

LAPORAN TUGAS AKHIR 2

Dimmer IoT untuk Prototype PLTB



Penyusun:

Fikri Satria Dirgantara (20524093)

Ibnu Mukaffa (20524101)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

HALAMAN PENGESAHAN

Dimmer IoT Untuk Prototype PLTB

Penyusun:

Fikri Satria Dirgantara (20524093)

Ibnu Mukaffa (20524101)

Yogyakarta, 09 Juni 2024

Dosen Pembimbing 1



Dr. Wahyudi Budi Pramono, S.T., M.Eng.
NIP 985240104

Dosen Pembimbing 2



Husein Mubarak, S.T., M.Eng.
NIP 155241305

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Dimmer IoT untuk Prototype PLTB



Disusun oleh:

Fikri Satria Dirgantara 20524093

Ibnu Mukaffa 20524101

Telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal: 16 Juli 2024

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji

: Dr. Wahyudi Budi Pramono, S.T., M.Eng. 

Anggota Penguji 1

: Iftitah Imawati, S.T.,M.Eng. 

Anggota Penguji 2

: I Gede Sudiasa, S.T 

Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 01 Agustus 2024

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng. 

035240102



PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 2 Agustus 2024



Fikri Satria Dirgantara (20524093)



Ibnu Mukaffa (20524101)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
RINGKASAN.....	viii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan.....	3
BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM.....	4
2.1 Studi Literatur dan Observasi.....	4
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Metode pengendalian kecepatan motor DC.....	8
2.2.2 <i>Internet of Think</i>	11
2.3 Analisis Stakeholder.....	12
2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem.....	12
2.4.1 Aspek ekonomi.....	12
2.4.2 Aspek teknologi.....	12
2.5 Spesifikasi Sistem.....	13
BAB 3. USULAN SOLUSI.....	14
3.1 Usulan Solusi 1: Pengendali blower berbasis IoT dengan servo motor.....	15
3.1.1 Desain Sistem 1.....	15
3.1.2 Rencana Anggaran Desain Sistem 1.....	18
3.1.3 Analisis Risiko Desain 1.....	19

3.1.4 Pengukuran Performa	19
3.2 Usulan Solusi 2: Pengendali blower dengan modul AC light dimmer	19
3.2.1 Desain Sistem 2	19
3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2	22
3.2.3 Analisis Risiko Desain 2	23
3.2.4 Pengukuran Performa	23
3.3 Usulan Solusi 3: Pengendalian blower dengan servo menggunakan fitur slider	23
3.3.1 Desain Sistem 3	24
3.3.2 Rencana Anggaran Desain 3	27
3.3.3 Analisis Risiko Desain 3	28
3.3.4 Pengukuran Performa	28
3.4 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik	29
3.5 Gantt Chart	29
3.6 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1	31
BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN	32
4.1 Hasil Rancangan Sistem	32
4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan	34
BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS	37
5.1 Analisis Hasil	37
5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator	37
5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem	43
5.1.3 Pengalaman Pengguna	44
5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya	45
5.2 Dampak Implementasi Sistem	47
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	48
6.1 Kesimpulan	48
6.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Prototipe PLTB.....	2
Gambar 2. 1 Diagram blok prototipe PLTB.....	6
Gambar 2. 2 Diagram blok metode pengendalian motor DC.....	9
Gambar 2. 3 Diagram alur sistem IoT.....	11
Gambar 3. 1 Tahapan metode design thinking.....	14
Gambar 3. 2 Tahapan metode design thinking.....	16
Gambar 3. 3 Basis koneksi modul servo ke mikrokontroler Arduino.....	16
Gambar 3. 4 Usulan rancangan aplikasi untuk pengguna	18
Gambar 3. 5 Flowchart cara kerja dari solusi 2	20
Gambar 3. 6 Usulan rancangan aplikasi untuk pengguna	22
Gambar 3. 7 Flowchart cara kerja dari solusi 3	25
Gambar 3. 8 Basis koneksi modul servo ke mikrokontroler Arduino.....	25
Gambar 3. 9 Usulan rancangan aplikasi untuk pengguna	27
Gambar 4. 1 Rangkaian elektronik.....	32
Gambar 4. 2 Desain 3D [1]	33
Gambar 4. 3 Desain 3D [2]	33
Gambar 4. 4 Tampilan aplikasi Blynk	34
Gambar 5. 1 Setup pengujian pada alat	37
Gambar 5. 2 Grafik tegangan AC terhadap servo	39
Gambar 5. 3 Grafik tegangan DC terhadap servo	39
Gambar 5. 4 Grafik kecepatan terhadap servo	39
Gambar 5. 5 Grafik sebaran nilai selisih tegangan AC antara pengukuran dengan keluaran sistem....	40
Gambar 5. 6 Grafik sebaran nilai selisih tegangan DC antara pengukuran dengan keluaran sistem....	40
Gambar 5. 7 Grafik sebaran nilai selisih kecepatan antara pengukuran dengan keluaran sistem	40
Gambar 5. 8 Model 3D (a). rencana awal (b). telah direalisasikan	44

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Hasil survei antara pengembang dan pengguna	2
Tabel 2. 1 Hasil Studi Literatur Solusi Sejenis	5
Tabel 3. 2 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem sistem Dimmer IoT pada prototipe PLTB	17
Tabel 3. 3 Rencana anggaran pengembangan sistem Dimmer IoT pada prototipe PLTB	18
Tabel 3. 4 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem Dimmer IoT pada prototipe PLTB	21
Tabel 3. 5 Rencana anggaran pengembangan sistem Dimmer IoT pada prototipe PLTB	22
Tabel 3. 6 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem sistem Dimmer IoT pada prototipe PLTB	26
Tabel 3. 7 Rencana anggaran pengembangan sistem Dimmer IoT pada prototipe PLTB	28
Tabel 3. 8 Analisis dari berbagai solusi	29
Tabel 3. 9 Gantt chart pelaksanaan Capstone	30
Tabel 3. 10 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 1	31
Tabel 5. 1 Hasil Pengujian	37
Tabel 5. 2 Hasil pembacaan tegangan AC	41
Tabel 5. 3 Hasil pembacaan tegangan DC	42
Tabel 5. 4 Hasil pembacaan arus DC	42
Tabel 5. 5 Hasil pembacaan kecepatan	43
Tabel 5. 6 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem.....	44
Tabel 5. 7 Pengalaman Pengguna	45
Tabel 5. 8 Kesesuaian antara usulan dan realisasi timeline pengerjaan Tugas Akhir 2.....	45
Tabel 5. 9 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi	46
Tabel 5. 10 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2	46

RINGKASAN

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) menjadi solusi utama global untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan dampak lingkungan. PLTB mengubah energi kinetik angin menjadi listrik bersih dan terbarukan. PLTB skala laboratorium digunakan untuk penelitian prinsip kerja dan pengaruh variabel terhadap kinerja. *Blower* penting dalam mengatur aliran angin untuk turbin dengan mengontrol kecepatan dan stabilitas. Suara yang dihasilkan dari perputaran *blower* pada prototipe PLTB berkisar antara 50 hingga 72 dBA, hal tersebut dapat mengganggu praktikan saat melakukan pengambilan data.

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, diperlukan perangkat yang dapat mengendalikan kecepatan *blower* pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) secara jarak jauh. Hal ini bertujuan untuk mengurangi dampak kebisingan suara dari PLTB dan meningkatkan akurasi dalam pengendalian kecepatan *blower*. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang peralatan yang mampu mengatur dan memonitor kecepatan *blower* secara *real-time* pada Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) skala laboratorium. Penelitian ini dinamakan *dimmer IoT* untuk prototipe PLTB skala laboratorium.

Untuk parameter pengukuran performa diantaranya yaitu tegangan *input blower*, tegangan pada pengisian baterai, dan kecepatan angin yang dihasilkan oleh *blower*. Pengujian dengan menghitung *error* pada hasil keluaran sistem dan hasil dari pengukuran manual menggunakan alat ukur.

Kelebihan dari alat ini yaitu dapat dikendalikan secara jarak jauh dengan terhubung ke internet. Sehingga pengguna tidak perlu datang ke laboratorium jika ingin melakukan percobaan pada alat prototipe PLTB skala laboratorium. Untuk kekurangan dari alat ini adalah kurangnya keakuratan dalam mengukur tegangan AC keluaran dari *dimmer* atau tegangan yang masuk ke dalam *blower*.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) telah menjadi salah satu solusi utama dalam upaya global untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. PLTB mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik yang merupakan sumber energi bersih dan terbarukan. Dalam operasi PLTB komponen kunci seperti turbin angin membutuhkan pengelolaan yang profesional untuk mencapai efisiensi maksimal. Pengamatan kinerja PLTB saat ini sulit dilakukan. Hal tersebut disebabkan oleh ketersediaan kecepatan angin yang tidak konsisten di tempat PLTB tersebut dibangun.

Dalam Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) sejumlah masalah utama perlu diidentifikasi dan diatasi. Pertama, efisiensi penggunaan energi merupakan salah satu isu krusial. Tanpa pengaturan yang cermat terhadap aliran angin yang memasuki turbin, potensi energi angin mungkin tidak dimanfaatkan secara optimal mengakibatkan pengurangan produksi energi listrik yang dapat dihasilkan oleh PLTB tersebut. Kedua, stabilitas kinerja turbin adalah masalah penting. Fluktuasi kecepatan angin yang tidak terkendali dapat merusak komponen turbin angin dan mengurangi umur pakainya, sehingga menjaga stabilitas kinerja menjadi tantangan yang harus diatasi dalam sistem PLTB.

PLTB skala laboratorium merupakan media pembelajaran dan penelitian untuk mengetahui prinsip kerja dan variabel lain yang berpengaruh terhadap kinerja PLTB. Salah satu komponen yang sangat penting dalam sistem PLTB skala laboratorium adalah *blower*. *Blower* berperan untuk mengatur aliran angin ke turbin dan menjaga kinerja turbin agar tetap optimal dengan mengontrol kecepatan dan stabilitas aliran angin. Salah satu dampak negatif yang ditimbulkan dari beroperasinya *blower* adalah *noise* berupa suara yang dapat mengganggu orang yang ada di dekat alat tersebut. Suara yang dihasilkan dari perputaran *blower* pada prototipe PLTB berkisar antara 50 hingga 72 dBA, hal tersebut dapat mengganggu praktikan saat melakukan pengambilan data.



Gambar 1. 1 Prototipe PLTB

Tabel 1. 1 Hasil survei antara pengembang dan pengguna

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Apakah pengendalian kecepatan <i>dimmer</i> secara langsung bisa akurat?	Akurasi mencapai 90% - 99% dengan pengendalian kecepatan <i>dimmer</i> secara manual
Faktor apa saja menjadi kekurangan dari penggunaan sistem <i>dimmer</i> saat ini?	Keamanan dalam pengambilan data
Apakah perlu pengontrolan <i>dimmer</i> dengan menggunakan <i>IoT</i> ?	Perlu
Jika suatu teknologi <i>IoT</i> diterapkan dalam pengontrolan <i>dimmer</i> , informasi yang seperti apa yang paling bermanfaat untuk membantu para pengguna?	Informasi kecepatan turbin

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka diperlukan perangkat yang dapat mengendalikan kecepatan *blower* pada prototipe PLTB secara jarak jauh untuk mengurangi dampak kebisingan suara dari PLTB serta memiliki keakurasian yang tinggi.

1.3 Tujuan

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah merancang peralatan yang mampu mengatur dan memonitor kecepatan *blower* secara *real-Time* pada Prototipe PLTB skala laboratorium.

1.4 Batasan Masalah

1. Kecepatan *blower* rentang dari 0 - 18 m/s.

2. Alat yang dimodifikasi adalah *dimmer*.
3. Penempatan alat berada dibawah turbin.
4. Pengaplikasian menggunakan aplikasi *Blynk*

1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

1. Memiliki lebih dari 5 pilihan kecepatan *blower*.
2. Sistem mengatur kecepatan *blower* berbasis *IoT*.
3. Sistem dapat menampilkan kecepatan *blower* pada *device*

BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

2.1 Studi Literatur dan Observasi

Pengendalian kecepatan motor adalah teknik yang memungkinkan untuk mengatur sejauh mana motor berputar sesuai dengan kebutuhan spesifik. Pengendalian kecepatan motor juga berperan dalam industri energi terbarukan seperti *blower* pada prototipe PLTB. Ini memungkinkan optimasi kinerja dan pengumpulan data secara efisien. Penelitian tentang pengendalian kecepatan motor induksi telah banyak dilakukan. Berbagai metode pengendalian kecepatan motor induksi yang digunakan para peneliti antara lain berdasarkan pengaturan frekuensi [1], dan pengaturan tegangan input[2]. Menurut [1], pengendalian kecepatan motor induksi berbasis perubahan frekuensi memiliki range kecepatan yang lebar serta tanpa mengurangi torsi yang dihasilkan. Pada penelitian tersebut menerapkan rangkaian *Cycloconverter* dengan menggunakan *PWM* sebagai metodenya dan untuk mengatur kecepatannya dapat dilakukan dengan menginput nilai *rotation per minute* (RPM) yang diinginkan. Menurut [2], pengendalian kecepatan motor induksi berbasis perubahan tegangan memiliki range kecepatan yang terbatas. Pada penelitian tersebut menggunakan *dimmer* yang terdiri dari komponen *DIAC* dan *TRIAC* sebagai pengatur kecepatannya.

Pemanfaatan *IoT* sebagai media untuk pengendalian peralatan elektronik telah banyak diaplikasikan antara lain untuk pengendalian *dimmer* lampu [3][4] dan pengendalian lampu dalam gedung [5]. Berdasarkan [3] dan [4] pengendalian lampu *dimmer* dengan menggunakan *blink* memiliki keunggulan dalam mengontrol lampu dari jarak jauh. Selain itu metode ini masih memiliki kekurangan yaitu membutuhkan koneksi internet yang stabil, jika koneksinya terputus maka sistem tidak dapat dijalankan. Sedangkan menurut [5], pengendalian lampu dalam gedung dengan *IoT* memiliki keunggulan dalam mengatur kecerahan lampu sesuai kebutuhan dan terdapat fitur pengaturan waktu sehingga dapat mengatur pola lampu yang akan dihidupkan berdasarkan waktunya. Selain itu metode ini masih memiliki kekurangan yaitu membutuhkan koneksi internet yang stabil untuk mengatur tingkat kecerahannya.

Tabel 2. 1 Hasil Studi Literatur Solusi Sejenis

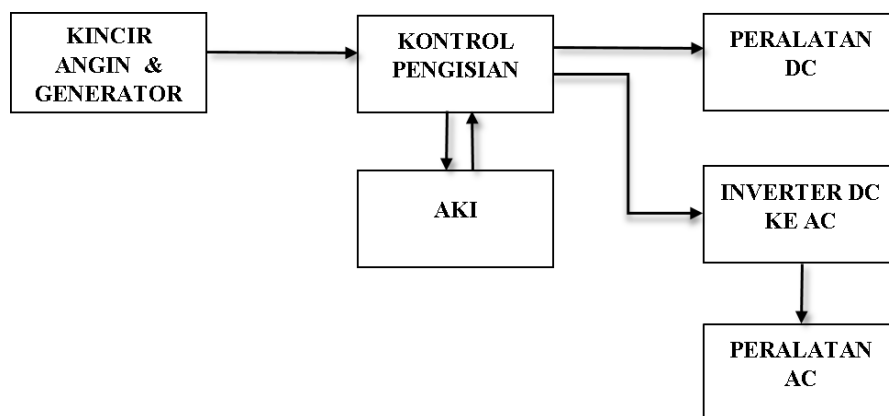
Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Kendali Lampu dengan AC <i>Light Dimmer</i> Berbasis <i>Internet of Things</i>	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa pengaplikasian <i>dimmer</i> ada software <i>Blynk</i> .	Kelebihan: kemudahan ketika ingin mengontrol kendali lampu dengan cara jarak jauh menggunakan aplikasi <i>Blynk</i> . Kekurangan: Sistem berbasis <i>IoT</i> memerlukan koneksi internet yang stabil. Jika koneksi internet terputus, penggunaan sistem ini dapat terganggu.
Sistem Penerangan Gedung Berdasarkan Pengaturan Waktu dan <i>Light Dimmer</i> Berbasis <i>Internet Of Things</i>	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa perangkat yang dapat dioperasikan dengan dengan berdasarkan pengaturan waktu.	Kelebihan: 1. Sistem yang menggunakan <i>AC light dimmer</i> berbasis <i>IoT</i> dapat membantu mengoptimalkan penggunaan energi dengan mengatur tingkat kecerahan lampu sesuai kebutuhan, yang dapat mengurangi konsumsi listrik. 2. Adanya fitur pengaturan waktu sehingga inputan pola waktu dapat diaktifkan dan dinonaktifkan sesuai pengaturan waktu yang ditentukan Kekurangan: penggunaan dimmer kurang dijelaskan secara detail
Desain dan Implementasi LED Frekuensi Tinggi Berbasis <i>IoT</i> peredup untuk LED Multi-Chip	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa pemrosesan data menggunakan ATMEGA328P dan Modul Wifi ESP8266-01 sebagai kontrolernya.	Kelebihan: kemampuan <i>IoT</i> yang dimungkinkan oleh modul Wi-Fi ESP8266-01 memungkinkan kendali jarak jauh dan pemantauan melalui internet. Kekurangan: Modul Wifi dapat mengonsumsi daya yang signifikan dalam mode operasi aktif.
Pemanfaatan Motor Universal sebagai Tenaga Penggerak Mesin Peniris Minyak dengan Pengatur Kecepatan	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa 5 step pengaturan kecepatan motor.	Kelebihan: Jumlah step sama dengan penelitian ini. Kekurangan: Belum menggunakan sistem <i>IoT</i> .
Rancang Bangun Cycloconverter 1,5 KW untuk Pengendalian Kecepatan Putaran Motor Induksi	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa pengaturan kecepatan motor dengan menggunakan tombol <i>keypad</i> .	Kelebihan: dapat mengatur kecepatan motor dengan

Satu Phasa 500-1000RPM Pada Mesin Pengupas Pinang.		memasukkan inputan RPM sesuai yang dibutuhkan. Kekurangan: Belum menggunakan sistem <i>IoT</i> .
--	--	---

Tabel 2.1 berisi tentang ringkasan penelitian dan aplikasi pengendalian motor dengan menggunakan *IoT*. Penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian sebelumnya. Perbedaan utama adalah penggunaan *IoT* untuk memonitor dan mengendalikan kecepatan motor induksi yang difungsikan sebagai *blower* untuk keperluan PLTB skala laboratorium.

2.2 Dasar Teori

Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) skala laboratorium melibatkan pemahaman tentang prinsip-prinsip dasar energi angin dan bagaimana energi ini dapat diubah menjadi listrik. Prototipe PLTB memanfaatkan energi kinetik dari angin yang berasal dari *blower* yang berfungsi untuk menghasilkan listrik. Dalam prototipe PLTB, turbin angin menjadi komponen utama yang mengonversi energi angin menjadi energi mekanis yang kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator listrik melalui prinsip elektromagnetisme. Selain itu, sistem pengendalian prototipe PLTB memungkinkan pengaturan kecepatan *blower* agar sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Pada Gambar 2.1 menggambarkan cara kerja dari prototipe PLTB dapat dilihat bahwa listrik yang dihasilkan dari generator sebelum ke baterai akan melewati kontrol pengisian terlebih dahulu. Listrik yang dihasilkan dari generator akan melewati inverter DC ke AC sebelum digunakan pada peralatan AC.



Gambar 2. 1 Diagram blok prototipe PLTB

A. Kincir Angin dan Generator

Kincir angin dan generator merupakan dua komponen utama dalam sistem pembangkit listrik tenaga angin. Kincir angin dengan bilah-bilahnya yang dipasang pada rotor mengubah energi kinetik angin menjadi gerakan putar. Gerakan ini kemudian diteruskan ke generator yang terdapat di dalam struktur kincir angin. Generator menggunakan prinsip elektromagnetisme untuk menghasilkan arus listrik dari gerakan mekanis yang diterimanya. Dengan sinergi antara kincir angin yang memanfaatkan energi angin dan generator yang mengubahnya menjadi energi listrik, sistem ini menjadi solusi terbarukan yang ramah lingkungan untuk memenuhi kebutuhan listrik, baik dalam skala besar seperti pembangkit listrik tenaga angin *grid-connected* maupun dalam skala kecil untuk penyediaan listrik di lokasi terpencil.

B. Kontrol Pengisian

Kontrol pengisian (*charging control*) mengacu pada proses pengaturan dan pengelolaan pengisian energi baterai atau aki. Tujuan utama dari kontrol pengisian adalah untuk memastikan bahwa baterai diisi dengan aman, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan perangkat atau sistem yang menggunakan baterai tersebut. Beberapa aspek kontrol pengisian melibatkan pengukuran tegangan, arus, dan suhu baterai, serta implementasi strategi pengisian yang sesuai dengan karakteristik kimia baterai.

C. Baterai

Baterai adalah suatu perangkat penyimpanan energi listrik yang umumnya digunakan sebagai sumber daya untuk menghidupkan mesin pada kendaraan bermotor seperti mobil, sepeda motor, truk, dan sepeda listrik. Baterai berfungsi sebagai penyimpan energi yang dihasilkan oleh sistem pengisian seperti alternator pada mobil, dan melepaskan energi tersebut saat mesin dimatikan atau saat kebutuhan daya melebihi kapasitas yang dapat dihasilkan oleh sistem pengisian.

D. Peralatan DC

Peralatan DC mencakup berbagai perangkat elektronik dan listrik yang menggunakan arus searah sebagai sumber daya atau dalam operasinya. Contoh meliputi baterai, sumber daya DC, motor DC, konverter DC-DC, lampu LED, peralatan kendaraan, kompresor DC, dan peralatan

listrik portabel. Peralatan ini digunakan dalam berbagai aplikasi memberikan fleksibilitas dan efisien.

E. Inverter DC ke AC

Inverter DC to AC adalah perangkat elektronik yang mengubah arus *direct current* (DC) menjadi arus *alternating current* (AC). Dengan menggunakan transistor atau MOSFET, *inverter* melakukan inversi dan membentuk pola gelombang AC, sering kali dengan pengatur frekuensi dan transformator untuk menyempurnakan outputnya. *Inverter* DC to AC memungkinkan peralatan yang biasanya menggunakan listrik AC untuk dioperasikan menggunakan sumber daya DC, seperti baterai. Aplikasi inverter banyak ditemukan pada sistem konversi energi matahari, peralatan portabel, sistem *emergency* dan kendaraan listrik.

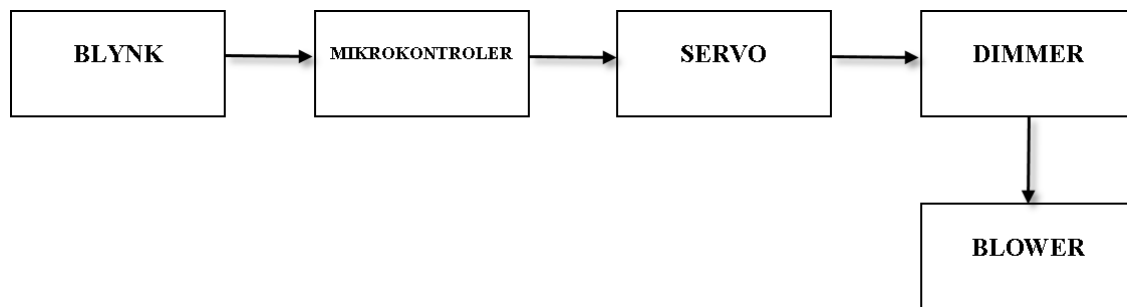
F. Peralatan AC

Gambar 2.1 merupakan diagram blok dari prototipe PLTB skala laboratorium. Energi yang dihasilkan dari turbin kemudian dihubungkan ke kontrol pengisian di bagian tersebut energi listrik akan disalurkan ke baterai sebagai penyimpanan energi listrik yang dihasilkan dari prototipe PLTB dan disalurkan juga ke peralatan yang menggunakan tegangan DC dan AC. Untuk menggunakan energi listrik yang dihasilkan dari prototipe tersebut ke peralatan AC diperlukan *inverter* untuk mengubah tegangan DC ke AC.

2.2.1 Metode pengendalian kecepatan motor DC

Metode pengendalian yang digunakan dalam prototipe atau dalam penelitian ini adalah dengan membuat 5 pilihan kecepatan yang dapat dikontrol secara jarak jauh dengan menggunakan *software Blynk* yang ada di *smartphone*. Untuk diagram blok dari pengendalian motor DC dapat dilihat pada Gambar 2.2, dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa untuk membuat *dimmer berbasis IoT* diperlukan mikrokontroler sebagai pusat pengendalinya. Untuk alur dari pengendalian motor DC yaitu berawal dari aplikasi *Blynk* yang mengirimkan data ke mikrokontroler. Kemudian mikrokontroler akan memproses data tersebut menjadi keluaran yang digunakan untuk menggerakkan servo. Kemudian servo tersebut terhubung ke *dimmer* sehingga otomatis jika servo berputar maka nilai potensio pada *dimmer* akan berubah. Kemudian *blower* akan berputar sesuai tegangan yang masuk. Pengendalian motor DC dalam prototipe ini menggunakan metode *IoT* dengan aplikasi *Blynk* pada *smartphone* untuk mengatur kecepatannya. Sebuah mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pengendali yang menerima perintah dari aplikasi *Blynk* dan mengubahnya menjadi keluaran untuk menggerakkan servo.

Motor servo merupakan perangkat mekanis yang beroperasi dengan prinsip umpan balik posisi untuk menggerakkan komponen dengan presisi. Dalam prototipe yang dijelaskan, motor servo berperan sebagai elemen pengendali utama yang menerima perintah dari aplikasi Blynk dan mengubah nilai potensio pada *dimmer* secara tepat. Motor servo memastikan bahwa motor DC mengikuti perintah pengguna dengan akurasi, dengan menggerakkan servo sesuai dengan perubahan kecepatan yang diinginkan, yang pada gilirannya mempengaruhi tegangan yang diberikan ke motor DC dan mengontrol kecepatannya sesuai dengan permintaan pengguna melalui antarmuka *IoT*. Dengan demikian, motor servo memungkinkan pengendalian yang presisi dan responsif terhadap perubahan kecepatan motor DC dalam aplikasi ini. Servo ini mengubah nilai potensio pada *dimmer*, yang pada gilirannya mengubah tegangan pada motor DC, mengatur kecepatannya sesuai perintah pengguna. Dengan pendekatan ini, pengendalian motor DC menjadi fleksibel dan efisien, memungkinkan kendali jarak jauh dan pemantauan melalui *IoT*, serta menghadirkan solusi cerdas untuk aplikasi yang memerlukan kecepatan.



Gambar 2. 2 Diagram blok metode pengendalian motor DC

A. Blynk

Blynk adalah platform pengembangan perangkat lunak (*software development platform*) yang dirancang khusus untuk memudahkan pembuatan aplikasi *Internet of Things (IoT)*. Dengan Blynk, pengguna dapat membuat aplikasi mobile yang terhubung dengan berbagai perangkat *IoT* seperti mikrokontroler, sensor, dan perangkat lainnya. Platform ini menawarkan antar muka pengguna yang intuitif dan mudah digunakan, memungkinkan pengembang untuk mengontrol dan memonitor perangkat *IoT* mereka melalui perangkat seluler dengan cepat dan mudah. Blynk juga menyediakan berbagai *widget* dan fitur yang dapat disesuaikan, termasuk tombol, grafik, *slider*, dan banyak lagi untuk mempermudah integrasi dan penggunaan perangkat *IoT*.

B. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu sistem terpadu yang mencakup unit pemrosesan pusat (CPU), memori, dan perangkat masukan/keluaran (I/O) dalam sebuah chip tunggal. Mikrokontroler digunakan untuk mengontrol berbagai perangkat elektronik, mulai dari perangkat rumah tangga hingga sistem kendali industri. Mereka dirancang untuk menjalankan program tertanam (*embedded*) yang mengendalikan fungsi-fungsi spesifik sesuai dengan kebutuhan aplikasi tertentu. Mikrokontroler biasanya digunakan dalam berbagai proyek elektronika termasuk sistem kendali otomatis, perangkat medis, dan tentu saja dalam proyek *IoT*.

C. Servo

Servo adalah perangkat elektromekanis yang digunakan untuk mengontrol posisi sudut dari sebuah objek tertentu. Servo umumnya digunakan dalam sistem kendali untuk menggerakkan atau mengatur posisi dari elemen-elemen mekanis seperti roda, lengan robot, atau kamera, sesuai dengan sinyal kontrol yang diberikan. Servo sering kali memiliki mekanisme umpan balik yang memungkinkan mereka memantau dan mempertahankan posisi yang diinginkan dengan tingkat presisi yang tinggi.

D. Dimmer

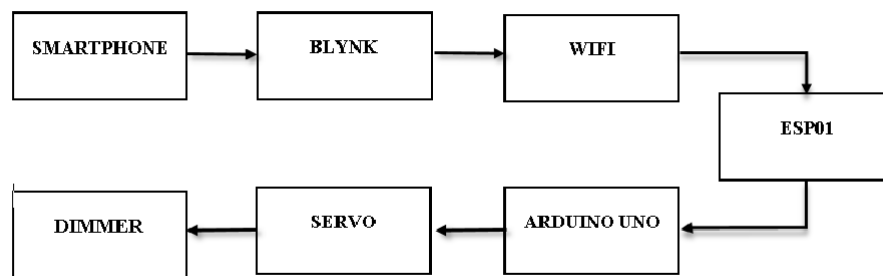
Dimmer adalah suatu perangkat atau sistem yang digunakan untuk mengatur tingkat kecerahan atau intensitas cahaya dari sumber pencahayaan, seperti lampu. Fungsinya adalah memberikan kontrol variabel terhadap tingkat pencahayaan, sehingga pengguna dapat menyesuaikan kecerahan sesuai dengan kebutuhan atau suasana yang diinginkan. *Dimmer* umumnya digunakan dalam pengaturan pencahayaan di rumah, kantor, atau ruang pertunjukan untuk menciptakan atmosfer yang berbeda atau untuk menghemat energi.

E. Blower

Blower adalah suatu perangkat yang dirancang untuk menghasilkan aliran udara atau gas dalam jumlah besar. Fungsinya utamanya adalah untuk meningkatkan tekanan atau volumenya, digunakan dalam berbagai konteks, termasuk sistem pendinginan, ventilasi, dan pemindahan material. *Blower* biasanya terdiri dari kipas atau *impeller* yang dipasang dalam suatu rongga atau rumah yang dirancang khusus untuk membimbing aliran udara.

2.2.2 *Internet of Think*

Internet of Things (IoT) adalah konsep di mana perangkat elektronik dapat saling terhubung dan berkomunikasi melalui internet. Dalam konteks prototipe PLTB, penggunaan *IoT* memungkinkan pengawasan, pengendalian, dan pemantauan yang lebih baik terhadap sistem prototipe PLTB secara *real-time*. Ini dapat mencakup kinerja *blower*, dan pengaturan *dimmer* dengan jarak jauh. Dengan menggabungkan *dimmer* dan *IoT* dalam prototipe PLTB, tujuan utama adalah mengendalikan dan memonitor kecepatan *blower* secara *real-time*.



Gambar 2. 3 Diagram alur sistem IoT

- **Smartphone**

Smartphone adalah perangkat telekomunikasi bergerak yang memiliki berbagai fitur seperti panggilan suara, pesan teks, dan kemampuan untuk menjalankan aplikasi. Smartphones biasanya dilengkapi dengan layar sentuh, sistem operasi, dan konektivitas internet, memungkinkan pengguna untuk mengakses berbagai layanan dan aplikasi.

- **Blynk**

Blynk adalah platform pengembangan perangkat lunak (*software development platform*) yang dirancang khusus untuk memudahkan pembuatan aplikasi *Internet of Things (IoT)*. Blynk memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi mobile yang terhubung dengan perangkat *IoT* melalui jaringan internet, memberikan kontrol dan pemantauan jarak jauh.

- **Wi-Fi**

WiFi adalah teknologi nirkabel yang memungkinkan perangkat elektronik untuk terhubung ke jaringan internet atau jaringan lokal tanpa menggunakan kabel fisik. WiFi memainkan peran penting dalam menghubungkan perangkat seperti smartphone, komputer, dan perangkat *IoT* ke internet atau satu sama lain secara nirkabel.

- **ESP01**

ESP01 adalah modul WiFi berbasis mikrokontroler ESP8266. Modul ini sangat populer dalam proyek-proyek *IoT* karena kemampuannya untuk menyediakan konektivitas WiFi dengan biaya yang terjangkau. ESP01 dapat digunakan dengan berbagai platform pengembangan seperti Arduino.

- **Arduino**

Arduino adalah platform pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak open-source yang digunakan untuk membuat prototipe dan mengembangkan proyek elektronika. Dengan mikrokontroler di dalamnya, Arduino menyediakan antarmuka yang mudah digunakan untuk menghubungkan sensor, aktuator, dan perangkat lain.

2.3 Analisis Stakeholder

Dalam pengembangan alat ini, peran *stakeholder* sangat penting dalam menentukan spesifikasi yang sesuai. Praktikan membutuhkan alat yang *user-friendly* untuk mengatur dan memonitor kecepatan *blower* secara *real-time* dan memperoleh data akurat untuk laporan. Praktikan menggunakan alat ini untuk memahami konsep, penelitian, dan tugas akhir, serta memberikan saran peningkatan. Dari penjelasan stakeholder tersebut memastikan bahwa alat di desain untuk memenuhi kebutuhan praktikan dan tujuan akademik, dengan aplikasi *Blynk* mempermudah operasional dan meningkatkan efisiensi praktikum.

2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem

2.4.1 Aspek ekonomi

- Biaya Pengembangan: Penelitian dan pengembangan *dimmer* berbasis *IoT* dapat melibatkan biaya awal yang cukup murah, termasuk biaya perangkat keras (sensor, mikrokontroler, komunikasi nirkabel) dan perangkat lunak. Perencanaan anggaran dan alokasi sumber daya yang tepat sangat penting.
- Biaya Produksi: Setelah pengembangan, biaya produksi perangkat *dimmer* berbasis *IoT* harus dipertimbangkan. Efisiensi dalam produksi dapat mempengaruhi harga jual akhir dan daya saing produk.

2.4.2 Aspek teknologi

- Mikrokontroler dan Mikroprosesor: Pemilihan mikrokontroler atau

mikroprosesor yang sesuai sangat penting. Ini adalah otak dari *dimmer* berbasis *IoT* dan bertanggung jawab atas pemrosesan, komunikasi, dan kontrol perangkat.

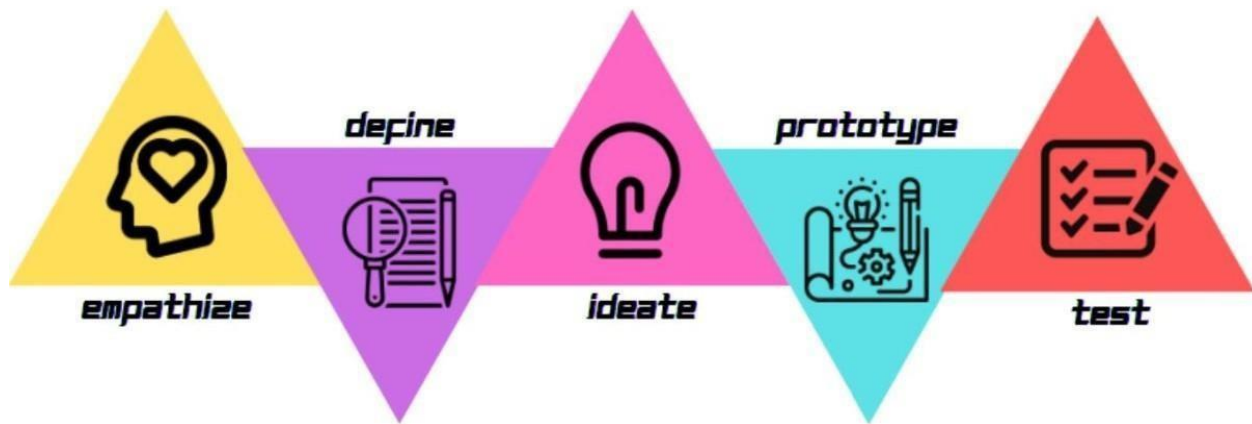
- Komunikasi Nirkabel: *Dimmer* berbasis *IoT* perlu berkomunikasi dengan perangkat lain atau pusat kontrol. Protokol komunikasi nirkabel seperti Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRa, atau NB-*IoT* mungkin digunakan tergantung pada jarak, daya, dan kecepatan yang dibutuhkan.
- Antarmuka Pengguna: Perangkat ini mungkin memiliki antarmuka pengguna berbasis layar sentuh. Ini harus dirancang dan diimplementasikan dengan baik.
- Perangkat Lunak: Pengembangan perangkat lunak untuk mengontrol, mengelola, dan memonitor *dimmer* adalah aspek kunci. Ini termasuk pengembangan aplikasi atau perangkat lunak yang berjalan pada server untuk pengelolaan jarak jauh.
- Manajemen Daya: Pengaturan daya yang efisien adalah pertimbangan teknologi penting dalam desain *dimmer* berbasis *IoT*. Ini dapat mencakup manajemen daya perangkat serta penggunaan energi yang efisien.

2.5 Spesifikasi Sistem

- Sistem yang dibangun sebagai *prototyping* untuk memonitor dan mengendalikan kecepatan *blower* pada prototipe PLTB skala laboratorium.
- Dimensi peralatan pengendali sebesar 8x8cm dan tidak tahan terhadap air, sehingga tidak aman di kondisi *outdoor*.
- Sumber tegangan untuk pengendali sebesar 9 Volt DC yang diperoleh dari proses penyearahan.
- Komunikasi internet yang telah terhubung dengan *Wifi* atau jaringan internet.
- Aplikasi Android yang sangat mudah dengan kebutuhan versi Android > 5.0 dengan memori RAM minimal 4 GB.

BAB 3. USULAN SOLUSI

Penyelesaian masalah dilakukan menggunakan pendekatan *design thinking*. *Design thinking* secara umum dapat diartikan sebagai konsep berpikir dalam mengobservasi ide. Lockwood mengutarakan bahwa konsep *design thinking* merupakan teknik yang sangat dasar bagi individu yang dipakai sebagai pusat proses inovasi melalui pengamatan, kolaborasi, belajar cepat, visualisasi ide, *prototyping* konsep, serta analisis yang sangat dibutuhkan pada inovasi dan strategi [9]. Brown & Wyatt menjabarkan 5 tahapan dalam *design thinking* yakni *empathize*, *define*, *ideate*, *prototype*, dan *test* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 [10]. Tahapan-tahapan tersebut dapat mengalami perubahan, perbaikan, atau penambahan agar spesifikasi kebutuhan pengguna terpenuhi.



Gambar 3. 1 Tahapan metode design thinking

Pada tahap *empathize* (empati), penulis menggali informasi terkait masalah yang terjadi pada prototype PLTB. informasi digali melalui wawancara kepada mahasiswa dan pengamatan langsung dari penulis.

Pada tahap *define* (definisi), penulis mendapatkan definisi masalah dari hasil wawancara dan pengamatan langsung. Masalah yang didefinisikan yakni *dimmer* pada prototipe PLTB skala laboratorium yang masih menggunakan sistem secara manual.

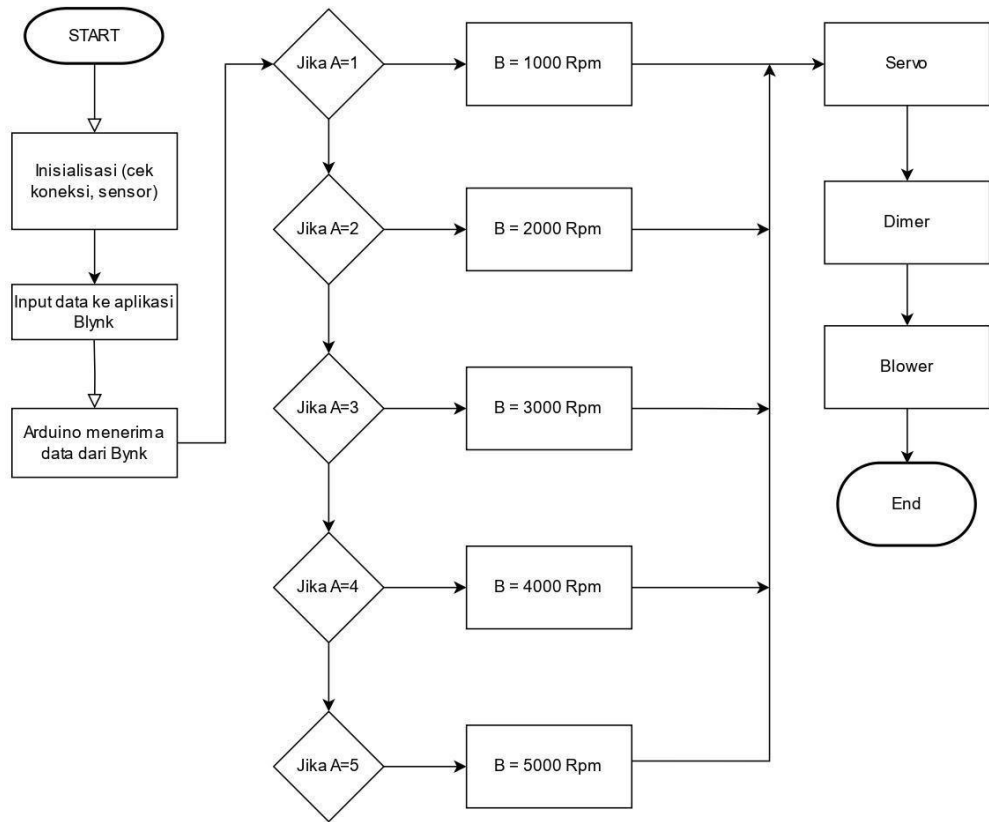
Pada tahap *ideate* (ide), penulis merumuskan ide solusi terhadap permasalahan yang telah didefinisikan. Solusi dari permasalahan ini adalah memodifikasi *dimmer* pada prototipe PLTB skala lab menjadi berbasis IoT.

3.1 Usulan Solusi 1: Pengendali blower berbasis IoT dengan servo motor

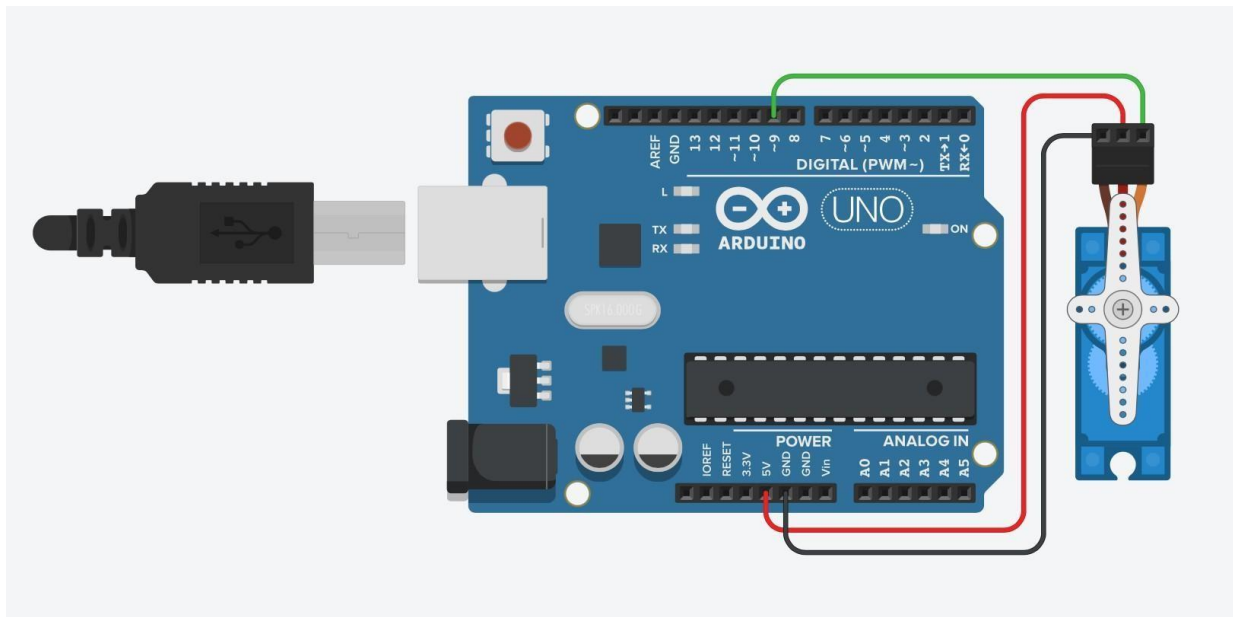
Usulan solusi 1 yang diusulkan penulis suatu sistem pengendali *blower* dengan mekanisme berbasis *IoT* dengan menggunakan *servo* sebagai pengatur kecepatan *blower* pada prototipe PLTB berbasis laboratorium. Secara umum, usulan solusi 1 terdiri dari tiga bagian yakni input, proses, output. Bagian input terdiri dari data web server *blynk* yang dikirimkan ke mikrokontroler untuk mengontrol kecepatan *blower*. Mikrokontroler melakukan pemrosesan data dari input dan menghasilkan data output berupa putaran *servo* yang mengatur potensio pada *dimmer* secara variatif sesuai dengan keinginan pengguna.

3.1.1 Desain Sistem 1

Desain sistem 1 yang diusulkan penulis merupakan sistem pengendali *blower* dengan mekanisme berbasis *IoT* dengan menggunakan *servo* sebagai pengatur kecepatan *blower* pada prototipe PLTB berbasis laboratorium. Gambar 3.3 adalah suatu ilustrasi gambaran keseluruhan sistem yang akan dirancang. Dengan ukuran 8×8 cm, satu perangkat *prototype* ini dapat dipasang untuk mengontrol kecepatan *blower* berbasis *IoT* dengan menggunakan mikrokontroler dan *web server Blynk*. Secara umum cara kerja sistem adalah saat *web server* diaktifkan dan melalui proses inisialisasi jaringan. Kemudian dilanjutkan dengan input data ke *blynk*. Setelah arduino menerima data dari *blynk*. Maka arduino akan membaca data yang kemudian mengirimkan perintah ke servo, kemudian servo memutar *Dimmer* sesuai kecepatan yang diinputkan. Gambar 3.2 memuat tentang diagram alir dari cara kerja sistem, dari Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa sistem bekerja dengan terdapat 5 pilihan kecepatan yang akan membuat *blower* sesuai yang dipilih.



Gambar 3. 2 Tahapan metode *design thinking*



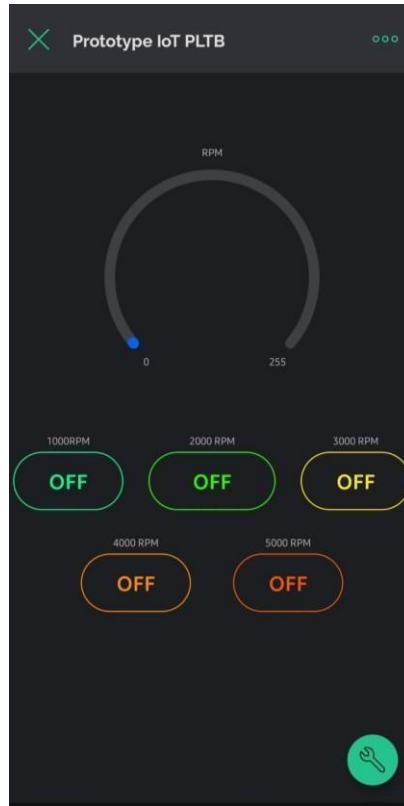
Gambar 3. 3 Basis koneksi modul servo ke mikrokontroler Arduino

Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.1 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan. Pada Tabel 3.1 terdapat nama komponen yang dibutuhkan oleh sistem dengan dilengkapi keterangan pada masing-masing komponen.

Tabel 3. 1 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem sistem *Dimmer IoT* pada prototipe PLTB

No	Nama Alat	Keterangan
1	Mikrokontroler Arduino Uno	Untuk <i>central processing unit</i> dengan ukuran yang kecil dan kemampuan akuisisi data yang handal dengan resolusi ADC 10 bit. Hal ini berkaitan dengan ukurannya yang sudah sangat kecil dan harga yang murah (< Rp. 80.000) dan tentu saja sudah dilengkapi dengan 12 kanal <i>analog input</i> dan 20 <i>digital I/O</i> sehingga kebutuhan sistem sudah terpenuhi, terutama sebagai suatu <i>low-cost system</i> .
2	Adaptor 9V 2A	Adaptor ini menghasilkan tegangan listrik tetap sebesar 9V. Tegangan ini akan stabil dan konsisten selama adaptor digunakan. Tegangan 9V biasanya digunakan untuk banyak perangkat elektronik seperti mainan, perangkat audio, perangkat Arduino, dan sebagainya.
3	Servo	sebuah perangkat elektronik atau elektromekanis yang digunakan untuk mengontrol pergerakan sudut atau posisi dari suatu komponen, seperti roda, lengan mekanik, atau benda lainnya. Servo umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan kontrol presisi terhadap sudut atau posisi, seperti di dalam robotika, kendaraan <i>remote control (RC)</i> , sistem otomatisasi industri, dan berbagai peralatan lainnya

Dikarenakan prototipe ini tidak hanya menggunakan sistem perangkat keras, namun juga perangkat lunak, maka dalam usulan perancangan ini juga dilakukan usulan sistem aplikasi yang digunakan yang bernama *Blynk*. Aplikasi *Blynk* ini didesain untuk aplikasi Android yang digunakan untuk mengontrol dan memonitoring prototipe berbasis *IoT* dengan spesifikasi seminimum mungkin. Hal ini tentu saja sesuai dengan hasil observasi yang menunjukkan bahwa para pengguna menggunakan perangkat *smartphone* yang tidak terlalu mahal. Desain aplikasi dibuat *compatible* dengan *smartphone* dengan spesifikasi yang rendah, dengan desain tampilan seperti Gambar 3.4. Pada Gambar 3.4 memuat tampilan pada *smartphone* pengguna, pada tampilan tersebut terdapat penampil nilai kecepatan angin dan terdapat lima pilihan kecepatan.



Gambar 3. 4 Usulan rancangan aplikasi untuk pengguna

3.1.2 Rencana Anggaran Desain Sistem 1

Perancangan anggaran biaya setiap desain diperlukan agar dapat diketahui estimasi biaya yang dibutuhkan. Perancangan anggaran biaya meliputi bahan - bahan yang dibutuhkan. rancangan anggaran biaya untuk usulan solusi desain 1 dapat dilihat pada Tabel 3.2. Pada Tabel 3.2, menampilkan harga dari masing-masing komponen yang diusulkan dan pada hasil paling bawah pada Tabel 3.2 terdapat total harga yang diperlukan pada usulan ini.

Tabel 3. 2 Rencana anggaran pengembangan sistem *Dimmer IoT* pada prototipe PLTB

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Mikrokontroler Arduino Uno R3	Pcs	Rp. 115.000, -	1	Rp. 115.000, -
2	Adapter 9V 2A	Pcs	Rp. 25.000, -	1	Rp. 25.000, -
3	Kabel Jumper Male to Male	Pcs	Rp. 15.000, -	1	Rp. 15.000, -
4	Spacer 6mm	Pcs	Rp. 1.000, -	4	Rp. 4.000, -

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
5	ESP 01	Pcs	Rp. 20.000, -	1	Rp. 20.000, -
6	USB to NRF 24 L 01	Pcs	Rp. 39.500, -	1	Rp. 39.500, -
7	Servo	Pcs	Rp. 20.000, -	1	Rp. 20.000, -
Total Belanja					Rp. 238.500, -

3.1.3 Analisis Risiko Desain 1

Risiko yang mungkin muncul pada usulan solusi 1 adalah kemampuan pada servo yang kinerja yang menurun seiring digunakan. Saat servo yang sudah sering digunakan maka kualitas penggerak yang terhubung ke *dimmer* semakin berkurang tenaganya karena servo tersebut digerakkan oleh motor yang ada di dalamnya sehingga seiring waktu maka akan terkikis.

3.1.4 Pengukuran Performa

Pengukuran performa dari sistem yang diusulkan adalah mengukur tingkat akurasi sudut penunjukan servo dengan kecepatan *blower* yang diharapkan. Selain itu kinerja sistem dapat diukur melalui ketepatan perintah dalam smartphone dengan ketepatan sudut servo yang dihasilkan.

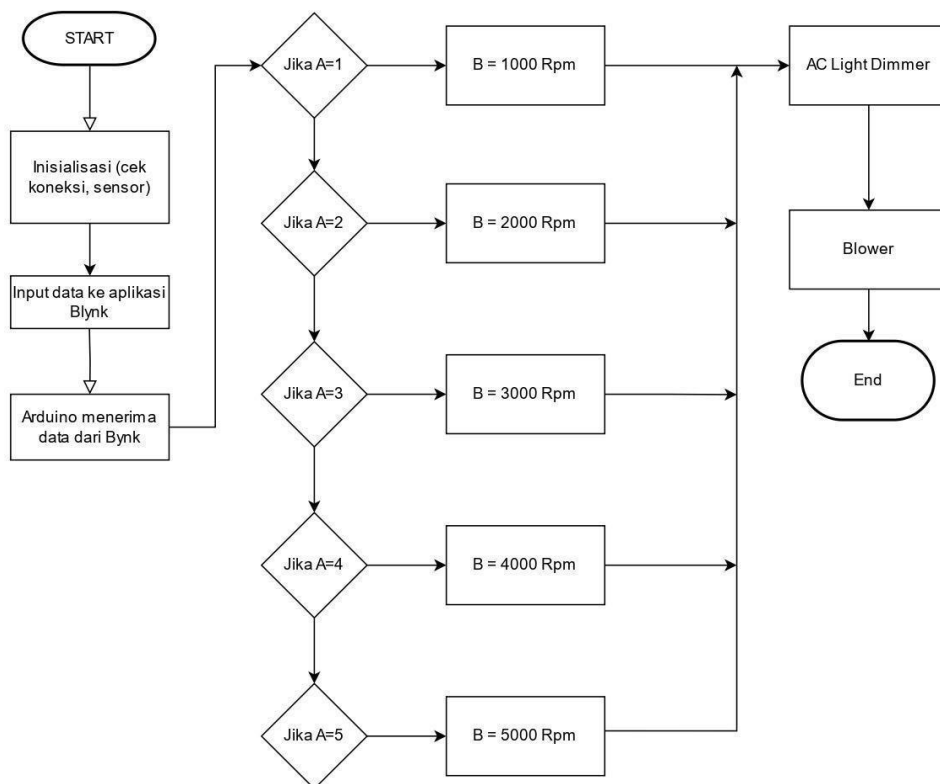
3.2 Usulan Solusi 2: Pengendali blower dengan modul AC light dimmer

Usulan solusi 2 adalah sistem pengontrolan *blower* dengan menggunakan modul *AC Light dimmer*. Perbedaan dengan solusi 1 yaitu terdapat pada alat pengontrol *blower* nya, pada solusi 1 menggunakan tambahan servo untuk memutar *dimmer* secara *IoT*, sedangkan pada solusi 2 menggunakan modul *AC Light dimmer* untuk mengatur tegangan tegangan arus AC yang masuk ke *blower*. Solusi ini dipilih karena untuk menghilangkan mekanik pada solusi 1, dengan mengganti komponen servo dan *dimmer*-nya menjadi *AC Light Dimmer*. Sehingga tegangan yang akan masuk ke dalam *blower* harus melewati *AC Light Dimmer* agar kecepatannya dapat dikontrol menggunakan arduino yang menerima data dari aplikasi *Blynk*.

3.2.1 Desain Sistem 2

Desain sistem 2 yang diusulkan dengan ukuran 8×8 cm, perangkat *prototype* ini dapat dipasang untuk mengontrol kecepatan *blower* berbasis *IoT* dengan menggunakan mikrokontroler dan *web server Blynk*. Secara umum cara kerja sistem adalah hampir sama dengan cara kerja solusi

1, saat webserver aktifkan dan melalui proses inialisasi jaringan. Kemudian dilanjutkan dengan mengirim data ke *blynk*. Setelah arduino menerima data dari *blynk*. Maka arduino akan membaca data yang kemudian mengirimkan perintah ke modul *AC Light Dimmer*. Gambar 3.5 memuat tentang diagram alir dari cara kerja sistem, dari Gambar 3.5 dapat dilihat bahwa sistem bekerja dengan terdapat 5 pilihan kecepatan yang akan membuat *blower* berputar sesuai kecepatan yang dipilih.



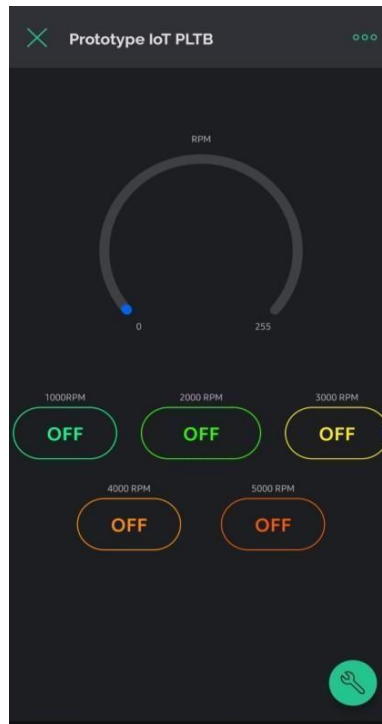
Gambar 3. 5 Flowchart cara kerja dari solusi 2

Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Pada tabel 3.3 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan. Pada Tabel 3.3 terdapat nama komponen yang dibutuhkan oleh sistem dengan dilengkapi keterangan pada masing-masing komponen.

Tabel 3. 3 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem *Dimmer IoT* pada prototipe PLTB

No	Nama Alat	Keterangan
1	Mikrokontroler Arduino Uno	Untuk <i>central processing unit</i> dengan ukuran yang kecil dan kemampuan akuisisi data yang handal dengan resolusi ADC 10 bit. Hal ini berkaitan dengan ukurannya yang sudah sangat kecil dan harga yang murah (< Rp. 80.000) dan tentu saja sudah dilengkapi dengan 12 kanal <i>analog input</i> dan 20 <i>digital I/O</i> sehingga kebutuhan sistem sudah terpenuhi, terutama sebagai suatu <i>low-cost system</i> .
2	Adaptor 9V 2A	Adaptor ini menghasilkan tegangan listrik tetap sebesar 9V. Tegangan ini akan stabil dan konsisten selama adaptor digunakan. Tegangan 9V biasanya digunakan untuk banyak perangkat elektronik seperti mainan, perangkat audio, perangkat Arduino, dan sebagainya.
3	<i>AC Light Dimmer</i>	<i>AC Light Dimmer</i> adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengatur tingkat kecepatan putaran dari sebuah motor listrik atau beban resistif lainnya yang menggunakan arus bolak-balik (AC) sebagai sumber daya. <i>AC Light Dimmer</i> bekerja dengan mengatur tegangan listrik yang diberikan ke motor atau beban.

Dikarenakan prototipe ini tidak hanya menggunakan sistem perangkat keras, namun juga perangkat lunak, maka dalam usulan perancangan ini juga dilakukan usulan sistem aplikasi yang digunakan yang bernama *Blynk*. Aplikasi *Blynk* ini didesain untuk aplikasi Android yang digunakan untuk mengontrol dan memonitor prototipe berbasis *IoT* dengan spesifikasi seminimum mungkin. Hal ini tentu saja sesuai dengan hasil observasi yang menunjukkan bahwa para pengguna menggunakan perangkat *smartphone* yang tidak terlalu mahal. Desain aplikasi dibuat *compatible* dengan *smartphone* dengan spesifikasi yang rendah dengan desain tampilan seperti Gambar 3.6. Pada Gambar 3.6 memuat tampilan pada *smartphone* pengguna, pada tampilan tersebut terdapat penampil nilai kecepatan angin dan terdapat lima pilihan kecepatan.



Gambar 3. 6 Usulan rancangan aplikasi untuk pengguna

3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2

Perancangan anggaran biaya setiap desain diperlukan agar dapat diketahui estimasi biaya yang dibutuhkan. Perancangan anggaran biaya meliputi bahan - bahan yang dibutuhkan. Rancangan anggaran biaya untuk usulan solusi desain 1 dapat dilihat pada Tabel 3.4. Pada Tabel 3.4 menampilkan harga dari masing-masing komponen yang diusulkan dan pada hasil paling bawah pada Tabel 3.4 terdapat total harga yang diperlukan pada usulan ini.

Tabel 3. 4 Rencana anggaran pengembangan sistem Dimmer IoT pada prototipe PLTB

No	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Mikrokontroller Arduino Uno R3	Pcs	Rp. 115.000, -	1	Rp. 115.000, -
2	Adapter 9V 2A	Pcs	Rp. 25.000, -	1	Rp. 25.000, -
3	Spacer 6mm	Pcs	Rp. 1.000, -	4	Rp. 4.000, -
4	ESP 01	Pcs	Rp. 20.000, -	1	Rp. 20.000, -
5	AC Light Dimmer	Pcs	Rp. 130.000, -	1	Rp. 130.000, -

No	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
Total Belanja					Rp. 294.000, -

3.2.3 Analisis Risiko Desain 2

Risiko pada usulan solusi 2 adalah saat modul AC *Light dimmer* digunakan dengan waktu yang lama maka ada potensi terjadi peningkatan suhu. Jika modul atau peralatan yang digunakan tidak memiliki desain yang memadai atau jika panas berlebihan terjadi, maka hal ini dapat mengakibatkan risiko kebakaran. Sehingga untuk mengurangi hal tersebut terjadi maka alat tersebut dirangkai dengan desain yang dapat mengurangi panas yang berlebih.

3.2.4 Pengukuran Performa

Menurut dari berbagai sumber, AC *Light Dimmer* memiliki beberapa aspek penting. Pertama, akurasi dan responsivitas perangkat dalam mengatur tingkat kecepatan merupakan parameter penting. Selain itu, perangkat ini juga memiliki kemampuan untuk bekerja pada berbagai jenis beban termasuk lampu LED dan lampu *incandescent*, sehingga fleksibilitasnya dalam aplikasi adalah nilai tambah.

Selain akurasi dan responsivitas, parameter lain yang perlu diukur adalah daya yang dikonsumsi oleh perangkat saat dalam operasi dan kemampuannya untuk menjaga kestabilan suhu saat beroperasi dalam jangka waktu yang lama. AC *Light Dimmer* biasanya efisien dalam hal penggunaan daya, dan ini dapat menjadi faktor penting dalam aplikasi yang memerlukan penghematan energi. Selain itu, perangkat ini sering dilengkapi dengan perlindungan terhadap *overheating* (panas berlebihan) yang penting untuk menjaga keamanan perangkat dan lingkungan sekitarnya.

3.3 Usulan Solusi 3: Pengendalian blower dengan servo menggunakan fitur slider

Usulan solusi 3 adalah sistem pengontrolan *blower* dengan menggunakan ESP32 sebagai *microcontroller* dan cara kerja yang sama dengan solusi 1. Perbedaan dengan solusi 1 yaitu terdapat pada *microcontroller* dan fitur pilihan kecepatan yang akan diinputkan, pada solusi 1 menggunakan 5 pilihan kecepatan yang dapat dipilih, sedangkan pada solusi 3 menggunakan fitur *slider* sehingga pengguna memiliki lebih banyak pilihan kecepatannya. Solusi ini juga memiliki tambahan komponen berupa *relay* yang berfungsi sebagai penghubung dan pemutus sumber

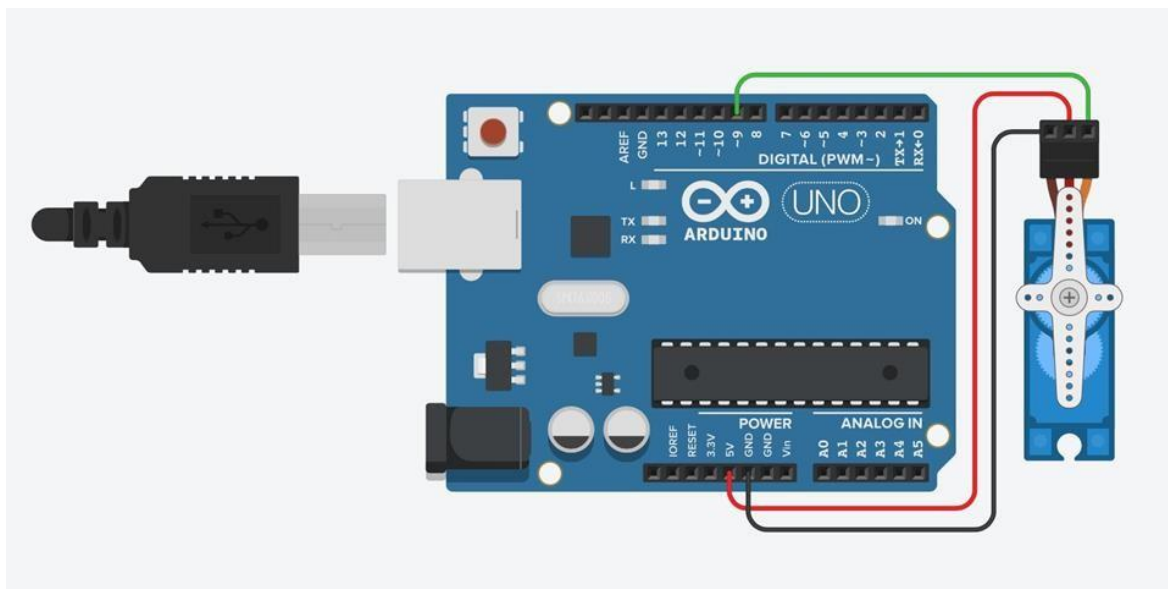
tegangan pada *dimmer*. Solusi ini dipilih karena untuk menambah pilihan kecepatan dengan mengganti fitur sebelumnya dengan fitur *slider*, sehingga pengguna memiliki lebih dari 5 pilihan kecepatan.

3.3.1 Desain Sistem 3

Secara umum cara kerja sistem adalah hampir sama dengan cara kerja solusi 1, saat *webservice* diaktifkan dan melalui proses inialisasi jaringan. Kemudian dilanjutkan dengan input data ke *Blynk* dengan pilihan kecepatan yang bervariasi dan dipilih menggunakan salah satu fitur yang ada di aplikasi *Blynk* yang bernama *slider*, fitur tersebut dapat mengubah kecepatan *blower* saat *slider*-nya digeser ke kiri dan ke kanan. Setelah arduino menerima data dari *blynk*, maka arduino akan membaca data tersebut kemudian mengirimkan perintah ke servo kemudian servo memutar *Dimmer* sesuai kecepatan yang diinputkan. Pada desain sistem 3 terdapat dua buah sensor tegangan untuk membaca tegangan *output* dari generator dan tegangan *input* pada baterai, kemudian hasil pembacaan dari sensor tersebut dapat dilihat pada tampilan aplikasi *Blynk*. Dalam desain ini juga dilengkapi dengan relay untuk menghidupkan dan mematikan sistem PLTB. Gambar 3.7 memuat tentang diagram alir dari cara kerja sistem, dari Gambar 3.7 dapat dilihat bahwa sistem bekerja dengan terdapat lebih dari 5 pilihan kecepatan yang akan membuat *blower* berputar sesuai kecepatan yang dipilih. Gambar 3.8 merupakan rencana rangkaian usulan 3, dengan menggunakan Arduino sebagai mikrokontrolernya dan servo sebagai pemutar *dimmer*.



Gambar 3. 7 *Flowchart* cara kerja dari solusi 3



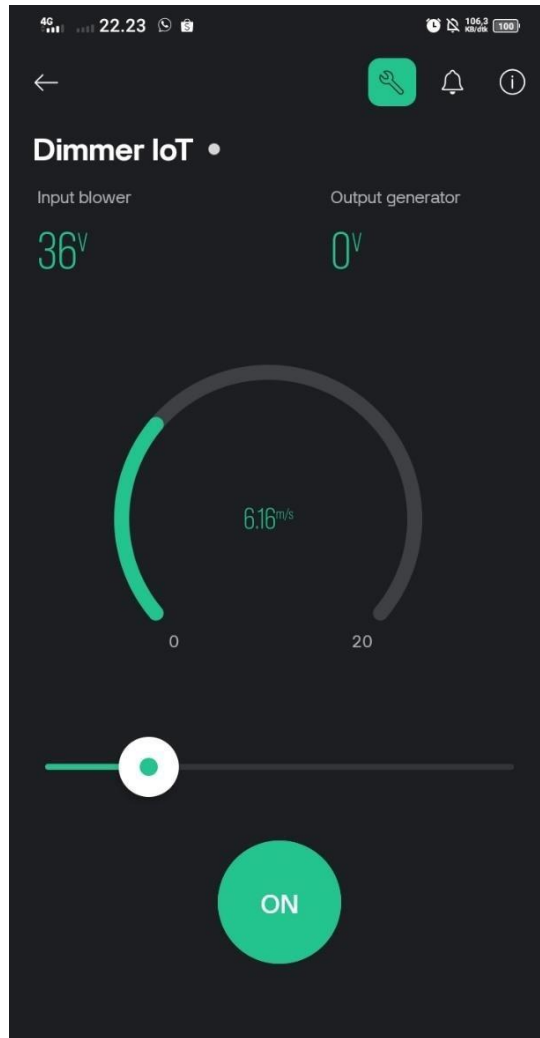
Gambar 3. 8 Basis koneksi modul servo ke mikrokontroler Arduino

Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.5 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan. Pada Tabel 3.5 terdapat nama komponen yang dibutuhkan oleh sistem dengan dilengkapi keterangan pada masing-masing komponen.

Tabel 3. 5 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem sistem *Dimmer IoT* pada prototipe PLTB

No	Nama Alat	Keterangan
1	Mikrokontroler Arduino UNO	Untuk <i>central processing unit</i> dengan ukuran yang kecil dan kemampuan akuisisi data yang handal dengan resolusi ADC 10 bit. Hal ini berkaitan dengan ukurannya yang sudah sangat kecil dan harga yang murah (< Rp. 80.000) dan tentu saja sudah dilengkapi dengan 12 kanal <i>analog input</i> dan 20 <i>digital I/O</i> sehingga kebutuhan sistem sudah terpenuhi, terutama sebagai suatu <i>low cost system</i> .
2	Adaptor 5V 1A	Adaptor ini menghasilkan tegangan listrik tetap sebesar 5V. Tegangan ini akan stabil dan konsisten selama adaptor digunakan. Tegangan 5V biasanya digunakan untuk banyak perangkat elektronik seperti mainan, perangkat audio, perangkat sensor, dan sebagainya.
3	Servo	Sebuah perangkat elektronik atau elektromekanis yang digunakan untuk mengontrol pergerakan sudut atau posisi dari suatu komponen, seperti roda, lengan mekanik, atau benda lainnya. Servo umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan kontrol presisi terhadap sudut atau posisi, seperti di dalam robotika, kendaraan remote control (RC), sistem otomatisasi industri, dan berbagai peralatan lainnya

Dikarenakan prototipe ini tidak hanya menggunakan sistem perangkat keras namun juga perangkat lunak maka dalam usulan perancangan ini kami juga melakukan usulan sistem aplikasi yang digunakan yang bernama *Blynk*. Aplikasi *Blynk* ini didesain untuk aplikasi Android yang digunakan untuk mengontrol dan memonitoring prototipe berbasis *IoT* dengan spesifikasi seminimum mungkin. Hal ini tentu saja sesuai dengan hasil observasi yang menunjukkan bahwa para pengguna menggunakan perangkat *smartphone* yang tidak terlalu mahal. Desain aplikasi dibuat *compatible* dengan *smartphone* dengan spesifikasi yang rendah, dengan desain tampilan seperti Gambar 3.9. pada Gambar 3.9, memuat beberapa tampilan seperti tegangan *input blower*, tegangan *output* generator, dan tampilan kecepatan *blower*. Serta terdapat *slider* yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan dan ada tombol *ON/OFF*.



Gambar 3. 9 Usulan rancangan aplikasi untuk pengguna

3.3.2 Rencana Anggaran Desain 3

Perancangan anggaran biaya setiap desain diperlukan agar dapat diketahui estimasi biaya yang dibutuhkan. Perancangan anggaran biaya meliputi bahan - bahan yang dibutuhkan. Rancangan anggaran biaya untuk usulan solusi desain 3 dapat dilihat pada Tabel 3.6. Pada Tabel 3.6, menampilkan harga dari masing-masing komponen yang diusulkan, dan pada basil paling bawah pada Tabel 3.6, terdapat total harga yang diperlukan pada usulan ini.

Tabel 3. 6 Rencana anggaran pengembangan sistem *Dimmer IoT* pada prototipe PLTB

No	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Mikrokontroler Arduino Uno R3	Pcs	Rp. 115.000, -	1	Rp. 115.000, -
2	Adapter 9V 2A	Pcs	Rp. 25.000, -	1	Rp. 25.000, -
3	Kabel Jumper Male to Male	Pcs	Rp. 4.000, -	2	Rp. 8.000, -
4	ESP 01	Pcs	Rp. 20.000, -	1	Rp. 20.000, -
5	Spacer 6mm	Pcs	Rp. 1.000, -	4	Rp. 4.000, -
6	USB to NRF 24 L 01	Pcs	Rp. 39.500, -	1	Rp. 39.500, -
7	Servo	Pcs	Rp. 20.000, -	1	Rp. 20.000, -
8	Relay 1 channel	Pcs	Rp. 6.500, -	1	Rp. 6.500, -
Total Belanja					Rp. 238.000, -

3.3.3 Analisis Risiko Desain 3

Risiko yang mungkin muncul pada usulan solusi 3 adalah kemampuan pada servo yang kinerja yang menurun seiring digunakan. Saat servo yang sudah sering digunakan maka kualitas penggerak yang terhubung ke *dimmer* semakin berkurang tenaganya karena servo tersebut digerakkan oleh motor yang ada di dalamnya sehingga seiring berjalannya waktu maka akan terkikis.

3.3.4 Pengukuran Performa

Pada performa usulan solusi 3 memiliki kesamaan pada usulan solusi 1. Dimana solusi ini menggunakan servo SG90 sebagai alat pengatur *Dimmer*. Yang membedakan usulan solusi 3 dengan usulan solusi 1 terletak pada fitur input datanya, yaitu pada usulan solusi 1 menggunakan 5 *step*, sedangkan usulan solusi 3 menggunakan fitur *slider*. Fitur *slider* memberikan kelebihan dari segi pergerakan servo dimana servo tersebut akan bergerak secara lebih lembut sehingga dapat meningkatkan durabilitas servo tersebut.

3.4 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik

Tabel 3. 7 Analisis dari berbagai solusi

No.	Parameter	Solusi		
		1	2	3
1.	Biaya	Rp. 238.500, -	Rp. 294.000, -	Rp. 238.000, -
2.	Resiko	Overheat Abrasi	Overheat Degradasi Komponen	Overheat Abrasi
3.	Konsumsi Daya	Sedang	Tinggi	Sedang
4.	Fleksibilitas	++	+	++
5.	Fitur	5 Step	5 Step	Slider

Tabel 3.7, memuat tentang keunggulan berdasarkan parameter pada setiap usulan. Dari Tabel 3.7 dapat dilihat bahwa usulan terbaik yang dipilih yaitu pada usulan ketiga. Karena pada usulan tersebut menggunakan fitur *slider* sehingga pengguna mempunyai lebih banyak pilihan kecepatan. Dari segi biaya, usulan tersebut tidak memiliki perbedaan biaya yang terlalu jauh dengan usulan lainnya

3.5 Gantt Chart

Gantt Chart diperlukan suatu perencanaan dan manajemen waktu untuk mempermudah pengerjaan sistem agar distribusi tugas dan target pencapaian dapat dipenuhi. Perencanaan meliputi kegiatan yang dilakukan beserta penanggung jawab (PIC: *Person in Charge*) setiap kegiatan pada setiap bulan menggunakan *Gantt chart*. Tabel 3.8 menunjukkan rincian kegiatan yang dimulai dari bulan September 2023 hingga bulan Juli 2024.

Tabel 3. 8 *Gantt chart* pelaksanaan *Capstone*



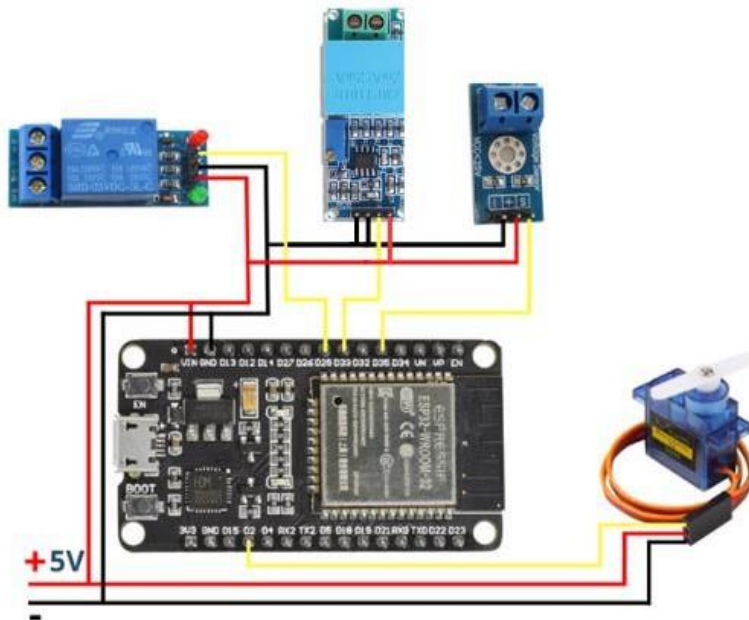
3.6 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1

Tabel 3. 9 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 1

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Selasa, 26 September 2023, 1 jam	Survei dan identifikasi permasalahan	Fikri Kafa
2	Rabu, 27 september 2023, 2 jam	Mencari literatur dan informasi untuk kebutuhan dan spesifikasi sistem	Fikri Kafa
3	Selasa, 3 Oktober 2023, 2 jam	Mengumpulkan seluruh ide solusi dan finalisasi usulan perancangan sistem serta manajemen dan rancangan belanja	Fikri Kafa

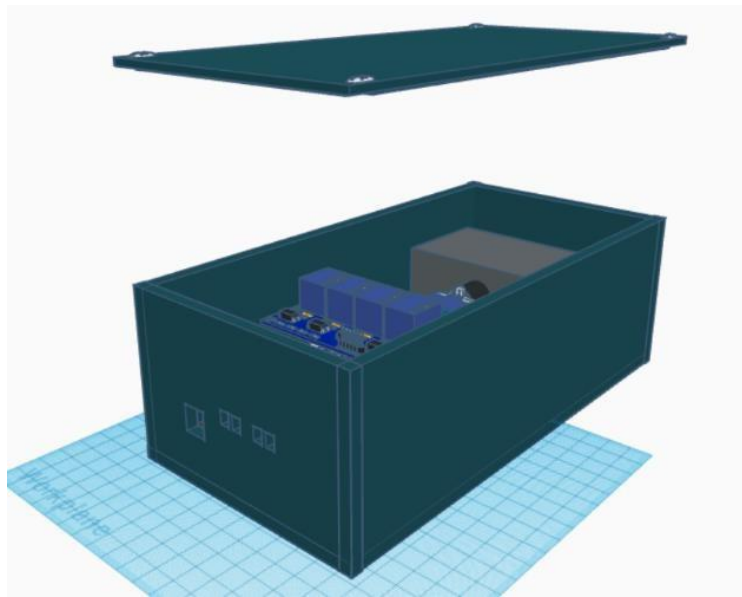
BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

4.1 Hasil Rancangan Sistem



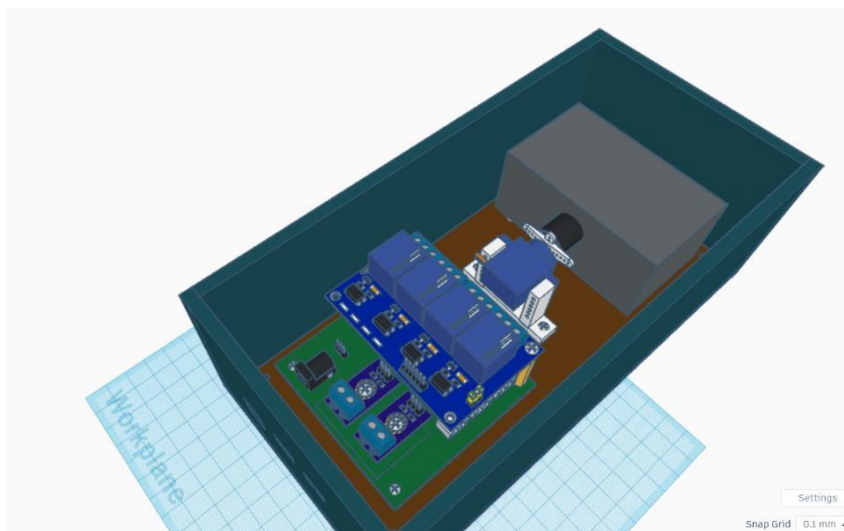
Gambar 4. 1 Rangkaian elektronik

Gambar 4.1 merupakan gambar rangkaian elektronik pada *dimmer IoT*. Pada rangkaian tersebut terdapat ESP32 sebagai mikrokontroler yang mempunyai tugas untuk mengatur perputaran servo yang terhubung ke pin GPIO2 dan mengatur *relay* yang terhubung ke pin GPIO25. Mikrokontroler tersebut juga berfungsi untuk menerima data hasil dari pembacaan sensor tegangan AC yang terhubung ke pin GPIO33 dan sensor tegangan DC yang terhubung ke pin GPIO36. ESP32 terhubung ke Wi-Fi untuk dapat mengontrol servo dan *relay* melalui *Blynk* dan untuk mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke *Blynk* sehingga pengguna bisa mengontrol servo dan mengetahui besar tegangan melalui aplikasi *Blynk*.



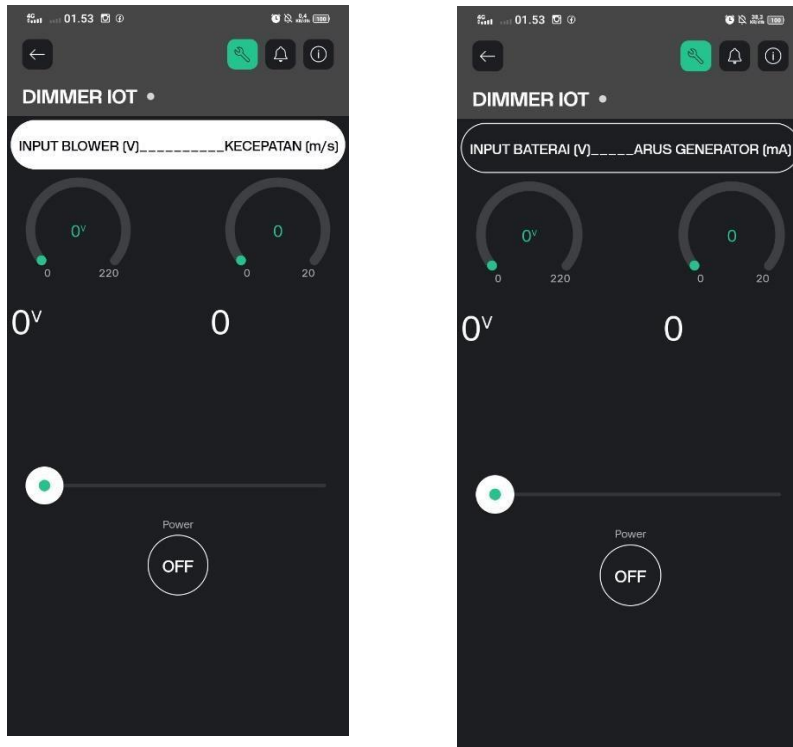
Gambar 4. 2 Desain 3D [1]

Gambar 4.2 merupakan gambar desain 3D *dimmer IoT* dari tampak luarnya. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa terdapat beberapa lubang pada bagian *cover*, lubang tersebut digunakan untuk jalur kabel *input* daya dan kabel yang terhubung ke sensor. Di bagian atas *cover* diberi sekrup agar lebih mudah untuk akses buka tutup alat tersebut.



Gambar 4. 3 Desain 3D [2]

Gambar 4.3 merupakan gambar desain 3D *dimmer IoT* dari tampak dalamnya. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa terdapat beberapa komponen seperti ESP32, sensor tegangan, relay, servo, dan *dimmer*. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa *knob* pada *dimmer* terhubung dengan servo, sehingga ketika servo berputar maka *knob dimmer* akan ikut berputar.



Gambar 4. 4 Tampilan aplikasi *Blynk*

Gambar 4.4 merupakan tampilan Blynk yang ada di *handphone*. Pada tampilan *Blynk* terdapat tampilan nilai tegangan input *blower*, kecepatan *blower*, tegangan *input* baterai, arus generator, pilihan kecepatan *blower* yang berupa *slider*, dan tombol *ON/OFF*.

4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan

Berisi parameter pengukuran kinerja hasil dari perancangan sistem. Parameter ini berbeda – berbeda dari setiap pengujian tergantung dengan derajat yang ditetapkan. Parameter ini berupa akurasi pembacaan sensor, hasil kalibrasi sistem, dan keluaran hasil sistem yang nantinya dapat digunakan untuk menguji apakah spesifikasi yang diusulkan dapat terpenuhi. Setelah menentukan parameternya. Berikut penjabaran bagaimana cara menghitung parameter tersebut:

A) Keberhasilan pembacaan sensor tegangan

Keberhasilan pembacaan tegangan akan terjadi jika nilai tegangan yang ditampilkan pada aplikasi *Blynk* sesuai dengan nilai pengukuran menggunakan alat multimeter. Tingkat keberhasilan akan dihitung dari 35 percobaan yang akan dilakukan.

B) Keberhasilan Pembacaan kecepatan angin

Keberhasilan pembacaan kecepatan angin terjadi ketika nilai kecepatan *blower* yang ditampilkan pada *Blynk* sesuai dengan hasil pengukuran menggunakan alat anemometer. Tingkat keberhasilan akan dihitung dari 35 percobaan yang akan dilakukan.

C) *Error* nilai tegangan dan arus

Error nilai tegangan dan arus akan dihitung berdasarkan percobaan dengan menggunakan *prototype* PLTB. Nilai yang terbaca akan dibandingkan dengan nilai yang ada pada alat ukur multimeter. Nilai *error* akan dihitung dengan menggunakan metode *Root Mean Squared Error* (RMSE). Metode ini dipilih karena memiliki beberapa kelebihan yang membuat metode ini cocok digunakan dalam berbagai konteks. Salah satu kelebihannya yaitu metode ini dapat mengukur kesalahan secara komprehensif. Perhitungan RMSE dapat dilakukan sesuai dengan Persamaan 1. Dengan y_i merupakan nilai hasil pengukuran dan \hat{y}_i merupakan nilai hasil pembacaan sensor, serta n adalah jumlah data.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (1)$$

Untuk menentukan nilai akurasi dan presisi dari masing-masing parameter yang ditampilkan oleh sistem dapat menggunakan beberapa persamaan, diantaranya menggunakan persamaan 2 untuk mencari nilai presentase *error*. Pada persamaan 3 digunakan untuk menghitung nilai akurasinya dengan menggunakan nilai *error* yang didapat pada persamaan sebelumnya.

$$Error(\%) = \left| \frac{\text{nilai output sistem} - \text{nilai pembacaan multimeter}}{\text{nilai pembacaan multimeter}} \right| \times 100 \quad (2)$$

$$Akurasi(\%) = 100 - Error \quad (3)$$

Kemudian untuk mencari nilai rata-rata dari data yang digunakan dapat menggunakan persamaan 4, dengan x_i merupakan nilai data tunggal dan n merupakan jumlah data. Untuk persamaan 5 digunakan untuk mencari nilai standar deviasi. Dari hasil kedua persamaan tersebut digunakan untuk menghitung nilai presisi dengan menggunakan persamaan 6.

$$Mean(\bar{x}) = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (4)$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (5)$$

$$Presisi(\%) = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100 \quad (6)$$

D) *Error* nilai kecepatan

Error nilai kecepatan akan dihitung berdasarkan percobaan dengan menggunakan *prototype* PLTB. Nilai kecepatan dari hasil perhitungan akan dibandingkan dengan nilai kecepatan pada alat ukur anemometer. Seperti *error* nilai tegangan dan arus, *error* nilai kecepatan juga menggunakan metode *Root Mean Squared Error* (RMSE) sesuai Persamaan 1 untuk menghitung nilai *error*. Ditambah dengan perhitungan untuk mencari persentase *error*, akurasi, rata-rata, standard deviasi, dan presentase nilai presisi. Perhitungan tersebut menggunakan persamaan 4 sampai dengan persamaan 6.

BAB 5. BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

5.1 Analisis Hasil

5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator



Gambar 5. 1 Setup pengujian pada alat

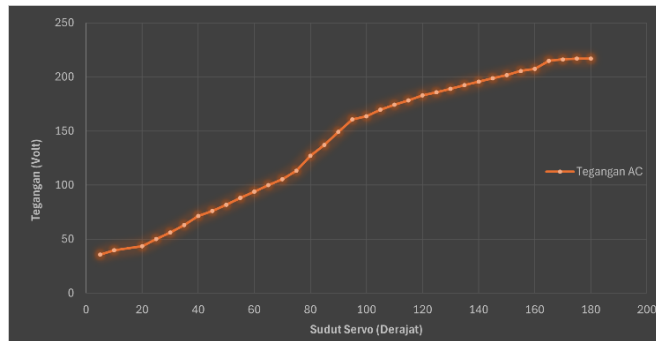
Pengujian nilai tegangan dan kecepatan angin dilakukan dengan *setup* seperti Gambar 5.1. Hasil pengujian tersebut tertera pada Tabel 5.1. Tabel ini memuat hasil pembacaan sensor, hasil kecepatan sistem, dan hasil pengukuran tegangan dan kecepatan menggunakan alat ukur multimeter dan anemometer. Data diambil berdasarkan perputaran servo dimulai dari 0° derajat sampai 180° dengan selisih 5° kolom tegangan AC dan tegangan DC memuat hasil dari pembacaan sensor dan hasil pengukuran tegangan menggunakan multimeter. Kolom kecepatan berisi nilai hasil keluaran dari sistem dan hasil pembacaan dari alat ukur anemometer. Pada kolom selanjutnya merupakan nilai hasil perhitungan selisih nilai pengukuran dengan nilai sistem yang dikuadratkan. Kemudian pada Tabel 5.1 terdapat total dari hasil perhitungan yang terletak di baris paling bawah, hasil tersebut digunakan untuk menghitung RMSE.

Tabel 5. 1 Hasil Pengujian

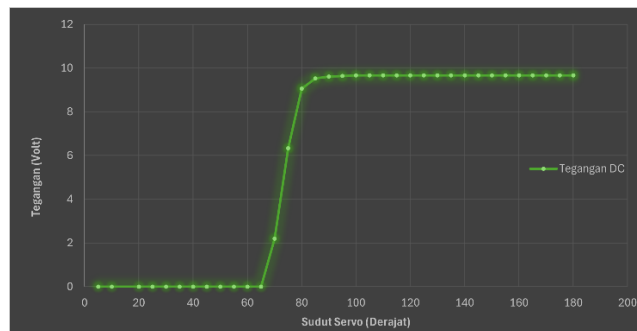
No	Servo (derajat)	Tegangan AC		Tegangan DC		Kecepatan		$(y_i - \hat{y}_i)^2$		
		Sensor (\hat{y}_i) (V)	Multi meter (y_i) (V)	Sensor (\hat{y}_i) (V)	Multi meter (y_i) (V)	Sistem (\hat{y}_i) (m/s)	Anemometer (y_i) (m/s)	Tegangan AC	Tegangan DC	Kecepatan
1	5	35,73	36	0	0	1,1	1,1	0,0729	0	0
2	10	39,57	39,9	0	0	2	2	0,1089	0	0
3	20	43,31	43	0	0	3,4	3,4	0,0961	0	0
4	25	50,18	50,6	0	0	4	4	0,1764	0	0

No	Servo (derajat)	Tegangan AC		Tegangan DC		Kecepatan		$(y_i - \hat{y}_i)^2$		
		Sensor (\hat{y}_i) (V)	Multi meter (y_i) (V)	Sensor (\hat{y}_i) (V)	Multi meter (y_i) (V)	Sistem (\hat{y}_i) (m/s)	Anemo meter (y_i) (m/s)	Tegangan AC	Tegangan DC	Kecepatan
5	30	56,21	56,5	0	0	4,3	4,3	0,0841	0	0
6	35	62,91	63,2	0	0	5,6	5,6	0,0841	0	0
7	40	71,32	71	0	0	5,9	5,9	0,1024	0	0
8	45	76	75,7	0	0	6,5	6,5	0,09	0	0
9	50	81,71	82,5	0	0	7,1	7,1	0,6241	0	0
10	55	88,2	88	0	0	7,9	10	0,04	0	4,41
11	60	93,88	94	0	0	12,2	15,4	0,0144	0	10,24
12	65	99,81	100,3	0	0	16	16,2	0,2401	0	0,04
13	70	105,43	105	2,2	2,3	16,4	16,7	0,1849	0,01	0,09
14	75	113,21	113	6,33	6,33	16,5	16,9	0,0441	0	0,16
15	80	127,11	127	9,05	9,05	16,6	17,2	0,0121	0	0,36
16	85	136,98	136,8	9,53	9,53	16,74	17,3	0,0324	0	0,3136
17	90	149,09	150	9,61	9,63	16,93	17,4	0,8281	0,0004	0,2209
18	95	160,6	159,7	9,64	9,63	17,1	17,5	0,81	0,0001	0,16
19	100	163,59	164,1	9,66	9,66	17,12	17,6	0,2601	0	0,2304
20	105	169,64	170,5	9,66	9,66	17,3	17,6	0,7396	0	0,09
21	110	174,14	174,5	9,66	9,66	17,42	17,6	0,1296	0	0,0324
22	115	178,38	179	9,66	9,66	17,5	17,6	0,3844	0	0,01
23	120	182,8	183	9,66	9,66	17,7	17,6	0,04	0	0,01
24	125	185,8	186	9,66	9,66	17,87	17,6	0,04	0	0,0729
25	130	189,08	189	9,66	9,66	17,97	17,6	0,0064	0	0,1369
26	135	192,43	193	9,66	9,66	18	17,6	0,3249	0	0,16
27	140	195,48	195,3	9,66	9,66	17,13	17,6	0,0324	0	0,2209
28	145	198,63	198,7	9,66	9,66	17,21	17,6	0,0049	0	0,1521
29	150	201,74	202,5	9,66	9,66	17,24	17,6	0,5776	0	0,1296
30	155	205,52	203,6	9,66	9,66	17,31	17,6	3,6864	0	0,0841
31	160	207,37	207,7	9,66	9,66	17,42	17,6	0,1089	0	0,0324
32	165	214,93	214,2	9,66	9,66	17,46	17,6	0,5329	0	0,0196
33	170	216,18	216	9,66	9,66	17,48	17,6	0,0324	0	0,0144
34	175	216,8	216,5	9,66	9,66	17,5	17,8	0,09	0	0,09
35	180	216,8	216,6	9,66	9,66	17,51	17,9	0,04	0	0,1521
Jumlah								10,6756	0,0105	17,6323

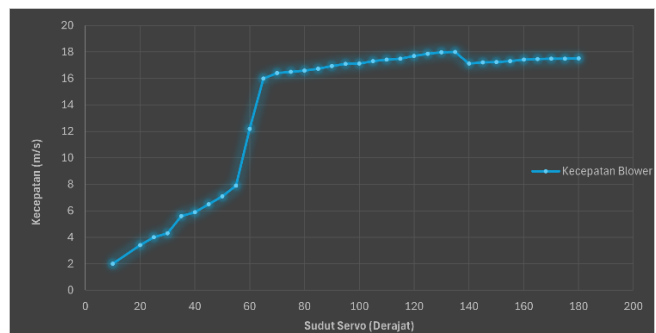
Berdasarkan Tabel 5.1, diketahui bahwa nilai yang terbaca oleh sensor sudah mendekati dengan nilai hasil pengukuran dengan menggunakan alat ukur. dari Tabel 5.1, dapat diketahui juga bahwa tegangan DC yang dihasilkan generator muncul ketika *blower* mendapat *input* 105 volt. Hal tersebut terjadi karena saat tegangan input kurang dari 105 volt maka angin yang dihasilkan oleh *blower* belum mampu memutar kipas yang ada di generator, kemudian nilai maksimal tegangan DC untuk pengisian baterai adalah kurang dari 10 volt.



Gambar 5. 2 Grafik tegangan AC terhadap servo



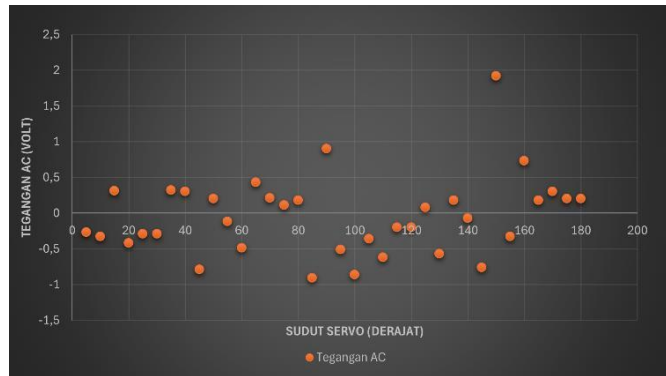
Gambar 5. 3 Grafik tegangan DC terhadap servo



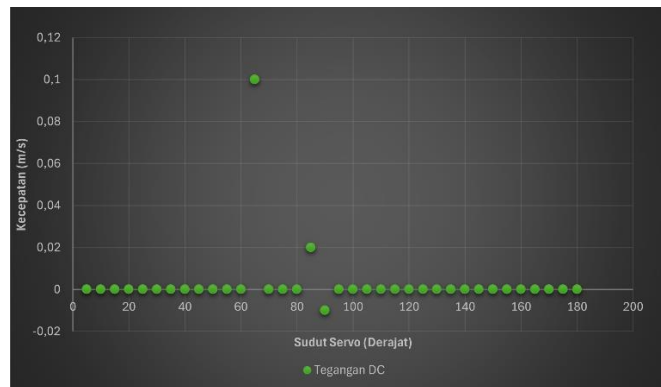
Gambar 5. 4 Grafik kecepatan terhadap servo

Gambar 5.2, Gambar 5.3, dan Gambar 5.4 merupakan grafik dari nilai tegangan AC dan DC yang dihasilkan sensor dan nilai kecepatan yang dihasilkan oleh sistem. Dari Gambar 5.2 dapat

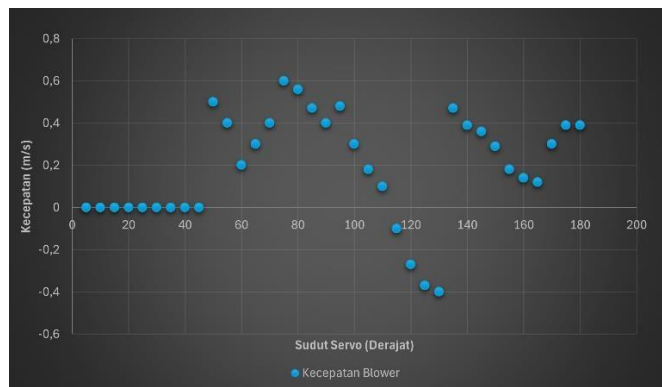
dilihat bahwa perubahan yang paling terlihat adalah nilai tegangan AC, semakin besar derajat servo maka nilai tegangan tersebut akan semakin besar. Hal tersebut terjadi karena semakin besar derajat servo maka putaran pada *dimmer* akan semakin besar. Untuk grafik nilai tegangan DC dan kecepatan dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan 5.4, dapat dilihat bahwa nilai tegangan DC dan nilai kecepatan semakin naik dan saat mencapai nilai puncaknya maka nilai tegangan DC dan kecepatan angin akan konstan.



Gambar 5. 5 Grafik sebaran nilai selisih tegangan AC antara pengukuran dengan keluaran sistem



Gambar 5. 6 Grafik sebaran nilai selisih tegangan DC antara pengukuran dengan keluaran sistem



Gambar 5. 7 Grafik sebaran nilai selisih kecepatan antara pengukuran dengan keluaran sistem

Total hasil perhitungan pada Tabel 5.1 digunakan untuk melakukan perhitungan RMSE menggunakan Persamaan 1 pada Sub-Bab 4.2. Perhitungan RMSE pada nilai tegangan AC, tegangan DC, dan kecepatan menghasilkan nilai RMSE dengan masing-masing sebesar 0.552, 0.017, dan 0.709. Nilai ini dapat menggambarkan tingkat kesalahan rata-rata hasil sistem dengan percobaan pengambilan data sebanyak 35 data. Untuk sebaran selisih dari nilai pengukuran dengan nilai keluaran sistem dapat dilihat pada Gambar 5.5, Gambar 5.6, dan Gambar 5.7. Dari Gambar 5.5, dapat dilihat bahwa sebaran nilainya cukup bervariasi dan nilai selisih paling besar adalah 2 volt. Pada Gambar 5.6, dapat dilihat bahwa sebaran nilainya cukup stabil dan nilai selisih paling besar adalah 0,1 volt. Sedangkan pada Gambar 5.7, dapat dilihat bahwa sebaran nilainya cukup bervariasi dan nilai selisih paling besar adalah 0,6 volt. Dengan hasil perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa nilai RMSE pada setiap indikator lebih kecil dari 1, menunjukkan bahwa tingkat keakurasian dari sistem ini sudah cukup baik.

Tabel 5. 2 Hasil pembacaan tegangan AC

Sudut Servo (derajat)	Multimeter (volt)	Sistem (volt)	Error (%)	Akurasi (%)
92	183,2	182,6	0,327511	99,67249
	183	183,45	0,245902	99,7541
	182,9	182,15	0,41006	99,58994
<i>Mean</i>	-	182,73333	0,327824	99,67218
<i>SD</i>	-	0,660177	-	-
Presisi (%)	-	0,361279	-	-

Tabel 5.2 merupakan hasil dari pengukuran tegangan AC menggunakan multimeter dan hasil keluaran dari sistem. Dari hasil tersebut digunakan untuk mencari nilai *error* dan akurasi pada tiap pengambilan data. Kemudian pada baris *Mean* merupakan hasil perhitungan rata-rata dari data keluaran sistem, nilai *error*, dan akurasi. Dari Tabel 5.2, dapat dilihat bahwa rata-rata akurasi sistem dalam membaca tegangan AC mempunyai akurasi sebesar 99,67% pada sudut servo sebesar 92 derajat. Kemudian nilai standard deviasi yang didapatkan yaitu 0,660 dan nilai presisinya 0,36%.

Tabel 5. 3 Hasil pembacaan tegangan DC

Sudut Servo (derajat)	Multimeter (volt)	Sistem (volt)	Error (%)	Akurasi (%)
62	11,95	11,61	2,845188	97,15481
	11,92	11,71	1,761745	98,23826
	11,82	11,26	4,737733	95,26227
<i>Mean</i>	-	11,526667	3,114889	96,88511
SD	-	0,236291	-	-
Presisi (%)	-	2,049949	-	-

Tabel 5.3 merupakan hasil dari pengukuran tegangan DC menggunakan multimeter dan hasil keluaran dari sistem. Dari hasil tersebut digunakan untuk mencari nilai *error* dan akurasi pada tiap pengambilan data. Kemudian pada baris *Mean* merupakan hasil perhitungan rata-rata dari data keluaran sistem, nilai *error*, dan akurasi. Dari Tabel 5.3, dapat dilihat bahwa rata-rata akurasi sistem dalam membaca tegangan AC mempunyai akurasi sebesar 96,88% pada sudut servo sebesar 62 derajat. Kemudian nilai standard deviasi yang didapatkan yaitu 0,23 dan nilai presisinya 2,04%.

Tabel 5. 4 Hasil pembacaan arus DC

Sudut Servo (derajat)	Multimeter (volt)	Sistem (volt)	Error (%)	Akurasi (%)
62	1,41	1,34	4,964539	95,03546
	1,43	1,45	1,398601	98,6014
	1,42	1,39	2,112676	97,88732
<i>Mean</i>	-	1,3933333	2,825272	97,17473
SD	-	0,055076	-	-
Presisi (%)	-	3,952802	-	-

Tabel 5.4 merupakan hasil dari pengukuran arus DC menggunakan multimeter dan hasil keluaran dari sistem. Dari hasil tersebut digunakan untuk mencari nilai *error* dan akurasi pada tiap pengambilan data. Kemudian pada baris *Mean* merupakan hasil perhitungan rata-rata dari data keluaran sistem, nilai *error*, dan akurasi. Dari Tabel 5.4, dapat dilihat bahwa rata-rata akurasi sistem dalam membaca tegangan AC mempunyai akurasi sebesar 97,17% pada sudut servo sebesar 62 derajat. Kemudian nilai standard deviasi yang didapatkan yaitu 0,055 dan nilai presisinya 3,95%.

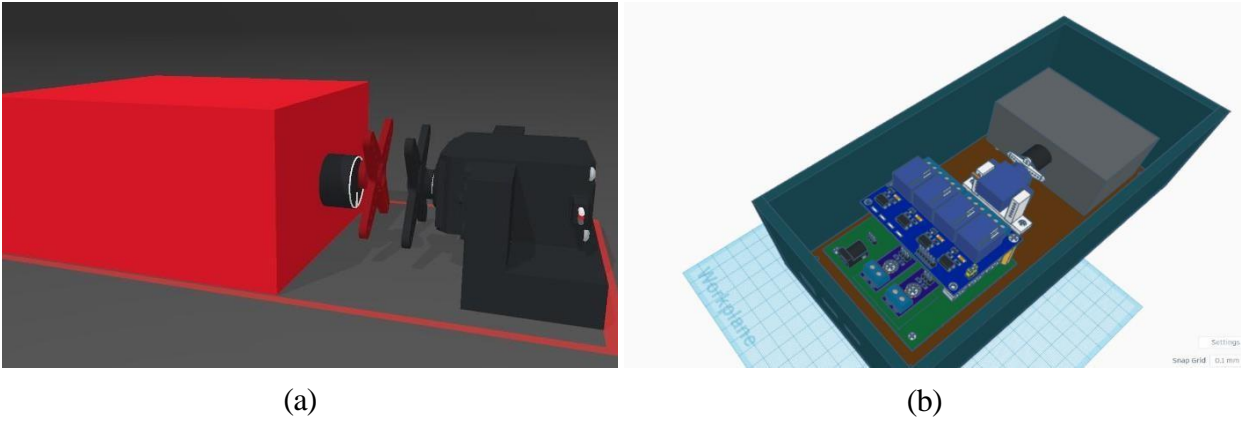
Tabel 5. 5 Hasil pembacaan kecepatan

Sudut Servo (derajat)	Anemometer (m/s)	Sistem (m/s)	Error (%)	Akurasi (%)
92	17,38	17	2,186421	97,81358
	17,5	17,1	2,285714	97,71429
	17,49	17,1	2,229846	97,77015
<i>Mean</i>	-	17,066667	2,936638	97,06336
<i>SD</i>	-	0,057735	-	-
<i>Presisi (%)</i>	-	0,338291	-	-

Tabel 5.5 merupakan hasil dari pengukuran kecepatan angin yang dihasilkan oleh *blower* menggunakan anemometer dan hasil keluaran dari sistem. Dari hasil tersebut digunakan untuk mencari nilai *error* dan akurasi pada tiap pengambilan data. Kemudian pada baris *Mean* merupakan hasil perhitungan rata-rata dari data keluaran sistem, nilai *error*, dan akurasi. Dari Tabel 5.5, dapat dilihat bahwa rata-rata akurasi sistem dalam membaca tegangan AC mempunyai akurasi sebesar 97,06% pada sudut servo sebesar 92 derajat. Kemudian nilai standard deviasi yang didapatkan yaitu 0,057 dan nilai presisinya 0,33%.

5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Desain 3D rencana awal dan setelah terealisasi dapat dilihat pada Gambar 5.8. Desain 3D rencana awal untuk alat ini memisahkan perangkat utama dengan *dimmer* menghasilkan dua unit terpisah yang memerlukan penanganan dan instalasi yang lebih rumit. Setiap ingin menghubungkan *dimmer* dengan perangkat utama harus melalui kalibrasi terlebih dahulu. Di sisi lain desain 3D yang telah direalisasikan menggabungkan *dimmer* langsung ke dalam satu wadah bersama perangkat utama. Pendekatan ini tidak hanya menghemat ruang dan menyederhanakan instalasi. Pengguna dapat menikmati perangkat yang lebih mudah diatur dan dipasang tanpa perlu mengkhawatirkan penempatan atau pemasangan perangkat dengan *dimmer*.



Gambar 5. 8 Model 3D (a). rencana awal (b). telah direalisasikan

Tabel 5. 6 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi (panjang x lebar x tinggi)	8 x 8 x 8 cm	22 x 10 x 6 cm
2	Berat (gram)	200 gram	400 gram
3	Pilihan kecepatan <i>blower</i>	Memiliki lebih dari 5 pilihan kecepatan <i>blower</i>	Memiliki lebih dari 5 pilihan kecepatan <i>blower</i>
4	Komunikasi	Komunikasi nirkabel	Komunikasi nirkabel melalui jaringan WiFi

Poin 1 dari Tabel 5.6 terkait spesifikasi dimensi tidak dapat terealisasi. Ukuran sistem yang dibuat dirancang hanya untuk komponennya dan tidak termasuk dengan alat *dimmer*, tetapi saat ini sistem dibuat dengan alat dan *dimmer* yang dirangkai menjadi satu. Hal ini dilakukan agar posisi servo yang terhubung pada *dimmer* tidak berubah. Poin 2 dari Tabel 5.6 terkait spesifikasi berat tidak dapat terealisasi. Dikarenakan dengan menggabungkan *dimmer* dengan alat tersebut membuat berat pada alat menjadi bertambah.

5.1.3 Pengalaman Pengguna

Tabel 5.7 berisi tentang pengalaman pengguna saat implementasi sistem. Dari Tabel 5.7 dapat dilihat bahwa terdapat beberapa fitur yang sudah sesuai dengan capaian seperti fungsi dan kemudahannya. Tetapi masih terdapat komponen yang masih belum sesuai seperti sensor tegangan AC, hal tersebut dikarenakan nilai yang ditampilkan pada aplikasi masih belum stabil dan masih perlu dilakukan kalibrasi pada sensor tersebut.

Tabel 5. 7 Pengalaman Pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Fungsi sebagai pengendali <i>dimmer</i> IoT prototipe berjalan dengan baik.	Dipertahankan
2	Kemudahan	Pengoperasian aplikasi mudah.	Dipertahankan
3	Sensor tegangan DC	Keakuratan cukup baik, dan nilai tegangan DC yang ditampilkan sudah cukup stabil.	Dipertahankan
4	Sensor tegangan AC	Keakuratan cukup baik, tetapi pada nilai tegangan AC masih belum stabil.	Diperbaiki

5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Dari Tabel 5.8, dapat dilihat bahwa testing dan validasi mengalami kemunduran imbas dari permasalahan yang muncul pada salah satu komponen yaitu servo. Hal tersebut dikarenakan sinyal dari salah satu komponen mengganggu kinerja dari yang menyebabkan *noise*. Pada saat melakukan kalibrasi sensor terjadi kendala pada *prototype* PLTB, dikarenakan alat tersebut digunakan oleh mahasiswa untuk melakukan praktikum. Hal ini menyebabkan terhambatnya proses testing dan validasi yang mengakibatkan mundurnya realisasi pelaksanaan dari usulan waktu yang telah dibuat.

Tabel 5. 8 Kesesuaian antara usulan dan realisasi timeline pengerjaan Tugas Akhir 2

No.	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Januari - Februari	Januari - Februari
2	Perancangan sistem sesuai proposal	Maret	Maret
3	Testing dan Validasi	April - Mei	Juni - Juli
4	Penyusunan laporan Akhir	Juni	Juni - Juli
5	Expo dan pengumpulan akhir	Juli	Juli

Tabel 5.9 menunjukkan kesesuaian antara RAB dan biaya realisasi dari pengerjaan tugas akhir 2. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa biaya yang dibutuhkan dalam realisasi lebih besar daripada usulan biaya yang dibuat sebelumnya. Hal ini disebabkan karena proses *trial and error* dalam pemilihan dan penggunaan komponen, seperti penggantian komponen pada Arduino diganti dengan ESP32 karena penggunaan ESP 01 pada Arduino mengganggu sinyal yang dikirimkan ke servo. Serta adanya penambahan biaya penambahan komponen dan pembuatan PCB yang awalnya tidak ada dalam RAB.

Tabel 5. 9 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	ESP32	0 pcs	Rp 0, -	1 pcs	Rp 80.000, -
2	Adapter 5V 1A	0 pcs	Rp. 0, -	1 pcs	Rp. 15.000, -
3	PCB	0 pcs	Rp. 0, -	1 pcs	Rp. 92.000, -
4	Voltage Sensor	0 pcs	Rp. 0, -	2 pcs	Rp. 8.000, -
5	Kabel JST 3Pin	0 pcs	Rp. 0, -	3 pcs	Rp. 7.500, -
6	Spacer 6mm	4 pcs	Rp. 4.000, -	4 pcs	Rp. 16.000, -
7	Connector 3Pin	0 pcs	Rp. 0, -	3 pcs	Rp. 2.400, -
8	Servo	1 pcs	Rp. 20.000,-	1 pcs	Rp. 20.000,-
9	Relay 1 channel	1 pcs	Rp. 6.500,-	0 pcs	Rp. 0,-
10	Female Header 1x40 Pin	0 pcs	Rp. 0, -	1 pcs	Rp. 1.500, -
11	Jack DC Female	0 pcs	Rp. 0, -	1 pcs	Rp. 1.000, -
12	ZMPT101B	0 pcs	Rp. 0, -	1 pcs	Rp. 22.000, -
13	Relay 4 channel	0 pcs	Rp. 0, -	1 pcs	Rp. 25.000, -
14	Arduino UNO	1 pcs	Rp. 115.000,-	0 pcs	Rp. 0,-
15	ESP01	1 pcs	Rp. 20.000,-	0 pcs	Rp. 0,-
16	Adapter 9V 2A	1 pcs	Rp. 25.000,-	0 pcs	Rp. 0,-
17	USB to NRF 24 L 01	1 pcs	Rp. 39.500,-	0 pcs	Rp. 0,-
18	Kabel Jumper Male to Male	1 pcs	Rp. 15.000,-	0 pcs	Rp. 0,-
19	Dimmer AC 220V	0 pcs	Rp. 0,-	1 pcs	Rp. 35.500,-
20	Box 3D <i>printing</i>	0 pcs	Rp. 0,-	1 pcs	Rp. 460.000,-
Total			Rp. 238.000, -	Total	Rp. 768.900,-

Tabel 5.10 menunjukkan realisasi aktivitas dalam pelaksanaan tugas akhir 2. Dari Tabel 5.10 dapat dilihat bahwa saat mencari solusi untuk masalah *noise* pada servo membutuhkan waktu yang tidak sebentar. Sehingga pada akhirnya mengganti mikrokontroler Arduino dengan ESP32 karena sinyal pada ESP32 tidak mengganggu dari kinerja servo.

Tabel 5. 10 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Senin, 26 Februari 2024, 2 jam	Pembelian komponen	Fikri & Kafa
2	Jumat, 1 Maret 2024, 4 jam	Mengkoneksikan ESP 01 dengan arduino	Fikri & Kafa
3	Selasa, 5 Maret 2024 , 4 jam	Mengkoneksikan servo dan sensor dengan aplikasi Blynk	Fikri & Kafa
4	Jumat, 8 Maret 2024, 3 Jam	Penyolderan pin konektor antara komponen dan mikrokontroler pada papan PCB lubang	Fikri & Kafa
5	Senin, 15 Maret 2024, 8 jam	Membuat desain PCB menggunakan aplikasi <i>EAGLE</i>	Fikri
6	Jumat, 18 April 2024, 4 jam	Mencari solusi untuk menghilangkan <i>error</i> pada servo	Fikri & Kafa
7	Selasa, 23 April 2024, 3 jam	Mencari solusi untuk menghilangkan <i>error</i> pada servo	Fikri & Kafa
8	Rabu, 24 April 2024, 2 jam	Mencari solusi untuk menghilangkan <i>error</i> pada servo	Fikri & Kafa
9	Kamis, 25 April 2024, 2 jam	Mencari solusi untuk menghilangkan <i>error</i> pada servo	Fikri & Kafa
10	Jumat, 3 Mei 2024, 5 jam	Melakukan kalibrasi sensor tegangan DC	Fikri & Kafa
11	Rabu, 8 Mei 2024, 3 jam	Penyolderan pin konektor pada papan PCB	Fikri & Kafa

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
12	Senin, 13 Mei 2024, 3 jam	Membuat desain 3D	Fikri
13	Selasa, 14 Mei 2024, 2 jam	Membuat desain 3D	Kafa
14	Rabu, 15 Mei 2024, 2 jam	Membuat desain 3D	Kafa
15	Kamis, 16 Mei 2024, 2 jam	Membuat desain 3D	Fikri
16	Jumat, 24 Mei 2024, 5 jam	Mencari solusi untuk menghilangkan <i>error</i> pada servo	Fikri & Kafa
17	Rabu, 30 Mei 2024, 2 jam	Membuat desain 3D	Fikri & Kafa
18	Senin, 3 Juni 2024, 3 jam	Pengambilan data di laboratorium untuk proses kalibrasi	Fikri & Kafa
19	Jumat, 7 Juni 2024, 3 jam	Pengambilan data di laboratorium untuk proses kalibrasi	Fikri & Kafa
20	Selasa, 11 Juni 2024, 3 jam	Pengambilan data di laboratorium untuk proses kalibrasi	Fikri & Kafa
21	Rabu, 12 Juni 2024, 3 jam	Melakukan proses kalibrasi sensor	Fikri & Kafa
22	kamis, 13 Juni 2024, 3 jam	Melakukan proses kalibrasi sensor	Fikri & Kafa
23	Jumat, 14 Juni 2024, 2 jam	Pengetesan sensor di laboratorium	Fikri & Kafa
24	Jumat, 21 Juni 2024, 3 jam	Melakukan penyusunan laporan	Fikri & Kafa
25	Sabtu, 22 Juni 2024, 2 jam	Melakukan penyusunan laporan	Fikri & Kafa
26	Senin, 24 Juni 2024, 2 jam	Melakukan penyusunan laporan	Fikri & Kafa
27	Selasa, 25 Juni 2024, 2 jam	Melakukan penyusunan laporan	Fikri & Kafa
28	Jumat, 28 Juni 2024, 2 jam	Melakukan penyusunan laporan	Fikri & Kafa
29	Kamis, 4 Juli 2024, 3 jam	Pengambilan data di laboratorium	Fikri & Kafa
30	Jumat, 5 Juli 2024, 3 jam	Pengambilan data di laboratorium	Fikri & Kafa
31	Minggu, 7 Juli 2024, 5 jam	Melakukan penyusunan laporan	Fikri & Kafa
32	Senin, 8 Juli 2024, 5 jam	Melakukan penyusunan laporan	Fikri & Kafa
33	Selasa, 9 Juli 2024	Pengumpulan Laporan	Fikri
34	Selasa, 16 Juli 2024, 2 jam	Melaksanakan Ujian Tugas Akhir	Fikri & Kafa
35	Rabu, 31 Juli 2024, 6 jam	Melaksanakan Expo Tugas Akhir	Fikri & Kafa

5.2 Dampak Implementasi Sistem

Implementasi sistem ini memiliki dampak yang signifikan yaitu meningkatkan kontrol dan pengaturan kecepatan *blower*, pengalaman pengguna, efisiensi energi, dan kinerja sistem secara keseluruhan. Dengan adanya sistem ini maka dapat mempermudah dalam melakukan pengukuran pada prototipe PLTB skala laboratorium.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari proses perencanaan hingga implementasi sistem ini adalah sebagai berikut:

- 1) Sistem yang dibuat memenuhi spesifikasi yang dirancang.
- 2) Tujuan proyek dapat tercapai karena menghadirkan sistem pengontrolan *blower* menggunakan IoT.
- 3) Sistem *dimmer* IoT dapat bekerja secara normal dan dapat menampilkan keluaran yang diinginkan dengan nilai RMSE penampilan tegangan AC, tegangan DC dan kecepatan sebesar 0.55, 0.0173, dan 0.709.

6.2 Saran

Saran peneliti berlandaskan perancangan dan pelaksanaan proyek ini adalah sebagai berikut.

- 1) Proyek ini memiliki mitra dengan laboratorium sehingga membutuhkan waktu tertentu agar tidak menghambat para mahasiswa dalam melaksanakan praktikum.
- 2) Perencanaan *timeline* pengerjaan proyek sebaiknya dirinci dalam setiap Minggu.
- 3) Jika sistem ini dilakukan penelitian lebih lanjut maka diharapkan bisa membuat sensor tegangan AC bisa lebih stabil saat digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Zulian Permana, A. Finawan, and P. Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol, “Rancang Bangun Cycloconverter 1,5 Kw Untuk Pengendalian Kecepatan Putaran Motor Induksi Satu Phasa 500-1000 Rpm Pada Mesin Pengupas Pinang,” *J. Tektro*, vol. 5, no. 1, 2021.
- [2] E. Y. -, “Pemanfaatan Motor Universal Sebagai Tenaga Penggerak Mesin Peniris Minyak Dengan Pengatur Kecepatan,” *J. Surya Energy*, vol. 5, no. 2, p. 43, 2022, doi: 10.32502/jse.v5i2.3244.
- [3] K. Internasional, D. Elektronik, I. T. Vidyalankar, and P. Light, “Desain dan Implementasi LED Frekuensi Tinggi Berbasis IOT Peredup untuk LED Multi-Chip Machine Translated by Google,” no. Aece, pp. 14–15, 2022.
- [4] D. Kardha, H. Haryanto, and M. A. Aziz, “Kendali Lampu dengan AC Light Dimmer Berbasis Internet of Things,” *Go Infotech J. Ilm. STMIK AUB*, vol. 27, no. 1, p. 13, 2021, doi: 10.36309/goi.v27i1.140.
- [5] M. Putri, M. Syahrudin, P. N. Medan, P. Bulan, and S. Utara, “Pengaturan Waktu Dan Light Dimmer Berbasis,” vol. 2, no. 2, pp. 72–78, 2023.

LAMPIRAN

TABEL PERBAIKAN LAPORAN AKHIR CAPSTONE

MAHASISWA #1 : 20524093 Fikri Satria Dirgantara

MAHASISWA #2 : 20524101 Ibnu Mukaffa

JUDUL/TOPIK : *Dimmer IoT* untuk *Prototype* PLTB


No	Saran penguji	Perbaikan oleh mahasiswa	Halaman	Status
1	Format lebih diperhatikan, spasi, font, tulisan tebal tulisan miring belum sesuai penggunaan	Sudah dilakukan perbaikan tentang format, spasi, jenis font, tulisan tebal, dan tulisan miring.	1-44	Approved
2	Hubungan antara kebisingan dan blower terlalu subjektif bisa dihubungkan dengan standard kebisingan	Sudah dilakukan perbaikan dengan menambahkan nilai kebisingan yang dihasilkan oleh <i>blower</i> sesuai dengan pengukuran dengan menggunakan <i>sound level meter</i>	viii dan 1	Approved
3	Peran stakeholder dalam menentukan spesifikasi alat (praktikan, asisten, dosen pengampu)	Sudah dilakukan perbaikan dengan menambahkan penjelasan dan menentukan stakeholder	12	Approved
4	Penambahan SD tidak hanya RMSE pada data	Sudah dilakukan perbaikan dengan menambahkan persamaan untuk menghitung standar deviasi	35 dan 41-43	Approved
5	Pengukuran arus keluaran generator harusnya juga diukur	Sudah dilakukan perbaikan dengan menambahkan tampilan arus keluaran generator pada aplikasi Blynk	34	Approved

No	Saran pengujian	Perbaikan oleh mahasiswa	Halaman	Status
6	sistem masih kurang sempurna, belum bisa digunakan oleh praktikan secara penuh	Sudah dilakukan perbaikan sehingga sistem sudah bisa digunakan oleh praktikan secara penuh, dengan dapat mengontrol dan memonitoring secara jarak jauh		Approved

Yogyakarta, 7 Agustus 2024

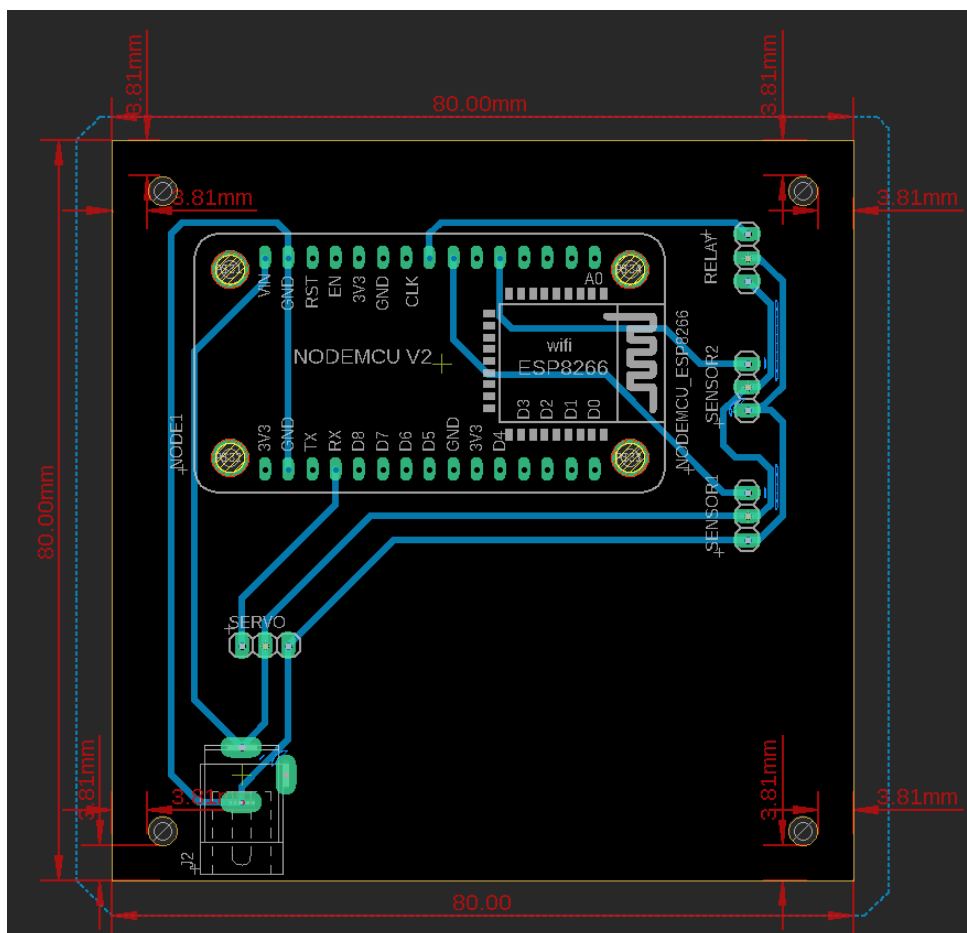
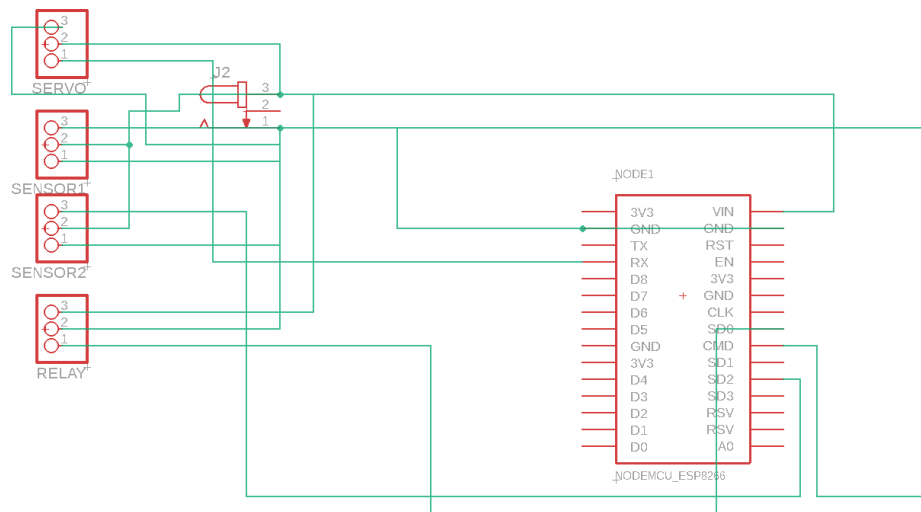
Menyetujui,

Penguji



(Iftitah Imawati, S.T.,M.Eng.)

Lampiran 1.1 Skematik dan Board Sistem



Lampiran 1.2 Kode Program

```

#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6_X4RsBiN"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Dimmer IoT"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "WW5u2maMmeG7_E1p7QNhzyQPqs-h2bWS"

#define BLYNK_PRINT Serial
#include <WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <ESP32Servo.h>

#include "EmonLib.h"
EnergyMonitor emon1;
int peak;

// Your WiFi credentials. char
ssid[] = "nama WIFI"; char
pass[] = "password";

char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN; // Blynk authentication token

BlynkTimer timer;

int analogInputDC = 35; int
value = 0;
float vin;
float y = 0.0;

Servo servo1;

//int analogInputAC = 33;
//int peak;
//int peaksebelum;
//float vmax;
//float vrms;

float kecepatan;
float tegangan;

#define relayPin 25 // Pin untuk mengendalikan relay void

setup()
{
  Serial.begin(115200);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  servo1.attach(2); // Attach servo 1 to GPIO 2
  pinMode(relayPin, OUTPUT); // Set relay pin as output
  pinMode(analogInputDC, INPUT);
  emon1.voltage(33, 234.26, 1.7);
}

void loop()
{
  readVoltageAC();

```

```

readVoltageDC();
Blynk.run();
timer.run();
}

void readVoltageAC() // membaca tegangan AC
{
  emon1.calcVI(20,1000);
  double a = emon1.Vrms;

  if (a >=0 && a < 39){
    tegangan = (a-19);
    Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);}
  if (a >=39 && a < 54){
    tegangan = (a-((0.33*a)+6.13));
    Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);} if
  (a >=54 && a < 66){
    tegangan = (a-((0.1666*a)+15.001));
    Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);}
  if (a >=66 && a < 82){
    tegangan = (a-((0.375*a)+1.25));
    Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);} if
  (a >=82 && a < 95){
    tegangan = (a-((0.2307*a)+13.083));
    Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);}
  if (a >=95 && a < 108){
    tegangan = (a-((0.2307*a)+13.083));
    Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);}
  if (a >=108 && a < 138){ tegangan
    = (a-38);
    Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);}
  if (a >=138 && a < 147){
    tegangan = (a-((-0.1111*a)+53.336));
    Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);}
  if (a >=147 && a < 156){
    tegangan = (a-((-0.1112*a)+53.339));
    Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);}
  if (a >=156 && a < 164){ tegangan
    = (a-(-0.25*a)+75);
    Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);}
  if (a >=164 && a < 173){
    tegangan = (a-((-0.1111*a)+52.221));
    Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);}
  if (a >=173 && a < 180){
    tegangan = (a-((-0.4285*a)+107.13));
    Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);}
  if (a >=180 && a < 188){ tegangan
    = (a-((-0.25*a)+75));
    Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);}
  if (a >=188 && a < 191){
    tegangan = (a-((-0.667*a)+153.4)); Blynk.virtualWrite(V1,
    tegangan);}
}

```

```

if (a >= 191 && a < 192){ tegangan
= (a-26);
  Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);}
if (a >= 192 && a < 194){
  tegangan = (a-((-2)*a)+408);
  Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);} if
(a >= 194 && a < 200){
  tegangan = (a-20);
  Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);} if
(a >= 200 && a < 202){
  tegangan = (a-((0-0.5*a)+120));
  Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);} if
(a >= 202 && a < 207){
  tegangan = (a-((-a)+221));
  Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);} if
(a >= 207 && a < 211){
  tegangan = (a-((-0.75*a)+169.25));
  Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);} if
(a >= 211 && a < 215){
  tegangan = (a-((-0.25*a)+63.75));
  Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);} if
(a >= 215){
  tegangan = (a-10);
  Blynk.virtualWrite(V1, tegangan);}
delay(1000);
}

void readVoltageDC() // membaca tegangan DC
{
  value = analogRead(analogInputDC); vin =
  value;
  if(value > 0){
    y = (0.0039 * vin) + 0.6648;
  } else {
    y = 0;
  }
  //Serial.println(vin);
  Blynk.virtualWrite(V2, y); // Kirim nilai tegangan ke Blynk delay(500);
}

BLYNK_WRITE(V4) // Switch Widget for Relay on V4
{
  int relayState = param.asInt(); // Get value from switch

  if (relayState == 1) {
    digitalWrite(relayPin, HIGH); // Turn on relay when switch is ON
  } else {
    digitalWrite(relayPin, LOW); // Turn off relay when switch is OFF
  }
}

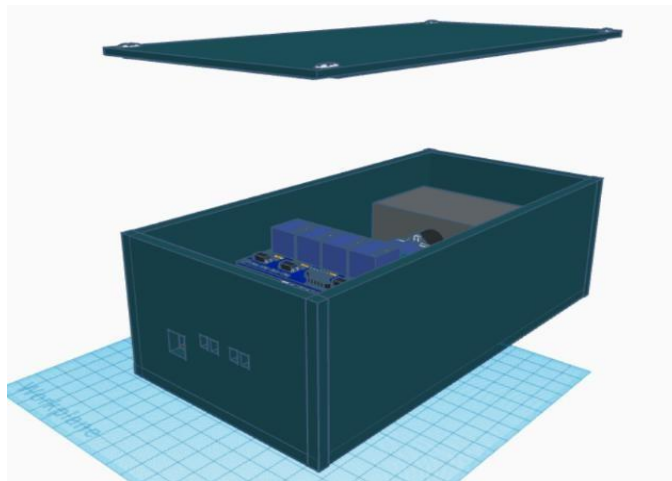
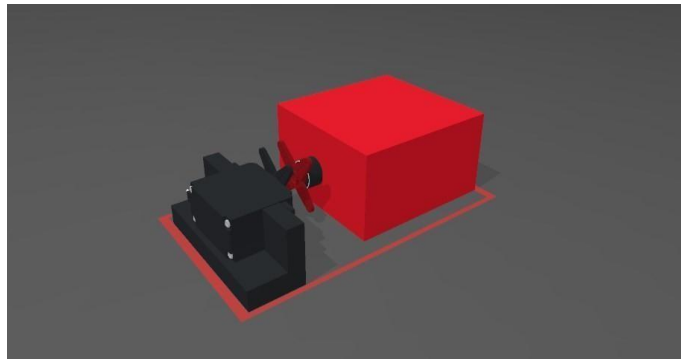
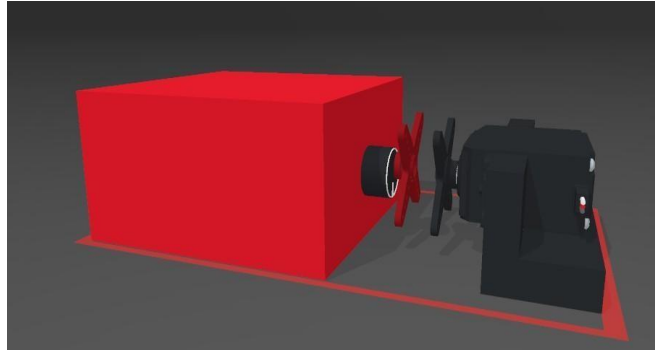
```

```

BLYNK_WRITE(V0) // Slider Widget for Servo 1 on V0
{
  int pos1 = param.asInt(); // Get value from slider
  servo1.write(pos1); // Set servo 1 position
  int pos2 = pos1;
  Serial.print(pos1);
  //mengkonversi derajat menjadi kecepatan
  if (pos1 >=0 && pos1 < 20){
    kecepatan = 0;
    Blynk.virtualWrite(V3, kecepatan);}
  if (pos1 >=20 && pos1 < 40){
    kecepatan = ((0.1442*pos1)+0.54);
    Blynk.virtualWrite(V3, kecepatan);}
  if (pos1 >=40 && pos1 < 45){
    kecepatan = ((0.058*pos1)+3.84);
    Blynk.virtualWrite(V3, kecepatan);}
  if (pos1 >=45 && pos1 < 55){
    kecepatan = ((0.406*pos1)-11.727);
    Blynk.virtualWrite(V3, kecepatan);}
  if (pos1 >=55 && pos1 < 60){
    kecepatan = ((1,006*pos1)-44.82);
    Blynk.virtualWrite(V3, kecepatan);}
  if (pos1 >=60 && pos1 < 65){
    kecepatan = ((0.104*pos1)+9.3);
    Blynk.virtualWrite(V3, kecepatan);}
  if (pos1 >=65 && pos1 < 95){
    kecepatan = ((0.0344*pos1)+13.826);
    Blynk.virtualWrite(V3, kecepatan);}
  if (pos1 >=95 && pos1 < 100){
    kecepatan = ((0.004*pos1)+16.72);
    Blynk.virtualWrite(V3, kecepatan);}
  if (pos1 >=100 && pos1 < 130){
    kecepatan = ((0.0151*pos1)+15.629);
    Blynk.virtualWrite(V3, kecepatan);}
  if (pos1 >=130 && pos1 < 150){
    kecepatan = ((0.004*pos1)+17.082);
    Blynk.virtualWrite(V3, kecepatan);}
  if (pos1 >=150){
    kecepatan = ((0.0162*pos1)+15.255);
    Blynk.virtualWrite(V3, kecepatan);}
}

```

Lampiran 1.3 Desain 3D Dimmer IoT



Lampiran 1.4 Proses pengerjaan *Dimmer IoT*

