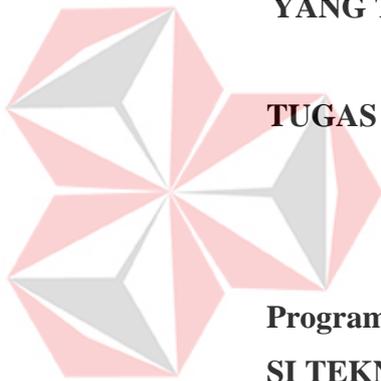




**SISTEM MONITORING DAN PENGENDALIAN PEMBERI PAKAN
AYAM PEDAGING OTOMATIS MENGGUNAKAN MAGGOT
YANG TERINTEGRASI OLEH *IoT***



TUGAS AKHIR

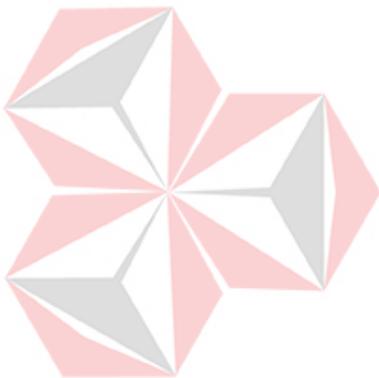
**Program Studi
SI TEKNIK KOMPUTER**

**Oleh :
RIVALDI EKA PUTRA
20410200024**

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS DINAMIKA
2024**

**MONITORING DAN PENGENDALIAN PEMBERI PAKAN AYAM
PEDAGING OTOMATIS MENGGUNAKAN MAGGOT YANG
TERINTEGRASI OLEH *IOT***

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana**



Disusun

Oleh :

Nama : RIVALDI EKA PUTRA

NIM : 20410200024

Program Studi : S1 Teknik Komputer

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS DINAMIKA**

2024

**SISTEM MONITORING DAN PENGENDALIAN PEMBERI PAKAN
AYAM PEDAGING OTOMATIS MENGGUNAKAN MAGGOT YANG
TERINTEGRASI OLEH *IoT***

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Rivaldi Eka Putra

NIM : 20410200024

Telah diperiksa, dibahas, dan disetujui oleh Dewan Pembahas

Pada:

Susunan Dewan Pembahas

Pembimbing

I. Hariato, S.Kom., M.Eng.

NIDN. 0722087701


cn=Hariato Harianto, o=Universitas Dinamika, ou=Prodi S1 Teknik Komputer, email=har@dinamika.ac.id, c=ID
2024.08.08 13:15:01 +07'00'

II. Musayyanah, S.ST., M.T.

NIDN. 0730069102


Digitally signed by
Musayyanah
DN: cn=Musayyanah,
o=Universitas Dinamika,
ou=S1 Teknik Komputer,
email=musayyanah@dinamika.ac.id, c=ID
Date: 2024.08.08
13:22:28 +07'00'

Pembahas

I. Pauladie Susanto, S.Kom., M.T.

NIDN. 0729047501


cn=Pauladie Susanto, o=Universitas
Dinamika, ou=PS S1 Teknik
Komputer,
email=pauladie@dinamika.ac.id, c=ID
2024.08.08 13:39:26 +07'00'

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar sarjana


Digitally signed by
Anjik Sukmaaji
Date: 2024.08.12
11:50:13 +07'00'

Dr. Anjik Sukmaaji, S.Kom., M.Eng.

NIDN. 0731057301

Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika

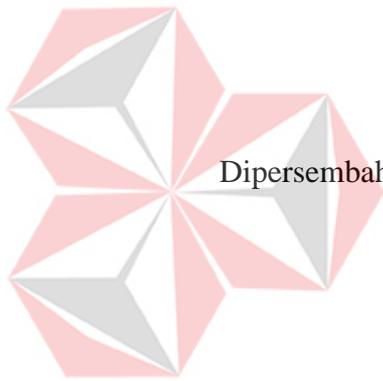
UNIVERSITAS DINAMIKA



“Don't need quotes, the important thing is to try your best, work hard, and finish.”

~ Rivaldi Eka Putra ~

UNIVERSITAS
Dinamika



Dipersembahkan untuk Keluarga, terutama Ibu dan Ayah Tercinta, dan semua yang mengenal dan menyayangiku

UNIVERSITAS
Dinamika

PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Universitas Dinamika, Saya :

Nama : Rivaldi Eka Putra
NIM : 204010200024
Program Studi : S1 Teknik Komputer
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika
Jenis Karya : Laporan Tugas Akhir
Judul Karya : **SISTEM MONITORING DAN PENGENDALIAN
PEMBERI PAKAN AYAM PEDAGING OTOMATIS
MENGUNAKAN MAGGOT YANG TERINTEGERASI
OLEH IOT**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, Saya menyetujui memberikan kepada Universitas Dinamika Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas seluruh isi/sebagian karya ilmiah Saya tersebut diatas untuk disimpan, dialihmediakan, dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama Saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
2. Karya tersebut diatas adalah hasil karya asli Saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya, atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini semata-mata hanya sebagai rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka Saya.
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiasi pada karya ilmiah ini, maka Saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada Saya.

Demikian surat pernyataan ini Saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 11 Juli 2024



Rivaldi Eka Putra
NIM : 20.41020.0024

ABSTRAK

Maggot adalah tahap larva dalam siklus hidup Black Soldier Fly (BSF), dan pada tahap inilah mereka dikenal sebagai maggot atau belatung BSF, Penelitian mengenai integrasi IoT dalam sistem otomatisasi pemberian pakan yang memanfaatkan maggot sebagai komponen pakan masih jarang dilakukan. Sebagian besar penelitian sebelumnya cenderung berfokus pada otomatisasi pemberian pakan konvensional tanpa mengikutsertakan maggot sebagai sumber protein berkelanjutan. Maka dengan adanya penelitian ini untuk mengembangkan dan menerapkan sistem monitoring pakan ayam pedaging secara otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dengan ESP32 dan memanfaatkan sensor berat sebagai penimbangannya serta pur dan maggot sebagai pakannya. Kontrol otomatis diintegrasikan untuk mengukur dan mengendalikan berat pakan menggunakan sensor berat HX711, yang dihubungkan dengan platform Blynk untuk pemantauan *real-time*. Sistem ini juga mampu mengatur jumlah ayam dalam kandang secara otomatis menggunakan potensiometer dan menampilkan jumlahnya pada layar LCD. Kategori maggot dan pur berdasarkan usia ayam diatur menggunakan tombol manual dan tombol yang terintegrasi dengan aplikasi IoT. Pada pengujian, sensor berat HX711 yang dibandingkan dengan berat yang dihasilkan oleh timbangan sebesar 0.91% dapat dikategorikan sebagai sangat presisi dan dapat diandalkan. *Error* sebesar 0.91% masih di bawah batas toleransi 5%, menunjukkan bahwa sensor tersebut masih dianggap mampu memberikan pengukuran yang akurat dan konsisten. Potensiometer berhasil mendeteksi dan menampilkan jumlah ayam dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%. Pengujian mekanisme pemberian pakan menggunakan servo motor menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendistribusikan pakan dengan akurat sesuai dengan pengaturan yang dilakukan melalui tombol manual dan dashboard Blynk dengan tingkat kepresisian alat sebesar 100%. Kesimpulan dari penelitian ini memberikan wawasan mengenai performa sensor berat, optimalisasi sistem, dan efektivitas pengendalian jarak jauh menggunakan aplikasi Blynk dalam konteks pemberian pakan ayam pedaging.

Kata Kunci : Blynk, ESP32, IoT, Maggot, dan Otomatisasi pemberian pakan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan pada Tuhan Yang Maha Esa atas segala Rahmat yang telah diberikan-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Sistem Pembacaan Deretan Empat Angka Secara *Computer Vision* Melalui Deteksi *Gesture* Jari Tangan Menggunakan MediaPipe”. Dalam perjalanan menyelesaikan pengerjaan Laporan Tugas Akhir ini peneliti banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, karena dengan Rahmat-Nya peneliti dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik secara moral maupun material, sehingga peneliti dapat menempuh dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Anjik Sukmaaji, S.Kom., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika Universitas Dinamika.
4. Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Komputer dan selaku Dosen Pembahas. Peneliti mengucapkan terimakasih atas bimbingan yang diberikan dan kesempatan serta tuntunan baik secara lisan maupun tertulis, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Bapak Harianto, S.Kom., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan berupa motivasi, wawasan, dan saran bagi peneliti selama pelaksanaan pengerjaan Tugas Akhir dan dalam pembuatan laporan Tugas Akhir.
6. Ibu Musayyanah, S.ST., M.T. selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan masukan masukan dan Solusi agar Tugas Akhir ini menjadi lebih baik dan peneliti dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh rekan-rekan S1 Teknik Komputer Angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan semangatnya untuk membantu peneliti menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

8. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan serta bantuan dalam segala bentuk yang akhirnya terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.

Peneliti berharap semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat untuk menambah wawasan bagi pembacanya. Peneliti juga menyadari dalam penelitian laporan ini banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, peneliti sangat mengharapkan saran dan kritik untuk memperbaiki kekurangan dan berusaha untuk lebih baik lagi.

Surabaya, 26 Juni 2024



UNIVERSITAS
Dinamika Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Peternakan Ayam.....	5
2.2 Ayam Pedaging.....	6
2.3 Maggot.....	6
2.4 Berat Maggot dan Berat Pakan Pur.....	7
2.5 <i>Internet of Things</i> (IoT)	7
2.6 Blynk	8
2.7 NodeMCU ESP32.....	9
2.8 Arduino IDE	10
2.9 Motor Servo MG996R	11
2.10 RTC DS3231	11
2.11 Tombol <i>Push On</i>.....	12
2.12 Sensor Berat	13
2.13 Potensiometer	14
2.14 LCD I2C.....	15
2.15 <i>Breadboard Power supply</i>	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Blok Diagram.....	17
3.2 Perancangan <i>Software</i>	19

3.2.1	Flowchart Sistem Main.....	19
3.2.2	Flowchart <i>Give Feed</i>	21
3.2.3	Flowchart <i>Dispense Feed</i>	23
3.2.4	Flowchart Mode Setting	25
3.2.5	Flowchart Mode Running	26
3.2.6	Flowchart Blynk	28
3.3	Rangkaian Skematik.....	30
3.4	Desain Alat.....	34
3.5	Integrasi ESP32 dengan aplikasi Blynk	37
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1	Pengujian RTC dengan Jam Internet	40
4.1.1	Tujuan Pengujian.....	40
4.1.2	Prosedur Pengujian.....	40
4.1.3	Hasil Pengujian	41
4.2	Pengujian Potensiometer	42
4.2.1	Tujuan Pengujian.....	44
4.2.2	Prosedur Pengujian.....	44
4.2.3	Hasil Pengujian	45
4.3	Pengujian LCD I2C	46
4.3.1	Tujuan Pengujian.....	46
4.3.2	Prosedur Pengujian.....	46
4.3.3	Hasil Pengujian	47
4.4	Pengujian Sensor Berat dengan Timbangan Digital	48
4.4.1	Tujuan Pengujian.....	48
4.4.2	Prosedur Pengujian.....	48
4.4.3	Hasil Pengujian	49
4.5	Pengujian Servo	51
4.5.1	Tujuan Pengujian.....	51
4.5.2	Prosedur Pengujian.....	51
4.5.3	Hasil Pengujian	53
4.6	Pengujian Status Tombol dengan Serial Monitor.....	56
4.6.1	Tujuan Pengujian.....	56
4.6.2	Prosedur Pengujian.....	56
4.6.3	Hasil Pengujian	57

4.7 Pengujian Sistem Kalkulasi Berat.....	59
4.7.1 Tujuan Pengujian.....	59
4.7.2 Prosedur Pengujian.....	59
4.7.3 Hasil Pengujian	60
4.8 Pengujian Hasil Pemantauan dan Kendali Blynk.....	65
4.8.1 Tujuan Pengujian.....	65
4.8.2 Prosedur Pengujian.....	65
4.8.3 Hasil Pengujian	66
4.9 Pengujian Penjadwalan dengan Keseluruhan Sistem	69
4.9.1 Tujuan Penelitian	69
4.9.2 Prosedur Pengujian.....	69
4.9.3 Hasil Pengujian	71
BAB V PENUTUP	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN.....	79



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 3. 1 Blok Diagram Penelitian	17
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem Main	20
Gambar 3. 3 Flowchart Function Give Feed.....	22
Gambar 3. 4 Flowchart Function Dispense Feed.....	24
Gambar 3. 5 Flowchart Mode Setting	25
Gambar 3. 6 Flowchart Mode Running.....	27
Gambar 3. 7 Flowchart Blynk Sider Jumlah Ayam	28
Gambar 3. 8 Flowchart Blynk Tombol Konfirmasi	29
Gambar 3. 9 Flowchart Blynk Slider Kategori Ayam.....	29
Gambar 3. 10 Rangkaian Skematik.....	31
Gambar 3. 11 Gambar Rangkaian Nyata	32
Gambar 3. 12 Desain 3d Kandang Ayam.....	34
Gambar 3. 13 Alat Kontrol.....	35
Gambar 3. 14 Kandang Ayam.....	35
Gambar 3. 15 Servopur dan servomaggot.....	36
Gambar 3. 16 Saluran pakan	36
Gambar 3. 17 Wadah pencampuran	37
Gambar 3. 18 Konfigurasi virtual pin pada Blynk.....	38
Gambar 4. 1 Grafik Mapping Potensio	43
Gambar 4. 2 Tampilan Dashboard Web Blynk.....	68
Gambar 4. 3 Tampilan dashboard aplikasi Blynk.....	68

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2. 1 Tabel Berat Maggot dan Berat Pakan Pur.....	7
Tabel 3. 1 Tabel Koneksi I/O ESP32	32
Tabel 4. 1 Tabel Pengujian RTC dengan Jam Internet	41
Tabel 4. 2 Tabel Pengujian Potensiometer.....	46
Tabel 4. 3 Tabel Pengujian LCD.....	47
Tabel 4. 4 Tabel Pengujian Sensor Berat dengan Timbangan Digital	50
Tabel 4. 5 Pengujian Servo Pur.....	53
Tabel 4. 6 Pengujian Servo Maggot.....	55
Tabel 4. 7 Tabel Pengujian Tombol dengan Serial Monitor	57
Tabel 4. 8 Tabel Pengujian Sistem Kalkulasi Berat.....	61
Tabel 4. 9 Tabel Pengujian Kalkulasi Berat Total dengan Berat Total Sensor.....	62
Tabel 4. 10 Tabel Pengujian Perhitungan Maggot dengan Berat Maggot Sensor	63
Tabel 4. 11 Tabel Pengujian Perhitungan Pur dengan Berat Pur Sensor	64
Tabel 4. 12 Tabel Pengujian Hasil Pemantauan dan Kendali Blynk	66
Tabel 4. 13 Tabel Pengujian Keseluruhan Sistem	71



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1 Program Uji RTC.....	79
LAMPIRAN 2 Program Uji Potensiometer.....	81
LAMPIRAN 3 Program Uji LCD I2C	82
LAMPIRAN 4 Program Uji Sensor Berat	83
LAMPIRAN 5 Program Uji Servo	84
LAMPIRAN 6 Program Uji Tombol.....	87
LAMPIRAN 7 Program Uji Kalkulasi Berat	90
LAMPIRAN 8 Program Uji Pemantauan dan Kendali Blynk	102
LAMPIRAN 9 Program Pengujian Penjadwalan dan Keseluruhan Sistem	115
LAMPIRAN 10 Penjelasan Tombol Lanjutan	131
LAMPIRAN 11 Penjelasan Sensor Berat Lanjutan	132
LAMPIRAN 12 Penjelasan RTC Lanjutan	133
LAMPIRAN 13 Penjelasan Potensio Lanjutan	134
LAMPIRAN 14 Penjelasan <i>Breadboard Power Supply</i> Lanjutan	135
LAMPIRAN 15 Penjelasan Servo Lanjutan.....	136
LAMPIRAN 16 Datasheet Sensor <i>Load Cell</i>	137
LAMPIRAN 17 Perbandingan Jam Internet dengan Jam RTC	141
LAMPIRAN 18 Tampilan LCD I2C	142
LAMPIRAN 19 Kartu Bimbingan	143
LAMPIRAN 20 Bukti Originalitas.....	144
LAMPIRAN 21 Biodata Penulis	145

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Di era digital saat ini, penerapan teknologi dalam berbagai sektor kehidupan telah menjadi keharusan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas, termasuk di dalam sektor peternakan. Peternakan ayam, sebagai salah satu komponen penting dalam industri pangan, membutuhkan inovasi terus-menerus untuk dapat memenuhi kebutuhan pasar yang terus bertambah. Salah satu aspek kritis dalam peternakan ayam adalah manajemen pemberian pakan yang efisien, yang tidak hanya mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhan ayam tetapi juga efisiensi biaya dan tenaga kerja. Memanfaatkan maggot sebagai komponen pakan hewan menawarkan berbagai manfaat, termasuk kemampuannya sebagai sumber asam lemak dan protein, khususnya asam lemak omega-3 dan omega-6. Maggot dapat bertahan hidup dalam berbagai kondisi pH, tidak mengandung gen penyakit, memiliki umur yang relatif panjang yaitu sampai 45 hari, ramah terhadap lingkungan, serta mudah ditemukan dan dibudidayakan. Karena kemampuannya memenuhi kriteria sebagai sumber protein, maggot menjadi pilihan tambahan untuk bahan pakan (Nangoy et al., 2017).

Maggot adalah tahap larva dalam siklus hidup Black Soldier Fly (BSF), dan pada tahap inilah mereka dikenal sebagai maggot atau belatung BSF. Sebelum berubah menjadi lalat dewasa, maggot BSF menjalani proses metamorfosis lengkap yang meliputi tahapan dari telur, larva, prepupa, pupa, hingga menjadi BSF dewasa. Siklus hidup BSF berlangsung relatif cepat, hanya membutuhkan waktu sekitar 40 hingga 44 hari, yang bisa bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan dan ketersediaan pakan. Larva BSF, yang juga disebut maggot, dikenal memiliki kandungan protein dan lemak yang tinggi, tekstur yang kenyal, dan kemampuan untuk menghasilkan enzim alami yang memudahkan pencernaan bahan yang sebelumnya sulit dicerna, sehingga dapat dimanfaatkan oleh ikan. Kandungan protein dalam maggot juga sangat signifikan, mencapai sekitar 42% (Faridah & Cahyono, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh (N. Setiawan, 2023) mengenai "Sistem Penjadwalan Pakan dan Monitoring Kandang Ayam Broiler Berbasis IoT Menggunakan MQTT Panel" memberikan wawasan penting terkait penggunaan teknologi dalam industri peternakan ayam. Studi ini berfokus pada pengembangan sistem otomatis untuk penjadwalan pemberian pakan serta pemantauan kondisi kandang, menggunakan protokol MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) untuk memfasilitasi komunikasi antara perangkat dalam jaringan Internet of Things (IoT).

Meskipun telah ada berbagai penelitian terkait otomatisasi dalam peternakan ayam, penelitian yang mengintegrasikan IoT dalam sistem otomatisasi pemberian pakan dengan memanfaatkan maggot sebagai komponen pakan belum banyak dilakukan. Kebanyakan penelitian sebelumnya lebih fokus pada otomatisasi pemberian pakan konvensional tanpa mempertimbangkan integrasi maggot sebagai salah satu komponen protein yang berkelanjutan, Sehingga penambahan pakan berupa maggot merupakan suatu solusi untuk pertumbuhan ayam yang tidak hanya ternutrisi melainkan juga membuat pertumbuhan ayam lebih cepat dari sebelumnya dikarenakan asupan protein yang memenuhi dari maggot.

Penggunaan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali memberikan kelebihan berupa kemampuan pemrosesan yang tinggi, konektivitas Wi-Fi untuk komunikasi data, dan kompatibilitas dengan berbagai sensor dan aktuator. Sensor berat HX711 membantu dalam memastikan jumlah pakan yang diberikan sesuai dengan kebutuhan ayam, sehingga menghindari pemborosan pakan dan memastikan nutrisi yang cukup untuk ayam.

Dengan latar belakang ini, proyek Tugas Akhir ini tidak hanya bertujuan untuk mengembangkan sistem yang dapat membantu peternak dalam mengelola pemberian pakan, tetapi juga sebagai kontribusi dalam penerapan teknologi IoT di sektor peternakan. Diharapkan hasil dari proyek ini dapat memberikan dampak positif terhadap peningkatan efisiensi dan produktivitas peternakan ayam serta membuka peluang untuk pengembangan sistem otomasi lebih lanjut di bidang pertanian dan peternakan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, dapat dirumuskan masalah pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring pakan ayam pedaging menggunakan maggot secara otomatis berbasis IoT dengan Sensor Berat?
2. Bagaimana merancang sistem pengendalian berbasis IoT yang dapat mengatur jumlah ayam dalam kandang secara otomatis menggunakan potensiometer?
3. Bagaimana mengatur kategori maggot dan pur berdasarkan usia ayam menggunakan tombol manual dan tombol yang terintegrasi dengan aplikasi IoT?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat batasan masalah pada beberapa hal sebagai berikut :

1. Analisis mendetail terhadap kebutuhan nutrisi spesifik ayam berdasarkan usia, jenis, atau kondisi kesehatan tertentu tidak akan termasuk dalam cakupan proyek ini. Optimasi pakan berbasis nutrisi komprehensif mungkin memerlukan studi tambahan.
2. Konektivitas atau kinerja jaringan di lokasi implementasi yang buruk dan tidak stabil mungkin di luar lingkup solusi teknis yang dapat ditawarkan.
3. Proyek ini dibatasi oleh kapasitasnya untuk menangani jumlah ayam yang akan dimasukkan yaitu sebanyak 10 ekor ayam, yang disebabkan oleh keterbatasan kapasitas sensor berat, volume penampungan pakan, dan kandang ayam yang akan dibuat. Untuk mendukung lebih dari 10 ekor ayam, peningkatan pada komponen-komponen tersebut diperlukan.

1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas, yang dapat menjadi tujuan pada Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring berbasis IoT pada pakan ayam pedaging menggunakan maggot secara otomatis dengan sensor berat.
2. Merancang sebuah sistem pengendalian berbasis IoT yang dapat mengatur jumlah ayam dalam kandang secara otomatis menggunakan potensiometer.
3. Mengatur kategori takaran maggot dan pur berdasarkan usia ayam menggunakan tombol manual dan tombol yang terintegrasi dengan aplikasi IoT.

1.5 Manfaat

Adapun dari Tugas Akhir ini dapat menawarkan manfaat signifikan dalam mempercepat pertumbuhan ayam, meningkatkan efisiensi biaya, dan memfasilitasi otomatisasi serta pemantauan yang akurat. Maggot, sebagai sumber protein yang kaya, berkontribusi pada pertumbuhan ayam yang lebih cepat dan pengembangan yang sehat, sementara produksi maggot yang berkelanjutan dan biaya rendah membantu menurunkan biaya operasional.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Peternakan Ayam

Peternakan merupakan aktivitas memelihara ternak dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan dan hasil dari proses tersebut (Amizar et al., 2023). Ini melibatkan penerapan prinsip-prinsip manajemen terhadap faktor-faktor produksi yang telah dioptimalkan. Ada dua kategori utama dalam peternakan: yang pertama meliputi pemeliharaan ternak skala besar seperti sapi, kerbau, dan kuda, sementara kategori kedua berfokus pada pemeliharaan hewan-hewan kecil seperti ayam dan kelinci.



Gambar 2. 1 Peternakan Ayam
(Marhaban, 2022)

Perkembangan teknologi, termasuk otomatisasi dan sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT), semakin memainkan peran penting dalam peternakan ayam modern. Teknologi ini memungkinkan peternak untuk secara akurat memonitor kondisi kandang, kesehatan ayam, dan konsumsi pakan secara *real-time*, sehingga dapat mengambil tindakan korektif dengan cepat untuk meminimalkan risiko dan meningkatkan efisiensi produksi. Dengan demikian, integrasi teknologi dalam peternakan ayam menjanjikan peningkatan produktivitas dan keberlanjutan industri di masa depan.

2.2 Ayam Pedaging

Ayam pedaging adalah varietas unggulan, seringkali ayam hibrida, yang spesialisasi dalam produksi daging. Karakteristik yang membedakan jenis ayam ini termasuk rasa dagingnya yang lezat dan kemudahan dalam pengolahan, namun dagingnya cenderung menjadi hancur jika direbus terlalu lama (Surahman et al., 2021). Dalam pengelolaannya, ayam pedaging memerlukan perhatian khusus terkait nutrisi, kesehatan, dan lingkungan kandang. Pakan yang diberikan dirancang untuk mendukung pertumbuhan yang cepat, mengandung keseimbangan protein, energi, vitamin, dan mineral yang tepat.



Gambar 2. 2 Ayam Pedaging

Ayam pedaging, atau yang sering disebut broiler, dirancang melalui pemuliaan selektif untuk memiliki pertumbuhan yang cepat, efisiensi konversi pakan yang tinggi, dan massa daging yang lebih besar dibandingkan dengan varietas lainnya. Faktor genetik sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat ini, memungkinkan ayam pedaging mencapai berat siap potong dalam waktu yang relatif singkat, biasanya kurang dari dua bulan. Pemuliaan ini tidak hanya fokus pada pertumbuhan yang cepat, tetapi juga pada kualitas daging, termasuk kelembutan, warna, dan komposisi lemak, yang semuanya merupakan faktor penting dalam memenuhi preferensi konsumen.

2.3 Maggot

Maggot yang digunakan pada Tugas Akhir ini merupakan larva dari lalat *Hermetia Illucens* atau dikenal sebagai black soldier fly, mengalami metamorfosis menjadi maggot dalam waktu yang singkat, yaitu kurang dari 14 hari. Dari fase telur hingga berkembang menjadi lalat dewasa, maggot BSF memerlukan waktu sekitar 40 hingga 43 hari, tergantung pada jenis pakan yang diberikan dan kondisi

lingkungan sekitar. Sebagai tempat untuk bertelur, daun pisang kering sering ditempatkan di atas media pertumbuhan.



Gambar 2. 3 Maggot

2.4 Berat Maggot dan Berat Pakan Pur

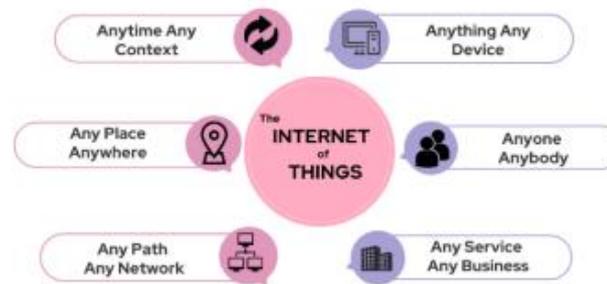
Tabel 2. 1 Tabel Berat Maggot dan Berat Pakan Pur

Usia Ayam (Minggu)	Persentase	Berat Maggot	Berat Pakan Pur	Total Berat
1	10%	2	18	20
2	20%	8	32	40
3	20%	12	48	60
4	30%	27	63	90

Pada Tabel 2.1 menyajikan data mengenai pengaturan pemberian pakan ayam pedaging dengan campuran maggot sebagai suplemen pakan. Data tersebut mencakup empat minggu pertama kehidupan ayam dengan rincian persentase berat maggot terhadap total pakan, berat maggot dan berat pakan konvensional dalam gram, serta total berat kombinasi pakan yang diberikan.

2.5 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan struktur sistem yang melibatkan perangkat keras, perangkat lunak, dan teknologi web. Karena adanya ketidaksesuaian protokol antara perangkat keras dan protokol web, dibutuhkan sebuah sistem terintegrasi berbentuk gateway yang berfungsi untuk mengkoneksikan dan mengatasi perbedaan protokol tersebut (Dias Prihatmoko, 2016). Tujuannya adalah untuk mempermudah interaksi manusia dan memungkinkan semua mesin yang memiliki alamat IP untuk memanfaatkan jaringan internet sebagai sarana komunikasi (Efendi, 2018).



Gambar 2. 4 *Internet Of Things*
(Anggy Giri Prawiyogi & Aang Solahudin Anwar, 2023)

IoT memanfaatkan berbagai teknologi, termasuk sensor untuk mengumpulkan data, konektivitas untuk mengirim dan menerima data tersebut, dan perangkat lunak untuk mengolah data menjadi informasi yang berguna. Sensor dalam IoT dapat mengukur berbagai parameter fisik seperti suhu, kelembapan, tekanan, gerakan, dan banyak lagi, tergantung pada aplikasi spesifik. Data yang dikumpulkan oleh sensor kemudian dikirimkan melalui jaringan (yang bisa berupa Wi-Fi, Bluetooth, 4G/5G, dan lain-lain) ke server atau platform cloud, di mana data tersebut diolah dan dianalisis untuk mengambil keputusan atau tindakan otomatis.

2.6 Blynk

Blynk adalah platform berbasis *cloud* yang dirancang untuk membangun aplikasi untuk kontrol dan pemantauan proyek Internet of Things (IoT) dengan cara yang mudah dan intuitif. Platform ini menyediakan antarmuka drag-and-drop yang memungkinkan pengguna untuk dengan cepat membuat dashboard kustom untuk proyek IoT mereka tanpa perlu memiliki keahlian mendalam dalam pengembangan web atau aplikasi mobile. Dengan Blynk, pengembang dapat fokus pada aspek inti dari proyek mereka, seperti pengumpulan data dan kontrol perangkat, sementara tugas-tugas seperti komunikasi jaringan dan antarmuka pengguna ditangani oleh platform.



Gambar 2. 5 Blynk
(Saputra & Arinal, 2021)

Blynk mendukung berbagai papan mikrokontroler dan modul WiFi, termasuk ESP8266, ESP32, Arduino, Raspberry Pi, dan banyak lagi, membuatnya sangat fleksibel untuk digunakan dalam berbagai jenis proyek IoT. Pengguna dapat mengirim dan menerima data dari perangkat keras mereka ke aplikasi Blynk melalui Internet, memungkinkan kontrol dan pemantauan perangkat dari jarak jauh. Platform ini menggunakan *widget* yang dapat disesuaikan untuk menampilkan data sensor, mengontrol aktuator, memetakan lokasi GPS, dan banyak lagi, semuanya dalam *real-time*.

2.7 NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 adalah sebuah platform pengembangan yang sangat populer di kalangan pengembang dan hobiis untuk proyek-proyek Internet of Things (IoT). Berbasis pada mikrokontroler ESP32 dari Espressif Systems, NodeMCU ESP32 menawarkan berbagai fitur yang membuatnya ideal untuk aplikasi nirkabel. Dengan integrasi Wi-Fi dan Bluetooth, ESP32 memungkinkan pembuatan perangkat konektif dengan mudah dan biaya yang relatif rendah.



Gambar 2. 6 NodeMCU ESP32

Mikrokontroler ESP32 menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan ESP8266, seperti memiliki NodeMCU Xtensa Dual Core 32-bit LX6 yang mampu melakukan 600 Dhrystone Million Instructions per Second (DMIPS), berbeda dengan ESP8266 yang hanya dilengkapi dengan NodeMCU Xtensa Single-core 32-bit L106. Dari segi konektivitas Bluetooth dan Wi-Fi, ESP32 sudah menyatukan keduanya dalam satu chip (*system-on-chip*),

sementara ESP8266 memerlukan komponen eksternal. Hal ini membuat ESP32 lebih efisien dan praktis untuk proyek-proyek tertentu dibandingkan ESP8266, yang memerlukan lebih banyak perangkat tambahan untuk fungsi yang sama. Lebih lanjut, ESP32 juga unggul dalam jumlah pin input/output umum (GPIO), dengan total 32 pin, sementara ESP8266 hanya memiliki 17 pin GPIO (A. Setiawan & Purnamasari, 2021).

2.8 Arduino IDE

Arduino IDE adalah singkatan dari (Integrated Development Environment), yang jika diterjemahkan secara sederhana berarti sebuah lingkungan terpadu untuk pengembangan. Alasan kenapa disebut lingkungan adalah karena *software* ini merupakan tempat di mana pemrograman Arduino dilaksanakan, memungkinkan Arduino untuk menjalankan berbagai fungsi yang diprogram melalui sintaks (Aji, 2018).



Gambar 2. 7 Logo Arduino
(Banzi, 2024)

Arduino IDE telah menjadi pilihan populer di kalangan penghobi, pendidik, dan profesional untuk mengembangkan berbagai jenis proyek elektronik dan IoT. Dengan antarmuka pengguna yang ramah dan proses pemrograman yang disederhanakan, Arduino IDE memungkinkan pengguna dari semua tingkat keahlian untuk dengan cepat memulai pembuatan prototipe proyek mereka.

2.9 Motor Servo MG996R

Motor servo merupakan jenis motor DC yang dilengkapi dengan sistem kontrol terintegrasi. Dengan dasar sebagai motor DC ber-magnet permanen, motor servo dirancang dengan spesifikasi khusus yang memenuhi kebutuhan aplikasi servo dalam bidang teknik kontrol (Muslimin & Sriwijaya, 2018).



Gambar 2. 8 Servo MG996R

Keunggulan utama dari servo MG996R adalah kemampuannya untuk menghasilkan torsi yang tinggi, mencapai hingga 7 kg. pada tegangan operasi antara 5V sampai dengan 7.2 V. Ini menjadikan servo ini pilihan yang populer untuk aplikasi yang membutuhkan penggerak yang kuat dan stabil. Selain itu, MG996R memiliki rentang gerakan 180 derajat, yang memungkinkan untuk kontrol posisi yang presisi dalam berbagai aplikasi.

Servo MG996R dilengkapi dengan gearbox logam yang meningkatkan kekuatan dan daya tahan dibandingkan dengan servo yang menggunakan gearbox plastik. Ini menjadikan MG996R lebih tahan lama dan dapat diandalkan untuk aplikasi yang menuntut kekuatan dan ketahanan yang tinggi. Selain itu, servo ini dilengkapi dengan potensiometer berkualitas tinggi untuk pengukuran posisi yang akurat, memastikan gerakan yang konsisten dan responsif terhadap perintah kontrol.

2.10 RTC DS3231

RTC singkatan dari *Real Time Clock*, adalah sebuah modul yang digunakan untuk melacak waktu nyata, tanggal, dan data. Modul spesifik yang digunakan dalam konteks ini adalah DS3231. Untuk komunikasi data, RTC memanfaatkan protokol I2C, yang melibatkan dua jalur yaitu Serial Data (SDA) dan Serial Clock (SCL) (No et al., 2022).



Gambar 2. 9 RTC DS3231

Modul DS3231 juga dilengkapi dengan fitur tambahan seperti kalender terprogram yang lengkap dengan mode deteksi tahun kabisat, serta alarm yang dapat diprogram untuk mengaktifkan output pada waktu yang ditentukan. Ini memungkinkan pengembang untuk mengimplementasikan fungsi penjadwalan dan pemberitahuan dalam aplikasi mereka dengan mudah. Selain itu, DS3231 memiliki pin output SQW yang dapat menghasilkan sinyal square wave dengan beberapa frekuensi yang dapat dipilih, berguna untuk aplikasi yang membutuhkan sinyal waktu reguler.

DS3231 berkomunikasi melalui protokol I2C, yang memudahkan integrasi dengan mikrokontroler dan sistem embedded lainnya. Protokol I2C memungkinkan komunikasi data dua arah antara DS3231 dan mikrokontroler host dengan menggunakan hanya dua kabel, sehingga mengurangi kompleksitas wiring dan mempermudah desain rangkaian. Dengan adanya dukungan luas dari berbagai platform pengembangan, seperti Arduino dan Raspberry Pi, modul DS3231 mudah diintegrasikan ke dalam proyek dan aplikasi.

2.11 Tombol *Push On*

Tombol Push On merupakan alat kontrol yang mudah digunakan, ditemukan baik di dalam maupun di luar panel listrik (Savitri & PARAMYTHA, 2022). Istilah ini biasanya mengacu pada jenis saklar yang berfungsi untuk memulai atau mengaktifkan alat atau sistem. Didesain dengan sistem pendorong untuk menyalakan, tombol ini ketika ditekan bisa tetap pada posisi "on" sehingga menjaga alat dalam keadaan menyala hingga tombol ditekan sekali lagi untuk memutus aliran atau mematikannya (Yazid, 2024).



Gambar 2. 10 Tombol *Push On*

Cara penggunaan pada alat listrik dengan menggunakan Tombol Push On misal pada lampu, bel, atau perangkat listrik lainnya. Ketika tombol ditekan maka saklar akan berada pada kondisi “on” lalu mengalirkan daya kepada perangkat listrik yang disambungkan pada tombol. Sebaliknya jika tombol ditekan kembali, maka akan kembali pada kondisi awal yaitu “off” sehingga akan menghentikan aliran daya kepada perangkat listrik.

2.12 Sensor Berat

Sensor Berat atau *load cell* adalah sensor untuk menghitung massa pada suatu benda dengan menggunakan prinsip kerja jembatan wheatstone di dalamnya. Sensor *load cell* ini memiliki tegangan keluaran dalam orde mV yang terbaca terhadap perubahan nilai resistansi yang dapat mengartikan massa benda tersebut. Sensor ini memiliki *transducer* yang mengukur ketegangan kawat, di mana mengubah tegangan mekanis menjadi sinyal listrik. Dasar pengindraannya perubahan tahanan pengantar atau *transducer* yang berubah akibat perubahan panjang dan luas penampangnya (Kurniawan et al., 2020).

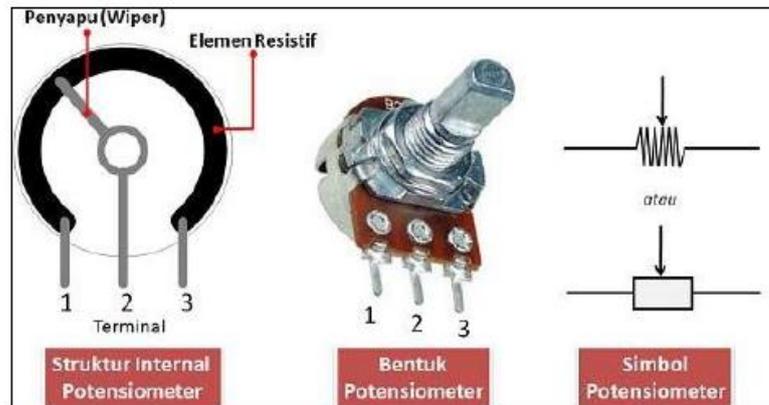


Gambar 2. 11 Sensor *Load cell*

Load cell merupakan sensor timbangan yang bekerja secara mekanis, di mana *load cell* menggunakan prinsip tekanan yang memanfaatkan strain gauge sebagai pengindera (sensor). Strain gauge adalah sebuah *transducer* pasif yang merubah suatu pergeseran mekanis menjadi perubahan tahanan. Perubahan ini kemudian diukur dengan jembatan Wheatsone dimana tegangan keluaran dijadikan referensi beban yang diterima *load cell*. Perubahan ini kemudian diukur dengan jembatan Wheatsone dimana tegangan keluaran dijadikan referensi beban yang diterima *load cell*.

2.13 Potensiometer

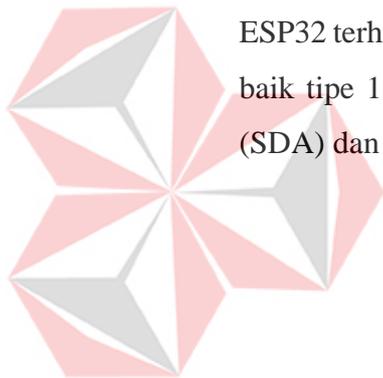
Potensiometer merupakan tipe resistor yang dapat disesuaikan nilai tahanannya untuk memenuhi keperluan dalam suatu sirkuit elektronik atau sesuai dengan keinginan pengguna. Sebagai anggota dari kelompok resistor variabel, potensiometer dibangun dengan tiga terminal kaki dan sebuah poros atau lever yang berperan dalam mengendalikan resistansinya (Zanofa et al., 2020).



Gambar 2. 12 Potensio

2.14 LCD I2C

LCD I2C adalah versi LCD yang dilengkapi dengan modul untuk meminimalkan jumlah pin yang diperlukan pada LCD tersebut. Modul ini dirancang dengan 4 pin yang dapat terkoneksi ke Arduino. Berkat dukungan ESP32 terhadap komunikasi I2C, pengguna dapat mengendalikan LCD karakter baik tipe 16x2 maupun 20x4 hanya dengan menggunakan dua pin, yaitu pin (SDA) dan pin (SCL) (Natsir et al., 2019).



UNIVERSITAS
Dinamika



Gambar 2. 13 LCD I2C

Teknologi I2C pada LCD memungkinkan komunikasi serial dua arah menggunakan protokol I2C, yang secara signifikan mengurangi kompleksitas wiring dan memudahkan proses integrasi dengan berbagai mikrokontroler atau sistem pengembangan lainnya seperti Arduino atau ESP32. Dengan menggunakan hanya dua pin untuk komunikasi, sistem yang membutuhkan banyak sensor atau output lainnya dapat menghemat pin I/O yang berharga. Selain itu, LCD I2C mendukung pemberian alamat yang memungkinkan

beberapa perangkat LCD untuk dikontrol melalui bus I2C yang sama, semakin meningkatkan fleksibilitas dalam desain sistem. Penggunaan LCD I2C sangat menguntungkan dalam proyek-proyek yang memerlukan tampilan informasi kepada pengguna, seperti menampilkan suhu, kelembaban, atau data lainnya secara *real-time*, dengan konfigurasi yang lebih sederhana dan efisien.

2.15 Breadboard Power supply

Breadboard power supply adalah sebuah sistem yang dirancang untuk memberikan energi listrik pada berbagai komponen elektronik yang ditempatkan di atas papan *breadboard*. Sistem ini biasanya terdiri dari sumber daya listrik, seperti baterai atau adapter, yang dihubungkan ke papan *breadboard* melalui kabel. Dalam sistem ini, sumber daya listrik tersebut diatur untuk memberikan tegangan dan arus yang sesuai dengan kebutuhan komponen elektronik yang digunakan. Dengan demikian, *breadboard power supply* memungkinkan pengguna untuk melakukan percobaan dan pengembangan pada berbagai proyek elektronik tanpa perlu membangun sistem *power supply* yang kompleks.



Gambar 2. 14 *Breadboard Power Supply*
(Handson Technology, 2022)

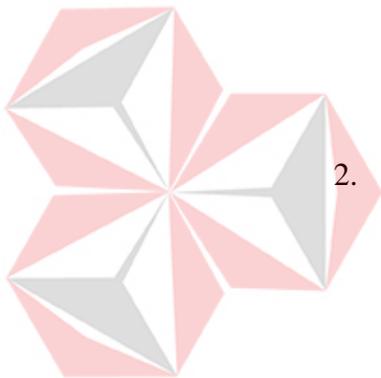
- c. RTC: berfungsi sebagai pewaktu untuk menjadwalkan waktu sistem pakan otomatis akan berjalan. Penjelasan mengenai RTC lebih lanjut terdapat pada Lampiran 12.
- d. Sensor Berat : berfungsi untuk mengukur dan memonitoring berat pakan yang diberikan kepada ayam, termasuk pakan utama dan maggot sebagai suplemen. Penjelasan mengenai sensor berat lebih lanjut terdapat pada Lampiran 11.
- e. *Breadboard Power supply* : berfungsi sebagai daya tambahan agar semua komponen berjalan dengan normal. Penjelasan mengenai *Breadboard Power Supply* lebih lanjut terdapat pada Lampiran 14.
- f. Tombol *Switch On Off* : berfungsi sebagai tombol untuk mengubah mode setting ke running dan sebaliknya. Penjelasan mengenai tombol lebih lanjut terdapat pada Lampiran 10.

2. Output :

- a. Servo : berfungsi untuk pembukaan dan penutupan katup penampungan pur dan penampungan maggot, serta pada penampungan campuran secara otomatis sesuai dengan waktu dan takaran pakan yang telah ditentukan. Penjelasan mengenai servo lebih lanjut terdapat pada Lampiran 15.
- b. LCD I2C : berfungsi sebagai layar untuk menampilkan informasi kepada pengguna saat memasukkan jumlah ayam yang diinginkan.

3. Proses :

NodeMCU ESP32 : berfungsi sebagai pusat kendali utama untuk seluruh sistem otomatisasi pemberian pakan ayam. ESP32 mengontrol berbagai input dan output yang terhubung, termasuk sensor, aktuator, dan modul komunikasi. Dengan demikian, ESP32 memastikan bahwa seluruh proses



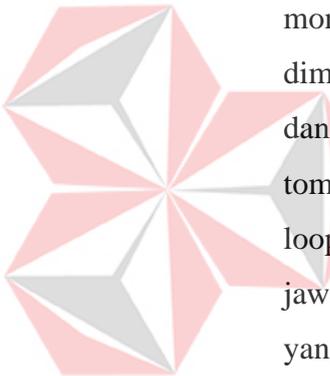
pemberian pakan ayam berjalan secara otomatis dan efisien sesuai dengan pengaturan yang telah ditentukan.

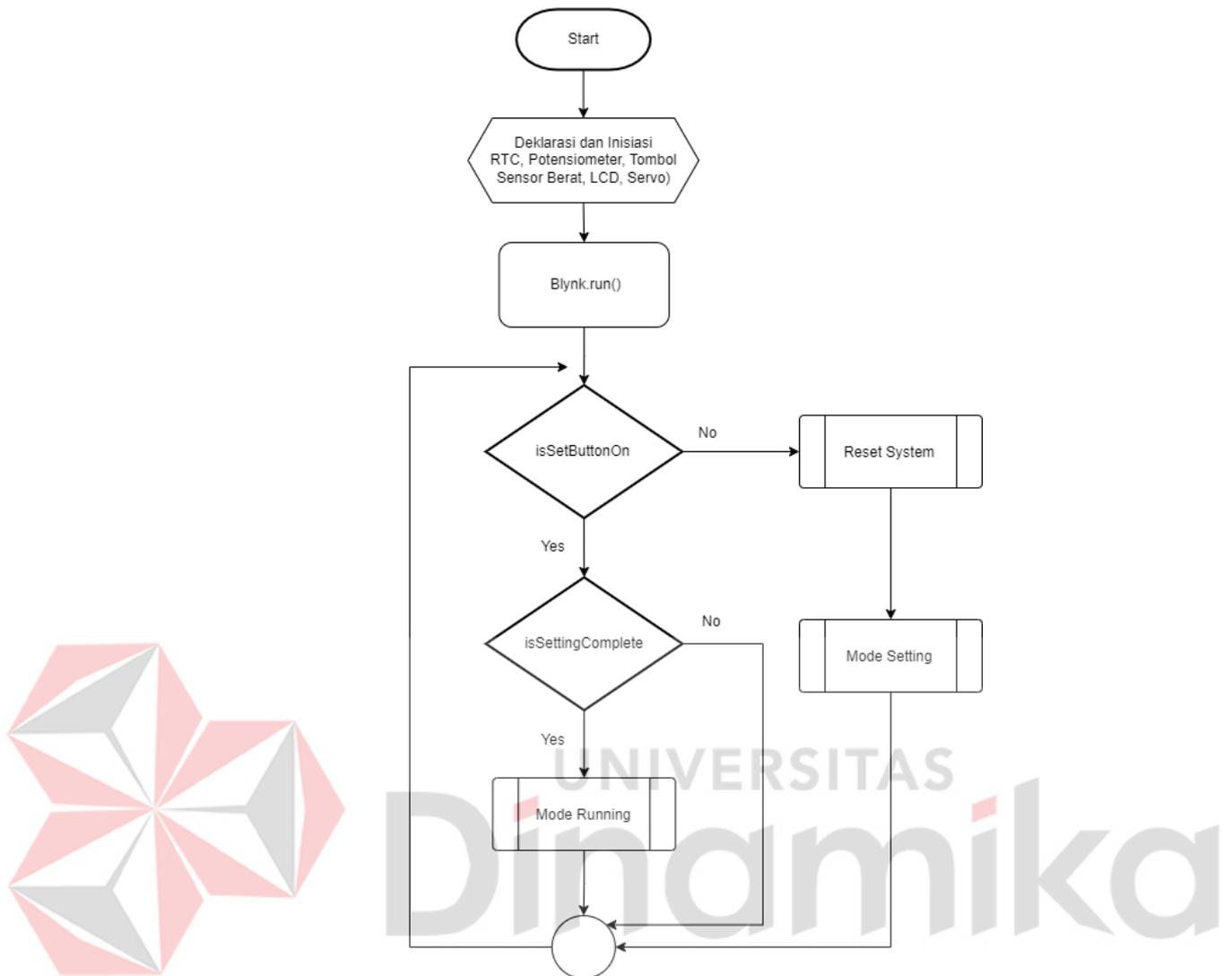
3.2 Perancangan *Software*

Perancangan *software* pada proyek ini bertujuan untuk mengintegrasikan seluruh komponen perangkat keras dengan program yang berjalan pada mikrokontroler ESP32. *Software* ini dirancang untuk mengotomatisasi pemberian pakan ayam secara efisien dan terjadwal. Pada pembahasan ini akan menjelaskan alur kerja dari berbagai fungsi yang telah diimplementasikan dalam sistem.

3.2.1 Flowchart Sistem Main

Flowchart pada Gambar 3.2 menggambarkan alur kerja dari sistem monitoring dan pengendalian pakan ayam otomatis berbasis IoT. Alur dimulai dari langkah "Start", yang kemudian dilanjutkan dengan deklarasi dan inisialisasi berbagai komponen penting seperti RTC, potensiometer, tombol, sensor berat, LCD, dan servo. Setelah inisialisasi, sistem memasuki loop utama yang dijalankan oleh fungsi `Blynk.run()`. Fungsi ini bertanggung jawab untuk menjaga konektivitas dan sinkronisasi dengan aplikasi Blynk yang digunakan untuk pengendalian jarak jauh.





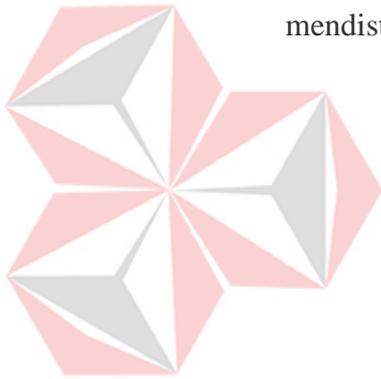
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem Main

Selanjutnya, alur memasuki tahap pengambilan keputusan berdasarkan status tombol set (`isSetButtonOn`). Jika tombol set berada dalam posisi "Yes", sistem akan masuk ke "Mode Running" di mana sistem terus berjalan dan menyimpan input yang telah diberikan oleh pengguna. Di dalam mode ini, sistem secara otomatis akan memberikan pakan pada interval waktu yang telah ditentukan (misalnya, setiap 5 menit). Sebaliknya, jika tombol set berada di posisi "No", sistem akan menjalankan fungsi "Reset System" untuk mengatur ulang semua kondisi dan variabel sebelum masuk ke "Mode Setting". Dalam mode ini, pengguna dapat melakukan pengaturan ulang jumlah ayam, konfirmasi jumlah ayam, dan memilih

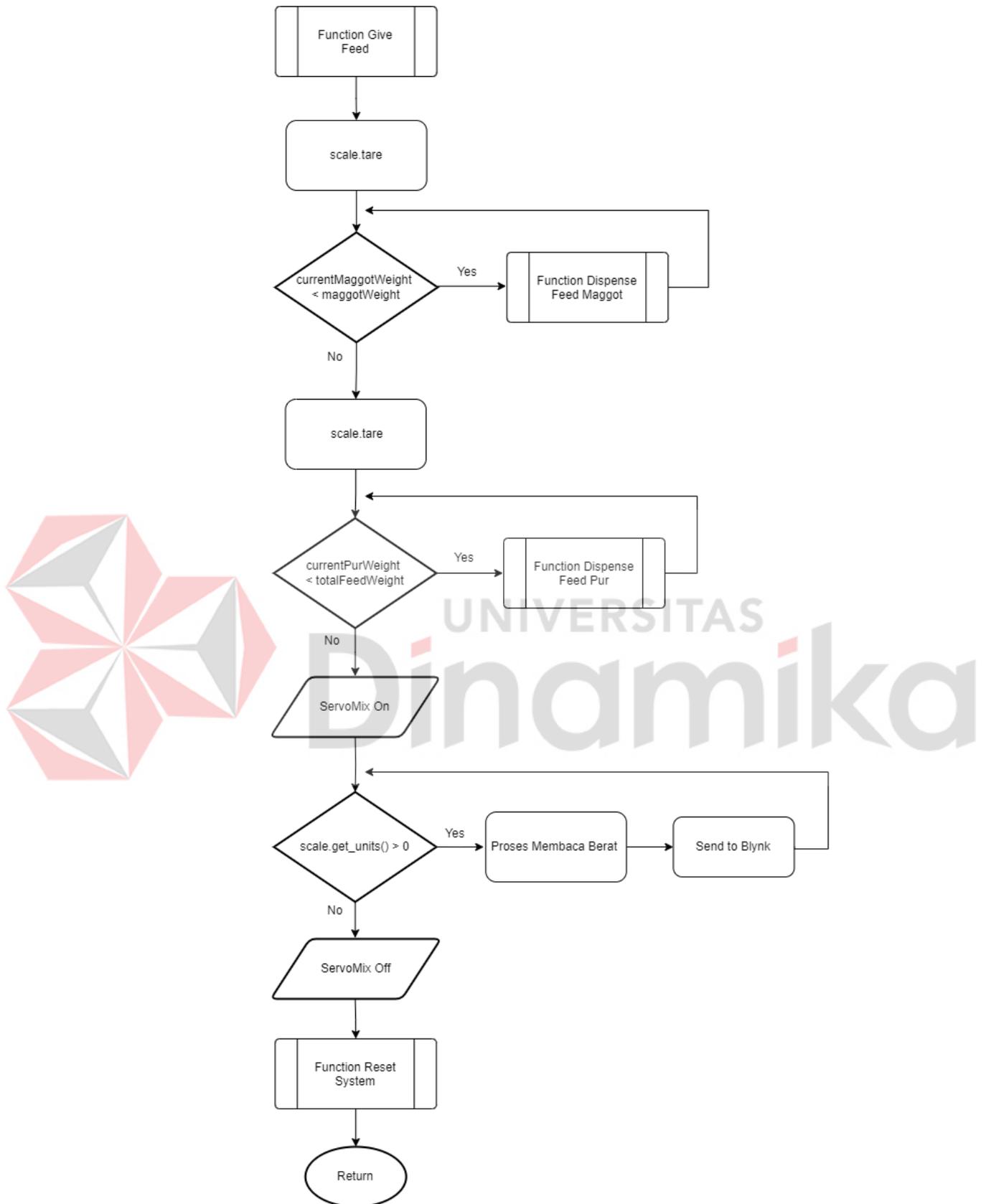
kategori pakan sebelum sistem kembali memulai siklusnya. Alur ini terus berulang sesuai dengan input dari pengguna dan status tombol set. Untuk menandakan telah selesainya “Mode Setting” akan membuat variabel “isSettingComple” menjadi *true*. Sehingga variabel tersebut menjadi syarat terjalannya “Mode Running”.

3.2.2 Flowchart *Give Feed*

Flowchart pada Gambar 3.3 merupakan alur kerja dari fungsi *giveFeed* dalam sistem pemberian pakan ayam otomatis. Fungsi ini bertanggung jawab untuk mendistribusikan pakan berdasarkan kategori dan jumlah ayam yang telah ditentukan. Proses dimulai dengan memeriksa apakah berat maggot saat ini kurang dari berat maggot yang diperlukan. Jika iya, maka sistem akan memanggil fungsi *dispenseFeed* untuk mendistribusikan pakan maggot hingga berat yang diinginkan tercapai.



UNIVERSITAS
Dinamika



Gambar 3. 3 Flowchart Function *Give Feed*

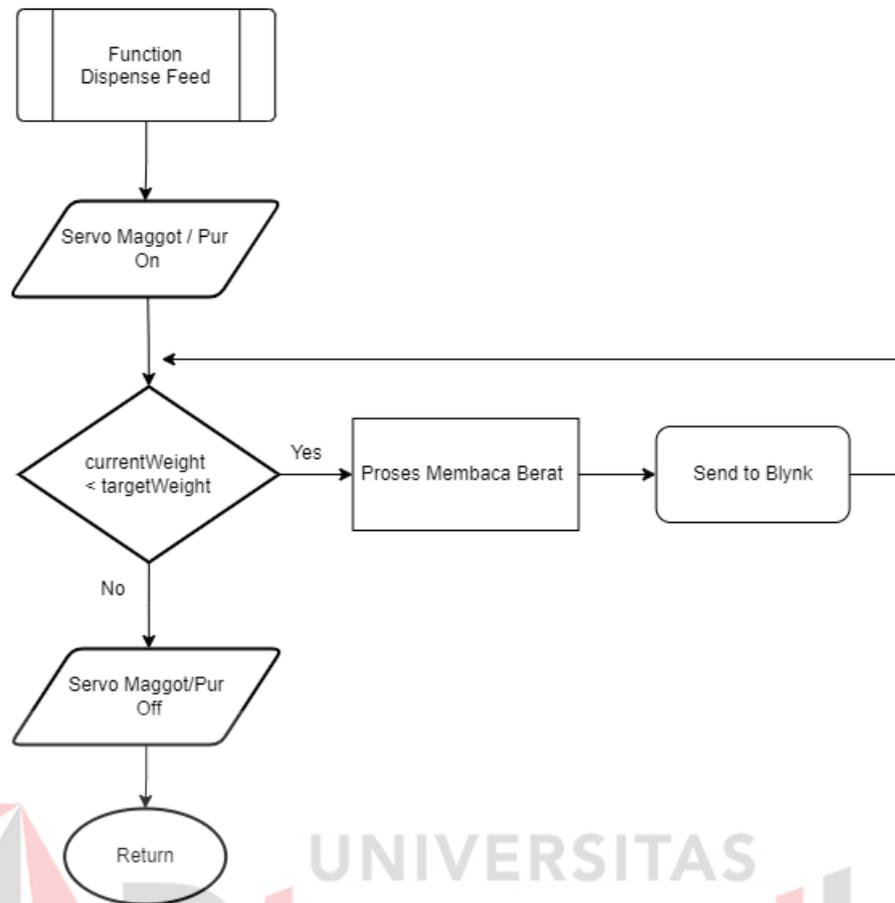
Setelah pakan maggot didistribusikan, sistem akan mengecek apakah berat pur saat ini kurang dari total berat pakan yang diperlukan. Jika iya, fungsi *dispenseFeed* kembali dipanggil untuk mendistribusikan pakan pur hingga berat yang ditentukan tercapai. Setelah itu, servo untuk mencampur pakan (*ServoMix*) diaktifkan untuk memastikan semua pakan tercampur dengan baik.

Sistem kemudian memeriksa apakah berat yang terdeteksi oleh timbangan (*scale*) lebih dari nol. Jika masih ada berat yang terdeteksi, proses membaca berat dilakukan dan hasilnya dikirim ke Blynk untuk monitoring. *ServoMix* tetap diaktifkan selama proses ini untuk memastikan tidak ada sisa pakan yang tidak terdistribusikan dengan baik.

Setelah semua pakan terdistribusikan dan timbangan tidak lagi mendeteksi berat yang tersisa, sistem akan memanggil fungsi *resetSystem* untuk mereset semua variabel dan komponen kembali ke kondisi awal. Alur ini memastikan bahwa fungsi *giveFeed* berjalan secara efisien dan akurat dalam mendistribusikan pakan sesuai kebutuhan, serta mengembalikan sistem ke kondisi siap untuk siklus pemberian pakan berikutnya.

3.2.3 Flowchart *Dispense Feed*

Flowchart function *DispenseFeed* dalam Gambar 3.4 merupakan alur proses pemberian pakan dengan menggunakan servo Maggot atau Pur. Proses dimulai dari fungsi *giveFeed* yang mengaktifkan servo Maggot atau Pur. Servo ini membuka aliran pakan. Setelah itu, sistem memeriksa apakah berat pakan saat ini *currentWeight* masih kurang dari berat target *targetWeight*. Jika berat pakan saat ini kurang dari berat target, sistem akan terus melakukan proses membaca berat dan mengirim data berat ke Blynk.



Gambar 3. 4 Flowchart *Function Dispense Feed*

Setiap siklus pemeriksaan ini, sistem membaca berat pakan yang telah dikeluarkan menggunakan timbangan (HX711) dan memperbarui data berat ini ke platform Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Proses ini akan terus berulang hingga berat pakan yang diukur mencapai atau melebihi berat target. Jika berat pakan saat ini sudah mencapai atau melebihi berat target, servo Maggot atau Pur akan dimatikan, menghentikan aliran pakan.

Setelah servo dimatikan, fungsi dispenseFeed selesai dan kembali ke fungsi utama. Alur ini memastikan bahwa pakan yang diberikan tepat sesuai dengan berat yang ditargetkan, dengan pemantauan dan pengendalian secara *real-time* melalui Blynk. Sistem ini juga memastikan servo tidak tetap terbuka setelah pakan mencapai berat yang diinginkan, sehingga menghindari pemborosan pakan.

3.2.4 Flowchart Mode Setting

Flowchart ini menggambarkan alur proses dalam (Mode Setting) dari sistem pengumpan ayam otomatis. Ketika sistem memasuki mode ini, pengguna pertama-tama harus menginput jumlah ayam yang akan diberi makan. Input ini dilakukan menggunakan potensiometer. Setelah jumlah ayam diatur sesuai dengan kebutuhan, pengguna harus menekan tombol konfirmasi untuk mengunci pengaturan jumlah ayam tersebut.



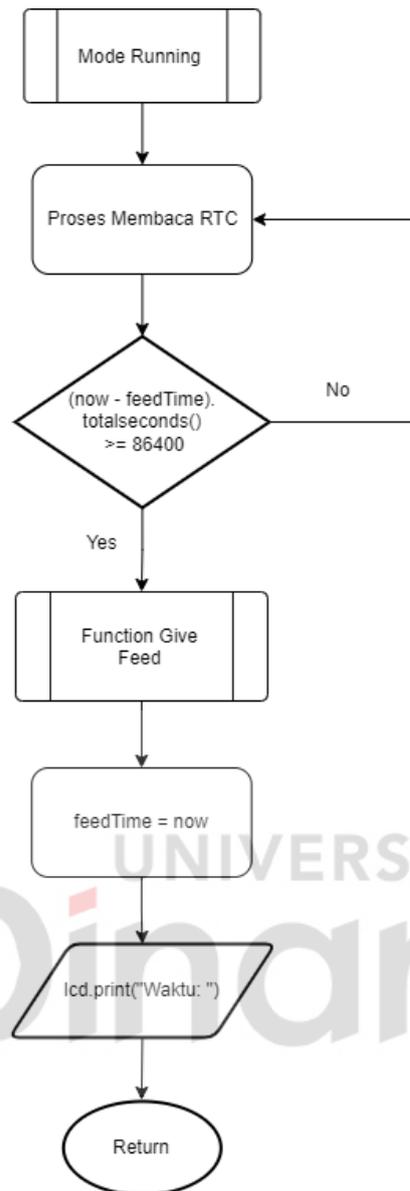
Gambar 3. 5 Flowchart *Mode Setting*

Setelah jumlah ayam dikonfirmasi, langkah berikutnya adalah memilih kategori pakan. Pengguna bisa memilih salah satu dari empat kategori pakan yang tersedia dengan menekan salah satu dari empat tombol yang disediakan. Setelah kategori pakan dipilih, sistem menetapkan variabel `isSettingComplete` menjadi `true`, menandakan bahwa proses pengaturan telah selesai. Sistem kemudian keluar dari mode pengaturan dan kembali ke alur utama.

3.2.5 Flowchart Mode Running

Flowchart pada Gambar 3.6 dimulai setelah sistem masuk ke kondisi di mana pengaturan telah selesai dan mode running aktif. Pada tahap awal, sistem membaca waktu saat ini dari RTC (Real-Time Clock). Ini adalah langkah penting karena waktu saat ini akan digunakan untuk menentukan kapan pakan harus diberikan kepada ayam. Sistem kemudian mengecek apakah selisih antara waktu saat ini dan `feedTime` (waktu terakhir pemberian pakan) telah mencapai atau melebihi 86400 detik (24 jam). Jika belum mencapai 24 jam, sistem kembali membaca RTC secara periodik hingga kondisi ini terpenuhi.



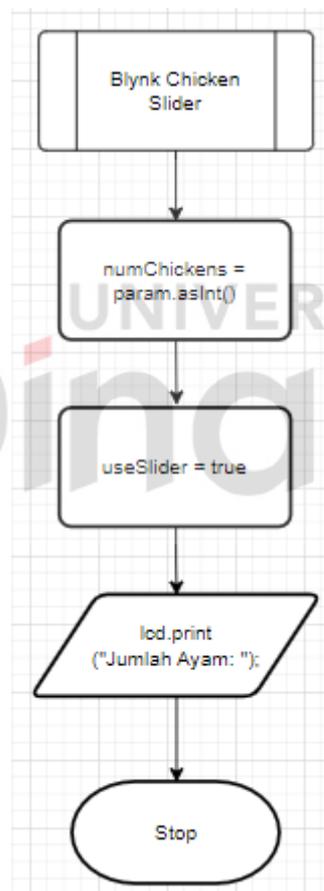


Gambar 3. 6 Flowchart *Mode Running*

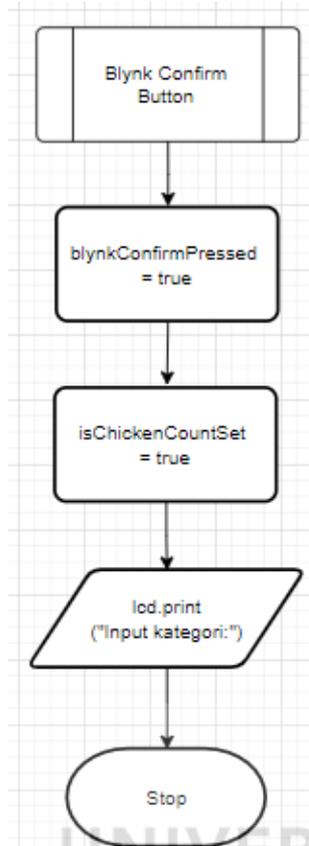
Jika kondisi telah terpenuhi (waktu sudah mencapai atau melebihi 24 jam), sistem akan memanggil fungsi *giveFeed()* untuk memberikan pakan kepada ayam. Setelah pakan diberikan, variabel *feedTime* diperbarui dengan waktu saat ini untuk mencatat waktu pemberian pakan yang baru. Selanjutnya, sistem menampilkan pesan "Waktu: " pada LCD untuk menampilkan waktu secara *real-time* memberi informasi bahwa pakan telah diberikan dan sistem sedang menunggu interval berikutnya. Proses ini diulang secara terus menerus, memastikan bahwa ayam mendapatkan pakan secara teratur setiap 24 jam.

3.2.6 Flowchart Blynk

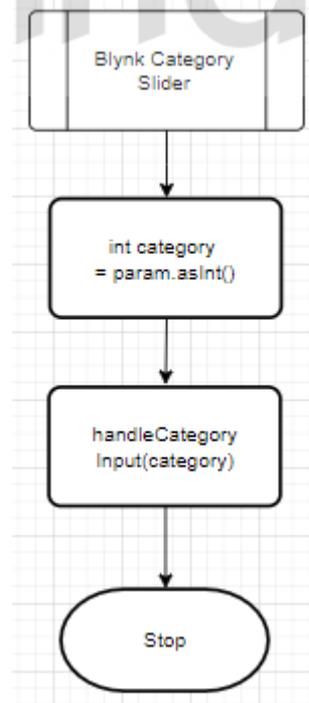
Flowchart pada Blynk merupakan proses interaksi dengan aplikasi Blynk untuk pengaturan jumlah ayam dan kategori pakan menggunakan tiga komponen utama: Slider untuk jumlah ayam, Tombol konfirmasi, dan Slider untuk kategori. Pada flowchart Gambar 3.7, ketika pengguna mengatur jumlah ayam menggunakan slider di aplikasi Blynk, nilai dari slider (dalam bentuk integer) disimpan ke dalam variabel `numChickens`. Selanjutnya, variabel `useSlider` disetel menjadi `true`, menandakan bahwa input telah diambil dari slider. Kemudian, sistem menampilkan jumlah ayam yang diinput pada layar LCD dengan pesan "Jumlah Ayam: ".



Gambar 3. 7 Flowchart Blynk Sider Jumlah Ayam



Gambar 3. 8 Flowchart Blynk Tombol Konfirmasi



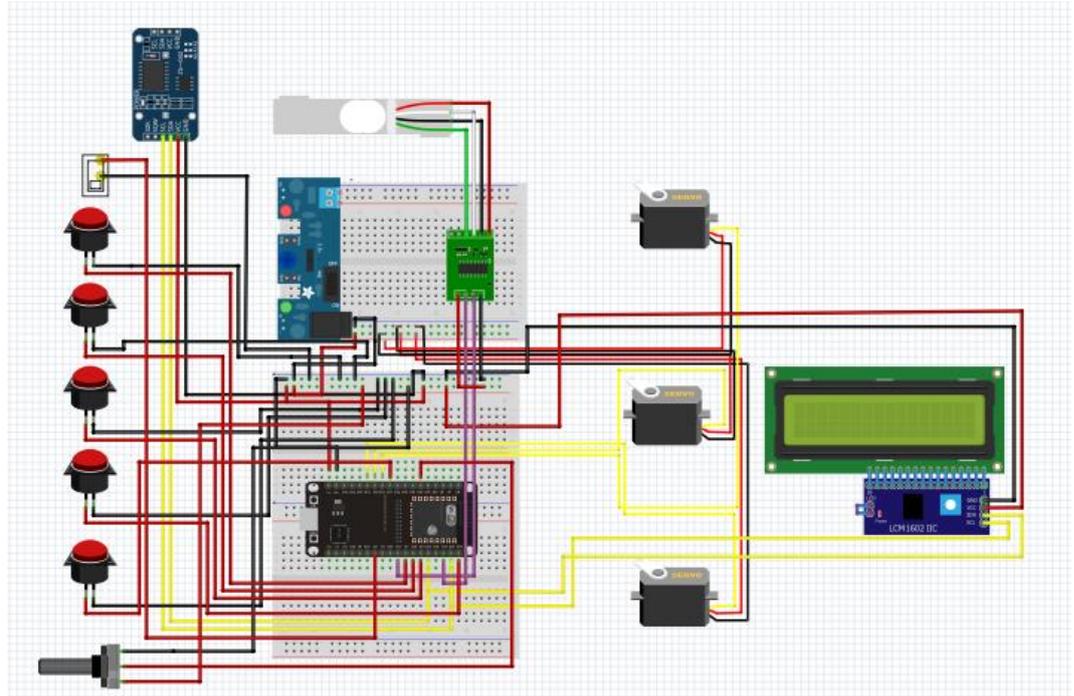
Gambar 3. 9 Flowchart Blynk Slider Kategori Ayam

Pada flowchart Gambar 3.8, ketika pengguna menekan tombol konfirmasi di aplikasi Blynk, sistem merespons dengan mengatur variabel `blynkConfirmPressed` menjadi `true`, menunjukkan bahwa tombol konfirmasi telah ditekan. Selanjutnya, variabel `isChickenCountSet` disetel menjadi `true`, yang menandakan bahwa jumlah ayam sudah dikonfirmasi. Sistem kemudian menampilkan pesan "Input kategori:" pada layar LCD untuk meminta pengguna memasukkan kategori pakan.

Flowchart Gambar 3.9 menggambarkan proses ketika pengguna mengatur kategori pakan menggunakan slider di aplikasi Blynk. Nilai dari slider (dalam bentuk integer) diambil dan disimpan ke dalam variabel `category`. Fungsi `handleCategoryInput(category)` kemudian dipanggil untuk menangani input kategori tersebut, mengatur sistem sesuai dengan kategori yang dipilih. Setiap langkah diakhiri dengan state `Stop`, yang menandakan akhir dari proses interaksi tersebut sebelum kembali ke alur utama program. Ketiga flowchart ini bekerja secara sinergis untuk memastikan bahwa input dari aplikasi Blynk diambil, diproses, dan ditampilkan dengan benar di sistem otomatisasi pemberian pakan ayam.

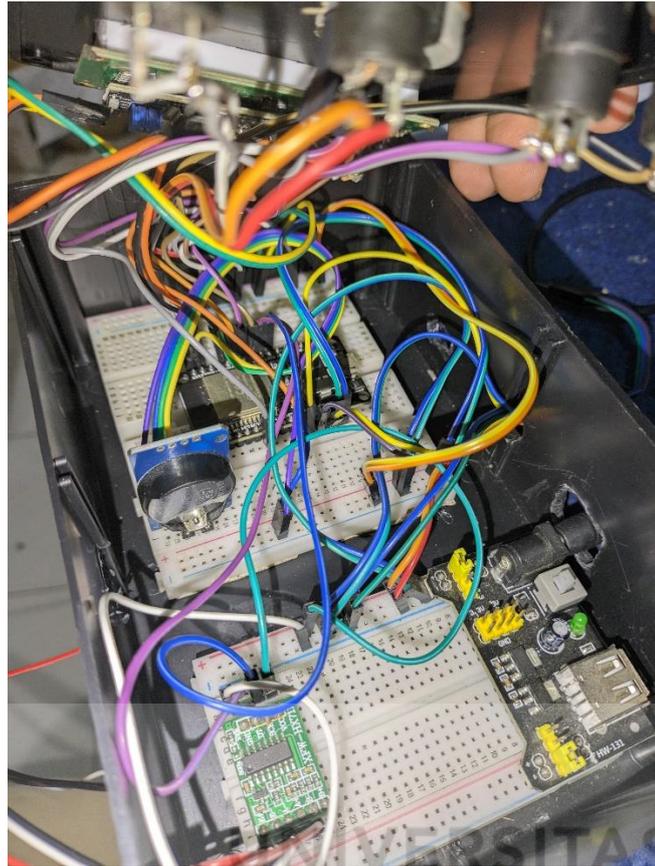
3.3 Rangkaian Skematik

Pada Gambar 3.10 merupakan Rangkaian skematik beberapa komponen elektronik yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 sebagai otak dari sistem. Komponen utama yang digunakan termasuk LCD untuk menampilkan informasi, tiga servo motor untuk mendistribusikan pakan, modul HX711 untuk mengukur berat pakan, push button untuk memilih kategori pakan, dan potensiometer untuk mengatur jumlah ayam. Semua komponen ini dihubungkan melalui *breadboard* dan kabel jumper.



Gambar 3. 10 Rangkaian Skematik

Pada Gambar 3.10 merupakan hubungan antara perangkat input dan output yang digunakan dalam sistem otomatisasi pemberian pakan ayam dengan pin-pin pada ESP32. Terdapat tiga servo motor yang masing-masing dihubungkan ke pin 14, 12, dan 13 untuk mengatur pemberian pakan maggot, pur, dan pencampuran. Potensiometer sebagai input jumlah ayam terhubung ke pin 32, sementara empat tombol kategori dan satu tombol konfirmasi dihubungkan ke pin 5, 18, 19, 23, dan 27. Timbangan digital menggunakan sensor HX711 yang terhubung ke pin 17 (data) dan 16 (clock). LCD I2C digunakan untuk menampilkan informasi dan RTC DS3231 untuk penjadwalan sama menggunakan pin 21 (SDA) dan 22 (SCL).



Gambar 3. 11 Gambar Rangkaian Nyata

Gambar 3.11 merupakan foto real dari rangkaian elektronik yang terpasang di atas breadboard. Rangkaian ini terdiri dari berbagai komponen yang terhubung dengan kabel jumper, termasuk sebuah modul RTC (Real Time Clock), potensiometer, sensor berat HX711, dan beberapa modul lainnya yang tersusun di breadboard. Selain itu, terlihat juga adanya power supply yang menyediakan daya untuk rangkaian tersebut. Rangkaian ini kemungkinan besar merupakan bagian dari proyek otomasi pemberian pakan ayam yang menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utamanya.

Tabel 3. 1 Tabel Koneksi I/O ESP32

No	Nama Pin	Fungsi	Tipe	Pin
1	MAGGOT_SERVO_PIN	Servo Maggot	Output	14
2	PUR_SERVO_PIN	Servo Pur	Output	12
3	MIX_SERVO_PIN	Servo Pencampur	Output	13
4	POT_PIN	Potensiometer	Input	32
5	BUTTON1_PIN	Tombol Kategori 1	Input	5

6	BUTTON2_PIN	Tombol Kategori 2	Input	18
7	BUTTON3_PIN	Tombol Kategori 3	Input	19
8	BUTTON4_PIN	Tombol Kategori 4	Input	23
9	CONFIRM_BUTTON_PIN	Tombol Konfirmasi	Input	27
10	HX711_dt	Data Timbangan	Input	17
11	HX711_sck	Clock Timbangan	Output	16
12	SDA	Data LCD I2C	Output	21
13	SCL	Clock LCD I2C	Output	22
14	RTC_SDA	Data RTC DS3231	Output	21
15	RTC_SCL	RTC DS3231	Output	22

Layar LCD I2C digunakan untuk menampilkan informasi seperti jumlah ayam, kategori pakan, dan status operasi. LCD ini terhubung ke ESP32 melalui pin SDA dan SCL, dengan alamat I2C 0x27. LCD ini diatur untuk menampilkan dua baris teks, memberikan informasi secara *real-time* kepada pengguna.

Modul RTC DS3231 terhubung ke ESP32 melalui pin SDA dan SCL untuk menyediakan waktu yang akurat dan andal. RTC ini digunakan untuk menjadwalkan pemberian pakan setiap hari pada jam 7 pagi. Dengan modul RTC DS3231, ESP32 dapat membaca waktu secara *real-time* dan mengatur mekanisme pakan untuk beroperasi pada waktu yang telah ditentukan tanpa perlu intervensi manual.

Setiap push button memiliki fungsi spesifik: pin 5 untuk kategori 1, pin 18 untuk kategori 2, pin 19 untuk kategori 3, pin 23 untuk kategori 4, dan pin 27 untuk konfirmasi jumlah ayam. Servo motors diatur pada pin 14 untuk pakan maggot, pin 12 untuk pakan pur, dan pin 13 untuk proses pencampuran. Modul HX711 menggunakan pin 17 dan 16 untuk menghubungkan HX711 ke ESP32, memungkinkan pembacaan data berat yang akurat. LCD terhubung melalui komunikasi I2C ke ESP32, biasanya menggunakan pin SDA dan SCL.

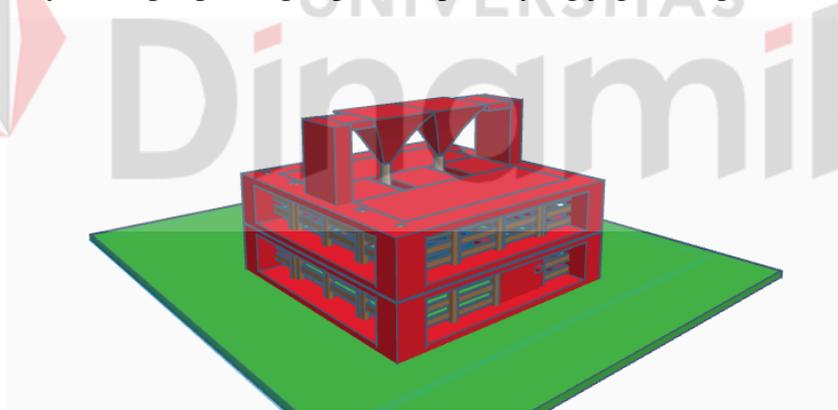
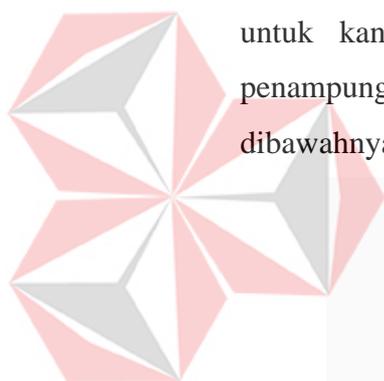
Proses kerja sistem dimulai dengan pengguna mengatur jumlah ayam menggunakan potensiometer atau slider pada aplikasi Blynk. Nilai yang dibaca dari potensiometer ditampilkan pada LCD. Setelah jumlah ayam diatur, pengguna menekan tombol konfirmasi yang terhubung ke pin 27 untuk

melanjutkan ke pemilihan kategori. Pengguna kemudian memilih kategori pakan dengan menekan salah satu dari empat tombol push yang terhubung ke ESP32, dan pilihan kategori ditampilkan pada LCD. ESP32 kemudian menggerakkan servo motor untuk mendistribusikan pakan berdasarkan kategori yang dipilih. Berat pakan yang diberikan diukur menggunakan HX711 dan ditampilkan pada LCD serta aplikasi Blynk.

Rangkaian ini memungkinkan sistem pemberian pakan ayam otomatis yang efisien dan terkontrol, memungkinkan pengguna untuk mengatur jumlah ayam dan kategori pakan dengan mudah, serta memastikan pakan diberikan dalam jumlah yang tepat berdasarkan pengukuran berat yang akurat.

3.4 Desain Alat

Berdasarkan Gambar 3.12 menunjukkan bahwa rencana desain 3 dimensi untuk kandang ayam tampak dari diluar, dimana terdapat 2 tempat penampungan yaitu penampungan pakan ayam dan penampungan maggot, serta dibawahnya terdapat penampungan campuran yang juga terdapat sensor berat.



Gambar 3. 12 Desain 3d Kandang Ayam

Gambar 3.13 merupakan foto alat untuk mengontrol segala inputan yang dilakukan oleh pengguna seperti potensio dan tombol, terdapat lcd juga untuk memantau informasi yang akan ditampilkan.



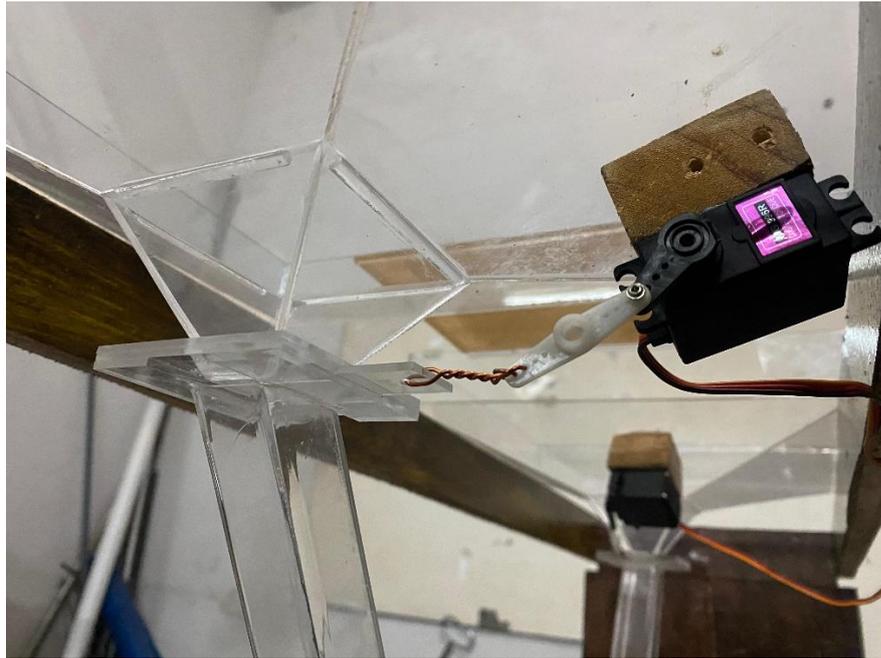
Gambar 3. 13 Alat Kontrol

Gambar 3.14 menunjukkan *prototipe* kandang ayam dengan 3 wadah pakan yang sudah jadi dan dilengkapi dengan servo pada masing masing wadah pakan.



Gambar 3. 14 Kandang Ayam

Gambar 3.15 menunjukkan ServoPur dan ServoMaggot yang siap untuk membuka katup yang ada pada ujung wadah keduanya.



Gambar 3. 15 servopur dan servomaggot

Gambar 3.16 menunjukkan saluran untuk menjatuhkan pakan dari wadah maggot dan wadah pur ke wadah pencampuran untuk ditimbang.



Gambar 3. 16 saluran pakan

Gambar 3.17 merupakan wadah pencampuran, dimana wadah tersebut adalah tempat untuk menampung maggot dan pur yang telah jatuh. Pada wadah ini juga terdapat sensor berat untuk menimbang kedua pakan tersebut. terdapat ServoMix sebagai pembuka dan penutup katup wadah.



Gambar 3. 17 Wadah pencampuran

3.5 Integrasi ESP32 dengan aplikasi Blynk

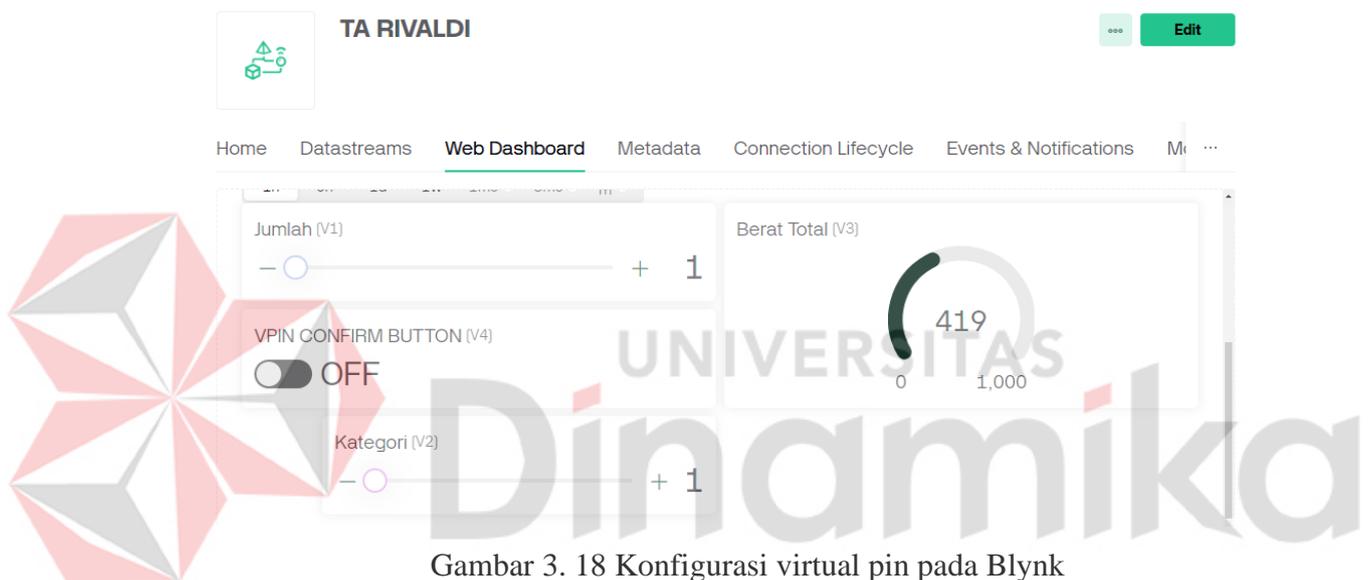
Integrasi ESP32 dengan aplikasi Blynk memungkinkan sistem otomatisasi untuk dapat dipantau dan dikontrol dari jarak jauh melalui internet. Proses ini melibatkan beberapa langkah penting, termasuk konfigurasi perangkat keras dan perangkat lunak. Untuk memulai, diperlukan beberapa informasi penting dari aplikasi Blynk, seperti Auth Token, Device Name, dan Template ID. Informasi ini diperlukan untuk menghubungkan ESP32 dengan platform Blynk.

Pertama, Auth Token adalah kunci unik yang diberikan oleh Blynk untuk mengautentikasi perangkat. Setiap perangkat yang terhubung ke Blynk akan memiliki Auth Token yang unik. Untuk mendapatkan Auth Token, langkah pertama adalah membuat perangkat baru di aplikasi Blynk. Setelah itu, email yang berisi Auth Token akan diterima. Token ini kemudian disalin dan dimasukkan ke dalam kode program ESP32 di bagian `char auth[] = "YourAuthToken";`.

Selain Auth Token, diperlukan juga Device Name dan Template ID. Device Name adalah nama unik untuk perangkat, yang memudahkan identifikasi di antara perangkat lain di dalam aplikasi Blynk. Template ID

adalah identifikasi untuk template yang digunakan, yang menyimpan semua pengaturan dan widget yang dibuat di aplikasi Blynk. Device Name dan Template ID dimasukkan ke dalam kode program ESP32 di bagian `#define BLYNK_TEMPLATE_ID "YourTemplateID"` dan `#define BLYNK_DEVICE_NAME "YourDeviceName"`.

Virtual Pin adalah komponen penting lainnya dalam Blynk. Virtual Pin memungkinkan komunikasi antara perangkat keras dan aplikasi Blynk. Data dapat dikirim dan diterima menggunakan Virtual Pin. Pada Gambar 3.11 merupakan virtual pin beserta komponen yang digunakan pada Blynk.

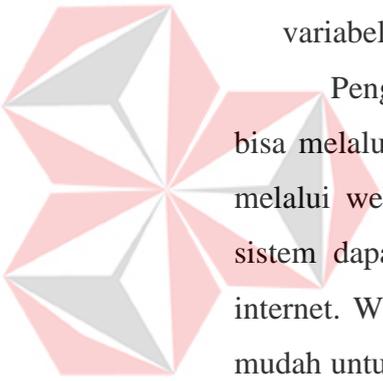


Gambar 3. 18 Konfigurasi virtual pin pada Blynk

1. Virtual Pin (V1) : Virtual Pin ini digunakan untuk mengatur jumlah ayam melalui slider di aplikasi Blynk. Nilai dari slider ini akan dikirim ke ESP32, dan perangkat akan menyesuaikan jumlah ayam berdasarkan nilai yang diterima. Fungsi Blynk yang terkait dengan Virtual Pin ini adalah `BLYNK_WRITE(VPIN_CHICKEN_SLIDER)`, yang memproses nilai yang diterima dan mengupdate variabel `numChickens`.
2. Virtual Pin (V2) : Virtual Pin ini digunakan untuk mengatur kategori pakan melalui tombol atau slider di aplikasi Blynk. Ketika nilai kategori diubah, nilai tersebut akan dikirim ke ESP32, yang kemudian memproses dan menetapkan kategori pakan yang sesuai. Fungsi Blynk yang terkait dengan Virtual Pin ini adalah `BLYNK_WRITE(VPIN_CATEGORY_SLIDER)`,

yang memanggil fungsi *handleCategoryInput()* untuk menetapkan kategori pakan.

3. Virtual Pin (V3) : Virtual Pin ini digunakan untuk memonitor berat pakan yang diberikan. Selama proses pemberian pakan, nilai berat yang diukur oleh sensor timbangan akan dikirim ke aplikasi Blynk melalui Virtual Pin ini. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memantau berat pakan secara *real-time* di aplikasi Blynk.
4. Virtual Pin (V4) : Virtual Pin ini digunakan untuk mengkonfirmasi jumlah ayam yang telah diatur melalui aplikasi Blynk. Ketika tombol konfirmasi di aplikasi Blynk ditekan, nilai ini akan dikirim ke ESP32, dan perangkat akan melanjutkan ke tahap berikutnya untuk mengatur kategori pakan. Fungsi Blynk yang terkait dengan Virtual Pin ini adalah `BLYNK_WRITE(VPIN_CONFIRM_BUTTON)`, yang mengupdate variabel `blynkConfirmPressed` dan mengatur flag `isChickenCountSet`.



Penggunaan Blynk tidak terbatas pada satu platform saja. Akses Blynk bisa melalui aplikasi mobile yang tersedia untuk Android dan iOS, maupun melalui web dashboard di browser. Dengan menggunakan aplikasi mobile, sistem dapat dipantau dan dikontrol dari mana saja selama terhubung ke internet. Web dashboard memberikan antarmuka yang lebih besar dan lebih mudah untuk pengaturan dan pemantauan yang lebih rinci. Kedua platform ini memberikan fleksibilitas dalam mengelola dan memonitor sistem otomatisasi secara *real-time*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian RTC dengan Jam Internet

4.1.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa modul *Real-time Clock* (RTC) yang digunakan dalam sistem pengumpan otomatis untuk ayam dapat menjaga waktu dengan akurat dan konsisten. Dengan membandingkan waktu yang ditampilkan oleh RTC dengan jam berbasis internet yang dapat diandalkan, kita dapat menilai seberapa baik RTC menjaga waktu dan menentukan apakah perlu dilakukan kalibrasi atau sinkronisasi berkala.

4.1.2 Prosedur Pengujian

1. Persiapan Alat dan Bahan:

- Modul RTC yang terhubung ke ESP32.
- Akses internet untuk mendapatkan waktu *real-time* dari server yang andal.
- Komputer untuk memonitor serial output dari ESP32.
- *Software* Arduino IDE untuk melihat serial monitor.

2. Pengaturan RTC:

- Memastikan RTC telah diatur dengan waktu yang benar pada awal pengujian menggunakan Arduino.
- Melakukan Upload Program untuk menguji RTC yang terdapat pada Lampiran 1 untuk melanjutkan pengambilan data.

3. Pengambilan Data:

- Mencatat waktu yang ditampilkan oleh RTC yang muncul di serial monitor pada interval waktu tertentu (misalnya, setiap jam).
- Mencatat waktu dari jam internet yang diambil dari server waktu yang andal.

4. Perbandingan dan Pencatatan:

- Membandingkan waktu RTC dengan waktu internet pada setiap interval yang ditentukan.
- Mencatat hasil perbandingan tersebut dalam tabel.

4.1.3 Hasil Pengujian

Tabel 4.1 merupakan hasil pengujian RTC yang dibandingkan jam yang terdapat pada internet.

Tabel 4. 1 Tabel Pengujian RTC dengan Jam Internet

No	Jam Internet	Jam RTC	Selisih (s)
1	23:12:43	23:13:01	18
2	23:14:43	23:15:01	18
3	23:16:43	23:17:01	18
4	23:18:43	23:19:01	18
5	23:20:43	23:21:01	18
6	23:22:43	23:23:01	18
7	23:24:43	23:25:01	18
8	23:26:43	23:27:01	18
9	23:28:43	23:29:01	18
10	23:30:43	23:31:01	18
11	23:32:43	23:33:01	18
12	23:34:43	23:35:01	18
13	23:36:43	23:37:01	18
14	23:38:43	23:39:01	18
15	23:40:43	23:41:01	18

16	23:42:43	23:43:01	18
17	23:44:43	23:45:01	18
18	23:46:43	23:47:01	18
19	23:48:43	23:49:01	18
20	23:50:43	23:51:01	18
21	23:52:43	23:53:01	18
22	23:54:43	23:55:01	18
23	23:56:43	23:57:01	18
24	23:58:43	23:59:01	18
25	00:00:43	00:01:01	18
26	00:02:43	00:03:01	18
27	00:04:43	00:05:01	18
28	00:06:43	00:07:01	18
29	00:08:43	00:09:01	18
30	00:22:49	00:23:07	18

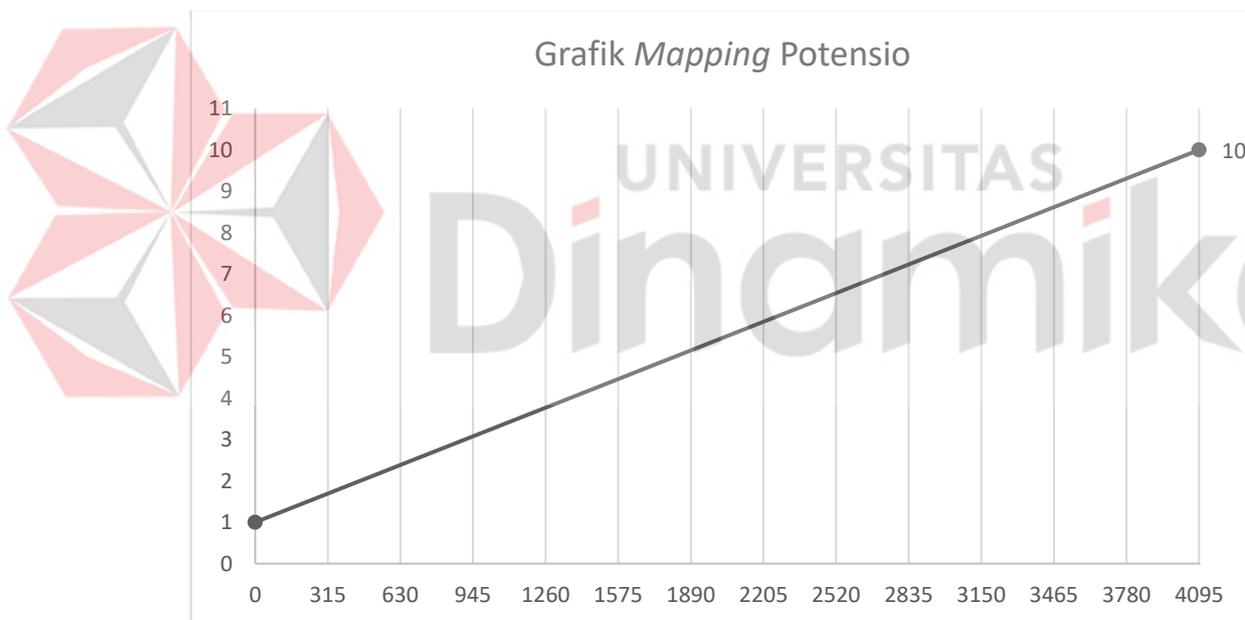
Berdasarkan hasil pengujian RTC dengan jam internet pada Tabel 4.1, rata-rata selisih waktu antara RTC dan jam internet adalah 18 detik. Selisih waktu rata-rata ini berada di bawah dari satu menit, menandakan bahwa kinerja RTC sangat presisi. Hal ini menunjukkan bahwa RTC dapat diandalkan untuk menjaga akurasi waktu dalam sistem otomatisasi yang memerlukan ketepatan waktu, seperti sistem pemberian pakan otomatis pada ayam. Untuk dokumentasi pengujian data terdapat pada lampiran 10.

4.2 Pengujian Potensiometer

Perhitungan hasil *mapping* dengan memasukkan nilai ADC pada pengujian Potensiometer dengan menggunakan persamaan Hasil *Mapping* yang didapatkan dengan pembahasan berikut :



Gambar 4. 1 Grafik Mapping Potensio



Berdasarkan grafik pada Gambar 4.1 terdapat sumbu x sebagai nilai ADC dan sumbu y sebagai hasil nilai *mapping*, dapat dihasilkan rumus untuk mencari hasil mapping dengan menggunakan rumus persamaan garis lurus (1):

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (1)$$

$$m = \frac{10 - 1}{4095 - 0}$$

$$m = \frac{9}{4095}$$

$$m = 0,0021978$$

$$y = mx + c \quad (2)$$

Berdasarkan rumus persamaan garis lurus (2) dapat dihasilkan rumus (3) untuk mencari hasil mapping dengan memasukkan nilai ADC, dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Hasil Mapping} = 0,0021978 \cdot \text{Nilai ADC} + c \quad (3)$$

4.2.1 Tujuan Pengujian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji dan memvalidasi kinerja potensiometer dalam mengonversi nilai analog menjadi nilai digital yang dapat dimapping secara linier ke rentang nilai yang diinginkan. Dengan menentukan fungsi mapping yang tepat dari nilai ADC potensiometer (0 hingga 4095) ke rentang hasil (1 hingga 10), penelitian ini bertujuan untuk memastikan akurasi dan konsistensi dari proses mapping tersebut. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk meningkatkan presisi dalam aplikasi yang memerlukan kontrol berbasis potensiometer, seperti sistem pengumpan otomatis atau perangkat kontrol lainnya yang memerlukan input analog yang diubah menjadi nilai digital yang terukur dan terprediksi.

4.2.2 Prosedur Pengujian

1. Setup Awal

- Memastikan semua komponen sistem terhubung dengan baik dan siap untuk pengujian.
- Memulai ESP32 untuk membaca nilai dari potensiometer dan menyesuaikan nilai ADC.

- Melakukan Upload Program pengujian potensiometer yang terdapat pada Lampiran 2 untuk melanjutkan pengujian.

2. Pengaturan Potensiometer

- Memutar potensiometer secara manual untuk mengubah nilai resistansi dan lihat bagaimana nilai ini tercermin pada pembacaan ADC pada Serial Monitor.

3. Mapping Nilai ADC

- Menguji sistem untuk memetakan nilai ADC yang diperoleh dari potensiometer ke dalam rentang yang sesuai dengan jumlah ayam yang diinginkan (misalnya, dari 0 hingga 4095 menjadi 1 hingga 10).

4. Verifikasi Responsivitas

- Meenguji responsivitas sistem dengan memutar potensiometer dari posisi minimum ke maksimum, dan pastikan nilai yang terbaca pada Serial Monitor sesuai dengan perubahan yang diharapkan dalam jumlah ayam yang dipilih.

5. Uji Keandalan

- Menguji ulang sebanyak 30 kali untuk memastikan bahwa sistem konsisten dalam membaca nilai potensiometer dan tidak mengalami drift atau masalah dalam mengenali input pengguna.

6. Analisis Hasil

- Menganalisis data yang diperoleh selama pengujian untuk menentukan akurasi sistem dalam mengatur jumlah ayam berdasarkan nilai potensiometer yang diatur pengguna.

4.2.3 Hasil Pengujian

Tabel 4.2 merupakan hasil pengujian Potensiometer sehingga dapat dipastikan bahwa berjalan normal.

Tabel 4. 2 Tabel Pengujian Potensiometer

No	Hasil Mapping	Rentang ADC
1	1	0 - 455
2	2	456 - 911
3	3	912 - 1367
4	4	1368 - 1823
5	5	1824 - 2279
6	6	2280 - 2735
7	7	2736 - 3191
8	8	3192 - 3647
9	9	3648 - 4103
10	10	4104 - 4095

Berdasarkan hasil pengujian, nilai ADC dari potensio berhasil dimapping ke rentang nilai yang diinginkan dengan menggunakan persamaan linier. Pada rentang ADC dari 0 hingga 4095, nilai hasil mapping berkisar dari 1 hingga 10 secara bertahap. Pengujian ini menunjukkan bahwa fungsi mapping bekerja secara linier dan konsisten sesuai dengan persamaan yang telah ditentukan. Akurasi yang tinggi ini menandakan bahwa potensiometer dapat diandalkan untuk mengatur jumlah ayam dalam sistem otomatisasi pemberian pakan.

4.3 Pengujian LCD I2C

4.3.1 Tujuan Pengujian

Pengujian LCD I2C dilakukan untuk memastikan fungsionalitas dan konsistensi tampilan teks antara Serial Monitor dan LCD. Hal ini penting untuk memverifikasi bahwa teks yang ditampilkan di Serial Monitor juga dapat ditampilkan dengan benar di LCD.

4.3.2 Prosedur Pengujian

1. Koneksi dan Inisialisasi LCD

- Memastikan koneksi antara ESP32 dan LCD I2C terhubung dengan benar.
- Menyiapkan LCD menggunakan alamat I2C yang tepat.
- Melakukan Upload Program pengujian LCD I2C pada Lampiran 3 untuk melanjutkan pengujian.

2. Pengujian Input Teks dari Serial Monitor

- Memasukkan teks tertentu di Serial Monitor menggunakan perintah `Serial.println("Teks yang diinginkan");`.

3. Memantau Tampilan di Serial Monitor

- Mengamati dan catat teks yang muncul di Serial Monitor setelah dikirim.

4. Memantau Tampilan di LCD

- Memastikan teks yang ditampilkan di Serial Monitor juga tampil dengan benar di LCD.

5. Verifikasi Konsistensi

- Memeriksa konsistensi dan ketepatan tampilan antara Serial Monitor dan LCD untuk setiap pengujian teks.

4.3.3 Hasil Pengujian

Tabel 4.3 merupakan Tabel untuk mengetahui selisih setelah ditentukan kalibrasi dengan berat benda yang telah diketahui berat aslinya.

Tabel 4. 3 Tabel Pengujian LCD

No	Teks	Tampilan Serial Monitor	Tampilan Pada LCD
1	"Hello, world!"	Hello, world!	Hello, world!
2	"ESP32 Testing"	ESP32 Testing	ESP32 Testing
3	"12345"	12345	12345
4	"LCD Display Test"	LCD Display Test	LCD Display Test
5	"Final Project Demo"	Final Project Demo	Final Project Demo

Berdasarkan hasil pengujian LCD I2C pada Tabel 4.3, semua karakter dan pesan yang dikirim melalui program dapat ditampilkan dengan jelas dan

sesuai pada layar LCD. Setiap instruksi yang diberikan untuk menampilkan teks atau menghapus layar direspons dengan cepat dan tepat oleh LCD. Tidak ditemukan adanya kesalahan tampilan atau keterlambatan dalam menampilkan informasi. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa kinerja LCD I2C sangat sesuai dengan harapan dan untuk bukti hasil pengujian terdapat pada lampiran 11.

4.4 Pengujian Sensor Berat dengan Timbangan Digital

Perhitungan *error* pada pengujian Sensor berat dengan timbangan digital menggunakan persamaan *error* (4) :

$$Error (\%) = \frac{|Berat\ Timbangan - Berat\ Sensor|}{Berat\ Timbangan} \times 100\% \quad (4)$$

4.4.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian Sensor Berat *Load cell* adalah untuk mengukur akurasi sensor dalam membandingkan berat benda dengan hasil yang diberikan oleh timbangan digital standar. *Error* yang dihitung akan menunjukkan seberapa dekat atau jauh perbedaan hasil antara sensor dan timbangan digital.

4.4.2 Prosedur Pengujian

1. Persiapan Alat

- Memastikan semua kabel dan koneksi dari sensor *Load cell* ke modul HX711 dan ESP32 sudah tersambung dengan baik.
- Menyalakan alat otomatisasi dan biarkan ESP32 serta sensor *Load cell* mulai berfungsi.
- Melakukan kalibrasi awal pada sensor *Load cell* menggunakan beban standar yang diketahui beratnya. Lalu hasil kalibrasi dimasukkan pada program pengujian.
- Memastikan timbangan digital yang akan digunakan sebagai pembanding menunjukkan berat yang akurat.

- Menyiapkan berbagai benda kecil yang sekiranya tidak melebihi seperti flashdisk, botol minuman, penghapus, pensil, baterai, kunci, koin, dll., dengan berat yang sudah diketahui atau dapat diukur menggunakan timbangan digital.

2. Pengukuran Berat dengan Timbangan Digital

- Melakukan Upload Program pengujian sensor berat pada Lampiran 4 untuk melanjutkan pengujian.
- Menimbang masing-masing benda menggunakan timbangan digital standar.
- Mencatat berat yang terbaca.

3. Pengukuran Berat dengan Sensor Berat *Load cell*

- Meletakkan benda yang sama pada sensor berat *Load cell*.
- Membaca dan catat berat yang ditunjukkan oleh sensor.

4. Perhitungan *Error*

- Menghitung *error* menggunakan persamaan (1).
- Mencatat nilai *error* untuk setiap pengujian.

5. Pengulangan

Melakukan pengujian ini untuk beberapa benda dengan berat yang berbeda untuk mendapatkan data yang representatif.

4.4.3 Hasil Pengujian

Tabel 4.4 merupakan hasil pengujian sensor Berat dibandingkan dengan berat yang dihasilkan oleh timbangan digital pada kandang ayam.

Tabel 4. 4 Tabel Pengujian Sensor Berat dengan Timbangan Digital

No	Barang	Berat Timbangan (g)	Berat Sensor (g)	<i>Error (%)</i>
1	Bolpoin	8	7.9	1.25
2	USB Drive	15	14.9	0.67
3	Botol Minuman	300	298	0.67
4	Earphone	25	24.8	0.8
5	Speaker Mini	180	179	0.56
6	Permen	10	9.9	1
7	Kunci Kamar	90	89.5	0.56
8	Flashdisk	25	24.8	0.8
9	Mouse Wireless	80	79.8	0.25
10	Stopwatch	150	148	1.33
11	Topi Anak	50	49.8	0.4
12	Kalkulator Kecil	200	198	1
13	Penghapus	5	4.9	2
14	Pulpen	12	11.8	1.67
15	Sarung Tangan	75	74.5	0.67
16	Powerbank Mini	100	99.8	0.2
17	Baterai AA	25	24.9	0.4
18	Kotak Pensil	400	398	0.5
19	Botol Parfum	150	149	0.67
20	Charger Handphone	50	49.8	0.4
21	Penggaris Plastik	30	29.9	0.33
22	Lensa Kamera	80	79.8	0.25
23	Kartu Nama	5	4.9	2
24	Botol Air Kecil	200	198	1
25	Mouse Optik	60	59.8	0.33
26	Stabilo	10	9.9	1
27	Earphone	40	39.8	0.5
28	Mini Tripod	150	149	0.67

29	Kabel USB Pendek	30	29.9	0.33
30	Lensa Kontak	2	1.9	5

Menurut penelitian (Yusuf et al., 2024), *error* di bawah toleransi sensor sebesar 5% masih dianggap akurat untuk keperluan praktis dalam berbagai aplikasi. Berdasarkan standar ini, hasil penelitian yang menunjukkan bahwa sensor berat memiliki rata-rata *error* sebesar 0.91% dapat dikategorikan sebagai sangat presisi dan dapat diandalkan. *Error* sebesar 0.91% jauh di bawah batas toleransi 5%, menunjukkan bahwa sensor tersebut mampu memberikan pengukuran yang akurat dan konsisten. dapat disimpulkan bahwa sensor berat yang digunakan dalam sistem memiliki tingkat presisi yang tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa sensor *Load cell* dapat diandalkan untuk mengukur berat dengan akurasi yang baik dalam implementasi sistem otomatisasi pemberian pakan ayam. Kinerja yang presisi ini penting untuk memastikan bahwa jumlah pakan yang diberikan sesuai dengan kebutuhan ayam, sehingga mendukung efisiensi dan efektivitas sistem.

4.5 Pengujian Servo

4.5.1 Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian servo dengan maggot adalah untuk menentukan waktu yang diperlukan bagi servo untuk membuka pada sudut 90 derajat hingga pakan maggot turun sepenuhnya. Pengujian ini dilakukan dengan konfigurasi yang telah diatur, yaitu jumlah ayam sebanyak 1 ekor dan kategori pakan 2, di mana berat maggot yang diberikan adalah 8 gram dan berat pur 32 gram. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa mekanisme servo dapat mendistribusikan pakan secara efektif dalam waktu yang optimal, sehingga dapat memberikan data yang akurat tentang durasi yang diperlukan untuk pakan turun sepenuhnya, guna memastikan keandalan dan efisiensi sistem pemberian pakan otomatis..

4.5.2 Prosedur Pengujian

1. Persiapan Alat dan Bahan:

- Pastikan semua komponen terhubung dengan benar: ESP32, servo motor, sensor timbangan HX711, dan LCD.
- Sambungkan ESP32 ke jaringan WiFi.
- Pastikan RTC DS3231 berfungsi dan waktu sudah disesuaikan.

2. Inisialisasi Sistem:

- Nyalakan ESP32 dan biarkan sistem melakukan inisialisasi.
- Sistem akan menampilkan pesan "Masukkan Jumlah Ayam" pada LCD.

3. Pengaturan Jumlah Ayam dan Kategori Pakan:

- Atur jumlah ayam menjadi 1 menggunakan potensiometer atau aplikasi Blynk.
- Tekan tombol konfirmasi untuk menyimpan jumlah ayam.
- Pilih kategori pakan 2 dengan menekan tombol kategori yang sesuai.

4. Kalibrasi Timbangan:

- Pastikan timbangan HX711 sudah dikalibrasi dengan benar sebelum memulai pengujian.
- Pastikan timbangan menunjukkan nilai nol sebelum pakan ditambahkan.

5. Mulai Pengujian:.

- Tekan tombol running untuk memulai pengujian.
- Servo akan membuka pada sudut 90 derajat untuk mendistribusikan maggot.

6. Pengukuran Waktu:

- Gunakan stopwatch atau alat pengukur waktu lainnya untuk mencatat waktu sejak servo mulai membuka hingga maggot turun sepenuhnya.
- Catat waktu yang diperlukan hingga seluruh maggot turun.



7. Pengulangan Pengujian:

- Ulangi langkah 5 dan 6 sebanyak 5 kali untuk memastikan konsistensi hasil.
- Catat semua hasil pengukuran waktu.

8. Analisis Hasil:

- Hitung rata-rata waktu yang diperlukan untuk setiap pengujian.
- Analisis apakah waktu yang diperlukan konsisten dan sesuai dengan harapan.

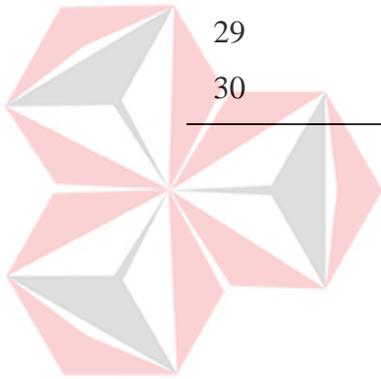
4.5.3 Hasil Pengujian

Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 merupakan hasil pengujian Servo yang dibandingkan dengan durasi jatuhnya pakan.

Tabel 4. 5 Pengujian Servo Pur

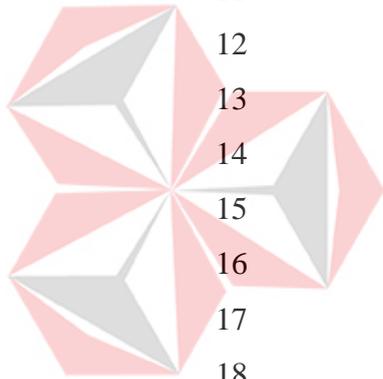
No	Derajat	Durasi (detik)
1	60	15
2	60	14
3	60	16
4	60	15
5	60	14
6	60	15
7	60	16
8	60	15
9	60	14
10	60	15
11	60	16
12	60	15
13	60	14
14	60	15
15	60	16

16	60	15
17	60	14
18	60	15
19	60	16
20	60	15
21	60	14
22	60	15
23	60	16
24	60	15
25	60	14
26	60	15
27	60	16
28	60	15
29	60	14
30	60	15



Tabel 4. 6 Pengujian Servo Maggot

No	Derajat	Durasi (detik)
1	60	25
2	60	24
3	60	26
4	60	25
5	60	24
6	60	25
7	60	26
8	60	25
9	60	24
10	60	25
11	60	26
12	60	25
13	60	24
14	60	25
15	60	26
16	60	25
17	60	24
18	60	25
19	60	26
20	60	25
21	60	24
22	60	25
23	60	26
24	60	25
25	60	24
26	60	25
27	60	26
28	60	25
29	60	24
30	60	25



UNIVERSITAS
Dinamika

Hasil pengujian servo untuk maggot dan pur menunjukkan konsistensi yang baik dalam waktu distribusi pakan. Pengujian dilakukan dengan jumlah ayam yang telah diatur sebanyak 1 ekor dan kategori pakan 2, dengan berat maggot 8 gram dan pur 32 gram. Berdasarkan 30 kali pengujian, rata-rata durasi untuk servo maggot adalah sekitar 24,97 detik dan untuk servo pur sekitar 14,97 menunjukkan waktu yang stabil dan sedikit variasi dalam setiap pengujian. Begitu juga dengan servo pur, yang distribusinya cepat dan konsisten, memastikan bahwa sistem pemberian pakan bekerja dengan efisien dan sesuai dengan kebutuhan yang diatur. Kombinasi hasil ini mengindikasikan bahwa sistem dapat diandalkan untuk pemberian pakan otomatis sesuai dengan jumlah dan kategori pakan yang diatur.

4.6 Pengujian Status Tombol dengan Serial Monitor

4.6.1 Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengevaluasi responsivitas dan keandalan dari 5 tombol yang digunakan dalam sistem otomatisasi pemberian pakan ayam. Tombol-tombol tersebut terdiri dari 4 tombol kategori dan 1 tombol konfirmasi. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa setiap tombol berfungsi dengan benar dan menghasilkan output yang tepat ketika ditekan.

4.6.2 Prosedur Pengujian

1. Persiapan Alat dan Bahan:

- ESP32 atau mikrokontroler lain yang mendukung input tombol
- 5 tombol tekan (4 untuk kategori dan 1 untuk konfirmasi)
- *Breadboard* dan kabel jumper untuk koneksi
- Komputer dengan *software* Arduino IDE untuk pemrograman dan pemantauan serial.

2. Koneksi Tombol:

- Menghubungkan setiap tombol ke pin input digital pada mikrokontroler sesuai dengan skema koneksi.

- Menkonfigurasi setiap pin sebagai input dengan pull-up resistor.

3. Pemrograman:

- Melakukan Upload Program pengujian status tombol pada Lampiran 4 untuk melanjutkan pengujian.
- Memrogram mikrokontroler untuk membaca status setiap tombol dan menampilkan pesan pada Serial Monitor ketika tombol ditekan.
- Pesan yang ditampilkan adalah "Tombol n ditekan", dimana n adalah nomor tombol (1 untuk kategori 1, 2 untuk kategori 2, 3 untuk kategori 3, 4 untuk kategori 4, dan 5 untuk konfirmasi).

4. Upload Program

- Melakukan Upload Program Pengujian Satus Tombol yang terdapat pada Lampiran ke ESP32 untuk dapat lanjut pengujian.

5. Pengujian:

- Menekan setiap tombol secara bergantian dan amati output pada Serial Monitor.
- Mencatat hasil pengujian dalam tabel.

4.6.3 Hasil Pengujian

Tabel 4.6 merupakan hasil pengujian tombol untuk memastikan semua tombol berfungsi sesuai kinerjanya.

Tabel 4. 7 Tabel Pengujian Tombol dengan Serial Monitor

No	Tombol	Hasil Serial Monitor
1	Kategori 1	Tombol Kategori 1 ditekan
2	Kategori 2	Tombol Kategori 2 ditekan
3	Kategori 3	Tombol Kategori 3 ditekan
4	Kategori 4	Tombol Kategori 4 ditekan
5	Konfirmasi	Tombol Konfirmasi ditekan

6	Set	Tombol Set ditekan
7	Kategori 1	Tombol Kategori 1 ditekan
8	Kategori 2	Tombol Kategori 2 ditekan
9	Kategori 3	Tombol Kategori 3 ditekan
10	Kategori 4	Tombol Kategori 4 ditekan
11	Konfirmasi	Tombol Konfirmasi ditekan
12	Set	Tombol Set ditekan
13	Kategori 1	Tombol Kategori 1 ditekan
14	Kategori 2	Tombol Kategori 2 ditekan
15	Kategori 3	Tombol Kategori 3 ditekan
16	Kategori 4	Tombol Kategori 4 ditekan
17	Konfirmasi	Tombol Konfirmasi ditekan
18	Set	Tombol Set ditekan
19	Kategori 1	Tombol Kategori 1 ditekan
20	Kategori 2	Tombol Kategori 2 ditekan
21	Kategori 3	Tombol Kategori 3 ditekan
22	Kategori 4	Tombol Kategori 4 ditekan
23	Konfirmasi	Tombol Konfirmasi ditekan
24	Set	Tombol Set ditekan
25	Kategori 1	Tombol Kategori 1 ditekan
26	Kategori 2	Tombol Kategori 2 ditekan
27	Kategori 3	Tombol Kategori 3 ditekan
28	Kategori 4	Tombol Kategori 4 ditekan
29	Konfirmasi	Tombol Konfirmasi ditekan
30	Set	Tombol Set ditekan

Hasil pengujian tombol-tombol sistem menggunakan serial monitor menunjukkan bahwa setiap tombol berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Setiap kali tombol ditekan, serial monitor mencetak pesan yang tepat, misalnya "tombol 1 ditekan" atau "tombol konfirmasi ditekan." Hal ini menandakan bahwa setiap tombol berhasil mengirimkan sinyal ke mikrokontroler, dan mikrokontroler berhasil mendeteksi serta merespons sinyal tersebut dengan benar.

4.7 Pengujian Sistem Kalkulasi Berat

Pengujian kalkulasi berat yang melibatkan sensor berat dan wadah pencampuran dilakukan kalibrasi terlebih dahulu. Kalibrasi yang dimaksud adalah dilakukan pengurangan terhadap wadah pencampuran sebesar 100g. Hal ini bertujuan untuk ketepatan saat pengujian kalkulasi berat. Perhitungan *error* pada pengujian Sensor berat dengan timbangan digital menggunakan persamaan *error* :

$$Error(\%) = \frac{|Berat Maggot Kalkulasi - Berat Maggot Sensor|}{Berat Maggot Sensor} \times 100\% \quad (5)$$

$$Error(\%) = \frac{|Berat Pur Kalkulasi - Berat Pur Sensor|}{Berat Total Sensor} \times 100\% \quad (6)$$

$$Error(\%) = \frac{|Berat Total Kalkulasi - Berat Total Sensor|}{Berat Total Sensor} \times 100\% \quad (7)$$

4.7.1 Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengevaluasi keakuratan dan keandalan sistem kalkulasi berat pada alat otomatisasi pemberian pakan ayam. Sistem ini dihitung berdasarkan jumlah ayam dan kategori yang dipilih, menghasilkan berat maggot, berat pur, dan berat total yang sesuai dengan tabel berat yang telah ditentukan.

4.7.2 Prosedur Pengujian

1. Persiapan Alat dan Bahan:

- ESP32 atau mikrokontroler lain yang mendukung input dari potensiometer dan tombol
- 5 tombol *push on* (4 untuk kategori dan 1 untuk konfirmasi)
- Potentiometer untuk input jumlah ayam
- *Breadboard* dan kabel jumper untuk koneksi

- Komputer dengan *software* Arduino IDE untuk pemrograman dan pemantauan serial

2. Koneksi dan Pemrograman:

- Menghubungkan setiap tombol dan potensiometer ke pin input digital pada mikrokontroler sesuai dengan skema koneksi.
- Mengupload program pengujian sistem kalkulasi berat yang terdapat pada Lampiran 7 ke ESP32 untuk membaca jumlah ayam dan kategori, serta menghitung berat maggot, berat pur, dan berat total berdasarkan tabel yang telah ditentukan.

3. Pengujian:

- Memilih jumlah ayam menggunakan potensiometer atau slider pada Blynk.
- Menekan Tombol Konfirmasi secara manual maupun di Blynk untuk mengonfirmasi jumlah ayam.
- Memilih kategori ayam menggunakan tombol atau dengan slider pada Blynk
- Memantau hasil perhitungan lewat LCD yang dapat menampilkan informasi mengenai pakan yang terpilih dan hasil perhitungan maggot dan pur.
- Mengamati dan catat hasil kalkulasi berat maggot, berat pur, dan berat total pada Serial Monitor.
- Lalu membandingkan berat total hasil berat yang dihasilkan oleh sensor dengan berat hasil kalkulasi berat yang telah dihitung.
- Mengulangi pengujian untuk berbagai kombinasi jumlah ayam dan kategori.

4.7.3 Hasil Pengujian

Tabel 4.7 merupakan hasil pengujian keberhasilan kalkulasi berat yang dihitung oleh sistem dengan cara memasukkan nilai jumlah ayam dan kategori ayam yang dan hasil perhitungannya dipantau melalui LCD I2C.

Tabel 4. 8 Tabel Pengujian Sistem Kalkulasi Berat

No	Jumlah Ayam	Kategori Ayam	Berat Maggot	Berat Pur	Berat Total
1	2	1	4	36	40
2	3	2	24	96	120
3	4	3	48	192	240
4	5	4	135	315	450
5	1	1	2	18	20
6	2	2	16	64	80
7	3	3	36	144	180
8	4	4	108	252	360
9	5	1	10	90	100
10	6	2	48	192	240
11	7	3	84	336	420
12	8	4	216	504	720
13	9	1	18	162	180
14	10	2	80	320	400
15	1	3	12	48	60
16	2	4	54	126	180
17	3	1	6	54	60
18	4	2	32	128	160
19	5	3	60	240	300
20	6	4	162	378	540
21	7	1	14	126	140
22	8	2	64	256	320
23	9	3	108	432	540
24	10	4	270	630	900
25	1	1	2	18	20
26	2	2	16	64	80
27	3	3	36	144	180
28	4	4	108	252	360
29	5	1	10	90	100
30	6	2	48	192	240

Hasil pengujian sistem kalkulasi berat menunjukkan bahwa perhitungan berat maggot, pur, dan total feed berdasarkan jumlah ayam dan kategori ayam dilakukan dengan akurat dan konsisten sesuai dengan rumus yang diterapkan dalam program. Setiap kombinasi jumlah ayam dan kategori ayam menghasilkan berat yang tepat sesuai dengan tabel berat yang ditetapkan. Hasil pengujian ini mengindikasikan bahwa sistem kalkulasi berat mampu menjalankan fungsinya dengan baik, menghasilkan distribusi pakan yang sesuai dengan kebutuhan ayam.

Tabel 4.9 merupakan hasil pengujian keberhasilan perbandingan .Kalkulasi Berat Total dengan Berat Total yang dihasilkan oleh sensor dengan menghitung selisih menggunakan persamaan *error* (7).

Tabel 4. 9 Tabel Pengujian Kalkulasi Berat Total dengan Berat Total Sensor

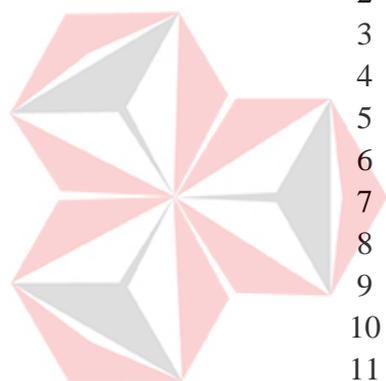
No	Berat Total Kalkulasi (g)	Berat Total Sensor (g)	<i>Error</i> (%)
1	40	37	7.5
2	120	118	1.67
3	240	235	2.08
4	450	446	0.89
5	20	16	20
6	80	76	5
7	180	177	1.67
8	360	358	0.56
9	100	98	2
10	240	238	0.83
11	420	417	0.71
12	720	714	0.83
13	180	175	2.78
14	400	395	1.25
15	60	57	5
16	180	177	1.67
17	60	59	1.67
18	160	155	3.125
19	300	228	24
20	540	538	0.37
21	140	137	2.14
22	320	318	0.63
23	540	537	0.56
24	900	898	0.22

25	20	19	5
26	80	79	1.25
27	180	177	1.67
28	360	358	0.56
29	100	97	3
30	240	237	1.25

Tabel 4.10 merupakan hasil pengujian keberhasilan perbandingan .Kalkulasi Berat Maggot dengan Berat Maggot yang dihasilkan oleh sensor dengan menghitung selisih menggunakan persamaan *error* (5).

Tabel 4. 10 Tabel Pengujian Perhitungan Maggot dengan Berat Maggot Sensor

No	Berat Maggot Kalkulasi (g)	Berat Maggot Sensor (g)	<i>Error</i> (%)
1	4	4	0
2	24	21	12.5
3	48	47	2.08
4	135	134	0.74
5	2	2	0
6	16	15	6.25
7	36	34	5.56
8	108	105	2.78
9	10	10	0
10	48	45	6.25
11	84	82	2.38
12	216	214	0.93
13	18	17	5.56
14	80	78	2.5
15	12	12	0
16	54	53	1.86
17	6	6	0
18	32	30	6.25
19	60	55	8.33
20	162	160	1.24
21	14	13	7.14
22	64	63	1.56
23	108	105	2.78
24	270	269	0.37
25	2	2	0
26	16	15	6.25
27	36	35	2.78

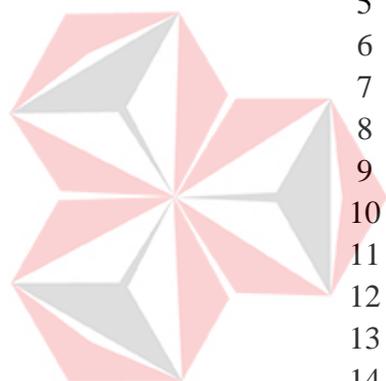


28	108	106	1.85
29	10	9	10
30	48	48	0

Tabel 4.11 merupakan hasil pengujian keberhasilan perbandingan .Kalkulasi Berat Pur dengan Berat Pur yang dihasilkan oleh sensor dengan menghitung selisih menggunakan persamaan *error* (6).

Tabel 4. 11 Tabel Pengujian Perhitungan Pur dengan Berat Pur Sensor

No	Berat Pur Kalkulasi (g)	Berat Pur Sensor (g)	<i>Error</i>
1	36	35	2.78
2	96	95	1.041
3	192	190	1.042
4	315	313	0.64
5	18	18	0
6	64	62	3.14
7	144	142	1.39
8	252	250	0.79
9	90	88	2.22
10	192	189	1.57
11	336	334	0.59
12	504	502	0.39
13	162	158	2.46
14	320	318	0.62
15	48	45	6.25
16	126	122	3.17
17	54	53	1.85
18	128	126	1.57
19	240	238	0.83
20	378	376	0.53
21	126	125	0.79
22	256	254	0.78
23	432	430	0.46
24	630	628	0.32
25	18	17	5.56
26	64	63	1.56
27	144	142	1.39
28	252	250	0.79
29	90	88	2.22
30	192	189	1.562



Berdasarkan hasil pengujian sensor berat *Load cell* 1kg dengan membandingkan hasil perhitungan berat maggot, pur dan total dengan hasil berat maggot, pur, dan total yang dihasilkan oleh sensor, didapatkan rata-rata *error* maggot sebesar 3.24% untuk *error* berat pur sebesar 1.61%, untuk *error* total berat sebesar 3.33% Menurut penelitian (Yusuf et al., 2024), *error* di bawah toleransi sensor sebesar 5% masih dianggap akurat untuk keperluan praktis dalam berbagai aplikasi. Berdasarkan standar ini, hasil penelitian yang menunjukkan bahwa sensor berat masih dianggap presisi dan dapat diandalkan karena *error*nya di bawah batas toleransi sensor yaitu 5%, dapat disimpulkan bahwa sensor berat yang digunakan dalam sistem memiliki tingkat presisi yang tinggi. Pada sisi mekanik akrilik juga mempengaruhi kinerja sensor karena setiap bahan akan menentukan kelincinan dan kekokohan bahan yang digunakan sebagai wadah pakan.

4.8 Pengujian Hasil Pemantauan dan Kendali Blynk

4.8.1 Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengevaluasi keakuratan dan responsivitas sistem pemantauan dan kendali Blynk pada alat otomatisasi pemberian pakan ayam. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa input dari slider jumlah ayam, tombol konfirmasi jumlah ayam, dan slider kategori ayam dapat menghasilkan keluaran yang benar pada gauge total berat.

4.8.2 Prosedur Pengujian

1. Persiapan Alat dan Bahan:

- ESP32 atau mikrokontroler lain yang mendukung Blynk
- Aplikasi Blynk dengan widget: slider untuk jumlah ayam (1-10), tombol konfirmasi jumlah ayam, slider kategori ayam (1-4), dan gauge total berat (0-1000 g)
- Komputer dengan software Arduino IDE untuk pemrograman dan pemantauan serial.

2. Koneksi dan Pemrograman:

- Melakukan Upload Program pengujian hasil pemantauan dan kendali Blynk pada Lampiran 8 untuk melanjutkan pengujian..
- Menghitung berat maggot, berat pur, dan berat total berdasarkan tabel berat yang telah ditentukan.
- Mengirim hasil kalkulasi ke gauge total berat pada aplikasi Blynk.

3. Pengujian:

- Mengatur slider jumlah ayam pada aplikasi Blynk.
- Memilih kategori ayam menggunakan slider kategori pada aplikasi Blynk.
- Menekan tombol konfirmasi jumlah ayam pada aplikasi Blynk.
- Mengamati dan catat hasil kalkulasi berat total pada gauge di aplikasi Blynk.
- Mengulangi pengujian untuk berbagai kombinasi jumlah ayam dan kategori ayam.

4.8.3 Hasil Pengujian

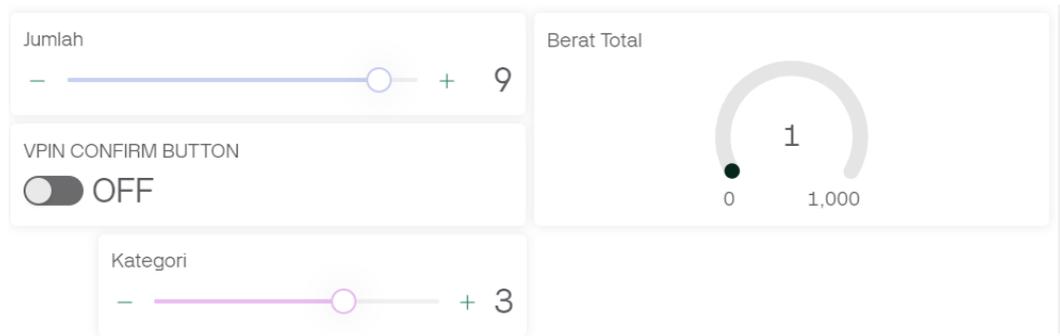
Tabel 4.12 merupakan hasil pengujian setiap komponen yang ada di blynk yang terintegrasi secara IoT kepada alatnya langsung.

Tabel 4. 12 Tabel Pengujian Hasil Pemantauan dan Kendali Blynk

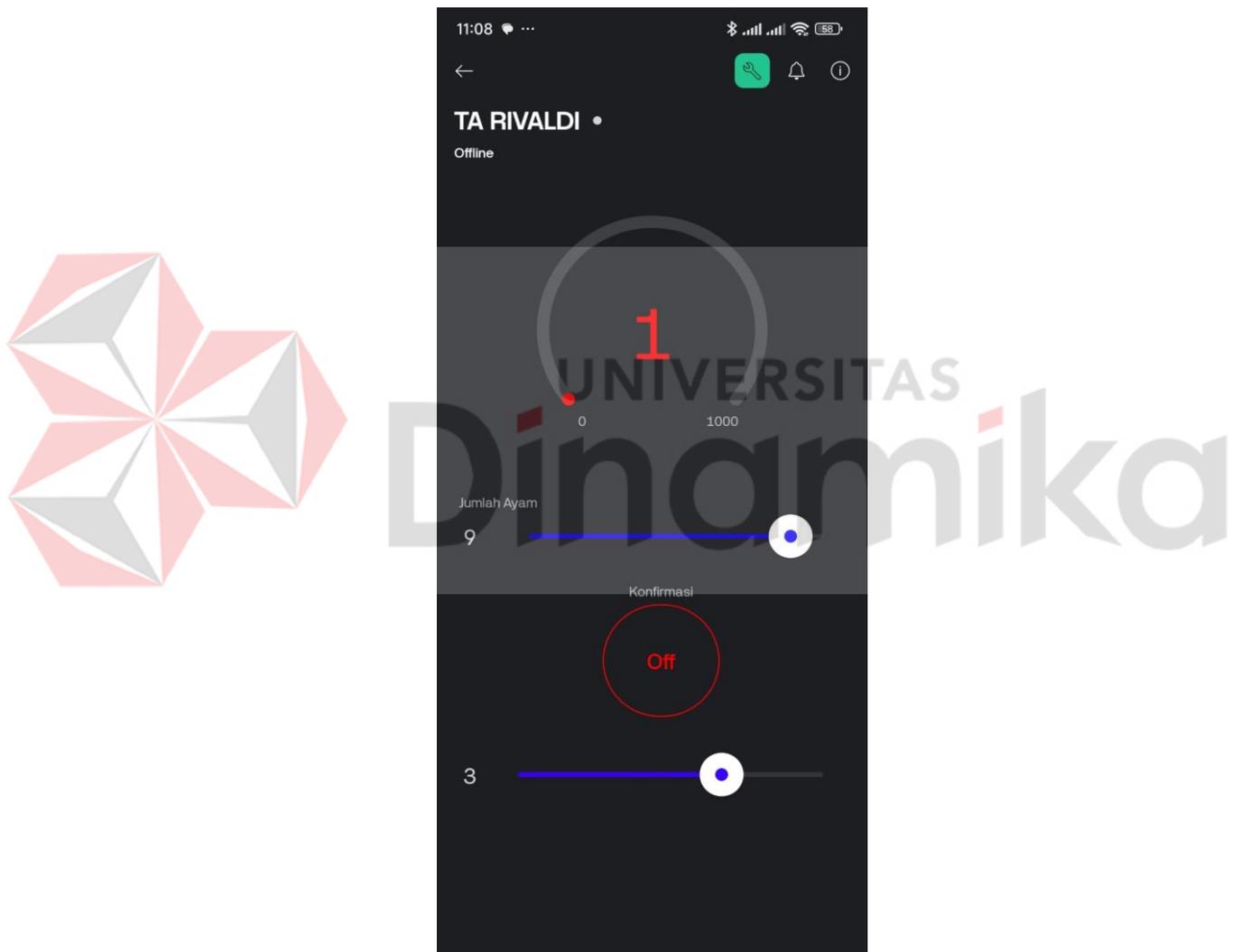
No	Slider Jumlah Ayam	Tombol Konfirmasi	Slider Kategori Ayam	Gauge Total Berat
1	2	On	1	40
2	3	On	2	120
3	4	On	3	240
4	5	On	4	450
5	1	On	1	20
6	2	On	2	80
7	3	On	3	180
8	4	On	4	360

9	5	On	1	100
10	6	On	2	240
11	7	On	3	420
12	8	On	4	720
13	9	On	1	180
14	10	On	2	400
15	1	On	3	60
16	2	On	4	180
17	3	On	1	60
18	4	On	2	160
19	5	On	3	300
20	6	On	4	540
21	7	On	1	140
22	8	On	2	320
23	9	On	3	540
24	10	On	4	900
25	1	On	1	20
26	2	On	2	80
27	3	On	3	180
28	4	On	4	360
29	5	On	1	100
30	6	On	2	240

Pengujian pemantauan dan kendali menggunakan Blynk menunjukkan bahwa sistem responsif terhadap setiap input pengguna, seperti slider jumlah ayam (1-10), tombol konfirmasi, dan slider kategori ayam (1-4). Setiap perubahan pada Blynk secara langsung tercermin dalam sistem dengan akurasi yang tinggi, terutama dalam menghitung dan menampilkan total berat pakan pada gauge. Hasil ini menegaskan bahwa penggunaan Blynk dalam mengontrol sistem otomatisasi pemberian pakan berjalan sesuai dengan yang diharapkan, mendukung efisiensi dan kehandalan operasional.



Gambar 4. 2 Tampilan Dashboard Web Blynk



Gambar 4. 3 Tampilan dashboard aplikasi Blynk

4.9 Pengujian Penjadwalan dengan Keseluruhan Sistem

4.9.1 Tujuan Penelitian

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengevaluasi konsistensi dan akurasi sistem pemberian pakan otomatis berbasis ESP32, dengan menggunakan sensor timbangan HX711, servo, dan modul RTC DS3231. Pengujian dilakukan dengan berbagai konfigurasi jumlah ayam dan kategori pakan dalam interval waktu 5 menit selama 30 percobaan. Melalui pengujian ini, diharapkan dapat mengidentifikasi kinerja sistem dalam berbagai kondisi operasional, memastikan distribusi pakan sesuai dengan pengaturan, serta memverifikasi keandalan waktu yang ditampilkan oleh modul RTC terhadap jam internet yang dijadikan acuan. Hasil pengujian ini akan digunakan untuk meningkatkan performa dan keandalan sistem secara keseluruhan.

4.9.2 Prosedur Pengujian

1. Persiapan Alat dan Bahan:

- Pastikan semua komponen sistem sudah terhubung dengan benar: ESP32, sensor timbangan HX711, servo motor, modul RTC DS3231, LCD, potensiometer, dan tombol.
- Pastikan sistem terhubung ke jaringan WiFi yang sesuai dengan informasi yang telah dikonfigurasi.
- Buka Serial Monitor pada IDE Arduino untuk memantau aktivitas sistem.

2. Inisialisasi Sistem:

- Hidupkan sistem dan periksa inisialisasi komponen.
- Pastikan LCD menampilkan pesan awal "Chicken Feeder" dan komponen seperti RTC dan servo berfungsi dengan baik.
- Tekan tombol SET untuk memasuki mode pengaturan.

3. Pengaturan Jumlah Ayam dan Kategori Pakan:

- Menggunakan potensiometer untuk mengatur jumlah ayam dari 1 hingga 10.

- Menekan tombol konfirmasi untuk menyimpan pengaturan jumlah ayam.
- Memilih kategori pakan menggunakan tombol yang telah ditentukan (BUTTON1_PIN hingga BUTTON4_PIN).
- Sistem akan menampilkan kategori pakan yang dipilih pada LCD.
- Mengulangi langkah ini hingga jumlah ayam dan kategori pakan berhasil diatur.

4. Pengujian Sistem:

- Setelah pengaturan selesai, sistem akan masuk ke mode running secara otomatis.
- Menunggu RTC dengan jeda waktu 5 menit.

5. Pelaksanaan Pengujian:

- Pada setiap interval 5 menit, sistem akan secara otomatis memberi pakan sesuai dengan pengaturan jumlah ayam dan kategori pakan yang telah diset dan mencatat hasilnya.
- Setiap 5 percobaan, melakukan pengaturan ulang jumlah ayam dan kategori pakan.
- Mencatat jumlah ayam, kategori pakan, berat maggot, berat pur, dan total berat pada setiap percobaan.
- Percobaan dimulai pada pukul 08:20 dan berlanjut setiap 5 menit hingga percobaan ke-30.

6. Pengamatan dan Pencatatan:

- Catat waktu, jumlah ayam, kategori pakan, berat maggot, berat pur, dan total berat pakan pada setiap interval 5 menit.

4.9.3 Hasil Pengujian

Tabel 4.13 merupakan hasil pengujian Sistem Penjadwalan dengan Keseluruhan Sistem.

Tabel 4. 13 Tabel Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Waktu	Jumlah Ayam	Kategori Ayam	Berat Maggot (g)	Berat Pur (g)	Total Berat (g)
1	08:20	5	1	11	92	103
2	08:25	5	1	10	90	100
3	08:30	5	1	11	92	103
4	08:35	5	1	10	90	100
5	08:40	5	1	10	90	100
6	08:45	8	2	65	257	322
7	08:50	8	2	64	256	320
8	08:55	8	2	65	257	322
9	09:00	8	2	65	257	322
10	09:05	8	2	64	256	320
11	09:10	3	3	37	145	182
12	09:15	3	3	37	145	182
13	09:20	3	3	36	144	180
14	09:25	3	3	36	144	180
15	09:30	3	3	36	144	180
16	09:35	7	4	189	441	630
17	09:40	7	4	189	441	630
18	09:45	7	4	190	442	632
19	09:50	7	4	190	442	632
20	09:55	7	4	190	442	632
21	10:00	6	2	49	193	242
22	10:05	6	2	48	192	240
23	10:10	6	2	48	192	240
24	10:15	6	2	48	192	240

25	10:20	6	2	49	193	242
26	10:25	4	1	9	73	82
27	10:30	4	1	9	73	82
28	10:35	4	1	9	73	82
29	10:40	4	1	8	72	80
30	10:45	4	1	8	72	80

Hasil pengujian sistem pemberian pakan otomatis berbasis ESP32 menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dalam memberikan pakan sesuai dengan jumlah ayam dan kategori pakan yang diatur. Pengujian dilakukan dalam 6 set, masing-masing terdiri dari 5 percobaan, dimulai dari pukul 08:20 dan berlanjut setiap 5 menit hingga percobaan ke-30. Sistem berhasil mendistribusikan pakan dengan konsisten dan akurat sesuai dengan pengaturan yang diinginkan. Berat pakan yang diberikan sesuai dengan nilai yang diatur dalam tabel berat pakan berdasarkan kategori, menunjukkan bahwa sistem ini dapat diandalkan untuk digunakan dalam pengaturan pakan ayam secara otomatis. Keseluruhan hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat memberikan pakan dengan interval waktu yang diharapkan dan berat yang tepat, memberikan kemudahan dan efisiensi dalam pengelolaan pakan ayam.

Dengan demikian, proyek ini berhasil membuktikan bahwa penggunaan mikrokontroler ESP32 dan teknologi IoT dapat memberikan solusi inovatif dalam manajemen pemberian pakan pada peternakan ayam. Sistem yang dikembangkan tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pemberian pakan, tetapi juga memberikan kemudahan dalam pemantauan dan pengendalian jarak jauh.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Proyek Tugas Akhir ini berhasil merancang dan mengembangkan sebuah sistem pemberian pakan otomatis untuk ayam pedaging menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi dengan berbagai perangkat periferifal seperti servo motor, modul RTC DS3231, sensor berat HX711, layar LCD, dan platform Blynk untuk pemantauan dan pengendalian jarak jauh. Sistem ini dirancang untuk mengatasi tantangan dalam manajemen pemberian pakan pada peternakan ayam dengan memastikan pemberian pakan yang tepat waktu dan sesuai dengan kebutuhan nutrisi ayam. Berdasarkan hasil pengujian dan analisis, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem monitoring pakan ayam pedaging menggunakan maggot secara otomatis berbasis IoT dengan Sensor Berat berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Proses perancangan melibatkan pemilihan komponen utama seperti NodeMCU ESP32 untuk pengendalian, sensor berat HX711 untuk pengukuran berat pakan, serta platform Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Implementasi sistem ini menunjukkan bahwa sensor berat HX711 memiliki tingkat presisi dengan rata-rata *error* pengukuran sebesar 0.91%. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem monitoring pakan ayam yang dirancang dapat berfungsi dengan akurat dan efisien, memungkinkan peternak untuk mengelola pemberian pakan dari jarak jauh dengan tingkat akurasi yang tinggi. Dengan *error* di bawah 5%, sistem ini memenuhi kriteria akurasi yang diperlukan untuk aplikasi dalam manajemen pakan ayam pedaging.
2. Sistem pengendalian berbasis IoT yang dapat mengatur jumlah ayam dalam kandang secara otomatis menggunakan potensiometer berhasil dirancang dan diuji. Sistem ini mampu mendeteksi dan menampilkan jumlah ayam yang tepat pada layar LCD, yang membantu dalam manajemen kandang yang lebih efisien. Potensiometer memberikan

kemudahan dalam penyesuaian jumlah ayam secara *real-time*. Menurut pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pengendalian jumlah ayam memiliki tingkat keberhasilan sebesar 100%.

3. Kategori berdasarkan usia ayam untuk mengatur takaran maggot dan pur menggunakan tombol manual dan tombol yang terintegrasi dengan aplikasi IoT. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendistribusikan pakan dengan akurat sesuai dengan pengaturan yang dilakukan melalui tombol manual dan dashboard Blynk dengan tingkat keberhasilan alat sebesar 100%, sehingga dapat dipastikan bahwa sistem bekerja dengan tepat sasaran. Mekanisme pemberian pakan menggunakan servo motor berfungsi dengan baik dalam membuka dan menutup pintu pakan sesuai kebutuhan, sementara tampilan informasi pada layar LCD memberikan feedback visual yang membantu dalam memantau status dan proses sistem.

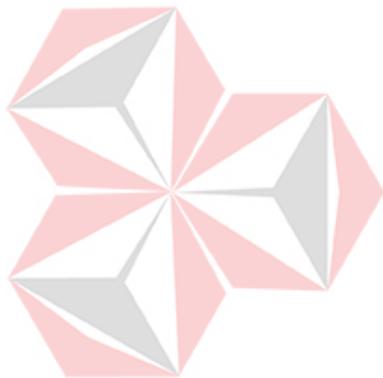
5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengembangan dan pengujian sistem pemberian pakan otomatis untuk ayam ini, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan lebih lanjut:

1. **Peningkatan Akurasi Timbangan:** Meskipun sensor berat HX711 sudah memberikan hasil yang cukup baik, peningkatan akurasi kalibrasi dapat dilakukan dengan menggunakan metode kalibrasi yang lebih presisi atau dengan mengganti sensor yang memiliki tingkat akurasi lebih tinggi.
2. **Pengembangan Algoritma Pemberian Pakan:** Pengembangan algoritma pemberian pakan yang lebih canggih dapat dilakukan untuk memperhitungkan faktor-faktor tambahan seperti kondisi kesehatan ayam dan cuaca. Hal ini akan memastikan pemberian pakan yang lebih optimal dan sesuai dengan kebutuhan spesifik setiap kelompok ayam.
3. **Penambahan Fitur Pemantauan Kesehatan Ayam:** Integrasi sensor tambahan seperti sensor suhu tubuh ayam atau sensor detak jantung dapat

dilakukan untuk memantau kesehatan ayam secara *real-time*. Informasi ini dapat membantu dalam pengambilan keputusan terkait pemberian pakan dan pengelolaan kesehatan ternak.

4. **Penggunaan Sumber Energi Alternatif:** Untuk peternakan yang berada di lokasi terpencil, penggunaan sumber energi alternatif seperti panel surya dapat dipertimbangkan untuk mendukung operasional sistem secara berkelanjutan dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional.



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, S. P. (2018). ALAT MONITORING TETESAN INFUS MENGGUNAKAN WEB SECARA ONLINE BERBASIS ESP8266 DENGAN PEMROGRAMAN ARDUINO IDE. *E-JPTE (Jurnal Elektronik Pendidikan Teknik Elektronika)*, 7(1), 78–86. <https://doi.org/https://doi.org/10.21831/e-jpte.v7i1.11305>
- Banzi, M. (2024). *Logo Arduino IDE*. Arduino. <https://www.arduino.cc/wiki/370832ed4114dd35d498f2f449b4781e/arduino.svg>
- Dias Prihatmoko. (2016). PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) DALAM PEMBELAJARAN. *Simetris*, 7(2), 567–574.
- Efendi, Y. (2018). Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(1), 19–26. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i1.48>
- Faridah, F., & Cahyono, P. (2020). Pelatihan Budidaya Magot sebagai Alternative Pakan Ternak di Desa Baturono Lamongan. *Jurnal Abdimas Berdaya : Jurnal Pembelajaran, Pemberdayaan Dan Pengabdian Masyarakat*, 2(01), 36. <https://doi.org/10.30736/jab.v2i01.36>
- Handson Technology. (2022). *MB102 Breadboard 3.3V/5V Power Supply (V2)* (pp. 1–3). www.handsontec.com
- Kurniawan, A., Mulia, I., Adelia Rifai, S. N., & Purwandika, S. (2020). Pembuatan Penakar Hujan Berbiaya Rendah Menggunakan Sensor Beban Berbasis Arduino Uno. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 19(02), 83–100. <https://doi.org/10.31358/techne.v19i02.228>
- Marhaban. (2022). *DAMPAK USAHA PETERNAKAN AYAM*. Dinas Lingkungan Hidup. <https://dlh.acehjayakab.go.id/berita/kategori/artikel/dampak-usaha-peternakan-ayam>
- Nangoy, M. M., Montong, M. E. R., Utiah, W., & Regar, M. N. (2017).

PEMANFAATAN TEPUNG MANURE HASIL DEGRADASI LARVA LALAT HITAM (*Hermetia Illucens L*) TERHADAP PERFORMANS AYAM KAMPUNG FASE LAYER. *Zootec*, 37(2), 370. <https://doi.org/10.35792/zot.37.2.2017.16179>

Natsir, M., Rendra, D. B., & Anggara, A. D. Y. (2019). Implementasi IOT Untuk Sistem Kendali AC Otomatis Pada Ruang Kelas di Universitas Serang Raya. *Jurnal PROSISKO (Pengembangan Riset Dan Observasi Rekayasa Sistem Komputer)*, 6(1), 69–72.

No, V., Hal, J., Mega, A., Putra, O. A., & Handika, R. (2022). RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN LALU LINTAS MENGGUNAKAN SMARTPHONE DAN ESP32CAM BERBASIS. 2(1), 120–130.

Saputra, D., & Arinal, V. (2021). Perancangan Home Automation dalam Mengontrol Lampu dan Kipas Menggunakan Blynk Berbasis NodeMCU. *Jurnal Sosial Teknologi*, 1(7), 597–606. <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v1i7.133>

Savitri, C. E., & PARAMYTHA, N. (2022). Sistem Monitoring Parkir Mobil berbasis Mikrokontroller Esp32. *Jurnal Ampere*, 7(2), 135. <https://doi.org/10.31851/ampere.v7i2.9199>

Setiawan, A., & Purnamasari, A. I. (2021). *JURNAL RESTI Pengembangan Smart Home Dengan Microcontrollers ESP32 Dan MC-38 Meningkatkan Deteksi Dini Keamanan Perumahan*. 1(10), 6–9.

Setiawan, N. (2023). *SISTEM PENJADWALAN PAKAN DAN MONITORING KANDANG AYAM BROILER BERBASIS IOT MENGGUNAKAN MQTT PANEL*. 1–58.

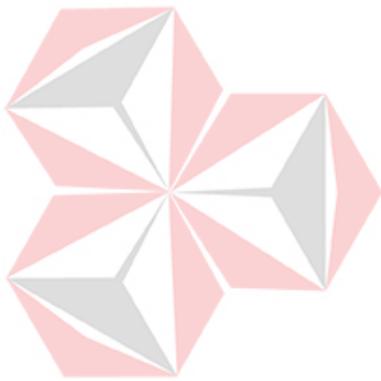
Surahman, A., Aditama, B., Bakri, M., & Rasna, R. (2021). Sistem Pakan Ayam Otomatis Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 2(1), 13. <https://doi.org/10.33365/jtst.v2i1.1025>

Yazid, A. (2024). Sistem Monitoring dan Pengendalian Suhu pada Budidaya Ikan dalam Ember Berbasis IoT menggunakan Aplikasi Android [Universitas

Dinamika]. In *Repository Universitas Dinamika* (Issue 8.5.2017). www.aging-us.com

Yusuf, M., Supriyono, S., & Dwi Riyanto, S. (2024). Sistem Pengukuran Berat dan Dimensi Paket Otomatis Menggunakan Sensor Loadcell dan Sensor Ultrasonic Berbasis Mikrokontroller esp32. *Prosiding Seminar Nasional Wijayakusuma National Conference*, 4(1), 128–140. <https://ejournal.cilacapkab.go.id/index.php/winco/article/view/199>

Zanofa, A. P., Arrahman, R., Bakri, M., & Budiman, A. (2020). Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(1), 22–27. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v1i1.76>



UNIVERSITAS
Dinamika