

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBERSIH PANEL  
SURYA OTOMATIS PADA ROOFTOP BERBASIS  
MIKROKONTROLER**

**Tugas Akhir**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Muhammad Fikri

221441914



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI  
JURUSAN OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA  
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

### **RANCANG BANGUN PROTOTYPE PEMBERSIH PANEL SURYA OTOMATIS PADA ROOFTOP BERBASIS MIKROKONTROLER**

Oleh:

Muhammad Fikri

221441914

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program  
program Pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, Maret 2023

disetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

**Wahyudi Purnomo, S.T., MT.**  
NIP. 197001061995121002

**Sandy Bhawana Mulia, S.Pd., M.T.**  
NIP. 198611052019031009

Disahkan,

Penguji I,

Penguji II,

Penguji III,

**Gun Gun Maulana, S.Pd., M.T.**  
NIP.198204272014041001

**Ridwan, S.S.T., M.Eng.**  
NIP. 197806122001121002

**Nur Wisma Nugraha, ST. MT**  
NIP.197406092003121000

## **PERNYATAAN ORISINALITAS**

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Fikri  
NIM : 221441914  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi  
Jenjang Studi : Sarjana Terapan  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Rancang Bangun Prototype Pembersih Panel Surya Otomatis Pada Rooftop Berbasis Mikrokontroler

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau Sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau symbol yang menunjukan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai ulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulisan aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan Tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 27 – 01 – 2023  
Yang Menyatakan,

Muhammad Fikri  
221441914

## PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Fikri  
NIM : 221441914  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi  
Jenjang Studi : Sarjana Terapan  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Rancang Bangun Prototype Pembersih Panel Surya Otomatis Pada Rooftop Berbasis Mikrokontroler

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaan berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 27 – 01 – 2023  
Yang Menyatakan,

Muhammad Fikri  
221441914

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamiin, puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan karunia dan pertolonganNya sehingga penyusunan laporan ini dapat penulis selesaikan meskipun tidak lepas dari kekurangan.

Tugas Akhir ini berjudul “Rancang Bangun Prototipe Pembersih Solar Panel Otomatis Pada Rooftop Berbasis Mikrokontroler”. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Diploma Empat Teknik Rekayasa Otomasi Jurusan Otomasi Manufaktur dan Mekatronika Politeknik Manufaktur Bandung.

Setelah menghadapi beberapa kesulitan dalam pembuatan Tugas Akhir, akhirnya Tugas Akhir ini dapat penulis selesaikan dengan bantuan dari berbagai pihak baik dari kampus, keluarga, maupun lingkungan sekitar. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini rasa terimakasih yang tak terhingga penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika;
2. Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa;
3. Ibu Fitria Suryatini, S.Pd., M.T. selaku panitia;
4. Bapak Wahyudi Purnomo, S.T., MT. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan motivasi, dukungan, serta saran dalam melaksanakan dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini;
5. Bapak Shandy Bhawana Mulia, S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan motivasi, dukungan, serta saran dalam melaksanakan dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini;
6. Orang tua serta sanak keluarga yang senantiasa memberi dukungan baik moral maupun materi kepada penulis selama perhuliahan hingga menyelesaikan tugas akhir;
7. Melissa Shasya yang senantiasa memberi motivasi dan semangat terus menerus agar menjadi yang terbaik; dan

8. Seluruh rekan-rekan mahasiswa yang sepejuangan Teknik Rekayasa Otomasi Politeknik Manufaktur Bandung.

Penulis menyadari adanya keterbatasan serta kemampuan dalam merumuskan masalah secara mendalam, sehingga Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, namun penulis berharap agar penulisan Tugas Akhir ini juga dapat memberikan manfaat terutama pada Dosen, Staff, maupun mahasiswa Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika Politeknik Manufaktur Bandung. Akhir kata penulis berharap saran dan kritik dari para pembaca, agar penulisan Tugas Akhir penulis lebih baik kedepannya.

Bandung, 17 Februari 2023

Muhammad Fikri

221441914

## ABSTRAK

Kebutuhan akan sumber tenaga listrik alternatif sangat dibutuhkan ketika cadangan bahan bakar minyak dunia semakin menipis. Dalam upaya tersebut maka dibutuhkanlah sumber energi yang tidak terbatas seperti tenaga surya. Faktor-faktor yang mempengaruhi optimal kinerja dari suatu panel surya adalah pengaruh suhu, *shadding effect*, dan bahan pembuat sel surya itu sendiri. Panel sel surya ini harus dalam kondisi optimal setiap saatnya. Karena panel surya disimpan pada *rooftop* maka panel ini rentan terkena *shadding effect*. Penelitian ini bertujuan sebagai acuan serta untuk menghilangkan *shadding effect* pada panel surya secara otomatis. Metode penelitian yang digunakan yaitu identifikasi masalah, observasi lapangan, perencanaan konsep, diagram alir serta skematik perancangan meliputi perancangan *pyranometer* dan solar *cell*, perancangan *water pump*, perancangan panel surya, perancangan motor DC, perancangan RTC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa, alat pembersih alat pembersih ini dapat lebih memaksimalkan penyerapan yang dimana didapat nilai total daya yang dihasilkan sebelum pembersihan sebesar 162,93W dan sesudah dibersihkan naik menjadi 180,69W. Daya yang diperlukan untuk melakukan pembersihan jika wiper naik sebesar 21,55W dan jika wiper turun sebesar 18,67W. hasil ini pun dapat berubah berdasarkan set point yang digunakan hasil tersebut menggunakan perbandingan 15 w/m<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** Panel surya, *pyranometer*, pembersih otomatis

## **ABSTRACT**

*The need for alternative sources of electric power is urgently needed when world fuel oil reserves are dwindling. In this effort, unlimited energy sources such as solar power are needed. Factors that affect the optimal performance of a solar panel are the influence of temperature, shading effect, and the material the solar cell itself is made of. This solar cell panel must be in optimal condition at all times. Because the solar panels are stored on the rooftop, they are susceptible to shading effects. This study aims as a reference and to automatically eliminate the shading effect on solar panels. The research method used is problem identification, field observation, concept planning, flow chart and schematic design including pyranometer and solar cell design, water pump design, solar panel design, DC motor design, RTC design. The test results show that this cleaning tool can maximize absorption, where the total power generated before cleaning is 162.93W and after cleaning it increases to 180.69W. The power needed to clean if the wiper goes up is 21.55W and if the wiper goes down is 18.67W. these results can also change based on the set point used. these results use a ratio of 15 w/m<sup>2</sup>.*

**Keywords:** *Solar panel, pyranometer, automatic cleaner*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI).....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>2</b>
I.1. Latar Belakang.....	2
I.2. Rumusan Masalah .....	3
I.3. Batasan Masalah.....	3
I.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	4
I.5. Metode Penelitian.....	4
I.6. Sistematikan Penulisan.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
II.1. Tinjauan Teori .....	5
II.1.1. Panel Surya .....	5
II.1.2. Sistem Kendali.....	8
II.1.3. Arduino IDE .....	9
II.2. Tinjauan Alat.....	14
II.2.1. Solar Panel .....	14
II.2.2. MPPT <i>Solar Charger Controller</i> .....	14
II.2.3. Baterai.....	15
II.2.4. Arduino Uno .....	17
II.2.5. L298N .....	19
II.2.6. <i>Solid State Relay</i> .....	20
II.2.7. <i>Rotary Encoder</i> .....	20

II.2.8	<i>Limit Switch</i> .....	21
II.2.9	DC Motor .....	21
II.2.10	<i>Pyranometer</i> .....	22
II.2.11	<i>Real Time Clock (RTC)</i> .....	23
II.3	Studi Penelitian Terdahulu .....	23
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENYELESAIAN .....</b>	<b>38</b>
III.1	Metode Pelaksanaan .....	38
III.2	Identifikasi Masalah .....	39
III.3	Observasi Lapangan .....	39
III.4	Perencanaan Konsep.....	40
III.5	Diagram Alir Sistem.....	41
III.6	Perhitungan Daya Komponen.....	42
III.7	<i>Wiring Pyranometer dan Solar Cell</i> .....	44
III.8	<i>Wiring Water Pump</i> .....	45
III.9	<i>Wiring Panel Surya</i> .....	45
III.10	<i>Wiring motor DC</i> .....	46
III.11	<i>Wiring Real Time Clock (RTC) DS1307</i> .....	47
III.12	<i>Wiring I2C LCD 16x2</i> .....	47
III.13	<i>Mechanical Engineering</i> .....	48
III.14	<i>Wiring Sistem Pembersihan Panel Surya</i> .....	49
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>52</b>
IV.1	Realisasi Prototipe .....	52
IV.2	Pengujian Panel Surya.....	52
IV.3	Pengujian linieritas <i>Pyranometer dan Solar Cell</i> .....	54
IV.4	Pengujian Motor DC dan Pompa.....	55
IV.5	Kalibrasi Sensor.....	56
IV.6	Pengujian Daya.....	59
IV.6.1	Pengujian Sensor Terhadap Daya .....	59
IV.6.2	Pengujian Solar Panel Terhadap Daya.....	61
IV.7	Pengujian RTC .....	63
IV.8	Pengujian LCD I2C .....	64
<b>BAB V</b>	<b>.....</b>	<b>65</b>
V.1	Kesimpulan.....	65

V.2	Saran.....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>66</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>71</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Panel Surya.....	5
Gambar II.2 Prinsip Kerja Panel Surya.....	6
Gambar II.3 Radiasi sorotan dan radiasi sebaran yang mengenai permukaan bumi .....	7
Gambar II.4 <i>Sistem Kendali</i> .....	9
Gambar II.5 Panel sel surya .....	14
Gambar II 6 Baterai.....	16
Gambar II.7 <i>Arduino</i> .....	18
Gambar II.8 <i>Driver Motor L298N</i> .....	19
Gambar II.9 <i>Encoder</i> .....	21
Gambar II.10 Gaya Medan Magnet pada Konduktor yang Dialiri Arus Listrik...	22
Gambar II.11 <i>Pyranometer</i> .....	23
Gambar II.12 <i>Real Time Clock (RTC)</i> .....	23
Gambar II.12 <i>Real Time Clock (RTC)</i> .....	23
Gambar III.1 Diagram alir pelaksanaan .....	38
Gambar III.2 Observasi Panel Surya PT. Inspire .....	40
Gambar III.3 Perencanaan konsep .....	40
Gambar III. 4 Arsitektur sistem .....	41
Gambar III.5 Diagram Alir Sistem.....	42
Gambar III.6 <i>Wiring pyranometer dan solar cell</i> .....	44
Gambar III.7 <i>Wiring water pump</i> .....	45
Gambar III.8 <i>Wiring panel surya</i> .....	45
Gambar III.9 <i>Wiring motor DC</i> .....	46
Gambar III.10 <i>Wiring RTC</i> .....	47
Gambar III.11 <i>Wiring I2C LCD 16x2</i> .....	48
Gambar III.12 <i>Wiring syistem</i> .....	50
Gambar IV.1 Prototipe pembersih solar panel otomatis .....	52
Gambar IV.2 Panel surya .....	53
Gambar IV.3 <i>Pyranometer dan solar cell</i> .....	54
Gambar IV.4 Nilai rata-rata radiasi selama 7 hari .....	56
Gambar IV.5 Pengujian di PT SEI Bandung .....	59
Gambar IV.6 Kalibrasi sensor.....	59
Gambar IV.7 Pengujian sensor terhadap daya .....	61
Gambar IV.8 Pengujian daya output panel surya.....	62
Gambar IV.9 Pengujian RTC.....	64
Gambar IV.10 Pengujian LCD I2C.....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Arduino IDE .....	9
Tabel II.2 <i>Spesifikasi arduino</i> .....	18
Tabel II.3 <i>Spesifikasi solid state relay</i> .....	20
Tabel II.4 Penelitian terdahulu .....	24
Tabel III. 1 <i>Spesifikasi motor DC</i> .....	46
Tabel III. 2 <i>Spesifikasi RTC DS1307</i> .....	47
Tabel III.3 <i>Spesifikasi LCD I2C</i> .....	48
Tabel III.4 <i>Komponen mekanik</i> .....	48
Tabel IV.1 <i>Pengujian panel surya</i> .....	53
Tabel IV.2 <i>Pengujian pyranometer dan solar cell</i> .....	54
Tabel IV.3 <i>Pengujian motor DC dan pompa</i> .....	55
Tabel IV.4 <i>Kalibrasi sensor</i> .....	57
Tabel IV.5 <i>Pengujian sensor terhadap daya</i> .....	59
Tabel IV.6 <i>Pengujian solar panel terhadap daya</i> .....	61
Tabel IV.7 <i>Daya panel surya terhadap kebutuhan daya untuk pembersihan</i> .....	63

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rangkaian Sistem Pembersih Panel Surya .....	71
Lampiran 2 Prototipe Pembersih Panel Surya .....	71
Lampiran 3 Mechanical Engineering .....	74
Lampiran 4 Hasil pengujian sensor, daya, tegangan dan arus .....	76

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

PV	= <i>Photovoltaic Cell</i>
MPPT	= Maximum Power Point Tracking
FLA	= Flooded Lead Acid
VRLA	= Valve Regulated Lead Acid
SLA	= Sealed Lead Acid
MF	= Maintenance Free
SMF	= Sealed Maintenance Free
AGM	= Absorbent Glass Mat
SHS	= Solar Home System
SSR	= Solid State Sistem
MC	= Magnetic Contactor
NO	= Normally Open
NC	= Normally Close
GGL	= Gaya Gerak Listrik
P	= Daya (Watt)
V	= Tegangan (Volt)
I	= Arus (Ampere)
F	= Gaya (Newton)
m	= Massa (kg)
a	= Percepatan Gravitasi ( $m/s^2$ )
T	= Torsi (Newtonmeter)

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.I. Latar Belakang**

Saat ini energi listrik sudah menjadi salah satu kebutuhan sehari-hari bagi seluruh manusia. Perkembangan budaya global juga sangat memicu berkembangnya kebutuhan listrik, Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang melakukan banyak pembangunan dalam lingkup pemukiman, lahan kerja dan sebagainya sehingga kebutuhan energi listrik sangatlah dibutuhkan [41]. Listrik menggambarkan salah satu kategori tenaga yang sangat dibutuhkan dalam segala aspek pembangunan [42]. Pemanfaatan energi matahari sebagai suatu sumber alternatif pembangkit energi listrik yang dinilai sebagai terobosan baru karena potensi energi matahari merupakan sumber energi yang sangat besar serta tidak memberi dampak negatif terhadap lingkungan [43].

Dari hal tersebut kebutuhan akan sumber tenaga listrik alternatif sangat dibutuhkan ketika cadangan bahan bakar minyak dunia semakin menipis. Dalam upaya tersebut maka dibutuhkanlah sumber energi yang tidak terbatas seperti tenaga surya atau tenaga matahari. Pada implementasi sel surya sebagai penghasil energi listrik sehari-hari seperti pada lampu penerangan jalan umum atau pada rumah. Menurut Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2022 Tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukkan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik menandai dimulainya era pembangunan pembangkit listrik rendah emisi dan ramah lingkungan sekaligus pelarangan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) baru, namun dipastikan tidak akan mengganggu pembangkit-pembangkit yang sudah berjalan.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau PLTS merupakan sumber energi listrik terbarukan, dimana sinar matahari sebagai sumber energi ramah lingkungan [44]. Tenaga surya dikembangkan dan banyak digunakan oleh negara maju dan berkembang sebagai sumber energi selain minyak bumi, seperti Jerman, Cina, Amerika, Jepang dan lain-lain [43]. Namun, terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi optimal kinerja dari suatu panel surya adalah pengaruh suhu, *shading effect*, dan bahan pembuat sel surya itu sendiri. Salah satu contohnya

adalah apabila *cover glass* yang merupakan lapisan terluar dari suatu panel surya tertutupi oleh debu atau bahan penghalang lainnya maka hal tersebut menghalangi masuknya intensitas cahaya matahari dan sangat mempengaruhi proses efek fotolistrik pada panel sel surya tersebut sehingga energi listrik yang dihasilkan tidak optimal, kejadian ini disebut dengan *shading effect*.

PT. Insvire merupakan salah satu contoh perusahaan yang menggunakan sel surya sebagai sumber utama tenaga listrik tanpa menggunakan *back up* dari PLN. Pada lantai 2 PT. Insvire terdapat rooftop untuk menyimpan panel surya yang menangkap cahaya matahari dan mengkonversikannya menjadi arus listrik. Namun, sel surya harus selalu dalam kondisi optimal setiap saatnya, panel surya yang rentan terkena *sading effect* akan membuat sel surya tidak optimal dalam menangkap energi matahari. Persoalan yang kini dihadapi oleh PT. Insvire pada pembersihan panel surya yang masih menggunakan tenaga manusia, dimana pembersihan panel surya tersebut hanya menggunakan kanebo setiap harinya membuat banyak waktu terbuang dan sangat tidak efisien.

Berasarkan hal tersebut, maka dirancanglah sebuah alat pembersih *solar cell* secara otomatis yang berfungsi untuk membersihkan panel sel surya dikarenakan pembersihan ini masih dilakukan secara manual oleh petugas di PT Insvire. Untuk itu, diajukannya penelitian “Prototype Pembersih Panel Surya Otomatis Pada *Rooftop* Berbasis Mikrokontroler” yang diharapkan menjadi acuan pembuatan alat sebenarnya untuk dapat memudahkan salah satu proses *maintenance* pada panel surya di *rooftop*. Dengan demikian, sistem ini dapat membantu mempermudah dalam hal pembersihan panel.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang terdapat pada tugas akhir ini yaitu bagaimana merancang pembersih panel surya otomatis pada rooftop berbasis mikrokontroler?

## **I.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Ukuran panel surya 1030 x 670 x 30mm

2. Pembersihan hanya dilakukan satu arah
3. Pembersihan dilakukan oleh wiper
4. Mikrokontroler yang digunakan Arduino Uno
5. Perhitungan Mekanik

#### **I.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Adapun tujuan dari tugas akhir ini berdasarkan rumusan masalah diatas adalah menghasilkan rancangan sistem pembersih panel surya otomatis pada rooftoop berbasis mikrokontroler yang dapat mempermudah perawatan panel surya di PT. Insvire

#### **I.5 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dan diterapkan pada penelitian ini meliputi :

1. Perencanaan

- a. Mengidentifikasi Masalah/Mencari Permasalahan

Peneliti harus mengetahui terlebih dahulu mencari permasalahan apa yang hendak diteliti,

- b. Merumuskan Masalah

Dimana pada tahap ini merupakan kelanjutan dari penemuan masalah yang kemudian peneliti membuat rumusan masalah berdasarkan masalah- masalah yang akan diteliti. Peneliti akan membuat batasan-batasan masalahnya terutama dalam menentukan ruang lingkup masalah yang diteliti.

- c. Mengadakan Studi Pendahuluan

Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengumpulkan informasi-informasi berkaitan dengan masalah yang akan diteliti. Sehingga dapat diketahui keadaan atau kedudukan masalah tersebut dengan baik secara teoritis maupun praktik. Pengetahuan yang diperoleh dari studi pendahuluan sangat berguna untuk menyusun kerangka teoritis tentang pemecahan masalah dalam bentuk hipotesis yang akan diuji kebenarannya melalui pelaksanaan penelitian lapangan. Studi pendahuluan dapat dilakukan dengan studi dokumenter, perpustakaan dan studi lapangan.

2. Pelaksanaan

a. Uji Coba Alat

Pada tahap ini dibuat *prototype* alat pembersih solar cell yang diharapkan mampu bergerak sesuai lintasan yang telah dirancang sesuai rencana dan mampu mengurangi hingga menghilangkan *shadding effect*.

b. Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data didasarkan pada pedoman yang sudah dipersiapkan dalam rancangan penelitian. Data yang dikumpulkan melalui kegiatan penelitian dan dijadikan sebagai dasar untuk menguji hipotesis yang diajukan.

c. Analisis Data

Tahapan ini dilakukan setelah data terkumpul semua kemudian dilakukan analisis dan hipotesis yang diajukan dan diuji kebenarannya melalui analisis tersebut.

## **I.6 Sistematikan Penulisan**

Sistematika penulisan Proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

**BAB I PENDAHULUAN**, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**, berisi metode yang digunakan untuk penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

**BAB IV BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN**, berisi rincian anggaran biaya serta jadwal kegiatan untuk penyelesaian tugas akhir.

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**, berisi tentang hasil kesimpulan dari penelitian dan saran mengenai pengembangan penelitian selanjutnya