



TUGAS AKHIR – LI1956404

**RANCANG BANGUN PELONTAR BOLA TENIS
MEJA OTOMATIS BERBASIS ARDUINO YANG
DIINTEGRASIKAN DENGAN SIARAN
LANGSUNG TIKTOK SEBAGAI TRIGGER**

RAFLIE NURIVANSYAH

NRP 33112101044

Dosen Pembimbing

A Labib Fardany Faisal, M.T.I. Pembimbing I

Muhammad Nur, S.Si., M.T. Pembimbing II

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK LISTRIK
INDUSTRI**

JURUSAN TEKNOLOGI ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI MADURA

SAMPANG

2026



TUGAS AKHIR – LI1956404

**RANCANG BANGUN PELONTAR BOLA TENIS
MEJA OTOMATIS BERBASIS ARDUINO YANG
DIINTEGRASIKAN DENGAN SIARAN
LANGSUNG TIKTOK SEBAGAI TRIGGER**

RAFLIE NURIVANSYAH

NRP 33112101044

Dosen Pembimbing

A Labib Fardany Faisal, M.T.I. Pembimbing I

Muhammad Nur, S.Si., M.T. Pembimbing II

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK LISTRIK
INDUSTRI**

JURUSAN TEKNOLOGI ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI MADURA

SAMPANG

2026

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Raflic Nurivansyah
NRP : 33112101044
Program Studi : D3 Teknik Listrik Industri
Jurusan : Teknologi Elektro
Tahun Akademik : 2026

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul "RANCANG BANGUN PELONTAR BOLA TENIS MEJA OTOMATIS BERBASIS ARDUINO YANG DIINTEGRASIKAN DENGAN SIARAN LANGSUNG TIKTOK SEBAGAI TRIGGER" adalah original, belum pernah dibuat oleh pihak lain, dan bebas dari plagiarisme.

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Sampang, 15 Juli 2026

Yang menyatakan,



Rafie Nurivansyah

NRP. 33112101044

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Pelontar Bola Tennis Meja Otomatis
Berdasarkan Arduino Yang Diintegrasikan Dengan Sinar
Langsung Tiktok Sebagai Trigger

Penulis : Rafie Nurivansyah

NRP : 33112101044

Program Studi : DIII Teknik Listrik Industri

Jurusan : Teknologi Elektro

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk disidangkan.
Ditandatangani di Gedung A, Politeknik Negeri Madura.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



Mohammad Nur, S.Si., M.T.
NIP. 198605082019031007

Dosen Pembimbing I



Alabib Fardany Faisal, M.T.I.
NIP. 199304132022031015

Koordinator Program Studi

Teknik Listrik Industri



Bayu Prabharsana, S.ST., M.T.
NIP. 199405312019031009

Ketua Jurusan

Teknologi Elektro



Mohammad Nur, S.Si., M.T.
NIP. 198605082019031007

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

**Rancang Bangun Pelontar Bola Tennis Meja Otomatis
Berbasis Arduino Yang Diintegrasikan Dengan Siaran
Langsung Tiktok Sebagai Trigger**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Ahli Madya Teknik
Pada,
Jurusan Teknologi Elektro
Politeknik Negeri Madura

Oleh:

Rafie Nurivansyah
NRP. 33112101044

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal, 28 Juli 2026
dan telah sesuai dengan ketentuan.

Disetujui Tim Penguji Tugas Akhir:

1. A Labib Fardany Faisal, M.T.I.....(Pembimbing I)
2. Mohammad Nur, S.Si., M.T.....(Pembimbing II)
3. Dr. Kuku Widarsono, S.T., M.T.....(Penguji I)
4. Ahmad Mustofa, S.Kom., M.Kom.....(Penguji II)
5. Firman Matinu Sigit, S.T., M.T.....(Penguji III)
6. Endin Tri Hartanto, A. Md., S.T., M.T., M. Tr.Opsla.....(Penguji IV)

Sampang

28 Juli 2026

RANCANG BANGUN PELONTAR BOLA TENIS MEJA OTOMATIS BERBASIS ARDUINO YANG DIINTEGRASIKAN DENGAN SIARAN LANGSUNG TIKTOK SEBAGAI TRIGGER

Nama : Rafli Nurivansyah
NRP : 33112101044
Dosen Pembimbing 1 : A Labib Fardany Faisal,
M.T.I.
Dosen Pembimbing 2 : Muhammad Nur, S.Si.,
M.T.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi digital mendorong pemanfaatan sistem otomatis yang terintegrasi dengan platform daring untuk menciptakan interaksi *real-time*, salah satunya melalui fitur siaran langsung *TikTok Live*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun pelontar bola tenis meja otomatis berbasis mikrokontroler yang diintegrasikan dengan siaran langsung *TikTok Live* sebagai

trigger kerja alat. Metode penelitian meliputi studi literatur, perancangan dan perakitan perangkat keras, pemrograman mikrokontroler, integrasi sistem menggunakan *API* atau *library* pihak ketiga yang digunakan secara legal, serta pengujian kinerja alat untuk mengetahui responsivitas, konsistensi pelontaran bola, dan tingkat keberhasilan *trigger*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespons *event gift* TikTok secara *real-time* dan mengendalikan motor pelontar bola sesuai dengan perintah yang diterima. Dengan demikian, sistem ini dapat dimanfaatkan sebagai media latihan tenis meja yang lebih interaktif sekaligus membuka peluang pengembangan konten siaran langsung berbasis teknologi *Internet of Things (IoT)*.

Kata kunci: Mikrokontroler, pelontar bola otomatis, *TikTok Live*, *Trigger gift*, *Internet of Things*.

***DESIGN OF AN ARDUINO-BASED
AUTOMATIC TABLE TENNIS BALL
LAUNCHER INTEGRATED WITH TIKTOK
LIVE STREAMING AS A TRIGGER***

Name : Rafli Nurivansyah
NRP : 33112101044
Supervisor 1 : A Labib Fardany Faisal,
M.T.I.
Supervisor 2 : Muhammad Nur, S.Si.,
M.T.

ABSTRACT

This study aims to develop an automatic food dispenser system that responds to audience interactions during TikTok live streaming as a positive and dignified form of digital content. The system utilizes event data in the form of gifts, likes, and follows obtained through the Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) communication protocol and processed by an ESP32 microcontroller to control actuators such as servo motors, a DC motor, LEDs,

and a DFPlayer Mini audio module. The MQTT protocol is applied due to its lightweight characteristics, real-time communication capability, and suitability for Internet of Things (IoT) systems using an efficient publish–subscribe mechanism. Audience interaction data received through the MQTT broker triggers physical actions in the form of automatic food dispensing and audio-visual responses, creating an interactive experience between viewers and the system. The research method includes a literature study, mechanical and electrical design, software integration, and functional system testing. The expected outcome is a system that connects live streaming activities with sustainable social actions, provides economic opportunities for content creators, and promotes awareness of animal welfare.

Keywords: *TikTok Live Streaming, Automatic Food Dispenser, Internet of Things, MQTT, Audience Interaction.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa yang telah memberi kekuatan, kemampuan, dan kesabaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tujuan penulisan tugas akhir adalah memenuhi salah satu persyaratan bagi mahasiswa untuk dapat menyelesaikan pendidikan Diploma-3 Program Studi Teknik Listrik Industri jurusan Teknologi Elektro di Politeknik Negeri Madura.

Dalam tugas akhir ini, penulis berperan sebagai editor telah menyusun laporan TA berjudul “Rancang Bangun Pelontar Bola Tennis Meja Otomatis Berbasis Arduino Yang Diintegrasikan Dengan Siaran Langsung Tiktok Sebagai Trigger”.

Laporan TA ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari orang-orang yang berada di sekitar penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Ibu Laily Ulfiyah, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Madura.

2. Bapak A Labib Fardany Faisal, M.T.I. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan banyak membantu selama masa pembuatan Tugas Akhir.
3. Bapak Muhammad Nur, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan sangat membantu dalam selama masa pembuatan Tugas Akhir.
4. Terima kasih banyak juga kepada keluarga saya sendiri terutama pada Ibu, Ayah dan juga Kakak-kakak saya yang sudah banyak memberi support dari segala hal yang selalu membuat penulis semangat dalam mengerjakan proposal tugas akhir ini.
5. Terima kasih juga kepada teman teman yang sudah membantu penulis dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini. Para dosen dan tenaga kependidikan Politeknik Negeri Madura yang telah melayani mahasiswa selama penulis menempuh pendidikan di sini.

6. Terima kasih juga kepada Agnes Cicilia Marbun, S.Kom. telah menemani penulis mencapai kesuksesan dalam pelaksanaan Tugas Akhir.
7. Terima kasih untuk terbitnya kembali album dari band Bring Me The Horizon yang berjudul Count Your Blessings (Repented) yang sudah menemani proses pengerjaan Tugas Akhir saya.
8. Terima kasih untuk saudara Rizky Ilhami dan Muhammad Aditya Rahman telah menemani proses penyusunan Tugas Akhir saya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tugas akhir ini. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk tugas akhir ini.

Sampang, 22 Januari 2026,

Yang Menyatakan



Rafli Nurivansyah

NRP. 33112101044

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	3
LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR.....	5
LEMBAR PENGESAHAN.....	6
ABSTRAK	7
<i>ABSTRACT</i>	9
KATA PENGANTAR.....	11
DAFTAR ISI	14
DAFTAR TABEL.....	17
DAFTAR GAMBAR.....	18
DAFTAR LAMPIRAN	19
BAB I	20
PENDAHULUAN.....	20
1.1 Latar Belakang	20
1.2 Rumusan Masalah	22
1.3 Batasan Masalah.....	23
1.4 Tujuan.....	24
1.5 Manfaat	25

BAB II.....	26
TINJAUAN PUSTAKA	26
2.1 Penelitian Sebelumnya	26
2.2 Dasar Teori	32
2.2.1 Pelontar Bola Tennis Meja Otomatis.....	32
2.2.2 Sistem Otomatis dan Mekatronika	32
2.2.3 Tiktok Live dan Sistem Gift	33
2.2.4 MQTT (<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>)	34
BAB III.....	35
METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Tahapan Penelitian	35
3.2 Tahap Pelaksanaan Tugas Akhir.....	37
3.2.1 Flowchart Alur Tugas Akhir	37
3.2.2 Study Literature.....	39
3.2.3 Perancangan Sistem.....	39
3.2.4 Flowchart Mekanisme Alat	40
3.2.5 Flowchart Software ESP32	42

3.2.6 Blok Diagram Sistem	45
3.3 Desain Rancang <i>Hardware</i>	46
3.4 Jadwal Kegiatan	47
BAB IV	51
HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Pengujian penerimaan data <i>like</i>	51
4.2 Pengujian penerimaan data <i>gift</i>	54
4.3 Pengujian <i>Response Time</i> data pada sistem.....	58
BAB V	61
HASIL DAN PEMBAHASAN	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	68
BACKUP LAMPIRAN	69
BIOGRAFI PENULIS.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel Perbandingan Studi Sebelumnya.....	29
Tabel 2-3. Perencanaan Pelaksanaan Tugas Akhir.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Low-cost Automated Tables Tennis Launcher</i>	25
Gambar 2. <i>AIMY Open-source Tables Tennis Launcher</i>	26
Gambar 3. <i>mTTTbot: Multiple Style Table Tennis Trainer & Ball Launcher Robot</i>	28
Gambar 4. Flowchart Perancangan Sistem.....	35
Gambar 5. Flowchart Mekanisme Alat.....	38
Gambar 6. Flowchart <i>Software</i>	40
Gambar 7. Blok Diagram Sistem.....	43
Gambar 8. Desain Rancang <i>Hardware</i>	44
Gambar 9. Data pengujian like.....	51
Gambar 10. Data pengujian <i>gift</i>	54
Gambar 11. Tabel dan grafik pengamatan <i>response time</i> sistem.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Arduino Program

Lampiran 2. Dokumentasi

Lampiran 3. Rekap Data

Lampiran 4. *Similarity*

Lampiran 5. Laporan Bimbingan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan besar pada cara masyarakat melakukan interaksi, hiburan, dan kegiatan ekonomi. Salah satu platform yang berkembang pesat adalah TikTok, terutama fitur TikTok Live, yang memungkinkan kreator berinteraksi langsung dengan penonton secara *real-time*. Dalam fitur ini, penonton dapat mengirimkan *gift* sebagai bentuk dukungan, apresiasi, atau interaksi kepada kreator. *Gift* tersebut tidak hanya memiliki nilai ekonomi, tetapi juga menjadi sarana *engagement* yang meningkatkan kreativitas konten *live streaming*.

Seiring meningkatnya popularitas TikTok Live, muncul berbagai inovasi yang menghubungkan event *gift* dengan perangkat fisik di dunia nyata. Integrasi ini memberikan pengalaman interaktif dan unik bagi penonton, seperti memicu lampu, sistem suara, atau alat mekanik tertentu ketika kreator menerima *gift*. Namun, sebagian besar implementasi masih bersifat sederhana, manual, atau tidak

terstruktur. Hal ini membuka peluang untuk pengembangan sistem mekanis dan elektronik yang lebih terintegrasi dan otomatis.

Autopong merupakan salah satu perangkat mekanik yang dapat bergerak secara otomatis untuk menghasilkan gerakan tertentu, misalnya gerakan memukul bola atau menekan bagian tertentu dari permainan interaktif. Dengan memadukan teknologi mikrokontroler, mekanik, dan API TikTok Live, diharapkan Autopong dapat berfungsi sebagai perangkat interaktif yang aktif setiap kali kreator menerima *gift* tertentu dari penonton.

Pengembangan sistem ini tidak hanya bertujuan untuk menghasilkan hiburan kreatif, tetapi juga memberikan kontribusi pada perkembangan pembelajaran teknologi di bidang *Internet of Things* (IoT), otomasi, dan sistem kontrol *real-time*. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa atau kreator konten yang ingin mengembangkan perangkat interaktif berbasis *trigger* dari platform digital.

Namun, untuk menjaga keamanan dan legalitas sistem, proses deteksi *event gift* TikTok pada penelitian ini tidak dilakukan melalui *reverse engineering* aplikasi TikTok,

melainkan menggunakan API atau *library* pihak ketiga yang tersedia secara legal. Dengan demikian, penelitian tetap berada dalam jalur etis dan sesuai dengan ketentuan platform.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperlukan suatu penelitian mengenai pembuatan Autopong yang dapat aktif secara otomatis melalui *trigger gift* TikTok, mulai dari perancangan perangkat keras, integrasi perangkat lunak, hingga pengujian performa sistem.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas yang telah dijabarkan, Permasalahan yang akan dikaji dalam pembuatan “Rancang Bangun Pelontar Bola Tennis Meja Otomatis Berbasis Mikrokontroler Yang Diintegrasikan Dengan Siaran Langsung Tiktok Sebagai Trigger”, ialah::

1. Bagaimana merancang sistem Autopong yang dapat bergerak secara otomatis ketika menerima *trigger gift* dari TikTok Live?
2. Bagaimana cara menghubungkan *event gift* TikTok ke mikrokontroler agar dapat mengirimkan sinyal penggerak ke Autopong?

3. Bagaimana performa Autopong dalam mengeksekusi gerakan berdasarkan *gift* TikTok yang diterima secara *real-time*?
4. Seberapa tinggi tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi *gift* TikTok dan mengonversinya menjadi aksi fisik?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Sistem hanya mendeteksi *gift* TikTok tertentu, tidak semua jenis *gift*.
2. Proses pembacaan *gift* TikTok menggunakan *API/third-party tools* (misal WebSocket library TikTok Live), bukan *reverse engineering* aplikasi TikTok langsung..
3. Autopong hanya melakukan 2 jenis gerakan yang sudah ditentukan (kecepatan lontar, dan jumlah bola yang dilontarkan) setiap kali *trigger* diterima.
4. Sistem penggerak yang digunakan dibatasi pada komponen yang umum tersedia, seperti servo motor atau motor dc lainnya.
5. Pengujian dilakukan dalam skala laboratorium

atau simulasi *live* sederhana, bukan untuk penggunaan komersial jangka panjang.

6. Tidak mencakup pembuatan aplikasi TikTok atau modifikasi internal TikTok. Fokus TA pada integrasi sensor—mikrokontroler—API saja, tanpa AI.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun sistem Autopong yang dapat bergerak secara otomatis sebagai respon dari *gift* TikTok yang diterima pada *live streaming*.
2. Mengintegrasikan sistem dengan API/*third-party tools* untuk membaca *event gift* TikTok secara *real-time*.
3. Membuat program mikrokontroler (misal ESP32/Arduino) untuk menerima sinyal *trigger* dan menggerakkan Autopong.
4. Menguji performa alat berdasarkan responsivitas, konsistensi gerakan, dan tingkat keberhasilan *trigger* dari *gift* TikTok.

1.5 Manfaat

Adapun beberapa manfaat yang didapatkan dari pembuatan alat ini adalah:

1. Mendukung latihan mandiri dan peningkatan *skill* atlet
2. Pengendalian jarak jauh (*Remote Control*) yang lebih fleksibel
3. Integrasi interaktif melalui TikTok Live menjadikannya ladang untuk berbisnis
4. Sistem pelatihan yang lebih efisien.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Sistem Rancang Bangun Pelontar Bola Tennis Meja Otomatis Berbasis Mikrokontroler Yang Diintegrasikan Dengan Siaran Langsung TikTok Sebagai Trigger, acuan yang berhubungan dengan konsep yang dilakukan ialah:

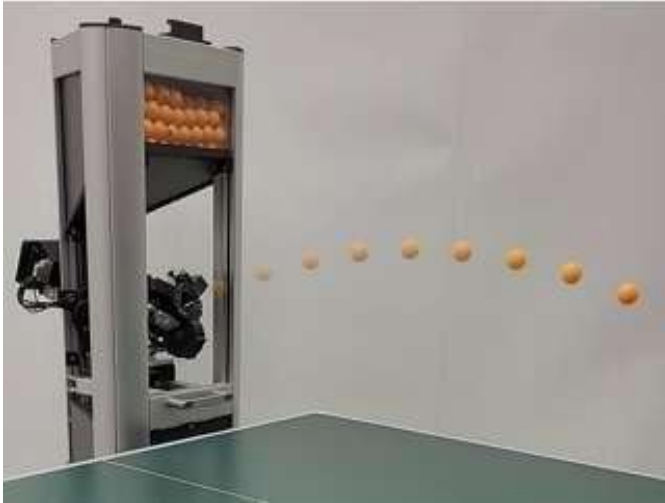
Pada penelitian ini, Barath Ponnusamy, Wong Fei Yong dan Zulkifli Ahmad yang berjudul "*Low-cost Autoated Tables Tennis Launcher*". Diketahui alat pelontar tersebut memiliki tujuan utama yaitu alat latihan untuk pemain tenis meja dengan harga terjangkau, penilitan tersebut menggunakan 1 motor DC servo dan 1 motor DC dengan daya 5v yang dikendalikan menggunakan arduino dan *bluetooth virtual controller* yang ada di *smartphone* dengan rangka yang dibuat dari kayu dan tabung pengisi bola yang terbuat dari plastik yang disalurkan ke pipa PVC untuk dilontarkan..



Gambar 1. *Low-cost Automated Tables Tennis Launcher* [1].

Pada penelitian ini, Alexander Dittrich, Jan Schneider, Simon Guist, Nico Gurtler, Heiko Ott, Thomas Steinbrenner, Bernhard Scholkopf and Dieter Buchler dengan penelitian berjudul “*AIMY: An Open-source Table Tennis Ball Launcher for Versatile and High-fidelity Trajectory Generation*”. Diketahui alat pelontar tersebut memiliki tujuan utama yaitu alat Penelitian kecepatan bola dan arah bola dilontarkan, penelitian tersebut menggunakan 3 Brushless motor dengan daya 5v dan 24v yang dikendalikan menggunakan Raspberry Pi dan API Python untuk mengontrol waktu lontar dan *delay* yang ditunjukkan pada

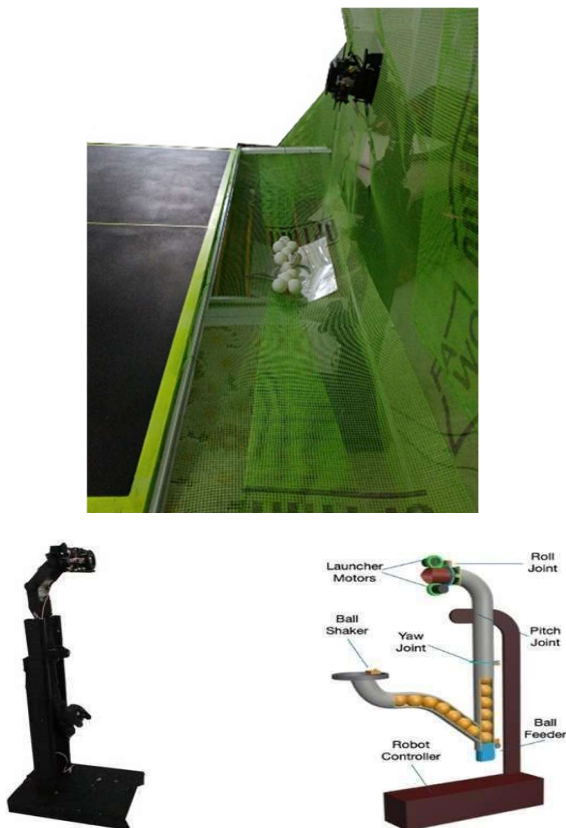
Layar monitor yang berukuran 7 inch dengan rangka yang dibuat dari Besi dan tabung pengisi bola yang terbuat dari filamen yang dibuat dengan metode 3D print yang disalurkan ke pipa filamen untuk dilontarkan.



Gambar 2. AIMY *Open-source Tables Tennis Launcher* [2].

Pada penelitian ini, Musta Tasci dengan penilitan berjudul “*mTTTbot: Multiple Style Table Tennis Trainer & Ball Launcher Robot*”. ”. Diketahui alat pelontar tersebut memiliki tujuan utama yaitu alat latihan untuk pemain tenis meja yang sudah professional, penilitan tersebut menggunakan 1 motor DC servo dan 2 motor DC brushless dengan daya 12v yang dikendalikan menggunakan

Mikrokontroler dan *bluetooth virtual controller* yang ada di *smartphone* dengan rangka yang dibuat dari filamen menggunakan metode 3D print dan tabung pengisi bola yang terbuat dari Jaring – jaring yang dibentuk di sekitar tabung penghisap bola yang disalurkan ke pipa PVC untuk dilontarkan.



9

Gambar 3. *mTTTbot: Multiple Style Table Tennis Trainer & Ball Launcher Robot* [3].

Tabel 1. Tabel perbandingan studi sebelumnya.

No	Aspek	Autopong	mTTTbot	Low Cost Launcher	AIMY
1	Tujuan	Membuka peluang bisnis siaran langsung dengan mengedepankan metode latihan tenis meja	Alat latihan atlet	Alat latihan murah	Riset presisi
2	Motor	2 DC	Brushless + Servo	DC + Servo	3 Brushless
3	Daya	24V	12V	5V	5V & 24V
4	Controller	Mikrokontroler	Mikrokontroler + Android	Arduino + Bluetooth	Raspberry Pi + API
5	Material	Plastic + PVC	3D print + PVC	Kayu + PVC	Logam + busa

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pelontar Bola Tennis Meja Otomatis

Pelontar bola tenis meja merupakan alat yang digunakan untuk membantu latihan atlet dengan cara melontarkan bola secara otomatis dan berulang. Alat ini memungkinkan pemain berlatih tanpa memerlukan lawan secara langsung. *Table tennis ball launcher is a device designed to automatically shoot balls at various speeds and directions for training purposes* [4].

Pada proyek ini, penggunaan pelontar bola otomatis dapat meningkatkan efisiensi latihan karena gerakan bola lebih konsisten dan dapat diatur sesuai kebutuhan pemain. Selain itu, diintegrasikan dengan API siaran langsung tiktok dan *gift* sebagai *trigger*-nya, menjadikan latihan tersebut sebagai ladang berbisnis.

2.2.2 Sistem Otomatis dan Mekatronika

Sistem otomatis adalah sistem yang mampu bekerja tanpa intervensi manusia secara langsung.

Dalam sistem mekatronika, perangkat mekanik dikombinasikan dengan sistem elektronik dan kontrol.

Automation systems are designed to operate with minimal human intervention using control and sensing technologies [5].

2.2.3 Tiktok Live dan Sistem Gift

TikTok Live adalah fitur siaran langsung yang memungkinkan kreator berinteraksi dengan penonton secara *real-time*. Penonton dapat mengirim *gift virtual* sebagai bentuk dukungan. *TikTok LIVE allows creators to interact with viewers in real time and receive virtual gifts[6].*

Pada project ini, *gift* tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pemicu sistem interaktif berbasis perangkat keras dan membantu para pengguna mendapatkan penghasilan dan latihan secara bersamaan dengan *gift* yang memiliki fitur berbeda - beda sesuai jumlah yang sudah ditentukan.

2.2.4 MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*)

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) merupakan sebuah protokol komunikasi data yang diaplikasikan pada sistem karena memiliki karakteristik yang ringan [7]. Protokol ini memiliki keunggulan dalam kemampuan komunikasi secara langsung atau *real-time*, serta memiliki tingkat kesesuaian yang sangat baik untuk diterapkan pada ekosistem sistem *Internet of Things* (IoT) [8]. Mekanisme kerja MQTT berjalan secara efektif dengan memanfaatkan metode *publish-subscribe* yang efisien [7]. Melalui perantara sebuah MQTT *broker*, data interaksi dari audiens yang masuk ke dalam sistem akan ditangkap untuk memicu terjadinya aksi atau respon fisik pada aktuator perangkat keras [8]. Secara keseluruhan, protokol komunikasi MQTT terbukti memiliki keunggulan utama pada aspek kecepatan transmisi data ketika diintegrasikan ke dalam sistem kontrol pelontar otomatis [8].

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini terbagi menjadi 3 ialah metode studi literatur dan observasi mengenai perkembangan alat pelontar bola tenis meja otomatis, metode perancangan *hardware* alat pelontar bola tenis otomatis serta pengujian *hardware* dan analisa hasil pengujian serta pengoptimalan kinerja kontrol dan mengintegrasikan mikrokontroler dengan API tiktok.

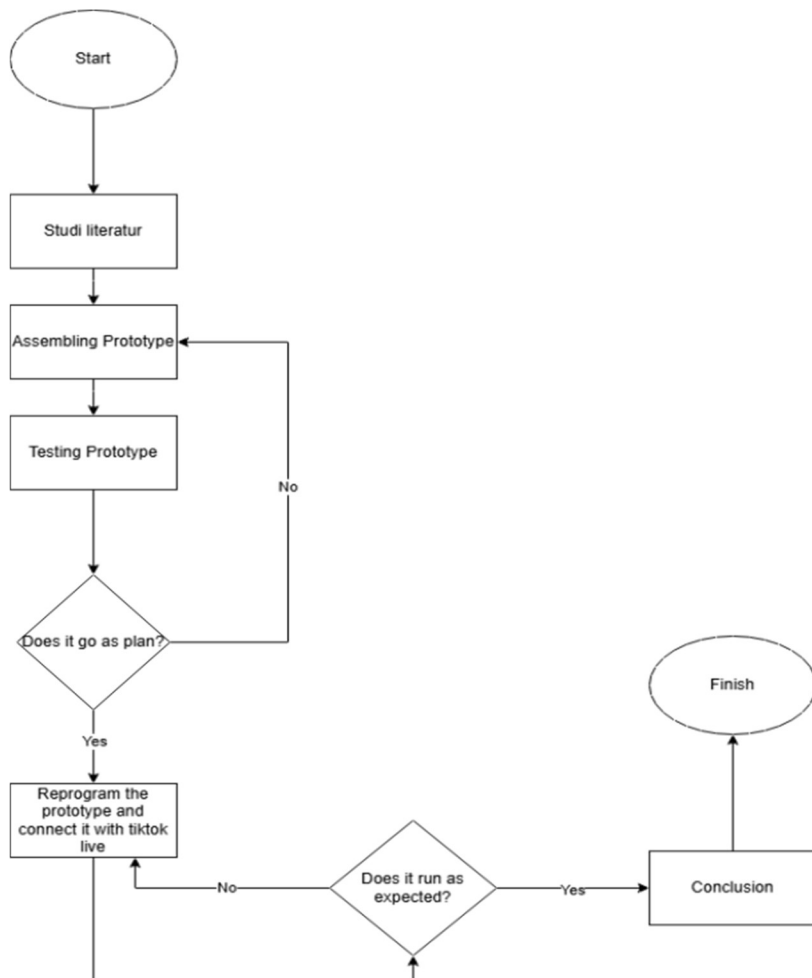
Tahap pertama adalah studi literatur dan observasi mengenai perkembangan alat pelontar bola tenis meja otomatis. Observasi ini ditujukan untuk menentukan apakah perkembangan alat pelontar bola tenis meja otomatis ini dijadikan alat latihan yang praktis dan bisa menjadi sumber pemasukan bagi para pemain. Mencari beberapa sumber proyek yang sudah diterbitkan. Setelah dilakukannya observasi, saya mendapatkan beberapa data proyek sebelumnya dan dilakukan perbandingan guna melakukan pengembangan.

Tahap kedua adalah perancangan *hardware* pada tahap ini, saya akan mulai merakit *hardware* yang sudah saya pesan, membuat kerangka untuk *base* Autopong, membuat *coding* untuk mengintegrasikan mikontroler dengan API Tiktok dan mulai melakukan pengujian *hardware* untuk menentukan apakah *hardware* tersebut berhasil dirakit dan siap dioptimalkan.

Tahap ketiga adalah pengoptimalan kinerja pelontar. pada tahap ini setelah saya melakukan pengujian *hardware*, saya melakukan pengoptimalan dengan cara melakukan penggunaan perantara *server*, penggunaan format data yang sederhana, penggunaan koneksi yang stabil, penggunaan *library* Tiktok yang stabil.

3.2 Tahap Pelaksanaan Tugas Akhir

3.2.1 Flowchart Alur Tugas Akhir



Gambar 4. *Flowchart* Perancangan Sistem.

Flowchart proposal penelitian

menggambarkan tahapan penyusunan proposal tugas akhir secara sistematis. Proses dimulai dari tahap identifikasi masalah, yaitu mengamati kebutuhan dan peluang pemanfaatan teknologi pelontar bola tenis meja yang dapat bekerja secara otomatis dan interaktif. Tahap berikutnya adalah studi literatur, yang bertujuan untuk mengumpulkan referensi terkait mikrokontroler, sistem pelontar bola otomatis, TikTok Live, API, serta konsep *Internet of Things* (IoT). Hasil studi literatur digunakan sebagai dasar ilmiah dalam perancangan sistem.

Selanjutnya dilakukan perumusan tujuan penelitian, yaitu merancang dan membangun alat pelontar bola tenis meja otomatis yang dapat diaktifkan melalui *trigger gift* TikTok Live. Setelah tujuan ditetapkan, dilakukan perancangan sistem, yang meliputi desain perangkat keras, perangkat lunak, serta integrasi sistem.

Tahap akhir dari *flowchart* ini adalah penyusunan proposal, di mana seluruh hasil analisis dan perancangan disusun secara sistematis dalam

bentuk proposal tugas akhir. Proses kemudian dinyatakan selesai.

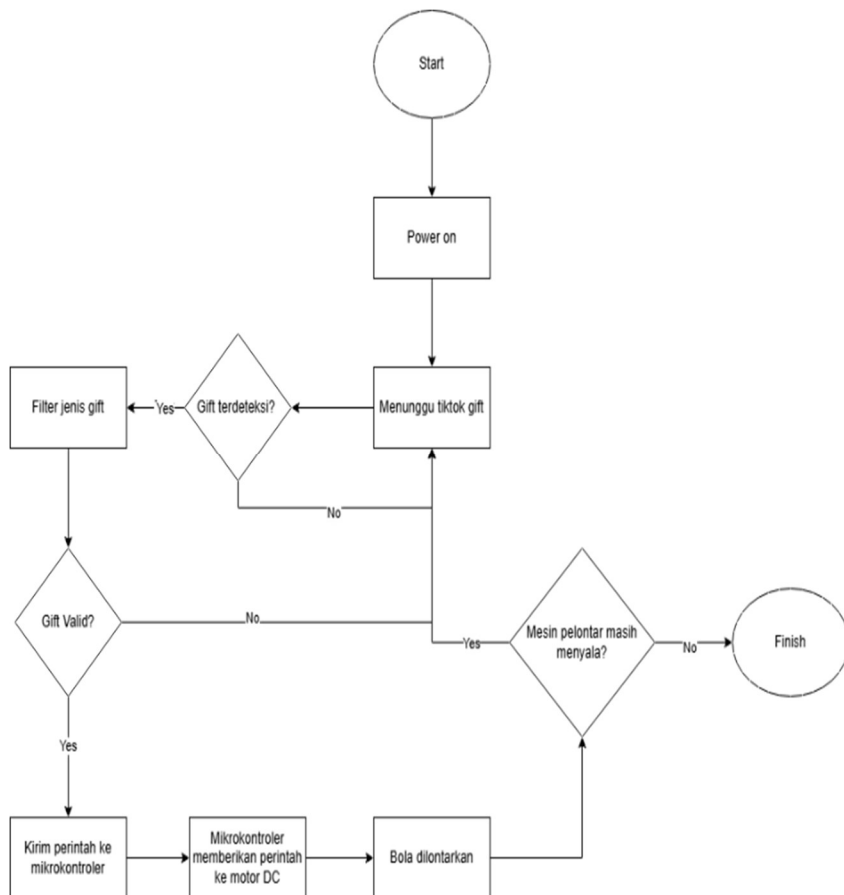
3.2.2 Study Literature

Studi literatur pada penelitian ini tahap untuk mengumpulkan referensi yang sesuai dengan sistem yang akan dibuat yaitu pembahasan mengenai alat pelontar bola tenis meja otomatis yang sudah pernah dibuat dan dikembangkan dengan tujuan yang berbeda - beda seperti *Low Cost Automatic Table Tennis Ball Lancher* yang bertujuan menciptakan alat latihan dengan harga yang ekonomis, bahan – bahan yang digunakan untuk membuat alat tersebut dan daya yang dibutuhkan.

3.2.3 Perancangan Sistem

Tahap ini berfungsi untuk mengumpulkan membuat desain 3D sebagai acuan perawakan *hardware* yang nantinya akan direalisasikan menjadi *prototype*.

3.2.4 Flowchart Mekanisme Alat



Gambar 5. *Flowchart* mekanisme alat.

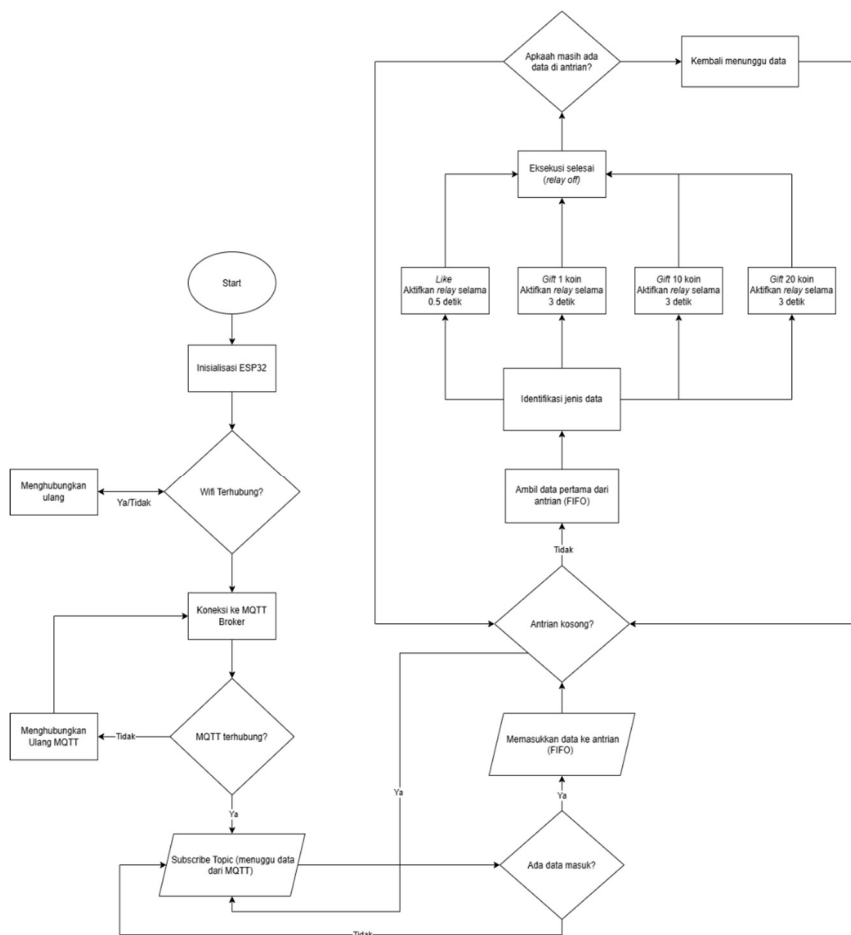
Flowchart integrasi sistem menjelaskan alur kerja integrasi antara TikTok Live, server API, dan mikrokontroler. Proses dimulai dengan koneksi sistem ke TikTok Live API

menggunakan *library* pihak ketiga yang legal. Setelah koneksi berhasil, sistem berada pada kondisi menunggu *event gift* dari penonton.

Ketika sebuah *gift* terdeteksi, sistem akan melakukan proses *filtering* untuk memastikan bahwa *gift* yang diterima sesuai dengan jenis *gift* yang telah ditentukan sebagai *trigger*. Apabila *gift* tidak sesuai, sistem akan kembali ke kondisi menunggu *event*.

Jika *gift* valid terdeteksi, *server* akan mengirimkan perintah ke mikrokontroler atau ESP32. Perintah tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk mengaktifkan aktuator. Setelah perintah dieksekusi, sistem kembali ke kondisi awal untuk menunggu *event gift* berikutnya.

3.2.5 Flowchart Software ESP32



Gambar 6. *Flowchart Software ESP32.*

Flowchart software pada Gambar 6 menjelaskan alur kerja program yang dijalankan pada mikrokontroler ESP32 dalam menerima data dari MQTT, mengelola antrian data

menggunakan metode *First In First Out* (FIFO), serta mengeksekusi aktuator berupa *relay* sesuai dengan jenis data yang diterima.

Proses dimulai dengan inisialisasi ESP32, yang meliputi konfigurasi pin input/output, inisialisasi koneksi WiFi, serta pengaturan komunikasi MQTT. Setelah proses inisialisasi selesai, sistem akan memeriksa status koneksi WiFi. Apabila koneksi WiFi belum berhasil, ESP32 akan melakukan proses menghubungkan ulang (*reconnect*) hingga koneksi berhasil diperoleh. Setelah WiFi terhubung, sistem melanjutkan proses koneksi ke MQTT. Jika koneksi MQTT gagal, sistem akan melakukan proses *reconnect* MQTT secara otomatis hingga koneksi berhasil.

Setelah berhasil terhubung dengan MQTT *Broker*, ESP32 melakukan *subscribe* terhadap topic MQTT yang digunakan sebagai media *server* komunikasi antara dan mikrokontroler. Pada tahap ini sistem berada pada kondisi menunggu data yang dikirimkan dari *server*.

Apabila terdapat data yang masuk melalui MQTT, data tersebut tidak langsung dieksekusi, tetapi terlebih dahulu dimasukkan ke dalam antrean (*queue*) menggunakan metode FIFO (*First In First Out*). Metode ini digunakan agar data

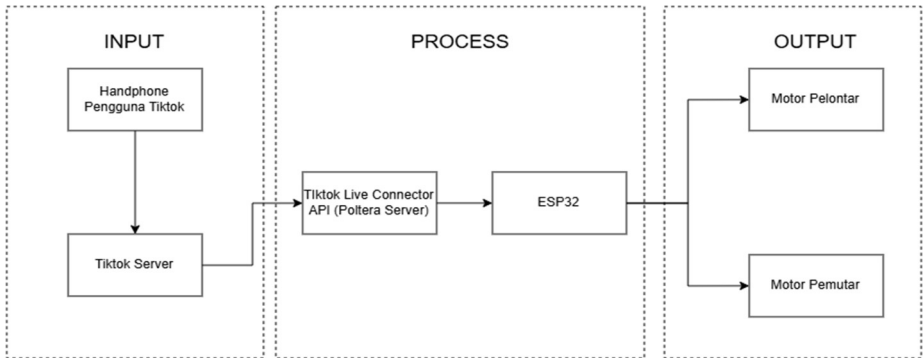
diproses sesuai urutan kedatangannya sehingga tidak terjadi konflik atau penumpukan eksekusi ketika beberapa data diterima secara berurutan.

Selanjutnya sistem memeriksa apakah antrean masih berisi data. Jika antrean tidak kosong, maka ESP32 akan mengambil data pertama dari antrean untuk diproses. Setelah itu sistem melakukan identifikasi jenis data yang diterima, yaitu *Like*, *Gift 1 Koin*, *Gift 10 Koin*, atau *Gift 20 Koin*.

Berdasarkan hasil identifikasi, ESP32 akan mengaktifkan *relay* sesuai dengan aturan yang telah ditentukan. Untuk data *Like*, *relay* diaktifkan selama 0,5 detik, sedangkan untuk *Gift 1 Koin*, *Gift 10 Koin*, dan *Gift 20 Koin*, *relay* diaktifkan selama 3 detik. Aktivasi *relay* ini berfungsi sebagai pemicu motor pelontar bola sehingga aktuator dapat bekerja sesuai perintah yang diterima.

Setelah proses eksekusi selesai dan *relay* dimatikan, sistem kembali memeriksa apakah masih terdapat data di dalam antrean. Jika masih terdapat data, maka proses akan kembali mengambil data berikutnya dari antrean untuk dieksekusi. Sebaliknya, apabila antrean sudah kosong, sistem akan kembali ke kondisi menunggu data dari MQTT sehingga siap menerima perintah berikutnya secara terus-menerus.

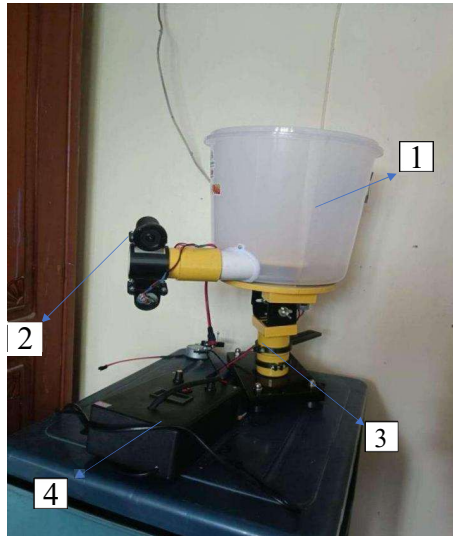
3.2.6 Blok Diagram Sistem



Gambar 7. Blok Diagram Sistem.

Diagram ini menunjukkan alur kerja sistem pelontar bola tenis meja yang terintegrasi dengan TikTok Live. Proses dimulai dari HP pengguna TikTok, di mana penonton mengirimkan *gift* saat siaran langsung. *Gift* tersebut diterima oleh *server* TikTok dan kemudian dibaca oleh TikTok Live Connector API yang berjalan pada *server* Poltera. Data *gift* yang telah diproses dikirimkan ke ESP32 sebagai mikrokontroler utama. ESP32 kemudian mengolah perintah tersebut dan mengaktifkan motor pelontar serta motor pemutar sesuai dengan *trigger* yang diterima, sehingga alat pelontar bola dapat bekerja secara otomatis.

3.3 Desain Rancang *Hardware*



Gambar 8. Desain Rancang *Hardware*.

Berikut merupakan suatu rancangan *hardware* dari tugas akhir ini. pada gambar 8, rancangan diatas meliputi beberapa komponen ialah:

1. Tabung penyimpan bola
2. 2 buah Motor Dc sebagai pelontar bola
3. Tiang penyangga terbuat dari PVC
4. *Power Supply* sebagai sumber daya utama

3.4 Jadwal Kegiatan

Berdasarkan jadwal kegiatan yang telah disusun, setiap arsiran pada tabel menunjukkan waktu pelaksanaan masing-masing kegiatan berdasarkan bulan dan minggu pelaksanaan. Pembagian waktu tersebut dibuat agar proses penelitian dapat berjalan secara terstruktur dan setiap tahapan dapat diselesaikan sesuai target yang telah ditentukan.

Pada kegiatan studi literatur, pelaksanaan dimulai pada minggu pertama bulan Januari dan berlangsung hingga minggu kedua bulan Juni. Kegiatan ini dilakukan secara bertahap selama penelitian berlangsung karena penulis terus menambah referensi dan menyesuaikan teori yang digunakan dengan perkembangan penelitian.

Kegiatan pembelian *hardware* dilaksanakan pada minggu pertama hingga minggu kedua bulan Januari. Selanjutnya kegiatan kembali dilakukan pada minggu pertama dan kedua bulan Maret, serta minggu kedua dan ketiga bulan April. Tahap ini dilakukan secara bertahap karena adanya kebutuhan penambahan maupun penggantian komponen yang disesuaikan dengan proses pengembangan sistem.

Pada tahap perancangan *hardware*, kegiatan dimulai pada minggu ketiga bulan Januari dan berlangsung secara berkelanjutan hingga minggu keempat bulan Juni. Tahapan ini mencakup proses desain rangkaian, penyusunan komponen, serta penyesuaian sistem agar sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Kegiatan simulasi *hardware* dimulai pada minggu ketiga bulan Januari hingga minggu keempat bulan Juni. Simulasi dilakukan untuk menguji rancangan sistem sebelum diterapkan secara langsung sehingga dapat diketahui kinerja dan kemungkinan kesalahan pada sistem.

Tahap *trial and error* dilaksanakan mulai minggu pertama bulan Januari sampai minggu keempat bulan Juni. Pada tahap ini dilakukan pengujian berulang terhadap sistem yang telah dibuat. Hasil pengujian digunakan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan dan penyempurnaan sistem agar dapat bekerja dengan optimal.

Kegiatan konsultasi dengan dosen pembimbing dilakukan secara rutin mulai minggu pertama bulan Januari hingga minggu keempat bulan Juni. Konsultasi ini bertujuan untuk memperoleh arahan, saran, dan evaluasi terkait perkembangan penelitian yang sedang dilakukan.

Selain itu, kegiatan laporan perkembangan Tugas Akhir juga dilakukan secara berkala dari minggu pertama bulan Januari hingga minggu keempat bulan Juni. Laporan ini digunakan untuk mendokumentasikan perkembangan penelitian serta menjadi bahan evaluasi terhadap capaian setiap tahapan penelitian.

Dengan pembagian waktu tersebut, setiap kegiatan penelitian dapat dilaksanakan secara lebih terarah, terukur, dan sistematis sehingga proses penyusunan Tugas Akhir diharapkan dapat selesai sesuai jadwal yang telah direncanakan.

Tabel 2-3. Perencanaan Pelaksanaan Tugas Akhir

Jadwal Kegiatan	Bulan											
	Januari				Februari				Maret			
Studi Literatur	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pembelian Hardware												
Perancangan Hardware												
Simulasi Hardware												
Trial and Error												
Konsultasi dosen pembimbing												
Laporan Perkembangan TA												
Bulan												
Jadwal Kegiatan	April				Mei				Juni			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur												
Pembelian Hardware												
Perancangan Hardware												
Simulasi Hardware												
Trial and Error												
Konsultasi dosen pembimbing												
Laporan Perkembangan TA												

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV menjelaskan tentang hasil dan pembahasan data dari hasil pengujian sistem. Dalam pengujian sistem ini terdapat beberapa macam jenis pengujian yang dilakukan, antara lain:

1. Pengujian penerimaan data *like*
2. Pengujian penerimaan data *gift*
3. Pengujian *response time* data pada sistem

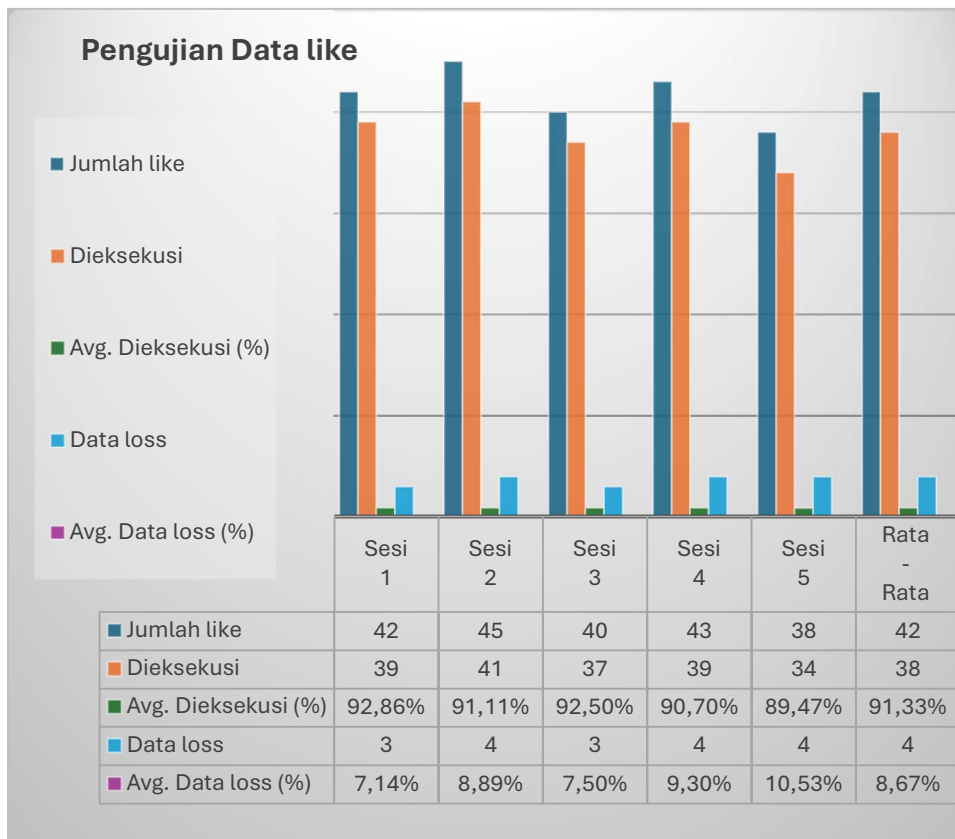
4.1 Pengujian penerimaan data *like*

Pengujian penerimaan data *like* dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menerima data interaksi penonton pada siaran langsung serta mengeksekusi data tersebut menjadi keluaran pada alat pelontar Autopong. Pada sistem yang dirancang, ketika penonton memberikan interaksi berupa *like*, data pemicu dikirimkan dari siaran langsung menuju alat melalui protokol komunikasi MQTT. Tanda bahwa data *like* tersebut berhasil diterima dan dieksekusi oleh sistem ditunjukkan secara fisik oleh aktifnya

modul *relay*, yang ditandai dengan terdengarnya bunyi ketukan (*clicking*) saklar mekanis *relay* serta menyalanya LED indikator pada modul *relay* itu sendiri. Aktifnya saklar *relay* ini secara bersamaan langsung mengalirkan daya untuk menghidupkan motor pelontar roda *fly-wheel* dan motor *feeder* penyuplai bola.

Pada proses pengujian ini digunakan *auto clicker* untuk menghasilkan data *like* secara konsisten dan tinggi selama pengambilan data berlangsung. Penggunaan *auto clicker* bertujuan agar jumlah data yang dikirim dapat lebih terkontrol sehingga mempermudah proses analisis hasil pengujian.

Data *like* yang berhasil diterima oleh alat akan terlebih dahulu masuk ke dalam sistem antrian berbasis memori mikrokontroler sebelum dieksekusi untuk mengatur urutan kerja aktuator. Pengambilan data dilakukan dalam 1 sesi pengujian dengan durasi waktu pengamatan selama 5 menit, di mana total data *like* yang masuk dari siaran langsung adalah sebanyak 208 data. Jumlah data yang berhasil memicu aktivitas fisik *relay* dan motor dihitung secara manual untuk dibandingkan dengan jumlah data asli yang dikirim dari siaran langsung.



Gambar 9. Data pengujian *like*.

Berdasarkan hasil pengujian pada gambar 9, dari total 208 data *like* yang masuk melalui jaringan MQTT, sistem berhasil mengeksekusi sebanyak 190 data dan terdapat data *loss* sebesar 18 data (8,65%). Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik interaksi *like* siaran langsung TikTok yang

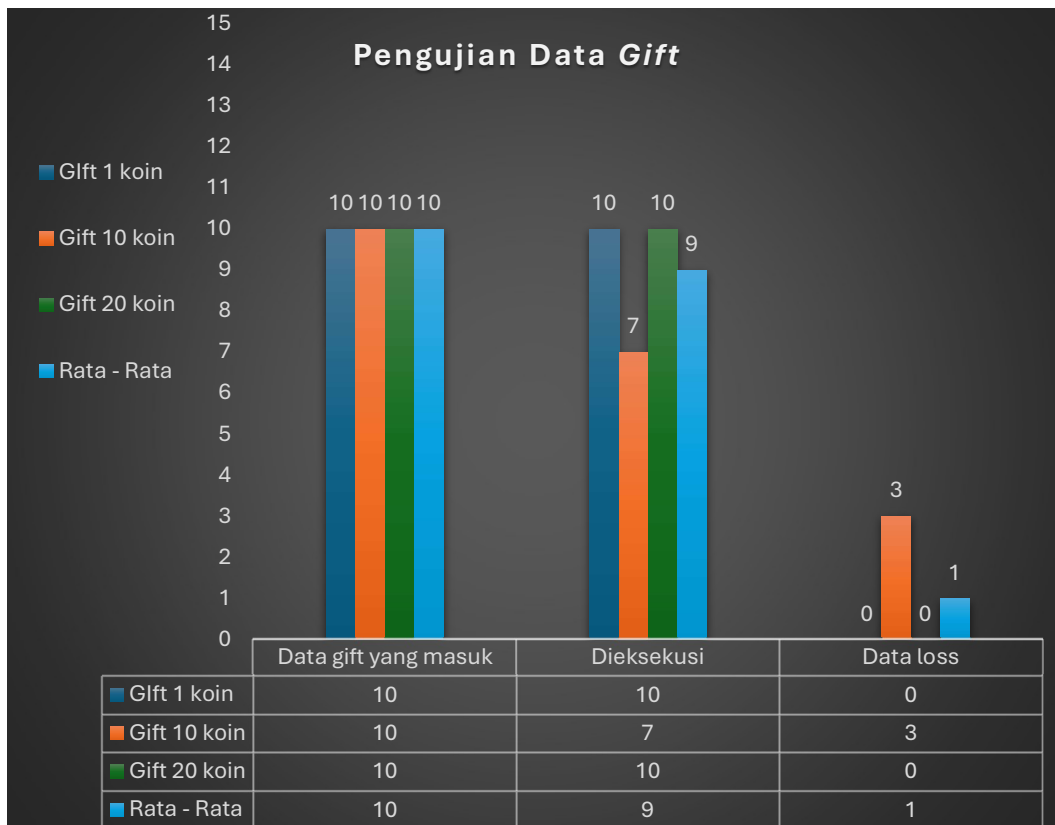
bertipe *high-frequency burst* (penonton melakukan ketukan layar berkali-kali dalam waktu yang sangat singkat). Kerapatan data yang sangat tinggi ini memicu terjadinya penumpukan paket data interaksi pada antrian masuk sistem, sehingga beberapa data terabaikan oleh memori alat sebelum sempat mengaktifkan saklar *relay* dan motor penggerak.

4.2 Pengujian penerimaan data *gift*

Pengujian penerimaan data *gift* dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menerima dan mengeksekusi data *gift* dari penonton pada siaran langsung. Pada sistem yang dirancang, ketika penonton memberikan interaksi berupa *gift* koin, sistem komunikasi MQTT akan mendeteksi interaksi tersebut dan mengirimkan sinyal instruksi menuju alat pelontar. Respon fisik eksekusi data ditandai secara visual dan auditori melalui aktifnya saklar *relay* (terdengar bunyi klik mekanis dan lampu LED indikator *relay* menyala) yang menjadi jembatan arus listrik untuk menjalankan motor pelontar roda *fly-wheel* dan motor *feeder* penyuplai bola secara bersamaan. Untuk setiap 1 data *gift* valid yang berhasil dieksekusi, sistem aktuator ini

dikonfigurasi untuk aktif bekerja melontarkan bola selama durasi 3 detik per *gift*.

Data *gift* merupakan data yang sangat penting karena berkaitan langsung dengan nilai transaksi ekonomi dari audiens di siaran langsung TikTok. Oleh karena itu, digunakan metode manajemen antrean bertingkat pada sistem kontrol alat untuk memisahkan data masuk dengan antrean waktu tunggu eksekusi *relay*. Metode ini bertujuan menjaga agar motor pelontar serta motor *feeder* dapat berputar stabil menyelesaikan durasi kerja 3 detik yang ditentukan tanpa mengalami kegagalan fungsi mekanis apabila ada beberapa *gift* yang masuk berturut-turut. Pengujian dilakukan dalam 1 sesi pengujian tunggal untuk setiap variasi nilai koin dengan total volume sampel masing-masing 10 data (*Gift* 1 Koin, *Gift* 10 Koin, dan *Gift* 20 Koin).



Gambar 10. Data pengujian *gift*.

Berdasarkan hasil pengujian pada gambar 10 yang dilakukan dalam 1 sesi konstan, perintah kendali *relay* dan motor dengan parameter durasi kerja 3 detik menghasilkan tingkat keandalan yang bervariasi. Pada kategori *Gift 1 Koin* dan *Gift 20 Koin*, seluruh rangkaian pengujian berhasil dieksekusi 100% sempurna tanpa adanya kehilangan data

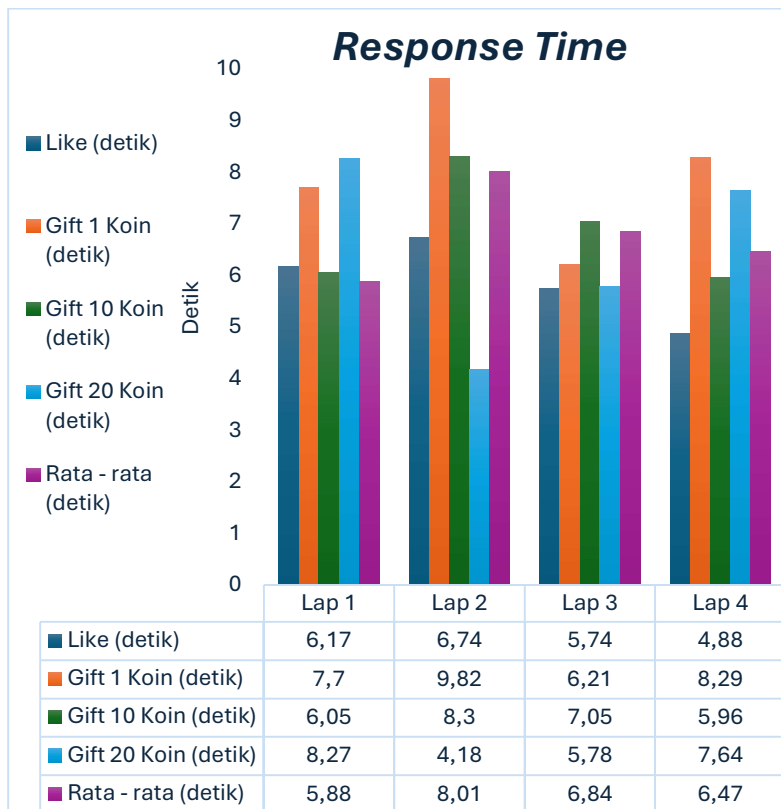
(data *loss* bernilai 0). Hal ini dikarenakan intensitas pengiriman data gift tersebut memiliki jeda waktu antar-transmisi yang aman, sehingga sistem kontrol memiliki waktu yang ideal untuk menyelesaikan eksekusi daya *relay* selama 3 detik sebelum menerima instruksi paket berikutnya.

Namun, pada pengujian Gift 10 Koin, tercatat adanya kegagalan eksekusi data (data *loss*) sebanyak 3 data dari total 10 data yang dikirimkan, sehingga nilai akurasi totalnya turun menjadi 70%. Berdasarkan analisis log konektivitas, kegagalan eksekusi ini dipicu oleh adanya fluktuasi latensi jaringan internet (*network jitter*) secara mendadak pada saat pengujian berlangsung. Kondisi jaringan yang tidak stabil membuat modul penerima internet pada alat sempat kehilangan koneksi singkat dari *server* data, sehingga instruksi pemicuan aktuator terlewat dan gagal mengaktifkan modul *relay* beserta motor. Meskipun terdapat kendala faktor eksternal jaringan, implementasi metode antrian data dinilai bekerja sangat efektif dalam menjaga urutan kerja mekanis pelontar.

4.3 Pengujian *Response Time* data pada sistem

Pengujian *response time* data pada sistem dilakukan untuk mengetahui waktu keterlambatan (*response time*) yang terjadi sejak data interaksi dikirimkan oleh penonton di platform siaran langsung TikTok hingga aksi fisik eksekusi aktuator berhasil diwujudkan oleh *hardware* Autopong. Waktu tunda dihitung mulai dari ketukan interaksi dilakukan hingga terdengarnya bunyi saklar mekanis *relay* dan menyalanya LED indikator eksekusi pada modul *relay* yang dibarengi dengan berputarnya motor pelontar dan motor *feeder*.

Data pengujian diambil menggunakan metode sampling berbasis pencatatan *stopwatch* (*lap times*) berturut-turut pada setiap kategori interaksi sampai dengan Lap 4, dan hasilnya dirangkum secara sistematis pada gambar 11.



Gambar 11. Tabel dan grafik pengamatan *response time* sistem

Berdasarkan hasil pengujian sistem selama 4 *lap*, diperoleh variasi performa waktu respons dari masing-masing *trigger*. Fitur *Like* menunjukkan performa yang paling cepat dan konsisten dengan nilai rata-rata waktu respons sebesar 5,88 detik, di mana waktu terbaiknya tercatat

pada Lap 4 yaitu 4,88 detik. Di posisi kedua, *Gift* 20 Koin menghasilkan rata-rata waktu respon sebesar 6,47 detik meskipun datanya cukup fluktuatif karena sempat menyentuh angka 4,18 detik pada Lap 2 namun melonjak di Lap 1 menjadi 8,27 detik. Selanjutnya, *Gift* 10 Koin menunjukkan performa standar dengan nilai rata-rata 6,84 detik dan mengalami lonjakan tertinggi pada Lap 2 sebesar 8,30 detik. Sementara itu, *Gift* 1 Koin menjadi *trigger* dengan respon yang paling lambat di antara semuanya dengan nilai rata-rata mencapai 8,01 detik, serta sempat mengalami *delay* terbesar pada Lap 2 hingga menyentuh angka 9,82 detik. Secara keseluruhan, sistem terbukti bekerja lebih cepat dalam memproses *trigger* non-koin dibandingkan dengan *trigger* transaksional berupa *gift* koin.

Data pengujian diambil menggunakan metode sampling berbasis pencatatan *stopwatch (lap times)* berturut-turut pada setiap kategori interaksi sampai dengan Lap 4, dan hasilnya dirangkum secara sistematis pada gambar 11.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan mekanis, pemrograman sistem kontrol, serta analisis data dari seluruh rangkaian pengujian yang dilakukan pada sistem pelontar bola tenis meja otomatis (Autopong), dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Sistem rancang bangun mekanis dan elektronika pelontar bola tenis meja otomatis (Autopong) berhasil diintegrasikan secara *real-time* dengan siaran langsung TikTok menggunakan protokol komunikasi MQTT, mampu mengelola antrean data secara terstruktur sehingga aktuator dapat bekerja sesuai rancangan dalam melontarkan bola secara otomatis, meskipun masih ditemukan *data loss* sebesar 8,65% pada pengujian *Like* dan 30,00% pada pengujian *Gift 10 Koin* akibat keterbatasan stabilitas jaringan dan penanganan lonjakan data.

2. Pengujian terhadap waktu respon (*response time*) membuktikan sistem bekerja adaptif dengan rata-rata *response time* tercepat pada data *Like* (5,13 detik), diikuti *Gift 20 Koin* (6,56 detik), *Gift 10 Koin* (6,84 detik), dan *Gift 1 Koin* (8,01 detik).
3. Sistem berhasil mengendalikan modul relay, motor *flywheel*, dan motor *feeder* sesuai dengan mekanisme kerja yang telah dirancang sehingga proses pelontaran bola dapat berjalan secara otomatis.

5.2 Saran

Dalam perancangan tugas akhir dengan judul "Rancang Bangun Pelontar Bola Tenis Meja Otomatis Berbasis ESP32 dengan Siaran Langsung TikTok sebagai Trigger" ini masih terdapat beberapa kekurangan ruang lingkup sistem. Oleh karena itu, penulis berharap pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan beberapa poin pengembangan dan penyempurnaan di bawah ini:

1. Optimasi Tingkat *Quality of Service* (QoS) MQTT:
Disarankan melakukan konfigurasi tingkat jaminan pengiriman data (QoS) yang berbeda pada sistem MQTT. Penerapan level pengiriman cepat tanpa konfirmasi (QoS 0) dapat digunakan khusus untuk data Like frekuensi tinggi guna menghindari pemblokiran penumpukan antrean, sedangkan data Gift koin wajib menerapkan tingkat pengiriman aman dengan verifikasi (QoS 1 atau QoS 2) demi menjamin data transaksi bernilai ekonomi pasti sampai ke alat tanpa resiko terlewat akibat hilangnya koneksi internet sesaat.
2. Penerapan Algoritma FIFO yang Dinamis:
Menyempurnakan metode penanganan antrean data

pada sistem memori mikrokontroler menggunakan skema alokasi memori dinamis berbasis algoritma FIFO (*First In First Out*) yang lebih besar agar penumpukan instruksi akibat spam Like massal dari audiens siaran langsung tidak menyebabkan hilangnya paket data pemicu aktuator.

3. Memaksimalkan Fitur Pemrosesan Inti Ganda (Dual-Core): Memanfaatkan keunggulan teknologi pemrosesan *dual-core* pada mikrokontroler dengan metode pembagian tugas komputasi, di mana satu inti core difokuskan penuh menangani aktivitas jaringan internet serta subskripsi data secara kontinu, sementara inti core lainnya dialokasikan khusus mengeksekusi kendali pemicuan modul *relay* dan penggerak motor selama durasi 3 detik, sehingga efisiensi kerja alat dapat berjalan jauh lebih optimal tanpa terjadinya penumpukan instruksi (*blocking*).
4. Peningkatan Desain Mekanik Penyuplai Bola (Ball Feeder): Mengembangkan sistem penyaluran suplai bola dari tabung penyimpanan menuju pipa PVC menggunakan desain katup roda gerigi yang lebih presisi agar aliran bola tenis meja konsisten bergerak

turun tanpa resiko bola macet (*stuck*) saat motor DC penyuplai diaktifkan oleh saklar *relay* selama batas waktu 3 detik.

5. Peningkatan Spesifikasi *Hardware* Penggerak Aktuator: Menggunakan jenis komponen motor penggerak dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi seperti motor *stepper* atau motor DC *brushless* industri, agar variasi sudut arah lontaran bola (*pitch & yaw*) dan kecepatan laju roda pelontar bola tenis meja dapat diatur secara dinamis dan presisi berdasarkan variasi jenis nominal koin *gift* yang dikirimkan audiens.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Tasci, “mTTTbot: Multiple Style Table Tennis Trainer & Ball Launcher Robot,” in *Proceedings of the 8th International Scientific Conference on Telecommunications, Informatics, Energy and Management (TIEM 2023)*, Balikesir, Turkey, Dec. 2023, pp. 276–282. (Accessed at 15 January 2026)
- [2] B. Ponnusamy, W. F. Yong, and Z. Ahmad, “A Low Cost Automated Table Tennis Launcher,” *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 10, no. 1, pp. 291–295, Jan. 2015. (Accessed at 15 January 2026)
- [3] A. Dittrich, J. Schneider, S. Guist, N. Gürtler, H. Ott, T. Steinbrenner, B. Schölkopf, and D. Büchler, “AIMY: An Open-Source Table Tennis Ball Launcher for Versatile and High-Fidelity Trajectory Generation,” *IEEE Robotics and Automation Letters*, 2023. (Accessed at 15 January 2026)

- [4] International Table Tennis Federation, *Training Equipment Guide*, 2022. (Accessed at 13 January 2026)
- [5] Encyclopaedia Britannica, "Automation," 2021. (Accessed at 13 January 2026)
- [6] TikTok, "About TikTok LIVE," 2023.xe (Accessed at 13 January 2026)
- [7] R. A. Light, "Mosquitto: Server and library for the MQTT protocol," *Journal of Open Source Software*, vol. 2, no. 13, p. 265, May 2017. (Accessed at 30 June 2026)
- [8] M. B. M. R. M. N. Al-Madi, "Performance Evaluation of MQTT Protocol in Internet of Things (IoT) Applications," *International Journal of Computer Applications*, vol. 182, no. 45, pp. 21-27, 2019. (Accessed at 1 July 2026)

LAMPIRAN

Arduino Program	Dokumentasi
	
Rekab Data	<i>Similarity</i>
	
Laporan Bimbingan	
	

BACKUP LAMPIRAN

1. Arduino Program
<https://bit.ly/4aFGvXQ>
2. Dokumentasi
<https://bit.ly/4v9Vzo1>
3. Rekap Data
<https://bit.ly/4eMx8YH>
4. *Similarity*
<https://bit.ly/4wrRqN6>
5. Laporan Bimbingan
<https://bit.ly/4prJZmP>

BIOGRAFI PENULIS



Raffie Nurivansyah lahir di Surabaya, pada tanggal 25 Mei 2001 Penulis bertempat tinggal di Lebak Timur No.387, Arosbaya, Bangkalan, Jawa Timur, Indonesia 69151, Kabupaten Bangkalan Penulis merupakan anak dari Ibu Faridah dan Bapak

Nurcholik Riwayat pendidikan penulis dimulai di SDN 2 Arosbaya dan lulus pada tahun 2013 Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Arosbaya dan lulus pada tahun 2016 Selanjutnya penulis menempuh pendidikan di SMAN 1 Arosbaya dan lulus pada tahun 2019 Pada tahun 2021 penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Politeknik Negeri Madura tepatnya pada Jurusan Teknologi Elektro Program Studi D3 Teknik Listrik Industri. Selama masa perkuliahan, penulis aktif, penulis salah satu awardee IISMA (*Indonesian International Student Mobility Awards*) pada tahun 2023 ke University of Strathclyde, Glasgow, Scotland,

United Kingdom selama 99 hari dengan Prodi *Renewable Energy*, Jurusan *Mechanical and Aerospace Engineering*. penulis berhasil menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Pelontar Bola Tennis Meja Otomatis Berbasis Arduino Yang Diintegrasikan Dengan Siaran Langsung Tiktok Sebagai Trigger”.