianti, “Rancang Bangun Alat Ukur Intensitas Cahaya dengan Menggunakan Sensor BH1750 Berbasis Arduino,” Universitas Sumatera Utara, Medan, 2017.
- [8] B. S. Aprillia, R. M. Zulfahmi dan A. Rizal, “Inverstigasi Efek Partial Shading Terhadap Daya Keluaran Sel Surya,” *Jurnal Elementer*, pp. 9-17, 2019.
- [9] M. I. M. Fardani, “Perancangan Prototipe 2 Axis Solar Tracker Guna

Oprtimalisasi Output Daya Solar Panel,” Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2018.

- [10] Muchammad dan E. Yohana, “Pengaruh Suhu Permukaan Photovoltaic Module 50 Watt Peak Terhadap Daya Keluaran yang Dihasilkan Menggunakan Reflektor dengan Variasi Sudut Reflektor 0°, 50°, 60°, 70°, 80°,” *Rotasi*, pp. 14-18, 2010.
- [11] G. Illya, V. Handara, M. Siahandan dan A. Nathania, “Mechanical Studies of Solar Photovoltaics (PV) Backsheets Under Salt Damp Heat Environments,” *Procedia Engineering*, pp. 238-245, 2017.