

***PROTOTYPE SISTEM PEMBERSIH SOLAR CELL OTOMATIS
DAN KONTROL JARAK JAUH BERBASIS IOT***

PROYEK AKHIR



Oleh :

DIMAS DWI SAPUTRA

NIT : 64042110005

SILVIA PAKPAHAN

NIT : 64042110021

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK BANDARA
PROGRAM DIPLOMA TIGA
POLITEKNIK PENERBANGAN JAYAPURA
2024**

***PROTOTYPE SISTEM PEMBERSIH SOLAR CELL OTOMATIS
DAN KONTROL JARAK JAUH BERBASIS IOT***

PROYEK AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
(A.Md.) pada Program Studi Diploma III Teknik Listrik Bandara



Oleh :

DIMAS DWI SAPUTRA

NIT : 64042110005

SILVIA PAKPAHAN

NIT : 64042110021

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK BANDARA
PROGRAM DIPLOMA TIGA
POLITEKNIK PENERBANGAN JAYAPURA
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

*PROTOTYPE SISTEM PEMBERSIH SOLAR CELL OTOMATIS DAN
KONTROL JARAK JAUH BERBASIS IOT*

Oleh :

DIMAS DWI SAPUTRA

NIT : 64042110005

SILVIA PAKPAHAN

NIT : 64042110021

Disetujui untuk diujikan pada :
Jayapura 09 Agustus 2024,

Pembimbing I : NIKOLAS MAKANUAY, S.E., M.M
NIP. 19651107 199103 1 001



Pembimbing II : RIFOI RAZA BUNAHRI, S.Tr.T
NIP. 20001022 202210 1 001



LEMBAR PENGESAHAN

PROTOTYPE SISTEM PEMBERSIH SOLAR CELL OTOMATIS DAN KONTROL JARAK JAUH BERBASIS IOT

Oleh :

DIMAS DWI SAPUTRA

NIT : 64042110005

SILVIA PAKPAHAN

NIT : 64042110021

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Proyek Akhir
Program Studi Diploma III Teknik Listrik Bandara
Politeknik Penerbangan Jayapura
pada tanggal : 09 Agustus 2024

Panitia Penguji :

Ketua : Ir. MUSRI KONA, S.T., MM.Tr.
NIP. 19780617 200502 1 001

Sekretaris : DARMAWANTA SEMBIRING,
S.E.,M.M
NIP. 19841230 200912 1 004

Anggota : MARKUS BERNANDOS, S.Tr.T.
NIP. 20000913 202210 1 001



Ketua Program Studi
D-III Teknik Listrik Bandara



UKKASYAH S.A LUBIS, S.AB.,M.M
NIP. 19891224 201902 1 003

ABSTRAK

PROTOTYPE SISTEM PEMBERSIH SOLAR CELL OTOMATIS DAN KONTROL JARAK JAUH BERBASIS IOT

Oleh :

Dimas Dwi Saputra

NIT. 64042110005

Silvia Pakpahan

NIT. 64042110021

Laporan ini membahas pengembangan *prototype* sistem pembersih *solar cell* otomatis dan kontrol jarak jauh berbasis *Internet of Things (IoT)* di Politeknik Penerbangan Jayapura. Dengan meningkatnya kebutuhan akan energi terbarukan, panel surya menjadi salah satu alternatif yang penting. Namun, efisiensi panel surya dapat menurun akibat akumulasi debu dan kotoran yang menghalangi penyerapan sinar matahari. Perawatan manual yang dilakukan saat ini tidak hanya memakan waktu tetapi juga dapat merusak panel dan membebani teknisi. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini merancang dan membangun sistem pembersih *solar cell* otomatis yang dikendalikan secara jarak jauh menggunakan teknologi *IoT*.

Metode penelitian melibatkan perancangan alat, pemilihan komponen, pembuatan sistem, dan pengujian. Sistem pembersih otomatis menggunakan motor servo untuk menggerakkan *wiper*, pompa untuk menyemprotkan air, dan *NodeMCU* sebagai kontrol berbasis *IoT* untuk pemantauan dan pengendalian melalui aplikasi *Blynk*. Pengujian dilakukan dengan membandingkan kinerja *solar cell* sebelum dan sesudah menggunakan sistem pembersih.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pembersih otomatis secara signifikan meningkatkan tegangan *output solar cell*, dengan perbedaan yang jelas dalam performa antara panel yang dibersihkan dan yang tidak dibersihkan. Pembersihan otomatis membantu menjaga efisiensi panel surya dan meringankan beban teknisi. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pemahaman dan pengembangan teknologi pembersih panel surya otomatis serta aplikasinya dalam konteks energi terbarukan di Indonesia.

Kata Kunci : *Prototype*, Sistem Pembersih *Solar Cell*, Panel Surya, Kontrol

ABSTRACT

IOT-BASED AUTOMATIC AND REMOTE CONTROL SOLAR CELL CLEANING SYSTEM PROTOTYPE

By:

Dimas Dwi Saputra

NIT. 64042110005

Silvia Pakpahan

NIT. 64042110021

This report discusses the development of an automatic solar cell cleaning system prototype and remote control based on the Internet of Things (IoT) at Jayapura Aviation Polytechnic. With the increasing need for renewable energy, solar panels are becoming one of the important alternatives. However, the efficiency of solar panels can decrease due to the accumulation of dust and dirt that block the absorption of sunlight. The current manual maintenance is not only time-consuming but can also damage the panels and burden the technicians. To solve this problem, this research designs and builds an automated solar cell cleaning system that is remotely controlled using IoT technology.

The research method involves tool design, component selection, system manufacturing, and testing. The automatic cleaning system uses servo motors to drive wipers, pumps to spray water, and NodeMCU as an IoT-based control for monitoring and control through the Blynk application. Tests were conducted by comparing the performance of solar cells before and after using the cleaning system.

The test results show that the automatic cleaning system significantly improves the output voltage of the solar cell, with a clear difference in performance between the cleaned and non-cleaned panels. Automatic cleaning helps maintain the efficiency of solar panels and lightens the burden on technicians. This research contributes to the understanding and development of automatic solar panel cleaning technology and its application in the context of renewable energy in Indonesia.

Keywords: *Prototype, Solar Cell Cleaning System, Solar Panel, Control*

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : 1. Dimas Dwi Saputra
NIT : 64042110005
2. Silvia Pakpahan
NIT : 64042110021
Program Studi : D3 Teknik Listrik Bandara 3
Judul Proyek Akhir : *PROTOTYPE SISTEM PEMBERSIH SOLAR
CELL OTOMATIS DAN KONTROL JARAK
JAUH BERBASIS IOT*

dengan ini menyatakan bahwa :

- a. Proyek Akhir ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Politeknik Penerbangan Jayapura maupun di Perguruan Tinggi lain, serta dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
- b. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Hak Bebas *Royalti Non Eksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right)* kepada Politeknik Penerbangan Jayapura beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Politeknik Penerbangan Jayapura berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Proyek Akhir kami dengan tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka kami bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi dan Akademi Penerbangan.

Jayapura, 09 Juli 2024
Yang membuat pernyataan

Dimas Dwi Saputra
NIT.64042110005
Silvia Pakpahan
NIT.64042110021

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, berkat, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul “*PROTOTYPE SISTEM PEMBERSI SOLAR CELL OTOMATIS DAN KONTROL JARAK JAUH BERBASIS IOT*” dengan lancar dan tepat waktu tanpa mengalami hambatan yang cukup berarti.

Menyusun Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan program Diploma III Teknik Listrik Bandara di Politeknik Penerbangan Jayapura.

Penulis banyak menerima bantuan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak selama proses penyusunan proyek akhir ini. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Musri Kona, S.T., MM.Tr. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Jayapura.
2. Bapak Ukkasyah S.A. Lubis, S.AB., M.M. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Bandara.
3. Bapak Nikolas Makanuay, S.E., M.M. selaku Dosen Pembimbing I Proyek Akhir.
4. Bapak Rifqi Raza Bunahri, S.Tr.T selaku Dosen Pembimbing II Proyek Akhir.
5. Orang tua dan keluarga atas do'a, semangat dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
6. Seluruh Dosen, Instruktur dan Staff Pengajar Program Studi Diploma III Teknik Listrik Bandara yang telah memberikan pengetahuan dan pembelajaran yang berharga kepada penulis.
7. Teman-teman Teknik Listrik Bandara Angkatan III yang telah memberikan banyak bantuan, support dan motivasi

Penulis menyadari bahwa Proyek Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap kritik, saran, masukan yang bermanfaat serta membangun dari pembaca untuk membantu memperbaiki kekurangan yang ada. Penulis juga berharap tulisan ini bermanfaat bagi penulis dan terkhusus bagi pembaca dan menjadi sarana pengembangan ilmu pengetahuan di bidang penerbangan dan penerapan dilapangan serta dapat dikembangkan.

Jayapura, 9 Agustus 2024

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Teori	6
2.1.1 <i>Prototype</i>	6
2.1.2 Panel Surya	7
2.1.3 <i>Accumulator</i>	9
2.1.4 <i>NodeMCU</i>	10
2.1.5 <i>Mini Circuit Breaker (MCB)</i>	11
2.1.6 Motor Servo	13
2.1.7 Pompa	14
2.1.8 <i>Internet of Things (IoT)</i>	16
2.1.9 <i>Solar Charge Controller</i>	17
2.2 Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	17
BAB III METODE PENELITIAN	20

3.1 Desain Penelitian	20
3.2 Komponen Alat.....	25
3.2.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	25
3.2.2 Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	27
3.3 Teknik Pengujian	28
3.3.1 Pengujian Panel Surya	28
3.3.2 Pengujian Efektifitas Alat Pembersih <i>Solar Cell</i>	28
3.4 Teknik Analisa Data	29
3.5 Tempat dan Waktu Penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Hasil Penelitian	32
4.1.1 Potensi dan Masalah	32
4.1.2 Tahap Mengumpulkan Informasi.....	33
4.1.3 Tahap Desain Alat.....	34
4.1.4 Pembuatan Alat.....	35
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian	50
4.2.1 Kelebihan Produk	50
4.2.2 Kekurangan Produk	50
BAB V PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN.....	A-1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Panel Surya.....	7
Gambar 2. 2 <i>NodeMCU</i>	11
Gambar 2. 3 <i>Mini Circuit Breaker</i>	13
Gambar 2. 6 Motor Servo.....	14
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	21
Gambar 3. 2 Blok Diagram <i>Prototype</i> Sistem pembersih <i>Solar Cell</i> otomatis.....	23
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Sistem Kontrol pembersih <i>solar cell</i>	24
Gambar 3. 4 Desain Alat	24
Gambar 4. 1 Prototipe Sistem Pembersih <i>Solar Cell</i>	32
Gambar 4. 3 <i>Wiring</i> Diagram Alat	37
Gambar 4. 4 Motor Servo.....	38
Gambar 4. 5 <i>Relay</i>	39
Gambar 4. 6 <i>NodeMCU ESP8266</i>	41
Gambar 4. 7 <i>Menu Library</i> pada aplikasi <i>Arduino Uno</i>	42
Gambar 4. 8 <i>Menu Preference</i> pada Aplikasi <i>Arduino Uno</i>	42
Gambar 4. 10 Tampilan pada <i>Blynk IoT</i> dan Tampilan pada <i>Arduino IDE</i>	44
Gambar 4. 11 Hasil Pengujian Kode Program pada Aplikasi <i>Arduino IDE</i>	45
Gambar 4. 12 Kondisi <i>Solar Cell</i> Selama 3 Hari Menggunakan Pembersih	49
Gambar 4. 13 Kondisi <i>Solar Cell</i> Selama 3 Hari Tanpa Pembersih	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi <i>NodeMCU ESP8269</i>	11
Tabel 2. 2 Spesifikasi <i>MCB Schneider 6A</i>	12
Tabel 2. 5 Spesifikasi Motor Servo MG996R.....	13
Tabel 2. 6 Spesifikasi <i>MCB Schneider 6A</i>	15
Tabel 3. 1 Waktu Penelitian.....	31
Tabel 4. 1 Komponen	34
Tabel 4. 2 Hasil Perbandingan Pengujian <i>Solar Cell</i> Menggunakan Pembersih Dan Tanpa Pembersih	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Standar Operasional Prosedur	A-1
A. 1 Standar Operasional Prosedur (SOP)	A-1
A. 2 Standar Operasional Prosedur	A-2
A. 3 Standar Operasional Prosedur	A-3
Lampiran B Rencana Anggaran Biaya	B-1
Lampiran C Kertas Bimbingan Proyek Akhir	C-1
C. 1 Kertas Bimbingan Dosen Pembimbing 1	C-1
C. 2 Kertas Bimbingan Dosen Pembimbing 2	C-2
Lampiran D Dokumentasi	D-1
D. 1 Dokumentasi	D-1
D. 2 Dokumentasi	D-2
Lampiran E Kode Program	E-1
E. 1 Kode Program	E-1
E. 2 Kode Program	E-2
E. 3 Kode Program	E-3
E. 4 Kode Program	E-4
E. 5 Kode Program	E-5

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Politeknik Penerbangan Jayapura merupakan salah satu perguruan tinggi resmi yang berdiri di bawah naungan departemen perhubungan yang berada di Kota Jayapura. Salah satu mata kuliah yang ada di Politeknik Penerbangan Jayapura adalah Program Studi D-III Teknik Listrik Bandara (TLB). Program studi ini diajarkan melalui kurikulum yang lebih banyak berfokus pada praktik dari pada pelajaran teori. Akibatnya, untuk mendukung proses pembelajaran, diperlukan fasilitas dan peralatan praktik yang memadai.

Dalam pendidikan, pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan topik menarik untuk dipelajari. Ini karena PLTS dapat membantu Mahasiswa memahami pentingnya energi terbarukan dan bagaimana mereka dapat membantu mengurangi dampak negatif dari perubahan iklim dan Mahasiswa dapat mengetahui bahwa penggunaan energi listrik pada zaman sekarang semakin tinggi seiring dengan perkembangan zaman serta kemajuan teknologi. Energi surya dapat digunakan sebagai energi listrik cadangan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik serta dapat diimplementasikan di Indonesia karena negara ini merupakan negara yang dilalui oleh garis Khatulistiwa yang menerima radiasi matahari yang sangat baik. Kondisi alam di Indonesia yang berbeda-beda, sulit dijangkau dan merupakan negara kepulauan sehingga penggunaan energi surya tepat untuk menjangkau daerah tertinggal, terpencil, dan terluar (Tri et al., 2023).

Pada implementasinya, ada beberapa hambatan untuk mencapai hasil yang optimal pada *solar cell*. Suhu, *shading effect*, dan bahan pembuat sel surya adalah beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja

optimal modul *solar cell*. Salah satu contohnya adalah ketika lapisan terluar panel sel surya, tertutup dengan debu atau bahan penghalang lainnya. Bahan-bahan ini menghalangi sinar matahari dan secara signifikan mempengaruhi proses efek fotolistrik panel sel surya, yang menyebabkan hasil energi listrik yang dihasilkan tidak optimal (Agoes, 2015). Ada beberapa faktor-faktor yang menyebabkan kehilangan efisiensinya sebesar 10-25% seperti kerusakan *inverter*, kabel, dan pengotoran modul oleh debu dan kotoran, serta faktor penempatan *solar panel* yang menyebabkan penimbunan debu, kotoran burung, dan noda air dapat mengurangi efisiensi *solar panel* (Purba, 2022).

Berdasarkan para pendapat ahli, melakukan perawatan adalah hal yang sangat penting agar kinerja optimal dan umur panjang dari *Solar Cell*. Panel surya yang kotor dapat menghambat kemampuan panel surya untuk menyerap sinar matahari, yang mengakibatkan penurunan efisiensi energi yang dihasilkan. Untuk meningkatkan efisiensi energi harus melakukan perawatan rutin, namun yang terjadi dilapangan pada saat ini, perawatan dilakukan secara manual yang mengakibatkan bagian dari sel surya rusak maupun kemiringan dari sel surya tersebut berubah, perawatan manual ini juga menyebabkan pekerjaan teknisi menjadi berat dan cukup menguras tenaga, hal-hal tersebut yang mendorong penulis mengangkat judul “*PROTOTYPE SISTEM PEMBERSIH SOLAR CELL OTOMATIS DAN KONTROL JARAK JAUH BERBASIS IOT*”, dengan adanya sistem pembersih otomatis ini dapat meringankan pekerjaan teknisi serta mengoptimalkan kinerja dari *solar cell* tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut :

- a. Bagaimana cara pembuatan, perancangan, dan cara kerja dari Sistem alat Pembersih *solar cell* otomatis dan kontrol jarak jauh berbasis *IoT*?
- b. Apa kelebihan dan kekurangan penggunaan alat pembersih *solar cell* otomatis jika di bandingkan perawatan secara manual?

1.3 Batasan Masalah

Menyadari terbatasnya waktu dan kemampuan penulis sehingga penulis memberikan batasan-batasan berdasarkan permasalahan yang dialami penulis, maka dengan ini penulis membatasi penelitian pada pembahasan ini hanya terfokus pada cara merancang, membangun, dan cara kerja dari *prototype* sistem pembersih *solar cell* otomatis dan kontrol jarak jauh berbasis *IoT* akan tetapi belum mampu memonitoring arus dan tegangan pada PLTS.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dapatkan dari hasil rancangan adalah sebagai berikut

- a. Mengetahui cara pembuatan, perancangan, dan cara kerja dari Sistem Pembersih *Solar Cell* Otomatis Dan Kontrol Jarak Jauh Berbasis *IoT*
- b. Mengetahui kelebihan dan kekurangan alat sistem pembersih *solar cell* otomatis jika dibandingkan dengan perawatan secara manual.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Manfaat dari pembuatan *prototype* ini dapat menambah wawasan bagi penulis tentang PLTS dan dapat menjadi referensi penulisan bagi peneliti yang ingin mengembangkan dikemudian hari.
- b. Dengan melakukan pembersihan tiap hari alat ini dapat mengoptimalkan kinerja dari *solar cell*.

- c. Manfaat untuk instansi yaitu dapat digunakan untuk media pembelajaran tentang sistem kerja dan perawatan PLTS bagi Mahasiswa Politeknik Penerbangan Jayapura.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman maka penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut:

JUDUL :

Pemilihan judul yang sesuai dengan proyek akhir yang akan dibuat

BAB 1 PENDAHULUAN :

Pendahuluan ini berisi tentang gambaran umum tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI :

Landasan teori berisi referensi – referensi yang digunakan dalam penyusunan proposal dan teori - teori yang mendukung untuk digunakan sebagai pembahasan perangkat dan komponen – komponen dan kajian penelitian yang lebih relevan.

BAB 3 METODE PENELITIAN :

Pada bab ini memiliki isi tentang metode penelitian yang menjelaskan tentang waktu dan tempat penelitian, serta desain, menjelaskan sistem kerja alat dan teknik pengujiannya.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN :

Pada bab ini memiliki isi tentang data-data hasil pengujian dan pembahasan hasil dari pengujian terkait *Prototype* Sistem Pembersih *Solar Cell* Otomatis dan Kontrol Jarak Jauh Berbasis *IoT*.

BAB 5 PENUTUP :

Bab ini merupakan penutup yang berisi kesimpulan dan saran yang berhubungan dengan Proyek Akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Teori

2.1.1 *Prototype*

Prototype adalah alat yang dimaksudkan untuk memberi pengembang dan pengguna potensial gambaran tentang bagaimana sistem atau alat akan bekerja dalam bentuk lengkap. Proses pembuatan prototipe disebut *prototyping*, pembuatan prototipe adalah tentang membuat prototipe secepat mungkin dan mendapatkan umpan balik dari pengguna yang mengarah pada peningkatan prototipe. Dan kegiatan ini dilakukan oleh perancang yang berulang kali melakukan percobaan dan pengujian dengan berbagai jenis komponen, dimensi, parameter, program komputer, dan lain-lain untuk mendapatkan kombinasi yang paling sesuai. (Mcleod et al., 2007)

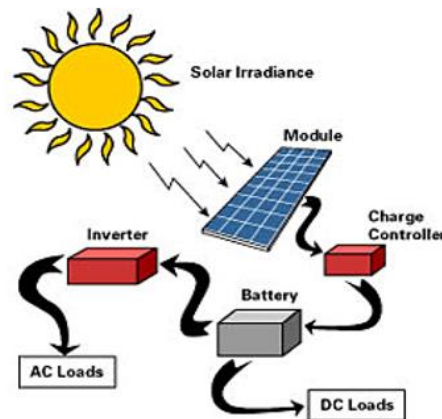
Prototipe adalah bentuk yang mewakili suatu objek nyata dan dimaksudkan sebagai alat pengajaran yang memungkinkan siswa menerapkan pengetahuan yang diperoleh pada objek nyata. *Prototyping* juga disebut *Rapid Application Design* atau (*RAD*) karena menyederhanakan dan mempercepat desain sistem. (Handayani et al., 2020)

Penulis menyimpulkan bahwa prototipe adalah alat yang memberikan gambaran tentang cara kerja sistem dalam bentuk lengkap serta digunakan sebagai alat pengajaran, di mana proses pembuatan prototipe, atau *prototyping*, bertujuan untuk menciptakan prototipe dengan cepat dan mendapatkan umpan balik pengguna guna meningkatkan kualitasnya melalui percobaan dan pengujian berulang oleh perancang dengan berbagai komponen dan parameter untuk menemukan kombinasi terbaik, dan dikenal juga sebagai *Rapid*

Application Design (RAD) karena mempercepat dan menyederhanakan desain sistem.

2.1.2 Panel Surya

Panel surya atau *solar cell* merupakan alat atau perangkat aktif yang mampu mengonversikan energi matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip dari efek *photovoltaic*. *Photovoltaic* merupakan teknologi yang secara langsung mengubah radiasi matahari atau mengubah energi matahari menjadi menjadi energi listrik. *Photovoltaic* biasanya dikemas dalam suatu unit yang disebut modul. Sel surya dapat disusun secara seri atau parallel dalam sebuah modul surya. Dengan berkurangnya cadangan energi fosil dan kemajuan global, panel surya menjadi lebih populer di kalangan masyarakat. Energi yang dihasilkan sangat sederhana, tidak mahal dan tidak terbatas (Septiawan et al., 2022).



Gambar 2.1 Skema Panel Surya
(Sumber :Septiawan et al., 2022)

Panel surya adalah perangkat semikonduktor yang dapat menghasilkan listrik jika diberikan sejumlah energi cahaya. Ini terjadi

karena ketika sejumlah energi diberikan pada kristal semikonduktor, elektron memutuskan ikatannya pada atom-atomnya. Bahan semikonduktor yang paling umum digunakan dalam pembuatan sel surya adalah kristal silikon (Septiawan et al., 2022).

Ada beberapa jenis system PLTS yang berbeda, tergantung pada cara panel surya diatur dan digunakan, berikut adalah beberapa macam PLTS yang umum :

a. *PLTS On-Grid*

PLTS On-Grid merupakan sistem pembangkit energi surya yang terhubung langsung pada jaringan listrik lokal atau PLN. Dalam sistem jaringan listrik, listrik yang dihasilkan oleh modul surya tidak hanya digunakan untuk kebutuhan langsung di lokasi pemasangan modul, tetapi dapat dialirkan ke jaringan listrik umum. Panel fotovoltaik yang dipasang di jaringan menjadi semakin populer dalam aplikasi komersial dan perumahan karena dapat menghemat biaya listrik jangka panjang, memberikan pengembalian investasi yang cepat, dan bermanfaat bagi lingkungan dengan mengurangi emisi gas rumah kaca.

b. *PLTS Off-Grid*

PLTS Off-Grid merupakan tata surya dengan sistem yang menggunakan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energinya. Berbeda dengan jenis sistem *On-Grid*, jenis sistem ini tidak sinkron dengan listrik PLN. Untuk cadangan biasanya, didukung oleh genset atau baterai untuk penyimpanan energi. Sistem ini disebut juga *Stand Alone PV (PhotoVoltaic)*. Sistem ini sangat cocok untuk bangunan yang sulit diakses melalui jaringan PLN, karena sifatnya yang mandiri dan mengandalkan baterai.

c. *PLTS Hybrid*

PLTS Hybrid merupakan sistem pembangkit listrik yang menggunakan energi matahari sebagai sumber energi utama, namun juga menggunakan sumber energi lain sebagai cadangan misalnya listrik dari jaringan PLN atau genset.

Penulis menyimpulkan bahwa panel surya adalah perangkat semikonduktor, biasanya terbuat dari kristal silikon, yang menghasilkan listrik ketika terkena cahaya. Terdapat beberapa jenis sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), yaitu *PLTS On-Grid* yang terhubung langsung ke jaringan listrik umum dan membantu menghemat biaya listrik serta mengurangi emisi gas rumah kaca, *PLTS Off-Grid* yang beroperasi mandiri tanpa sinkronisasi dengan jaringan listrik PLN dan cocok untuk lokasi terpencil dengan dukungan genset atau baterai, serta *PLTS Hybrid* yang menggabungkan energi matahari dengan sumber energi lain seperti listrik PLN atau genset untuk memastikan ketersediaan energi yang berkelanjutan.

2.1.3 Accumulator

Akumulator atau baterai adalah sumber arus listrik searah yang dapat menghasilkan energi listrik dari energi kimia. Baterai, seperti baterai basah, baterai *hybrid*, baterai kalsium, baterai bebas perawatan, dan baterai *sealed*, mengandung unsur elemen elektrokimia yang dapat memengaruhi rektan. Unsur elemen sekunder adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan komponen dalam baterai. Sementara larutan elektrolit baterai adalah larutan asam sulfat, terminal positifnya terbuat dari pelat oksida dan terminal negatifnya terbuat dari lempeng timbal. Baterai menjadi kosong ketika digunakan karena terjadi reaksi kimia yang mengendapkan anoda (reduksi) dan katoda (oksidasi).

Akibatnya, tidak ada perbedaan potensial antara anoda dan katoda dalam jangka waktu tertentu (Yuhendri et al., 2021)

Baterai harus diisi ulang dengan mengalirkan arus listrik berlawanan arah dari baterai agar dapat digunakan kembali. Saat baterai penuh, terbentuk pengumpulan muatan listrik, yang disebut daya baterai. Karena baterai tidak dapat mengeluarkan seluruh energinya saat digunakan, baterai memiliki rendemen atau efisiensi.

Penulis mengambil kesimpulan baterai atau akumulator adalah sumber arus listrik searah yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik, terdiri dari berbagai jenis seperti baterai basah, *hybrid*, kalsium, bebas perawatan, dan *sealed*, dengan komponen utama berupa elemen elektrokimia, terminal positif dari pelat oksida, terminal negatif dari lempeng timbal, serta larutan elektrolit berupa asam sulfat; saat digunakan, reaksi kimia mengendapkan anoda dan katoda hingga tidak ada perbedaan potensial, sehingga baterai perlu diisi ulang dengan arus listrik berlawanan arah untuk mengembalikan daya, meskipun efisiensinya tidak memungkinkan penggunaan seluruh energi yang tersimpan.

2.1.4 *NodeMCU*

NodeMCU ESP 8266 adalah modul yang terdiri dari *NodeMCU* dan mikrokontroler *ESP 8266*. *NodeMCU* dan *ESP 8266* ditempatkan secara langsung di *board*, sehingga tidak perlu membeli atau merangkai keduanya secara terpisah. *ESP8266* dirancang untuk terintegrasi secara *Wi-Fi* secara langsung, jadi tidak perlu membeli modul *WiFi* (Gunawan et al., 2020)

Penulis menyimpulkan bahwa *NodeMCU ESP8266* adalah modul yang menggabungkan *NodeMCU* dan mikrokontroler *ESP8266* pada satu papan, sehingga tidak memerlukan pembelian atau perakitan

terpisah, serta dirancang dengan integrasi *Wi-Fi* langsung, menghilangkan kebutuhan akan modul *Wi-Fi* tambahan.

Tabel 2. 1 Spesifikasi *NodeMCU ESP8269*

Model	<i>ESP 8269 – ESP12</i>
Flash	<i>4 MB</i>
Clock Speed	<i>80 Mhz / 160 Mhz</i>
Voltage	<i>3.3 V</i>
USB Interface	<i>CH340G</i>
USB Port	<i>Micro USB</i>

Sumber : *Tokopedia.com*



Gambar 2. 2 *NodeMCU*
(Sumber : Gunawan et al., 2020)

2.1.5 *Mini Circuit Breaker (MCB)*

Mini Circuit Breaker (MCB) adalah alat instalasi listrik dengan cara kerja termo atau panas. *MCB* melindungi terhadap arus berlebihan yang disebabkan oleh beban lebih (*overload*) dan hubung singkat (*short circuit*). misalnya *MCB* 6 A, *MCB* akan bekerja memutus arus ketika penggunaan beban melebihi dari 6 A (Feriyanto, 2019).

Penggunaan *MCB* disebut sebagai menentukan permintaan atau kebutuhan listrik. *MCB* menghubungkan PLN ke pelanggan, dan jika

pelanggan menggunakan lebih banyak listrik, *MCB* akan bekerja, menyebabkan pemadaman listrik. *Ampere*, besarnya arus yang digunakan untuk menghitung kebutuhan pelanggan, adalah satuan pembatasnya.

Penulis menyimpulkan bahwa *mini circuit breaker (MCB)* adalah alat instalasi listrik yang bekerja berdasarkan panas untuk melindungi terhadap arus berlebihan yang disebabkan oleh beban lebih dan hubung singkat, misalnya *MCB 6 A* yang akan memutus arus jika penggunaan beban melebihi 6 A, dan *MCB* ini menghubungkan PLN ke pelanggan serta akan bekerja memutus aliran listrik jika pelanggan menggunakan lebih banyak listrik daripada yang dibatasi oleh satuan amper.

Tabel 2. 2 Spesifikasi *MCB Schneider 6A*

<i>Type</i>	<i>DOM11340SNI</i>
<i>Rate Current</i>	6A
<i>Network Type</i>	<i>AC</i>
<i>Network Frequecy</i>	50Hz
<i>Mounting Mode</i>	<i>Clip On</i>

Sumber : *Schneider Electrical Multi*



Gambar 2. 3 *Mini Circuit Breaker*
(Sumber : *Schneider Electrical Multi*)

2.1.6 Motor Servo

Motor servo merupakan komponen yang dapat berputar (motor) dan bekerja dua arah. pergerakan Motor Servo dapat dikontrol dengan *duty cycle* sinyal *PWM*. Sistem kendali yang digunakan pada motor servo adalah sistem kendali umpan balik *loop* tertutup (servo). (Septiawan et al., 2022).

Tabel 2. 3 Spesifikasi Motor Servo MG996R

<i>Voltage</i>	4,8 V-7,2 V
<i>Running Current</i>	500 mA – 900mA
<i>Stall Current</i>	2,5 A
<i>Temperature range</i>	0°C-55°C

Sumber : *DataSheet Motor Servo*



Gambar 2. 4 Motor Servo
(Sumber : *TokoPedia.com*)

Prinsip kerja motor servo didasarkan pada prinsip *Gaya Lorentz*, yang menyatakan bahwa medan magnet berputar dihasilkan ketika sebuah konduktor dililitkan pada kawat berarus. Kontribusi dari setiap lilitan menyebabkan perubahan intensitas medan magnet pada daerah yang dicakup oleh kumparan. Dengan cara ini medan magnet dapat diciptakan.

Penulis menyimpulkan bahwa motor servo adalah komponen yang dapat berputar dua arah dan dikontrol dengan *duty cycle* sinyal *PWM*, menggunakan sistem kendali umpan balik *loop* tertutup berdasarkan prinsip *Gaya Lorentz*, di mana medan magnet berputar dihasilkan oleh konduktor berarus yang dililitkan pada kawat, dengan setiap lilitan menyebabkan perubahan intensitas medan magnet pada daerah kumparan.

2.1.7 Pompa

Pompa adalah komponen yang berfungsi merubah energi mekanik menjadi energi hidrolik. Umumnya pompa digunakan untuk memindahkan suatu fluida cair dari suatu lokasi ke lokasi lain dengan cara meningkatkan tekanan *fluida* tersebut. Pompa menciptakan perbedaan tekanan yang kecil pada sisi hisap, sehingga cairan terhisap

dan dikeluarkan pada sisi tekanan dengan tekanan yang lebih tinggi (Alfandi et al., 2021).

Penulis menyimpulkan bahwa pompa adalah komponen yang mengubah energi mekanik menjadi energi hidrolik untuk memindahkan fluida cair dari satu lokasi ke lokasi lain dengan cara meningkatkan tekanan fluida, menciptakan perbedaan tekanan kecil pada sisi hisap untuk menghisap cairan dan mengeluarkannya pada sisi tekanan dengan tekanan lebih tinggi.

Tabel 2. 4 Spesifikasi *MCB Schneider 6A*

Tipe	<i>Yang YP 1000L</i>
<i>Power</i>	<i>5 Watt</i>
<i>Kapasitas Max</i>	<i>500L / jam</i>
<i>Ketinggian Max</i>	<i>0,65 Meter</i>
<i>Dimensi</i>	<i>4x3x13 CM</i>

Sumber : *Tokopedia.com*



Gambar 2. 7 Pompa *Filter Yang YP 1000L*
(Sumber : *TokoPedia.com*)

2.1.8 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things merupakan sebuah gagasan dimana semua objek di dunia nyata memiliki kemampuan untuk berkomunikasi satu sama lain dalam suatu sistem yang terintegrasi melalui penggunaan internet sebagai media. Misalnya, kamera pengawas yang dipasang di jalan dapat terhubung ke ruang kendali sejauh puluhan kilometer atau rumah pintar yang dapat dikelola melalui *smartphone* melalui internet. Perangkat *Internet of Things* biasanya terdiri dari sensor yang berfungsi sebagai pengumpul data, koneksi internet untuk berkomunikasi, dan server yang mengumpulkan dan menganalisis data yang dikirim oleh sensor. Kevin Ashton pertama kali muncul dengan gagasan *Internet of Things* pada tahun 1999 dalam salah satu presentasinya.

Dalam hal mengoptimalkan kehidupan berdasarkan perangkat pintar dan sensor yang bekerja sama melalui jaringan internet, *Internet of Things (IoT)* adalah kemajuan ilmiah yang menjanjikan (Keoh et al., 2014).

Internet of Things (IoT) juga memiliki kemampuan untuk secara langsung mengidentifikasi, mencari, melacak, dan memantau objek, serta memicu kejadian terkait secara *real time*. Manajemen ekonomi, operasi produksi, manajemen sosial, dan bahkan kehidupan pribadi sangat dipengaruhi oleh perkembangan dan penggunaan komputer, internet, teknologi informasi dan komunikasi lainnya. (Q. Zhou & Zhang, 2011).

Penulis menyimpulkan bahwa *internet of things (IoT)* adalah gagasan di mana semua objek di dunia nyata dapat berkomunikasi dalam sistem terintegrasi melalui internet, dengan perangkat yang terdiri dari sensor untuk pengumpulan data, koneksi internet untuk komunikasi, dan server untuk analisis data, memungkinkan fungsi seperti kamera pengawas terhubung ke ruang kendali dan rumah pintar dikelola melalui

smartphone, serta kemampuan untuk mengidentifikasi, mencari, melacak, dan memantau objek secara *real time*, mempengaruhi manajemen ekonomi, produksi, sosial, dan kehidupan pribadi.

2.1.9 *Solar Charge Controller*

Solar charge controller (SCC) berfungsi untuk mengontrol arus searah yang dibebankan ke baterai dan disalurkan dari baterai ke beban. *SCC* juga mengontrol kelebihan beban, yang terjadi ketika baterai penuh, dan mengontrol tegangan lebih pada panel surya (Haryanto, 2021).

Beberapa fungsi detail dari *solar charge controller* adalah sebagai berikut:

- a. Mengatur arus yang masuk untuk diisi ke baterai.
- b. Menghindari *over charging* dan tegangan berlebihan. Arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak '*full discharge*', dan *over loading*.
- c. Memonitoring suhu pada baterai.

2.2 Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Pada bab ini penulis memuat tentang penelitian yang relevan dimana penulis sudah melakukan penelusuran terhadap penelitian yang terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang penulis lakukan.

- a. Rancang Bangun Alat Pembersih Otomatis Panel Surya Berbasis Mikrokontroler (Alfandi dan Imran., 2021). Penelitian ini menggunakan *Arduino uno* dengan modul *RTC* dirancang dengan berbagai komponen pendukung *hardware* dan *software* sehingga dapat disusun menjadi sebuah alat pembersih otomatis panel surya yang dikendalikan menggunakan mikrokontroler sesuai dengan peruntukannya. Pengujian alat pembersih otomatis panel surya

dilakukan dengan membaca waktu menggunakan modul *RTC* dimana jika waktu menunjukkan pukul 07.00 dan 17.00 maka sistem akan membaca untuk menyalakan pompa dan motor stepper. Hasil dari penelitian ini sudah beroperasi dengan baik dan sesuai dengan perancangan skema maka alat bekerja membersihkan panel surya dengan tegangan awal dan setelah dibersihkan memiliki peningkatan tegangan hanya saja masih terdapat kekurangan yaitu daya yang digunakan untuk menggerakkan sistem pembersih panel surya bersumber dari baterai PLTS, sehingga mengurangi daya yang tersedia untuk sistem pembersih karena telah digunakan sebelumnya untuk menyuplai beban. Maka dari itu pada daya yang akan digunakan untuk alat pembersih tersebut agar ditingkatkan sehingga pada saat proses pembersihan dapat lebih optimal.

- b. Optimasi Perancangan *Solar Cell Cleaner* Menggunakan *Wiper* (Yuniahastuti et al., 2023). Penelitian ini melakukan pengujian pengukuran tegangan pada *prototype* yang menggunakan *wiper* sebagai pembersih dari *solar cell* yang diperintah dari mikrokontroler dengan membaca waktu oleh modul *RTC*. Peneliti mengumpulkan data selama 14 hari dengan waktu 7 jam, yaitu pada pukul 09.00, 10.00, 11.00, 12.00, 13.00, 14.00, dan 15.00. Dilakukan pada pukul 09.00 sampai dengan pukul 15.00 dikarenakan pancaran cahaya matahari menghasilkan energi yang efisien. Hasil dari penelitian ini yaitu alat pembersih efisien dalam pembersihan *solar cell* walaupun beberapa bagian dari *solar cell* masih kurang bersih.
- c. Analisis *Output* Daya pada Sistem Pembersih Debu berbasis *ESP32* terhadap Panel Surya. (Meilany et al., 2024). penelitian ini menggunakan *ESP32* sebagai *platform* dari *IoT* yang dapat menggunakan sensor, perangkat pengendali dan koneksi jaringan. Sistem ini menggunakan sensor debu yang di letakkan pada sekitar *solar panel*. Pada saat debu mencapai tingkatan yang tinggi maka

sistem *SWAM* akan merespon dengan menyemprotkan air dengan tekanan yang kuat dalam bentuk kabut halus disemprotkan pada permukaan *solar panel* menggunakan *nozzle*. Hasil dari penelitian perancangan alat ini bekerja sesuai dengan perancangan awal namun hasil dari pembersihan permukaan *solar panel* kurang maksimal dikarenakan alat tersebut hanya menggunakan air sebagai media pembersih.

BAB III

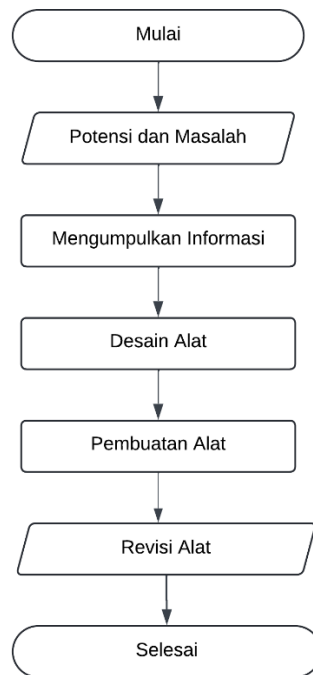
METODE PENELITIAN

Dunia saat ini sedang mengalami perkembangan yang signifikan pada berbagai macam bidang, salah satunya yaitu pada bidang teknologi. Perkembangan teknologi ini tidak hanya membawa manfaat bagi masyarakat, tetapi juga mendatangkan permasalahan. Oleh karena itu sebagai manusia perlu memikirkan solusi dan cara untuk memperluas alat yang ada agar tidak timbul masalah atau memaksimalkan alat tersebut.

Penelitian merupakan salah satu cara untuk mengatasi permasalahan pembangunan yang ada di dunia pada saat ini. Menurut (Asrin A, 2022) Pada dasarnya penelitian merupakan suatu kegiatan sistematis atau proses pemecahan masalah yang dilakukan dengan menggunakan metode ilmiah.

3.1 Desain Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Penelitian dan pengembangan atau *R&D* (*Research and Development*) adalah suatu metode atau tahapan dalam menghasilkan produk baru atau mengembangkan dan menyempurnakan produk yang sudah ada dengan cara menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2009). Untuk membantu dalam persiapan penelitian ini, maka perlu adanya desain penelitian yang jelas tahap-tahapnya.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian
(Sumber : Vipriyandhito et al., 2022)

Berdasarkan desain penelitian yang dibuat oleh penulis, maka akan dijabarkan proses perancangan alat berdasarkan, yaitu :

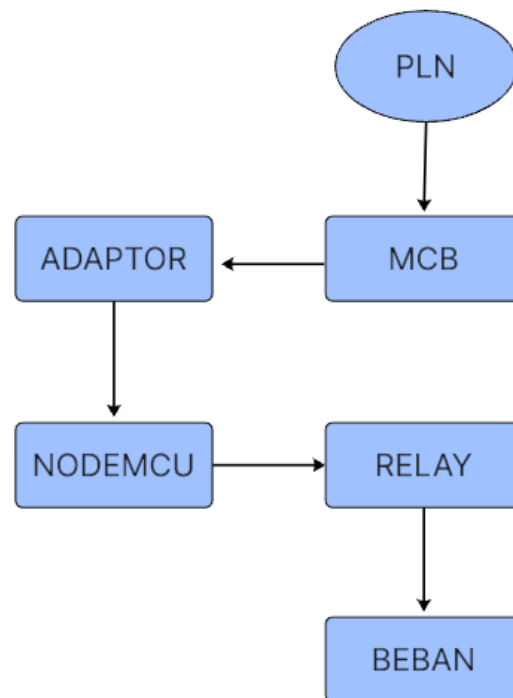
- a. Potensi dan masalah yaitu mencari kendala, masalah atau hambatan yang berada dilapangan selama melaksanakan praktikum yang kemudian menjadi alasan bagi penulis untuk mengangkat judul dari potensi dan masalah yang ditemukan tersebut.
- b. Pengumpulan informasi untuk mendapatkan data yang mendukung dalam membuat desain alat
- c. Desain alat adalah proses pembuatan rancangan alat yang dapat menyelesaikan masalah yang telah didapatkan pada identifikasi masalah.
- d. Perbaikan desain pada tahap ini akan dinilai melalui diskusi bersama para ahli sehingga akan mendapatkan kelemahan maupun kelebihan, kelemahan tersebut akan dijadikan bahan revisi untuk memperbaiki

desain alat.

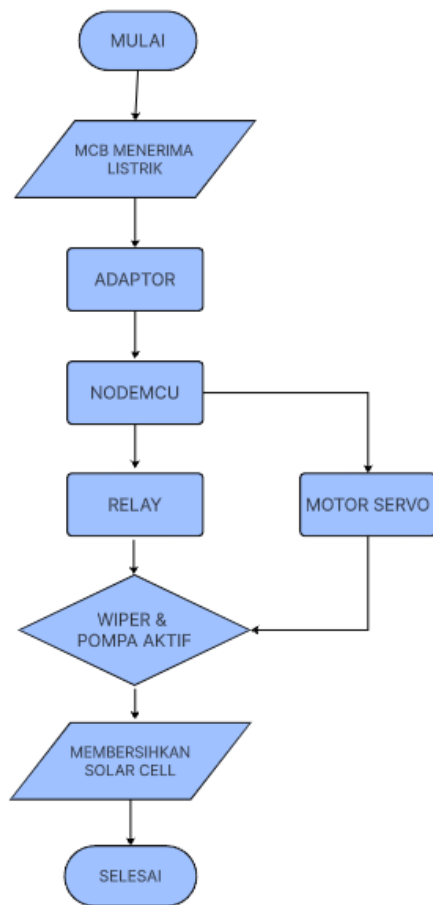
- e. Pembuatan alat dalam tahap ini merupakan langkah untuk menyelesaikan masalah yang didapatkan dan juga merealisasikan desain yang sudah dirancang sebelumnya.
- f. Selanjutnya adalah tahap uji coba produk. Proses ini bertujuan untuk untuk mengetahui tahapan- tahapan dalam proses pembuatan alat. Uji coba produk dilakukan untuk mengetahui kinerja alat sesuai dengan yang apa yang telah dirancang dan diharapkan.
- g. Revisi produk jika dalam proses pengujian alat terdapat kendala seperti *wiper* tidak bekerja atau pompa tidak mengalirkan air, maka akan dilakukan optimalisasi agar alat dapat bekerja dengan baik.
- h. Hasil dari uji coba produk dilakukan untuk mendapatkan data pengujian alat.
- i. Kesimpulan akan dibuat setelah seluruh tahapan perencanaan alat dapat terselesaikan dengan baik.

3.1.1 Desain Alat

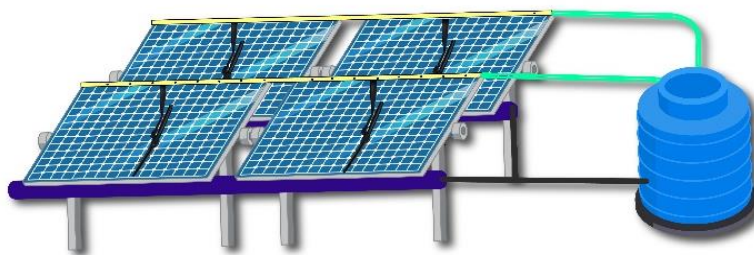
Dalam meningkatkan kinerja dari PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dan untuk meningkatkan efisiensi kinerja teknisi, kami menyadari perlu adanya alat pembersih sel surya otomatis yang dapat mengatur pembersihan sel surya secara rutin. Selain dapat dikontrol secara otomatis alat ini juga dapat dikontrol jarak jauh menggunakan *android* berbasis *IOT* sehingga dapat diaktifkan sewaktu-waktu jika nantinya terjadi kesalahan pada kontrol manual dan otomatisnya.



Gambar 3. 2 Blok Diagram Umum *Prototype* Sistem pembersih *Solar Cell* otomatis
(Sumber : Hasil Karya Penulis)



Gambar 3. 3 *Flowchart* Sistem Kontrol pembersih *solar cell*
(Sumber : Hasil Karya Penulis)



Gambar 3. 4 Desain Alat
(Sumber : Hasil Karya Penulis)

3.2 Komponen Alat

Pada bab ini, perancangan alat akan dibahas, dimulai dari perangkat keras hingga perangkat lunak.

3.2.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Rancangan ini terdiri dari beberapa bagian rangkaian yaitu :

a. Panel Surya

Panel surya menggunakan prinsip efek *photovoltaic*, panel surya atau *solar cell* dapat menghasilkan energi listrik dari cahaya matahari. Alat inilah yang kemudian menjadi subjek penelitian penulis. Hasil pengujian akan menunjukkan seberapa efektif alat yang dibuat oleh penulis.

b. Baterai

Baterai merupakan sebuah perangkat yang mengkonversi energi kimia menjadi energi listrik. Pada penelitian ini Baterai berguna sebagai penyimpanan energi yang dihasilkan oleh panel surya.

c. *Solar Charger Control*

Solar Charger Control merupakan rangkaian elektronik yang mengatur pengisian baterai melalui panel surya. Pengendalian *solar charger* biasanya terdiri dari beberapa komponen seperti panel surya, baterai, regulator dan pengontrol surya. Tugas *solar controller* adalah mengatur arus yang dialirkan ke baterai agar tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah sehingga baterai dapat diisi secara efisien dan aman.

d. *NodeMCU*

NodeMCU adalah sebuah papan elektronik yang berbasis *chip ESP8266* yang memiliki kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler serta memiliki kemampuan untuk terhubung dengan internet (*WiFi*). Terdapat beberapa pin *I/O* sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi monitoring maupun *controlling* pada proyek *IOT*. Komponen inilah yang nantinya akan tersambung dengan aplikasi *blynk* yang kemudian dapat mengontrol alat pembersih *solar cell*.

e. *Mini Circuit Breaker (MCB)*

Mini Circuit Breaker (MCB) merupakan suatu perangkat instalasi listrik yang cara pengoperasiannya berdasarkan suhu termal/panas. Penulis menggunakan *MCB* ini sebagai sebagai proteksi terhadap arus lebih akibat beban lebih dan arus lebih akibat hubung singkat. *MCB* trip dan memutuskan arus ketika arus yang mengalir melaluinya melebihi arus pengenal *MCB*.

f. Motor Servo

Motor servo merupakan komponen yang dapat berputar (motor) dan bekerja dua arah. pergerakan Motor Servo dapat dikontrol dengan *duty cycle* sinyal *PWM*. Motor Servo ini yang nantinya akan menggerakkan *wiper* untuk membersihkan Panel Surya.

g. Pompa

Pompa merupakan alat yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi hidrolis. Umumnya pompa digunakan untuk memindahkan suatu *fluida* cair dari suatu lokasi ke

lokasi lain dengan cara meningkatkan tekanan *fluida* tersebut. Pompa menciptakan perbedaan tekanan yang kecil pada sisi hisap, sehingga cairan terhisap dan dikeluarkan pada sisi tekanan dengan tekanan yang lebih tinggi.

3.2.2 Perangkat Lunak (*Software*)

a. *Blynk*

Blynk adalah aplikasi perangkat lunak yang memungkinkan pengguna membangun aplikasi seluler yang terhubung ke perangkat *Internet of Things (IoT)*. Aplikasi ini bertujuan untuk memfasilitasi pembuatan *prototype* dan pengembangan solusi *Internet of Things (IoT)* dengan mengurangi kompleksitas pengembangan perangkat lunak. *Blynk* banyak digunakan oleh pengembang dan penggemar *IoT* untuk membuat prototipe dan mengembangkan solusi *IoT* yang lebih kompleks. *Blynk* memungkinkan pengguna dengan cepat membangun aplikasi kontrol untuk berbagai proyek *IoT* tanpa harus menulis banyak kode dari awal.

b. *Software Arduino IDE*

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak untuk pemrograman dan pembuatan aplikasi pada papan *Arduino*. *Arduino IDE* menawarkan berbagai fitur dan perpustakaan yang dapat digunakan pengembang untuk menyederhanakan proses pengembangan aplikasi.

Pada *Arduino IDE*, pengembang dapat menulis kode program menggunakan bahasa pemrograman C atau C++. Kode program yang telah dibuat dapat diunggah (*upload*) ke *board Arduino* menggunakan kabel *USB*. *Arduino IDE* menyediakan fitur-fitur seperti *syntax highlighting*, *auto-complete*, dan *error checking* yang membantu para pengembang dalam menulis dan mengedit kode program. Selain itu, *Arduino IDE* juga

menyediakan berbagai macam contoh program (*sketches*) dan pustaka (*library*) yang dapat digunakan oleh para pengembang sebagai acuan atau bahan referensi dalam membangun aplikasi.

3.3 Teknik Pengujian

3.3.1 Pengujian Panel Surya

Pengujian modul panel surya ini bertujuan untuk mengetahui apakah modul panel surya ini masih berfungsi dengan baik atau tidak. Sehingga modul bisa bekerja secara maksimal saat digunakan.

Alat yang digunakan :

- a. *Avometer*

Prosedur pengujian :

- a. Sambungkan *multimeter* atau *testpen* dengan kabel penghubung ke modul panel surya.
- b. Pastikan sambungan antara modul panel surya dan alat pengukur terhubung dengan baik dan tidak longgar.
- c. Hitung efisiensi modul panel surya dengan membagi daya keluaran oleh daya masukan, dan dikalikan dengan 100%.
- d. Buat kesimpulan apakah modul panel surya tersebut cocok untuk digunakan atau tidak.

3.3.2 Pengujian Efektifitas Alat Pembersih *Solar Cell*

Pengujian efektifitas alat pembersih *solar cell* ini dilakukan untuk mengetahui hasil dari perbandingan tingkat kebersihan panel sebelum dan pada saat sesudah panel tersebut di bersihkan. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan yang

dihasilkan sebelum dan sesudah dibersihkan, berikut langkah dari pengujian efektifitas alat pembersih *solar cell* :

- a. Langkah pertama *solar cell* di biarkan terkena matahari selama 3 hari tanpa alat pembersih *solar cell*
- b. Kemudian ukur tegangan yang dihasilkan *solar cell* tersebut perhari hingga terhitung 3 hari
- c. Setelah mendapatkan data tegangan, langkah selanjutnya pemasangan alat pembersih *solar cell*.
- d. kemudian *solar cell* dibiarkan terkena sinar matahari selama 3 hari dengan mengaktifkan sistem pembersih otomatis sesuai dengan waktu yang ditentukan untuk membersihkan
- e. Ukur kembali tegangan yang dihasilkan setiap hari hingga terhitung 3 hari

Setelah mendapatkan data tegangan akan dilakukan perbandingan. Dari perbandingan tersebut maka akan mengetahui hasil keefektifitas dari alat pembersih *solar cell* dalam rangka untuk mengoptimalkan penyerapan cahaya matahari pada *solar cell* tersebut.

3.4 Teknik Analisa Data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian terapan/pengembangan alat dalam proyek akhir membuat *Prototype* Sistem Pembersih *Solar cell* Otomatis Dan Kontrol Jarak Jauh menggunakan *IOT* menggunakan teknik analisis data kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah suatu bentuk penelitian yang menggunakan pengumpulan data numerik dan teknik analitik untuk menguji hipotesis, menarik kesimpulan, dan memahami hubungan antar variabel yang diteliti. Penelitian kuantitatif umumnya menggunakan statistik deskriptif dan inferensial untuk analisis data. Statistik deskriptif bertujuan untuk memberikan gambaran data yang

komprehensif, sedangkan statistik inferensial digunakan untuk menarik kesimpulan tentang suatu populasi dengan menganalisis sampel yang telah diamati (Susanto et al., 2024).

Dalam penelitian ini penulis menggunakan teknik analisa data kuantitatif inferensial jenis komparasi, analisis komparasi adalah teknik analisis statistik yang bertujuan untuk membandingkan antara kondisi dua buah kelompok atau lebih. Penggunaan teknik analisis tersebut tergantung pada jenis skala data dan banyak sedikitnya kelompok (Vebrianto et al., 2020). Dalam pengambilan dan pengumpulan data, penulis melakukan beberapa tahapan-tahapan dan langkah-langkah untuk menguji dan membuktikan hipotesis pada penelitian ini, berikut tahapan-tahapan yang penulis lakukan dalam pengumpulan data :

- a. Menentukan Tujuan Penelitian : pertama-tama menentukan tujuan atau hipotesa apa yang ingin dibuktikan dan mengapa.
- b. Identifikasi data komparasi : menentukan objek atau kondisi yang ingin dibandingkan dan menentukan skala pengukuran/perbandingan.
- c. Pengumpulan Data : Pengambilan data akan dilaksanakan selama 3 hari dengan cara mengukur tegangan yang dihasilkan oleh PLTS *non* pembersih dan PLTS pembersih otomatis
- d. Menginterpretasikan Hasil : hasil pengujian yang didapatkan kemudian diinterpretasikan dan dapat langsung mengambil kesimpulan.

3.5 Tempat dan Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan selama 3 bulan terhitung dari bulan April 2024 sampai bulan Juli 2024. Dimulai dengan *study literatur* dari beberapa referensi yang berkaitan dengan permasalahan yang diangkat oleh penulis, berdiskusi dengan pihak-pihak yang dapat membantu terlaksananya perancangan ini. Penelitian perencanaan lokasi yang diambil dan pengumpulan data proyek akhir untuk *Prototype Sistem Pembersih Solar Cell Otomatis dan Kontrol Jarak Juah Berbasis IoT* dilaksanakan di *Rooftop* Gedung Asrama Bravo Politeknik Penerbangan Jayapura.

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian

No	Kegiatan	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
a.	Penyusunan Proposal	■	■	■				
b.	Sidang Proposal			■				
c.	Revisi			■	■			
d.	Pembuatan Alat				■	■	■	■
e.	Pengujian Alat						■	■
f.	Sidang Tugas Akhir							■
g.	Revisi							■

(Sumber : Hasil Karya Penulis)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Membahas tentang pengujian terhadap perencanaan dari sistem yang telah dibuat pada bab 3. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem tersebut dan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan perencanaan atau tidak sesuai.



Gambar 4. 1 Prototipe Sistem Pembersih *Solar Cell*
(Sumber : Hasil Karya Penulis)

Dalam membuat rancangan *prototype*, harus ada tahapan-tahapan pengujian sebelumnya yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

4.1.1 Potensi dan Masalah

Dalam pendidikan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah topik yang menarik dipelajari oleh mahasiswa/i karena PLTS ini

merupakan salah satu energi terbarukan yang dapat membantu mengurangi dampak negatif dari perubahan iklim. Energi surya ini dapat digunakan sebagai energi cadangan yang sangat membantu memenuhi kebutuhan listrik. Pada penerapannya, ada beberapa hambatan yang dapat mempengaruhi kinerja dari PLTS tersebut salah satunya yaitu debu atau bahan penghalang lainnya yang menutupi lapisan terluar dari panel sel surya, sehingga dapat mengurangi pengoptimalan kinerja dari panel surya tersebut.

Melakukan perawatan adalah hal yang sangat penting agar kinerja dari panel surya dapat bekerja secara optimal, untuk meningkatkan efisiensi energi harus melakukan perawatan rutin namun yang terjadi dilapangan melakukan perawatan rutin secara manual yang dapat mengakibatkan bagian dari *solar cell* rusak, kemiringan dari *solar cell* dapat berubah, dan juga perawatan manual ini sangat memakan waktu dan pekerjaan teknisi menjadi lebih berat serta menguras tenaga. Oleh karena hal-hal tersebut penulis tergerak untuk melakukan suatu sistem pembersih *solar cell* otomatis.

4.1.2 Tahap Mengumpulkan Informasi

Dalam tahap ini penulis mengumpulkan informasi yang dilakukan dengan cara mengobservasi untuk mendapatkan informasi pada saat *on the job training* tentang kebutuhan sistem pembersih *solar cell* pada Bandar Udara Ahmad Yani Semarang dan juga penulis mengumpulkan informasi dari beberapa jurnal terdahulu yang dijadikan acuan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Proses dilanjutkan dengan mencari penyelesaian masalah yang telah ditemui. Membuat sistem pembersih *solar cell* otomatis merupakan solusi yang dapat menyelesaikan permasalahan yang ditemui yaitu untuk meningkatkan kinerja dari *solar cell* dan meringankan tugas teknisi. Berikut adalah hasil analisa kebutuhan

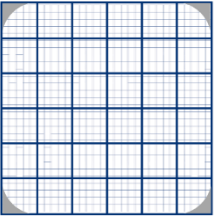
hardware dan *software* untuk pengomptimalan sistem pembersih *solar cell* otomatis dari pengumpulan informasi yang telah penulis lakukan :



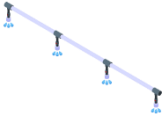
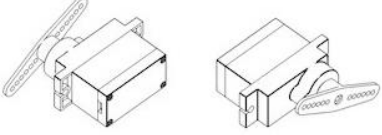
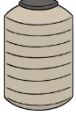
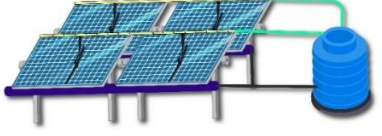
- a. Kebutuhan *Hardware*
 - 1) *Handphone*
 - 2) *Laptop*
- b. Kebutuhan *Software*
 - 1) Aplikasi *Blynk*
 - 2) Aplikasi *Arduino Uno*

4.1.3 Tahap Desain Alat

Tahap desain adalah langkah kritis untuk merancang alat, di mana konsep awal diubah menjadi lebih rinci dan siap untuk diimplementasikan. Dalam tahap ini, penulis membuat dan menganalisis desain alat yang efektif dan dapat menyelesaikan masalah pada *solar cell*. Ada beberapa komponen yang penulis butuhkan pada penelitian ini. Berikut adalah beberapa komponen tersebut beserta fungsinya:

Tabel 4. 1 Komponen

Nama Komponen	Desain	Keterangan
<i>Solar Cell</i>		<p><i>Solar cell</i> merupakan objek yang akan menjadi bahan yang akan diuji, <i>solar cell</i> ini terdiri dari :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>SCC</i> 2. <i>Baterai</i> 3. <i>Invereter.</i>

Nama Komponen	Desain	Keterangan
<i>Wiper</i>		<i>Wiper</i> merupakan media yang akan membersihkan lapisan terluar <i>solar cell</i> .
Pompa		Pompa merupakan komponen yang mengalirkan air untuk membersihkan lapisan terluar <i>solar cell</i> .
Selang		Selang merupakan media untuk mengalirkan air dari pompa.
Servo		Servo merupakan komponen yang akan menggerakkan <i>wiper</i> untuk membersihkan lapisan terluar <i>solar cell</i>
Tandon		Tandon merupakan tempat penampungan air.
Desain Alat		Merupakan rangkaian keseluruhan dari semua komponen.

(Sumber : Hasil Karya Penulis)

4.1.4 Pembuatan Alat

Tahap pembuatan alat suatu langkah yang dilakukan untuk mewujudkan rancangan produk fisik siap pakai. Proses ini mencakup

berbagai aktivitas, mulai dari perakitan perangkat keras, perangkat lunak, hingga integrasi perangkat keras dan perangkat lunak. Setiap tahapan memegang peranan penting dalam memproduksi perangkat sesuai dengan desain perangkat.

4.1.4.1 Pembuatan Perangkat Keras

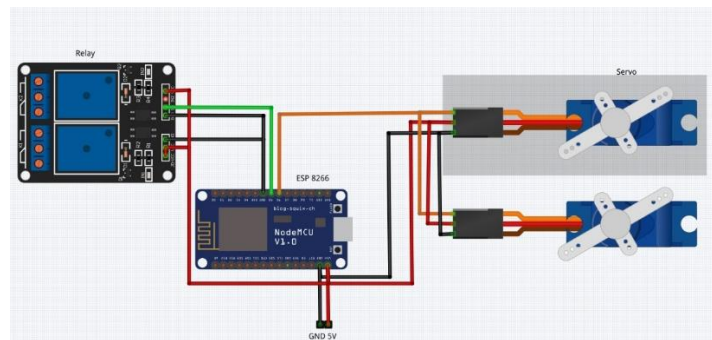
a. Rangkaian *Solar Cell*

Dalam pembuatan rangkaian *solar cell* ini terdapat beberapa komponen diantaranya panel surya, *solar charge controller*, baterai/aki dan *inverter*. Panel surya yang dipakai pada rangkaian ini yaitu 30wp. Tahapan dalam membuat rangkaian *solar cell* sebagai berikut :

- 1) Pertama panel surya dihubungkan pada *solar charge controller* yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan yang diserap oleh panel surya
- 2) Kemudian sambungkan baterai dari *solar charge controller* untuk menyimpan tegangan yang dihasilkan dari penyerapan matahari, baterai yang digunakan yaitu baterai yang memiliki kapasitas tegangan 12v.
- 3) Selanjutnya sambungkan inverter pada *solar charge controller*, inverter ini berfungsi sebagai pengubah tegangan dari *DC* ke *AC* sehingga dapat digunakan untuk beban yang menggunakan jenis tegangan *AC*.

b. Rangkaian Sistem Pembersih Otomatis

Dalam proses pembuatan alat, diperlukan *wiring diagram* untuk mempermudah dalam merangkai alatnya, penulis menggunakan aplikasi *fritzing* untuk menggambar *wiring diagram* alat.



Gambar 4. 2 *Wiring* Diagram Alat
(Sumber : Hasil Karya Penulis)

1) Motor Servo

Dalam rangkaian pembuatan alat ini memerlukan sebuah motor servo sebagai penggerak *wiper* yang dihubungkan langsung dengan *NODEMCU* sebagai kontrol untuk menggerakkan *wiper*.

a) Alat

- (1) Motor servo
- (2) *Nodemcu*
- (3) *Avometer*

b) Langkah pengujian

- (1) Siapkan *nodemcu* yang telah terprogram lalu sambungkan dengan motor servo.
- (2) Kemudian sambungkan pada catu daya untuk mengalirkan tegangan.
- (3) Pada saat tegangan dialiri motor servo akan bergerak.

Pengujian motor servo dilakukan dengan memberikan tegangan pada *nodemcu* dan dihubungkan langsung ke motor servo, ketika sudah terhubung dengan tegangan maka motor servo akan bergerak sesuai dengan

program yang telah dibuat artinya motor servo telah terhubung dengan baik.



Gambar 4. 3 Motor Servo
(Sumber : Hasil Karya Penulis)

2) *Relay*

Dalam rangkaian sistem pembersih *solar cell* otomatis ini memerlukan sebuah *relay DC* sebagai penghubung untuk menghubungkan *NODEMCU* dengan *time relay delay*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah *relay* berfungsi secara normal atau tidak.

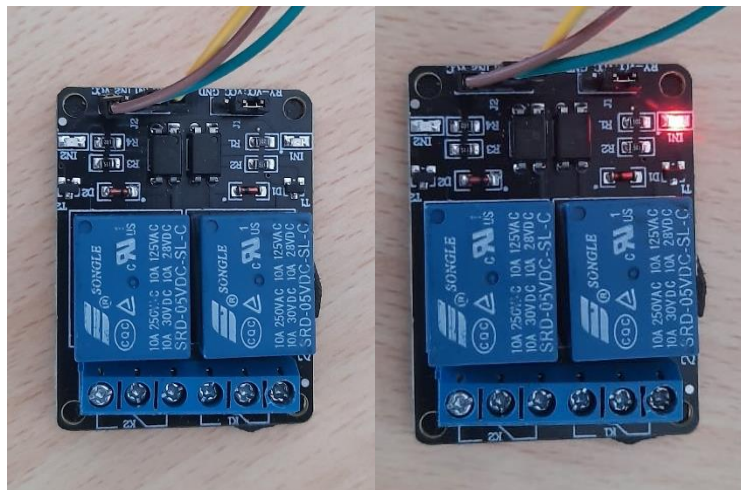
a) Alat

- (1) *Avometer*
- (2) *Catu daya*
- (3) *Relay*

b) Langkah pengujian

- (1) Siapkan *relay*, lalu sambungkan kabel merah dari *avometer* ke terminal *coil relay* (+) dan hubungkan kabel hitam ke terminal *coil relay* (-)
- (2) Nyalakan catu daya dengan tegangan 5VDC
- (3) Ketika *Relay* sudah dialiri tegangan maka kontak *normaly open* dan *normaly close* akan terhubung ke *COM (Common)*.

Pengujian *Relay* dilakukan dengan memberikan tegangan masukan 5 VDC pada kaki-kaki yang ada pada *Relay*, ketika sudah terhubung dengan tegangan maka lampu indikator yang ada pada *relay* akan menampilkan warna merah yang artinya *relay* telah terhubung dengan baik.



Gambar 4. 4 *Relay*
(Sumber : Hasil Karya Penulis)

3) *Nodemcu*

Dalam perancangan alat ini memerlukan sebuah *NODEMCU* berupa *ESP8266* sebagai *internet of things*. *ESP8266* ini berfungsi untuk menerima dan mengirim data berupa tegangan dan arus yang akan ditampilkan pada aplikasi *blynk* yang memerlukan koneksi *WiFi*. Peneliti telah melakukan uji coba sebagai berikut :

a) Alat

(1) *Nodemcu*

(2) *Avometer*

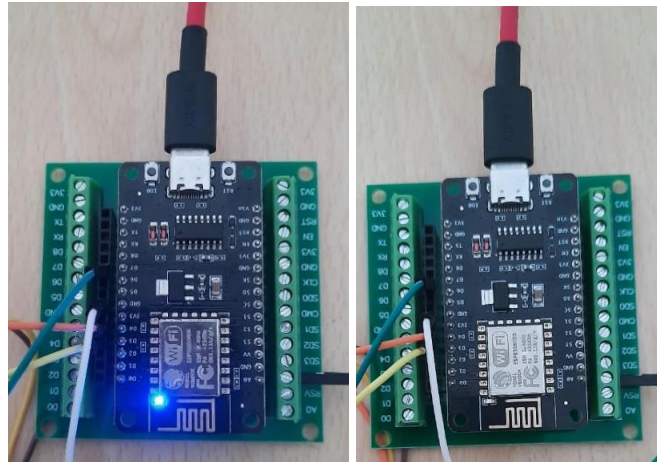
b) Langkah pengujian

(1) Hubungkan *NODEMCU* dengan adaptor yang telah tersedia.

(2) Periksa dan perhatikan pada indikator *LED*.

(3) Periksa masing–masing pin dengan *avometer*, apakah dalam kondisi tegangan normal atau mengalami gangguan.

Dari beberapa langkah–langkah prosedur diatas yang telah dilakukan oleh peneliti didapatkan hasil kondisi *NODEMCU ESP8266* baik dan dapat segera dipergunakan dengan ditandai dengan lampu indikator menyala dan dapat tersambung pada *WiFi*.



Gambar 4. 5 *NodeMCU ESP8266*
(Sumber : Hasil Karya Penulis)

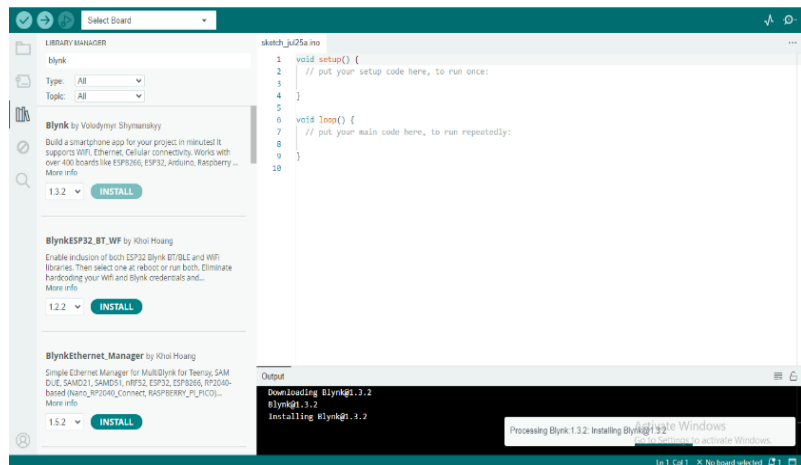
4.1.4.2 Perangkat Lunak Dan Aplikasi

Mikrokontroler *ESP2866* merupakan bagian terpenting dalam perancangan perangkat ini. Merupakan unit pengolah dan pengontrol data agar desain *ESP2866* dapat bekerja sesuai kebutuhan. Modul ini dapat menghubungkan perangkat ke ponsel melalui aplikasi *blynk*. Untuk menggunakan modul ini, *software Arduino IDE* harus memberikan perintah kepada perangkat setelah melakukan registrasi menggunakan *Arduino IDE*. Program Perangkat Lunak *Arduino Uno*.

a. Program Perangkat Lunak *Arduino Uno*

1) Menginstal *library manager*

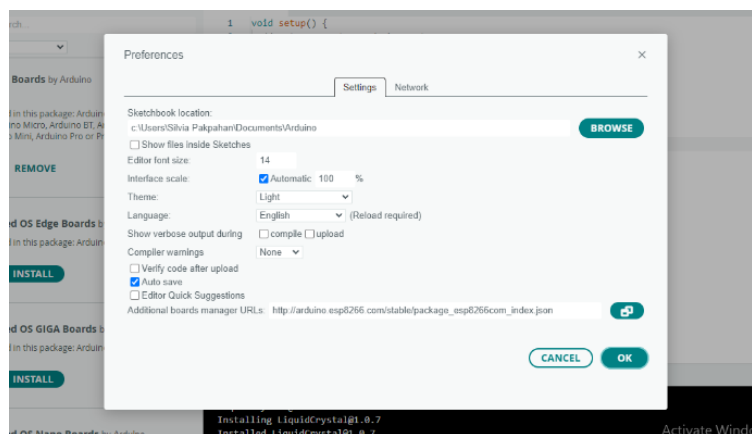
Sebelum melakukan pemograman pada *Arduino IDE*, langkah pertama adalah kita harus menginstal *library manager*.



Gambar 4. 6 *Menu Library* pada aplikasi *Arduino Uno*
(Sumber : Hasil Karya Penulis)

2) Memasukkan *link additional boards manager URLs*.

Pada tahap ini merupakan hal yang penting karena jika tidak memasukan link pada bagian *preferences*, maka *board NodeMCU* tidak akan muncul dan koding yang Di program tidak akan terverifikasi.



Gambar 4. 7 *Menu Preference* pada Aplikasi *Arduino Uno*
(Sumber : Hasil Karya Penulis)

3) Menginstal *boards manager*

Perlu dilakukan penginstalan *board ESP8266* karena *board* ini akan digunakan untuk melakukan pemrograman.

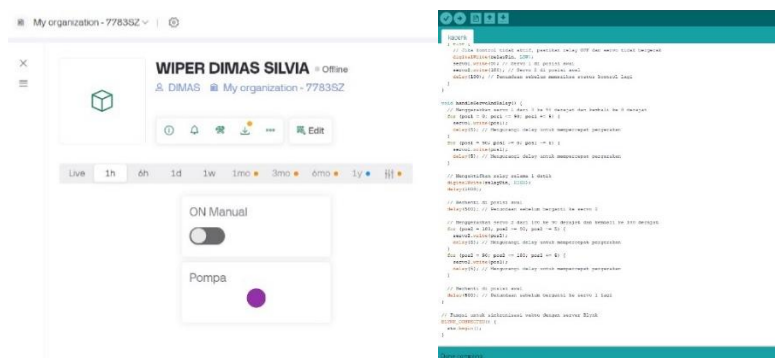
b. Program Perangkat Lunak *Blynk*

Blynk IoT adalah aplikasi atau *software* yang memungkinkan pengguna untuk dengan cepat membangun *interface* untuk mengontrol dan memantau proyek *hardware* dari *iOS* dan perangkat *Android*. *Blynk IoT (Internet of Things)* yang dibuat untuk merancang *remote control* dan data sensor membaca dari perangkat *ESP8266* ataupun *Arduino* dengan sangat cepat dan mudah. *Blynk IoT*, bukan hanya sebagai “*cloud*”, tetapi *Blynk IoT* juga merupakan jalan keluar *end to end* yang menghemat waktu dan sumber daya ketika membangun sebuah aplikasi yang berarti bagi produk dan jasa terkoneksi.

4.1.4.3 Sinkronisasi Perangkat Keras Dan Aplikasi

Pada proyek akhir ini diperlukan perangkat lunak untuk dapat beroperasi sesuai dengan yang telah direncanakan. Proyek akhir ini terdapat perangkat lunak yang digunakan yaitu *Arduino IDE* dan *Blynk IoT*. *Arduino IDE* digunakan untuk membuat kode program, memverifikasi, dan mengunggah kode program ke *NodeMCU* dan *Blynk IoT* merupakan sebuah *software* yang dapat diakses secara *mobile* baik *IOS* maupun *Android* yang dapat mengendalikan berbagai mikrokontroler dan perangkat

kontrol lainnya yang diakses melalui koneksi internet. Tampilan antar muka pada *Blynk* sangat sederhana sehingga dapat dengan mudah digunakan, aplikasi *Blynk IoT* sebagai komunikasi antara perangkat keras dan *smartphone* melalui internet dengan cara menghubungkan ke *Blynk IoT cloud*.



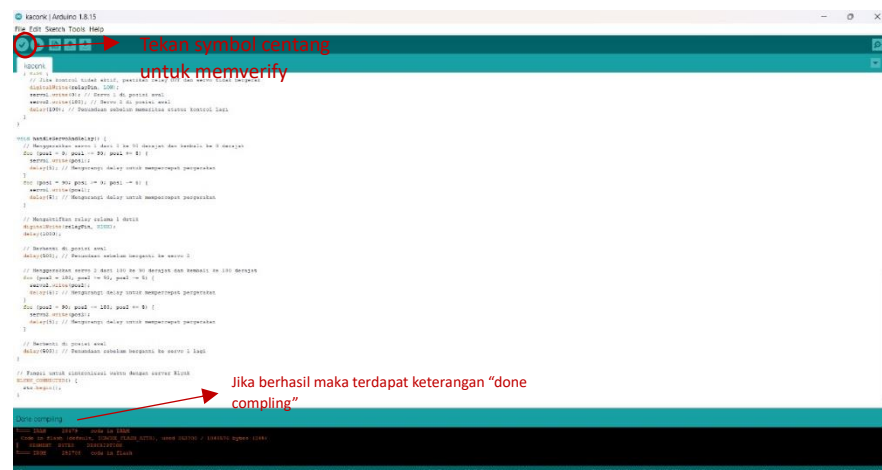
Gambar 4. 8 Tampilan pada *Blynk IoT* dan Tampilan pada *Arduino IDE*
(Sumber : Hasil Karya Penulis)

Agar dapat dikendalikan dan melakukan pemantauan sebuah sistem menggunakan *Blynk IoT*, harus dilakukan sinkronisasi atau penyesuaian antara *widget* yang akan digunakan pada *Blynk IoT* dengan kode program yang sudah di *upload* ke mikrokontroler. Hal tersebut sangat perlu dilakukan, jika tidak dilakukan maka *NodeMCU* tidak akan dapat bekerja melakukan pengendalian dan pemantauan sebuah sistem seperti yang sudah di rencanakan.

4.1.5 Uji Coba Produk

a. Pengujian Kode Program Menggunakan *Arduino IDE*

Hasil dari pengujian kode program menggunakan aplikasi *Arduino IDE* ini yang akan membantu untuk memastikan program berjalan sesuai dengan tujuan dan fungsi yang diharapkan.



Gambar 4. 9 Hasil Pengujian Kode Program pada Aplikasi *Arduino IDE* (Sumber : Hasil Karya Penulis)

Untuk mengetahui kodingan tersebut benar atau tidak maka tekan ikon “*verify*” pada pojok kiri atas di tampilan *Arduino IDE*. Selanjutnya menunggu proses tersebut hingga muncul keterangan “*Done Compiling*”. Hal itu berarti bahwa proses pengujian kode program telah selesai. Kemudian perhatikan pada kolom “*output*” yang ada di bagian hitam jika terdapat keterangan “*error*”, maka hal tersebut masih perlu diadakan perbaikan pada kode program. Namun jika tidak ada keterangan “*error*” kode program tersebut dapat digunakan.

b. Pengujian Koneksi Internet

Pengujian koneksi internet ini bertujuan agar memastikan jaringan antara perangkat kontrol dan *server blynk IoT* berjalan secara stabil dan konsisten.

Proses pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan *NodeMCU ESP8266* dengan *software Arduino IDE* menggunakan kabel *USB* untuk melihat apakah *NodeMCU ESP8266* yang akan digunakan telah terhubung dengan jaringan *wifi* yang telah kita tetapkan sehingga otomatis akan muncul tulisan “*connected to wifi*” kemudian dilanjutkan dengan gambar atau tulisan *Blynk IoT*. Jika terjadi kegagalan atau *error* maka pada tampilan serial monitor akan muncul pernyataan terkait dengan kode yang gagal.

c. Pengujian Alat dan Pengumpulan Data dan Analisa

Penulis melakukan pengujian dengan mengukur tegangan yang dihasilkan *solar cell* sebelum dan sesudah alat sistem pembersih dipasang. Dengan menggunakan *solar cell 30WP* dengan tegangan *open circuit V*. pengujian ini dilakukan pada tanggal 27 Juli 2024-30 Juli 2024 dimulai dari jam 10.00 berikut beberapa hasil pengukurannya.

Tabel 4. 2 Hasil Perbandingan Pengujian *Solar Cell* Menggunakan Pembersih Dan Tanpa Pembersih

Hari	Waktu (Jam)	Pengujian Tegangan <i>Solar cell</i> Menggunakan Pembersih	Pengujian Tegangan <i>Solar cell</i> Tanpa Pembersih
	10.00	19 Vdc	19 Vdc
	11.00	19 Vdc	18 Vdc
	12.00	20 Vdc	18 Vdc

Hari	Waktu (Jam)	Pengujian Tegangan <i>Solar cell</i> Menggunakan Pembersih	Pengujian Tegangan <i>Solar cell</i> Tanpa Pembersih
Hari Pertama	13.00	20 Vdc	20 Vdc
	14.00	20 Vdc	20 Vdc
Hari Kedua	10.00	20 Vdc	17 Vdc
	11.00	20 Vdc	18 Vdc
	12.00	20 Vdc	18 Vdc
	13.00	20 Vdc	19 Vdc
	14.00	20 Vdc	19 Vdc
Hari Ketiga	10.00	20 Vdc	16 Vdc
	11.00	20 Vdc	16 Vdc
	12.00	20 Vdc	16 Vdc
	13.00	20 Vdc	18 Vdc
	14.00	20 Vdc	18 Vdc

(Sumber : Hasil Karya Penulis)

Berdasarkan tabel 4.2 dan 4.3 menunjukkan bahwa hasil pengujian *solar cell* yang dilakukan selama tiga hari tanpa pembersih dan dengan pembersih, dapat disimpulkan bahwa penggunaan pembersih pada *solar cell* secara signifikan meningkatkan kinerja tegangan keluaran. Diperoleh rata-rata tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* yang diuji dengan dan tanpa pembersih. Tegangan rata-rata yang dihasilkan oleh *solar cell* yang diuji dengan pembersih adalah 20 Vdc, sedangkan tegangan rata-rata dari *solar cell* yang diuji tanpa pembersih adalah sekitar 18 Vdc. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa membersihkan *solar cell* secara rutin dan menyeluruh memiliki dampak signifikan terhadap peningkatan tegangan yang dihasilkan. *Solar cell* yang dibersihkan mampu menghasilkan tegangan yang lebih tinggi, dengan selisih rata-rata sekitar 1,33 Vdc dibandingkan dengan *solar cell*

yang tidak dibersihkan. Ini menunjukkan bahwa pembersihan secara rutin dapat membantu menjaga performa *solar cell* dengan memastikan *output* tegangan yang lebih stabil dan optimal.

Contoh perhitungan pengisian daya baterai :

Jika *solar panel* berukuran 30wp yang mempunyai arus *max* 1,5A dan mempunyai rata-rata tegangan setiap jam sebesar 20V, mengisi baterai 12V berkapasitas 35Ah.

1) Tentukan Arus Pengisian Efektif:

Jika kita asumsikan efisiensi pengisian dan pengatur tegangan mendekati 85-90%, kita dapat memperkirakan arus pengisian efektif:

$$I_{charger} = I_{panel} \times \frac{V_{panel}}{V_{baterai}} \times Efisiensi =$$

$$I_{charger} = 1,5 \times \frac{20V}{12V} \times 0,85 = 2,1A$$

2) Hitung Waktu Pengisian:

Kapasitas baterai adalah 35Ah. Waktu pengisian (t) dapat dihitung dengan:

$$t = \frac{\text{Kapasitas baterai (Ah)}}{\text{Arus Pengisian Efektif (A)}} =$$

Jika arus pengisian efektif adalah sekitar 2.2A:

$$t = \frac{35Ah}{2,1A} = 16,6 \text{ jam}$$

Waktu pengisian untuk mengisi penuh baterai 12V 35Ah dengan panel surya yang 30Wp dilengkapi pembersih otomatis bertegangan 20V adalah sekitar 16 jam, dengan asumsi efisiensi pengisian sekitar 85% dan kondisi yang ideal. Apabila *solar cell* yang sama dan baterai yang

sama namun mempunyai tegangan rata-rata perjamnya sebesar 18V maka dapat mengisi baterai hingga penuh selama 18 jam.



Gambar 4. 10 Kondisi *Solar Cell* Selama 3 Hari Menggunakan Pembersih
(Sumber : Hasil Karya Penulis)



Gambar 4. 11 Kondisi *Solar Cell* Selama 3 Hari Tanpa Pembersih
(Sumber : Hasil Karya Penulis)

Dapat dilihat perbedaan pada kondisi panel sel surya yang di jemur selama 3 hari yang diberikan alat pembersih *solar cell* dan tidak diberikan alat pembersih *solar cell*, dimana pada kondisi solar cell yang tidak menggunakan alat pembersih *solar cell* terdapat debu kotoran yang dapat menghambat penyerapan sinar matahari sedangkan *solar cell* yang menggunakan alat pembersih terlihat bersih dari debu dan kotoran, maka penyerapan dapat di lakukan secara optimal.

4.2 Pembahasan Hasil Penelitian

Dalam Sistem Pembersih *Solar Cell* Otomatis ini yang telah direncanakan oleh penulis, berikut ini terdapat kelebihan dan kekurangan yang dimiliki pada alat yaitu :

4.2.1 Kelebihan Produk

- a. Memudahkan teknisi dalam melakukan perawatan *solar cell*.
- b. Dapat membersihkan panel surya secara otomatis dan dikontrol dari jarak jauh
- c. Pada alat ini penggunaan air dapat digunakan kembali dengan siklus air yang terus menerus berputar, mengurangi penggunaan air, dan mengurangi upayah teknisi dalam pengisian air yang terlalu sering sehingga lebih mengefisiensi waktu teknisi.

4.2.2 Kekurangan Produk

- a. Alat ini tidak dapat bekerja apabila tidak menggunakan koneksi jaringan internet.
- b. Alat ini memiliki kekurangan terdapat bagian *solar cell* yang tidak terjangkau oleh *wiper*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada teori dan pembahasan yang telah diuraikan penulis tentang rancang bangun sistem pemeliharaan pada panel surya berbasis mikrokontroler dapat dibuat beberapa kesimpulan, yaitu:

- a. Sistem kontrol pembersih pada panel surya dengan pompa air dapat direalisasikan oleh penulis. Alat ini dapat berfungsi dengan baik, secara keseluruhan dan pada hasil data pengujian selalu menunjukkan selisih tegangan sebelum dibersihkan maupun sesudah dibersihkan dengan perubahan sebesar 18% ketika alat bekerja berdasarkan waktu yang telah ditentukan.
- b. Dalam implementasinya, suhu lingkungan, intensitas cahaya, dan khususnya debu atau kotoran mempengaruhi tegangan yang dihasilkan panel surya yang berubah setiap waktu. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa alat ini dapat membersihkan panel surya, karena terdapat selisih tegangan setelah dilakukan pembersihan.
- c. Dengan adanya alat ini, diharapkan nantinya dapat memudahkan teknisi dalam melakukan pemeliharaan *solar cell* tanpa harus melakukan pemeliharaan secara langsung di lapangan.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diuraikan, maka penulis memiliki beberapa saran, sebagai berikut:

- a. Menggunakan koneksi internet *WiFi* yang bagus, agar alat pembersih *solar cell* otomatis bekerja dengan baik.
- b. Alat ini dirancang dalam bentuk *prototype* untuk penerapan secara skala besar perlu dilakukan pengembangan dan penelitian lebih lanjut dengan kondisi di lapangan.

- c. Menggunakan *software* atau *website* yang terintegrasi langsung ke perangkat untuk memunculkan notifikasi ketika sistem berhasil beroperasi ataupun gagal beroperasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agoes, S., Mardian, D., Latupapua, H., & Susila, T. (2015). Rancangan Model Sistem Komunikasi Pembersih Debu Sel Surya. *Jurnal Elektro Unika Atma Jaya*, 8(2).
- Alfandi, M. A., & Imran, I. (2021). *Rancang Bangun Alat Pembersih Otomatis Panel Surya Berbasis Mikrokontroler* (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Ujung Pandang).
- Fabrianto, L., Rohman, A. S., & Corio, D. Perancangan Ats (Automatic Transfer Switch) Dengan Tdr (Time Delay Relay) Dan Sistem Monitoring Prototype Dc (Direct Current) Microgrid Berbasis Website.
- Firanda, R., & Yuhendri, M. (2021). Monitoring State Of Charge Accumulator Berbasis Graphical User Interface Menggunakan Arduino. *Jtein: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 2(1), 11-16.
- Feriyanto, D. (2019). Perlindungan Terhadap Bahaya Hubung Singkat (Short Circuit) Pada Instalasi Listrik. *Aisyah Journal Of Informatics And Electrical Engineering (Ajiee)*, 1(1), 23-29.
- Gunawan, I., Akbar, T., & Ilham, M. G. (2020). Prototipe Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Blynk. *Infotek J. Inform. Dan Teknol*, 3(1), 1-7.
- Haryanto, T. (2021). Perancangan Energi Terbarukan Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch. *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana*, 10(1), 41-50.
- Handayani, Y. S., & Kurniawan, A. (2020). Rancang Bangun Prototipe Pengendali Pintu Air Berbasis Sms (Short Message Service) Untuk Pengairan Sawah Menggunakan Arduino. *Jurnal Amplifier: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 10(2), 34-41.
- Kuantitatif, P. P. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Alfabeta, Bandung.
- Keoh, S. L., Kumar, S. S., & Tschofenig, H. (2014). Securing The Internet Of Things: A Standardization Perspective. *Ieee Internet Of Things Journal*, 1(3), 265-275.
- Meilany, M., Satria, D., Saputro, A. D., Tanjung, B. F., & Hidayat, R. (2024). Analisis Output Daya Pada Sistem Pembersih Debu Berbasis Esp32 Terhadap Panel Surya. *Jurnal Komputer Dan Elektro Sains*, 2(2), 16-21.
- Mcleod Jr, R. (1996). *Sistem Informasi Manajemen: Studi Sistem Informasi Berbasis Komputer Jilid I*. Jakarta: Pt. Prenhallindo.

- Purba, J., Uyun, A. S., Sugiyanto, D., & Ramdan, M. I. (2022). Perancangan Prototipe Alat Pembersih Panel Surya Dengan Sistem Gerak Otomasi. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 7(1).
- Salam, M. A., & Aribowo, W. (2024). Monitoring Dan Kendali Charger Accu Berbasis Node-Red. *Jurnal Teknik Elektro*, 13(1), 14-19.
- Saputri, R. M., Asrin, A., & Ilhamdi, M. L. (2022). Hubungan Kreativitas Mengajar Guru Dengan Motivasi Dan Hasil Belajar Ipa Siswa Kelas Iv Gugus V Mataram Tahun Ajaran 2020/2021. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(1), 197-203.
- Susanto, P. C., Arini, D. U., Yuntina, L., Soehaditama, J. P., & Nuraeni, N. (2024). Konsep Penelitian Kuantitatif: Populasi, Sampel, dan Analisis Data (Sebuah Tinjauan Pustaka). *Jurnal Ilmu Multidisplin*, 3(1), 1-12.
- Septiawan, Y. H., Alia, D., & Purnomo, H. (2022). Desain Solar Tracker Pada Solar Cell Berbasis Arduino. *Jurnal 7 Samudra*, 7(2), 17-26.
- Setiawan, R. (2020). Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Menggunakan Mikrokontroler. *Journal ICTEE*, 1(1).
- Vipriyandhito, I., Kusuma, A. P., & Permadi, D. F. H. (2022). Rancang Bangun Alat Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Ikan Koi Berbasis Arduino. *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 875-879.
- Vebrianto, R., Thahir, M., Putriani, Z., Mahartika, I., & Ilhami, A. (2020). Mixed Methods Research: Trends and Issues in Research Methodology. *Bedelau: Journal of Education and Learning*, 1(2), 63-73.
- Yuniahastuti, I. T., Laksono, R. D., Fitriani, I. M., & Firmansyah, A. (2023, December). Optimasi Perancangan Solar Cell Cleaner Menggunakan Wiper. In *Prosiding Snapma (Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Lppm Unipma)* (Vol. 1, Pp. 38-45).
- Zhou, Q., & Zhang, J. (2011, June). Research Prospect Of Internet Of Things Geography. In 2011 19th International Conference On Geoinformatics (Pp. 1-5). Ieee.
- Zahwa, M. A., Hamka, M., Alamuddin, Y., Hermansyah, H., Gunawan, R., Akil, A., & Alamudi, K. (2022). Adaptor Mesin Pencacah Sampah Plastik. *Community Services And Social Work Bulletin*, 1(1), 39-44.

LAMPIRAN

Lampiran A Standar Operasional Prosedur

A. 1 Standar Operasional Prosedur (SOP)

a. Deskripsi Sistem

Sistem pembersih *solar cell* otomatis berbasis *IoT* adalah sistem yang menggunakan perangkat mikrokontroler *NodeMCU* dan relay modul untuk mengendalikan *wiper* dari jarak jauh menggunakan aplikasi *Blynk IoT*. Tujuan dari sistem pembersih ini adalah untuk meningkatkan efisiensi penyerapan energi surya dan memudahkan dalam melakukan perawatan.

b. Persyaratan dan Batasan

Pada Proyek Akhir ini terdapat beberapa persyaratan dan batasan, yaitu:

- 1) Menggunakan mikrokontroler *NodeMCU ESP8226*
- 2) *Wiper* dan motor servo
- 3) Koneksi jaringan internet yang stabil dan koneksi *WiFi* yang baik.

c. Proses Pengoperasian

1) Pengaturan Awal:

- a) Hubungkan *NodeMCU ESP8266* dan pastikan koneksi berjalan dengan baik.
- b) Pasang motor servo pada *solar cell*
- c) Unduh aplikasi *Blynk IoT* pada perangkat seluler kemudian lakukan pendaftaran akun *Blynk IoT* atau klik “*login*” jika sudah memiliki akun *Blynk IoT*.
- d) Selanjutnya buat proyek baru pada *Blynk IoT* dengan memilih mikrokontroler yang sesuai dan dapatkan token autentikasi untuk perangkat.
- e) Atur dan sinkronkan datastreams pada *Blynk IoT* dengan kode program yang telah diupload ke *NodeMCU*.

A. 2 Standar Operasional Prosedur

f) Tambahkan dan atur tombol kontrol pada aplikasi *Blynk IoT* sesuai dengan *datastreams* untuk mengendalikan penggunaan sistem pembersih otomatis *solar cell*.

2) Pengendalian *Wiper*

a) Untuk menggerakkan atau menghidupkan *wiper*, tekan tombol “*OFF*” pada aplikasi *Blynk IoT*. *Wiper* akan bergerak dan statusnya akan diperbaharui secara *real-time* pada aplikasi menjadi “*ON*”.

b) Untuk mematikan *wiper*, tekan tombol “*ON*” pada aplikasi *Blynk IoT*. *Wiper* akan bergerak dan statusnya akan diperbaharui secara *real-time* pada aplikasi menjadi “*OFF*”.

3) Tindak Darurat

Jika pada proyek akhir ini terjadi masalah atau kegagalan dalam system dan pengoperasian. Langkah yang harus dilakukan adalah mematikan seluruh perangkat dengan aman dan pastikan ada tindakan darurat yang diambil sesuai dengan kebutuhan (misalnya, memeriksa koneksi fisik, mereset *NodeMCU*, atau memperbaharui kode program).

4) Perawatan dan Pemeliharaan

a) Lakukan pemeriksaan rutin untuk memastikan koneksi *WiFi* berfungsi dengan baik.

b) Pastikan kode program pada mikrokontroler selalu terbaharui dan bekerja dengan baik.

c) Cuci *filter* dan mengganti air pada tendon 2 minggu satu kali.

d) Periksa panel listrik dan kencangkan baut pada kabel yang longgar.

5) Penanganan Masalah

Tidak Dapat Terhubung ke Aplikasi *Blynk IoT*:

A. 3 Standar Operasional Prosedur


- a) Periksa koneksi *WiFi*/internet pada perangkat dan pastikan perangkat telah terhubung ke jaringan *WiFi* yang benar dan stabil.
 - b) Pastikan informasi *login* (*email* dan kata sandi) dengan benar di aplikasi *Blynk IoT*.
 - c) Pastikan kode pemrograman pada *NodeMCU ESP8266* tidak mengalami kesalahan (*error*) yang dapat mengganggu koneksi jaringan.
 - d) Reset perangkat mikrokontroler dan coba untuk menghubungkan ulang ke aplikasi *Blynk IoT*.
- d. Koneksi *WiFi* Tidak Stabil
- 1) Periksa sinyal *WiFi* pastikan perangkat berada dalam jangkauan yang baik dari *router*.
 - 2) *Reboot router* matikan dan hidupkan kembali *router*.
 - 3) Periksa kemungkinan adanya gangguan pada jaringan *WiFi*.
- e. Server *Blynk IoT* Tidak Merespon
- 1) Memastikan koneksi *WiFi NodeMCU ESP2866* terkoneksi dengan jaringan internet.
 - 2) Periksa token autentikasi pada aplikasi *Blynk IoT*, pastikan tokennya belum melewati batas pemakaian.
 - 3) Reset atau matikan dan hidupkan kembali *NodeMCU ESP2866*, dan pastikan perangkat terhubung kembali ke server *Blynk IoT*.
- f. Motor Servo Tidak Merespon
- 1) Periksa koneksi fisik sensor ke *NodeMCU ESP8266* dan pastikan motor servo terpasang dengan benar
 - 2) Pastikan kode yang digunakan untuk mengontrol servo sudah benar

Lampiran B Rencana Anggaran Biaya

RENCANA ANGGARAN BIAYA PROYEK TUGAS AKHIR				
No.	Nama	Satuan	Harga	Jumlah
1	<i>MCB</i>	1	28.000	28.000
2	<i>NodeMCU ESP8266</i>	1	56.000	56.000
3	<i>Wiper</i>	2	50.000	100.000
4	<i>Box panel</i>	1	152.000	152.000
5	<i>Motor Servo MG966R</i>	2	60.000	120.000
6	<i>Relay 5v 2 Chanel</i>	1	27.000	27.000
7	<i>Base screw esp8266</i>	1	28.000	28.000
8	<i>Bread korel</i>	1	15.000	15.000
9	<i>Jumper luid FF,MM</i>	3	18.000	54.000
10	<i>Eterna 1x1,5</i>	10	9.000	90.000
11	<i>Skun kabel</i>	2	28.000	56.000
12	<i>Etrna 1x0,75</i>	5	7.000	35.000
13	<i>Rel MCB</i>	1	15.000	15.000
14	<i>Staker Arde</i>	2	12.000	24.000
15	<i>Spiral kabel</i>	1	10.000	10.000
16	<i>Tis kabel</i>	1	9.000	9.000
17	<i>Double tip</i>	1	15.000	15.000
18	<i>Kabel 0.55</i>	20	6.000	120.000
19	<i>Socket relay</i>	2	22.000	44.000
20	<i>Pompa</i>	1	110.000	110.000
			JUMLAH TOTAL	1.108.000

Lampiran C Kertas Bimbingan Proyek Akhir

C.1 Kertas Bimbingan Dosen Pembimbing 1



KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
POLITEKNIK PENERBANGAN JAYAPURA
PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK BANDARA

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR

NAMA TARUNA : Denis Dani Setiawan	JUDUL: Perancangan Sistem Pembacaan Sinar cat Otomatis dan Kontrol Jarak jauh Berbasis IoT
COURSE : TLEB 3	
PRODI : Teknik Listrik Bandara	

NAMA DOSEN PEMBIMBING : 1. Niwas Makarany, S.E., M.M				
2. Rizqi Raza Burhan, S.Tr.T				

NO.	HARI	TANGGAL	MATERI BIMBINGAN	REVISI	ACC
1	Senin	7 Mei 2024	Bimbingan Perencanaan bab IV & V		
2	Kamis	6 Juni 2024	BAB 3 Merasa Revisi		
3	Senin	10 Juni 2024	BAB 3 Teknik Analisa Data		
4	Rabu	19 Juni 2024	BAB IV Tata cara Revisi		
5	Jumat	27 Juni 2024	BAB IV Desain alat		
6	Rabu	11 Juli 2024	BAB IV Hasil dan Pembahasan		
7	Rabu	6 Juli 2024	BAB V Kesimpulan dan rekomendasi alat		
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					


KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
POLITEKNIK PENERBANGAN JAYAPURA
PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK BANDARA

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR

NAMA TARUNA : Sivan Pratomo	JUDUL: Perancangan Sistem Pembacaan Sinar cat Otomatis dan Kontrol Jarak jauh Berbasis IoT
COURSE : TLEB 3	
PRODI : Teknik Listrik Bandara	

NAMA DOSEN PEMBIMBING : 1. Niwas Makarany, S.E., M.M				
2. Rizqi Raza Burhan, S.Tr.T				

NO.	HARI	TANGGAL	MATERI BIMBINGAN	REVISI	ACC
1	Senin	7 Mei 2024	Bimbingan Perencanaan bab IV dan V		
2	Kamis	6 Juni 2024	BAB 3 Merasa Revisi		
3	Senin	10 Juni 2024	BAB 3 Teknik Analisa Data		
4	Rabu	19 Juni 2024	BAB IV Tata cara Revisi		
5	Jumat	27 Juni 2024	BAB IV Desain alat		
6	Rabu	11 Juli 2024	BAB IV Hasil dan Pembahasan		
7	Rabu	31 Juli 2024	BAB V Kesimpulan dan rekomendasi alat		
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

C. 2 Kertas Bimbingan Dosen Pembimbing 2



KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
POLITEKNIK PENERBANGAN JAYAPURA
PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK BANDARA

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR

NAMA TARUNA	Dimas Duri Saffron	TITEL	Pengantar Sistem Pemrosesan Sinyal Celi
COURSE	TLB 3		Otomatis dari kontrol Jarak Jauh
PRODI	D-4 TLB		Berbasis IOT

NAMA DOSEN PEMBIMBING :		1. Nurus Masruddy, S.E., M.M.
		2. Rendi Raza Bandari, S.T., T.

NO.	HARI	TANGGAL	MATERI BIMBINGAN	REVISI	ACC
1	Senin	8 Mei 2019	BAB 3 Desain Pemrosesan	<i>[Signature]</i>	
2	Jumat	7 Jun 2019	BAB 3 Metode Pemrosesan	<i>[Signature]</i>	
3	Kamis	13 Jun 2019	BAB 3 Teknik Analisis Data		<i>[Signature]</i>
4	Kamis	27 Jun 2019	BAB 4	<i>[Signature]</i>	
5	Rabu	3 Juli 2019	BAB 4 Desain Alat	<i>[Signature]</i>	
6	Kamis	4 Juli 2019	BAB 4 Pembuatan Alat	<i>[Signature]</i>	
7	Rabu	31 Juli 2019	BAB 5 Seram dan Keselamatan		<i>[Signature]</i>
8	Senin	5 Agustus 2019	Keselamatan Lapangan PA		<i>[Signature]</i>
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					



KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
POLITEKNIK PENERBANGAN JAYAPURA
PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK BANDARA

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR




NAMA TARUNA	Sano Reginan	TITEL	Pengantar Sistem Pemrosesan Sinyal Celi
COURSE	TLB 3		Otomatis dari kontrol Jarak Jauh
PRODI	D-4 TLB		Berbasis IOT

NAMA DOSEN PEMBIMBING :		1. Nurus Masruddy, S.E., M.M.
		2. Rendi Raza Bandari, S.T., T.



NO.	HARI	TANGGAL	MATERI BIMBINGAN	REVISI	ACC
1	Senin	6 Mei 2019	BAB 3 Desain Pemrosesan	<i>[Signature]</i>	
2	Jumat	7 Jun 2019	BAB 3 Metode Pemrosesan	<i>[Signature]</i>	
3	Kamis	13 Jun 2019	BAB 3 Teknik Analisis Data		<i>[Signature]</i>
4	Kamis	27 Jun 2019	BAB 4	<i>[Signature]</i>	
5	Rabu	3 Juli 2019	BAB 4 Desain Alat	<i>[Signature]</i>	
6	Kamis	4 Juli 2019	BAB 4 Pembuatan Alat	<i>[Signature]</i>	
7	Rabu	31 Juli 2019	BAB 5 Seram dan Keselamatan		<i>[Signature]</i>
8	Senin	5 Agustus 2019	Keselamatan Lapangan PA		<i>[Signature]</i>
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Lampiran D Dokumentasi

D. 1 Dokumentasi

NO	Gambar
1.	 A student wearing a blue polo shirt with 'ARUNA' on the sleeve is kneeling on a tiled floor. He is focused on working with various electronic components and wires spread out on the floor. A black bucket and a wooden box are also visible in the background.
2.	 Two students in blue polo shirts are working together on a solar panel. The panel is mounted on a wooden stand. One student is leaning over the panel, while the other is partially visible behind him. They appear to be connecting or adjusting something on the panel's surface.
3.	 A student in a blue polo shirt with 'POLITEKNIK BANG' on the back is kneeling on the floor. He is working on a solar panel system that includes a power supply unit and various cables. The setup is on a wooden stand. Other people's hands are visible, suggesting a collaborative effort.

D. 2 Dokumentasi

4.	 A photograph showing a person's hands working on the internal wiring of a device. The person is wearing a watch. A digital multimeter with a yellow handle is placed on the floor next to the device. The device has a wooden base and a metal frame. The floor is concrete and appears to be outdoors or in a semi-enclosed space.
5.	 A photograph showing a person's hands working on the internal wiring of a device. The person is wearing a watch. A digital multimeter with a yellow handle is placed on the floor next to the device. The device has a wooden base and a metal frame. The floor is concrete and appears to be outdoors or in a semi-enclosed space.

Lampiran E Kode Program

E. 1 Kode Program

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6-UwqVCCi" // Ganti dengan Template
ID Anda

#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "WIPER DIMAS SILVIA" // Ganti dengan
Template Name Anda

#include <Servo.h>

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

#include <TimeLib.h>

#include <WidgetRTC.h>

char auth[] = "4MHFP-LRlVkjbfA7GndEc4OGewrZicyj"; // Token Blynk

char ssid[] = "Kasil01"; // Nama Wi-Fi

char pass[] = "1234567890"; // Password Wi-Fi

const int servoPin1 = D1; // Pin untuk servo 1

const int servoPin2 = D2; // Pin untuk servo 2

const int relayPin = D3; // Pin untuk relay

Servo servo1;

Servo servo2;

WidgetRTC rtc;

// Variabel untuk status kontrol dari Blynk

bool manualControl = false; // Kontrol manual melalui Blynk

bool autoControl = false; // Kontrol otomatis berdasarkan waktu
```

E. 2 Kode Program

```
void setup() {  
  
  Serial.begin(115200);  
  
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);  
  
  rtc.begin();  
  
  servo1.attach(servoPin1, 500, 2400);  
  
  servo2.attach(servoPin2, 500, 2400)  
  
  pinMode(relayPin, OUTPUT); // Set relay pin sebagai OUTPUT  
  
  digitalWrite(relayPin, LOW); // Pastikan relay dalam kondisi OFF pada awalnya  
  
  // Sinkronisasi waktu dengan server Blynk  
  
  Blynk.syncAll();  
  
}  
  
int pos1 = 0;  
  
int pos2 = 180;  
  
// Fungsi untuk mengatur kontrol manual dari Blynk  
  
BLYNK_WRITE(V1) {  
  
  manualControl = param.asInt(); // Membaca nilai dari tombol Blynk  
  
}  
  
// Fungsi untuk mengatur kontrol otomatis dari Blynk  
  
BLYNK_WRITE(V2) {  
  
  autoControl = param.asInt(); // Membaca nilai dari tombol Blynk  
  
}
```

E. 3 Kode Program

```
void loop() {  
  
  Blynk.run();  
  
  // Dapatkan waktu saat ini  
  
  int currentHour = hour();  
  
  int currentMinute = minute();  
  
  // Periksa apakah waktu saat ini adalah antara 21:40an 21:45  
  
  bool timeToRun = (currentHour == 06 && currentMinute >= 00 & currentMinute  
< 05);  
  
  if (manualControl) {  
  
    // Mode manual diaktifkan, kendalikan melalui Blynk  
  
    handleServoAndRelay();  
  
  } else if (autoControl && timeToRun) {  
  
    // Mode otomatis diaktifkan, kendalikan berdasarkan waktu  
  
    handleServoAndRelay();  
  
  } else {  
  
    // Jika kontrol tidak aktif, pastikan relay OFF dan servo tidak bergerak  
  
    digitalWrite(relayPin, LOW);  
  
    servo1.write(0); // Servo 1 di posisi awal  
  
    servo2.write(180); // Servo 2 di posisi awal  
  
    delay(100); // Penundaan sebelum memeriksa status kontrol lagi  
  
  }  
}
```

E. 4 Kode Program

```
}  
  
void handleServoAndRelay() {  
  
// Menggerakkan servo 1 dari 0 ke 90 derajat dan kembali ke 0 derajat  
  
for (pos1 = 0; pos1 <= 90; pos1 += 5) {  
  
    servo1.write(pos1);  
  
    delay(5); // Mengurangi delay untuk mempercepat pergerakan  
  
}  
  
for (pos1 = 90; pos1 >= 0; pos1 -= 5) {  
  
    servo1.write(pos1);  
  
    delay(5); // Mengurangi delay untuk mempercepat pergerakan  
  
}  
  
// Mengaktifkan relay selama 1 detik  
  
digitalWrite(relayPin, HIGH);  
  
delay(1000);  
  
// Berhenti di posisi awal  
  
delay(500); // Penundaan sebelum berganti ke servo 2  
  
// Menggerakkan servo 2 dari 180 ke 90 derajat dan kembali ke 180 derajat  
  
for (pos2 = 180; pos2 >= 90; pos2 -= 5) {  
  
    servo2.write(pos2);  
  
    delay(5); // Mengurangi delay untuk mempercepat pergerakan
```

E. 5 Kode Program

```
}  
  
for (pos2 = 90; pos2 <= 180; pos2 += 5) {  
  
    servo2.write(pos2);  
  
    delay(5); // Mengurangi delay untuk mempercepat pergerakan  
  
}  
  
// Berhenti di posisi awal  
  
delay(500); // Penundaan sebelum berganti ke servo 1 lagi  
  
}  
  
// Fungsi untuk sinkronisasi waktu dengan server Blynk  
  
BLYNK_CONNECTED() {  
  
    rtc.begin();  
  
}
```


DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Silvia Pakpahan, lahir di Sorong pada tanggal 30 Maret 2003. Anak kelima dari lima bersaudara, dari pasangan Bapak Adolf Pakpahan dan Ibu Romida Sianturi. Bertempat tinggal di Kota Sorong, Papua Barat Daya Jln.Nusantara KPR BPD No.38 RT.002 RW.001 Kec.Sorong Utara, 98416. Memulai Sekolah Dasar di SD Negeri 2 Remu Kota Sorong, lulus pada tahun 2015. Melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP YPPK DON BOSCO, lulus pada tahun 2018. Melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 3 Kota Sorong, lulus pada tahun 2021. Melanjutkan perkuliahan di Politeknik Penerbangan Jayapura pada Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandara Angkatan 3 setelah dinyatakan lulus pada bulan September 2021 sampai dengan saat ini. Selama mengikuti pendidikan di Politeknik Penerbangan Jayapura, telah mengikuti *On The Job Training (OJT)* 1 pada Bandar Udara Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepinggian Balikpapan dilaksanakan pada bulan Maret s/d Juni 2023 dan *On The Job Training (OJT)* 2 pada Bandar Udara Sentani-Jayapura, dilaksanakan pada bulan Juni s/d Februari 2024. Telah melaksanakan Proyek Akhir sebagai syarat kelulusan dalam Pendidikan di Politeknik Penerbangan Jayapura.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Dimas Dwi Saputra, lahir di Sampang pada tanggal 01 Oktober 2002. Anak kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Badrul Jamali dan Ibu Siti Sulikah. Bertempat tinggal di Desa Malaka RT.000 RW.000, DSN Morleke, Kec.Jrengik Jawa Timur. Memulai Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Bancelok, lulus pada tahun 2014. Melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Torjun, lulus pada tahun 2017. Melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Torjun, lulus pada tahun 2020. Melanjutkan perkuliahan di Politeknik Penerbangan Jayapura pada Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandara Angkatan 3 setelah dinyatakan lulus pada bulan September 2021 sampai dengan saat ini. Selama mengikuti pendidikan di Politeknik Penerbangan Jayapura, telah mengikuti *On The Job Training (OJT) 1* pada Bandar Udara Ahmad Yani Semarang, dilaksanakan pada bulan Maret s/d Juni 2023 dan *On The Job Training (OJT) 2* pada Bandar Udara Ahmad Yani Semarang, dilaksanakan pada bulan Juni s/d Februari 2024. Telah melaksanakan Proyek Akhir sebagai syarat kelulusan dalam Pendidikan di Politeknik Penerbangan Jayapura.