

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANENAN TELUR AYAM
OTOMATIS BERBASIS IOT PADA TEFA UNGGAS AYAM
PETELUR POLITEKNIK NEGERI JEMBER**

LAPORAN TUGAS AKHIR



Oleh:

**Kharisma Nur Wahyu Salsabila
NIM E32231105**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
2026**

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANENAN TELUR AYAM
OTOMATIS BERBASIS IOT PADA TEFA UNGGAS AYAM
PETELUR POLITEKNIK NEGERI JEMBER**

LAPORAN TUGAS AKHIR



Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md.)
di Program Studi Teknik Komputer
Jurusan Teknologi Informasi

Oleh:

**Kharisma Nur Wahyu Salsabila
NIM E32231105**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
2026**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI,
SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER**

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANENAN TELUR AYAM OTOMATIS
BERBASIS IOT PADA TEFA UNGGAS AYAM PETELUR POLITEKNIK
NEGERI JEMBER**

Kharisma Nur Wahyu Salsabila (E32231105)

Telah Diuji pada Tanggal 17 Juni 2026
dan Dinyatakan Memenuhi Syarat

Ketua Penguji,



Victor Phoa, S.Si., M.Cs.
NIP 198510312018031001

Sekretaris Penguji,



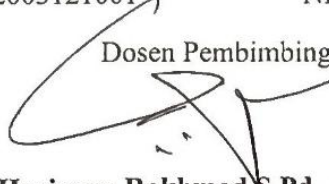
Hariyono Rakhmad S.Pd., M.Kom.
NIP 197011282003121001

Anggota Penguji,



Lukie Perdanasari, S.Kom., M.T.
NIP 199306102024062001

Dosen Pembimbing,



Hariyono Rakhmad S.Pd., M.Kom.
NIP 197011282003121001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknologi Informasi



Jr. Hendra Yufit Riskiawan, S.Kom., M.Cs.
NIP 198302032006041003

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

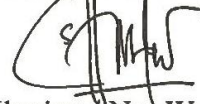
Nama : Kharisma Nur Wahyu Salsabila

NIM : E32231105

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemanenan Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT pada TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir Laporan Tugas Akhir ini.

Jember, 17 Juni 2026



Kharisma Nur Wahyu Salsabila
NIM E32231105



**PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Kharisma Nur Wahyu Salsabila
NIM : E32231105
Program Studi : Teknik Komputer
Jurusan : Teknologi Informasi

Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada UPT. Perpustakaan Politeknik Negeri Jember, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Right) atas Karya Ilmiah **berupa Laporan Akhir saya yang berjudul :**

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANENAN TELUR AYAM
OTOMATIS BERBASIS IOT PADA TEFA UNGGAS AYAM PETELUR
POLITEKNIK NEGERI JEMBER**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT. Perpustakaan Politeknik Negeri Jember berhak menyimpan, mengalihmediakan atau mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk Pangkalan Data (Database), mendistribusikan karya dan menampilkan atau mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Jember, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas Pelanggaran Hak Cipta dalam Karya Ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jember
Pada Tanggal : 17 Juni 2026 Yang
Menyatakan



Nama : Kharisma Nur Wahyu Salsabila
NIM : E32231105

MOTTO

Tuhan lebih besar dari segala kekhawatiranmu

Sesibuk apa pun kamu merencanakan masa depan, sekali Tuhanmu berkata
“pulang”. Maka segala rencanamu akan selesai

“Sholatnya dijaga kak, banyakin baca sholawat”
(Ibu)

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada:

1. Cinta pertama dan pintu surgaku, Ayah Zakiudin dan Ibu Sujiati. Dua sosok yang sangat berjasa dalam hidup saya, yang senantiasa berusaha mengantarkan anak pertamanya menempuh pendidikan setinggi-tingginya, meskipun Ayah dan Ibu hanya berkesempatan mengenyam pendidikan hingga jenjang sekolah dasar. Terima kasih atas setiap tetes keringat, kerja keras, doa, motivasi, harapan, kasih sayang, kesabaran, dan pengorbanan yang telah diberikan tanpa henti demi mengantarkan saya sampai pada titik ini. Terima kasih telah menjadi sumber kekuatan, semangat, dan pelita yang selalu menerangi setiap langkah yang saya tempuh dalam meraih pendidikan dan mewujudkan cita-cita. Terakhir, terima kasih atas segala hal yang telah Ayah dan Ibu berikan, yang tidak akan pernah mampu saya balas dan tidak terhitung nilainya. Semoga Allah Swt. senantiasa melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, serta keberkahan kepada Ayah dan Ibu.
2. Saudara-saudara saya serta orang yang saya cintai, yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, perhatian, dan doa selama perjalanan pendidikan saya. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita, keluh kesah, dan kebahagiaan di setiap proses yang saya lalui. Kehadiran, motivasi, serta dukungan yang kalian berikan menjadi salah satu sumber kekuatan bagi saya untuk terus berjuang dan menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas segala bantuan, pengertian, dan kebersamaan yang telah diberikan. Semoga kebaikan dan ketulusan yang kalian berikan dibalas dengan keberkahan dan kebahagiaan oleh Allah Swt.

RINGKASAN

Rancang Bangun Sistem Pemanenan Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT pada TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember, Kharisma Nur Wahyu Salsabila, NIM E32231105, Tahun 2026, 74 hlm., Teknik Komputer, Politeknik Negeri Jember, Hariyono Rakhmad, S.Pd., M.Kom.

Proses pemanenan telur ayam di TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember masih dilakukan secara manual, mulai dari pencatatan jumlah telur hingga proses pemanenan. Kondisi tersebut menyebabkan proses pemanenan memerlukan waktu yang relatif lama dan berpotensi menimbulkan ketidaksesuaian data hasil panen. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan tiga sensor inframerah, yaitu sensor IR1 dan IR2 untuk mendeteksi serta menghitung jumlah telur pada masing-masing kandang, sedangkan sensor IR3 digunakan untuk menghitung jumlah telur yang masuk ke bak penampungan sebagai validasi hasil pemanenan. Selain itu, sistem juga menggunakan modul Real Time Clock (RTC) DS3231 untuk mengatur jadwal pemanenan secara otomatis, motor DC sebagai penggerak konveyor, serta Firebase Realtime Database sebagai media penyimpanan dan monitoring data secara *real-time* melalui aplikasi mobile.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor inframerah pada masing-masing kandang memperoleh tingkat keberhasilan deteksi sebesar 90%. Pengujian RTC DS3231 menunjukkan rata-rata *delay* sebesar 3,18 detik sehingga sistem mampu menjalankan proses pemanenan sesuai jadwal yang telah ditentukan. Pengujian mekanik konveyor menunjukkan bahwa sistem dapat memindahkan telur menuju tempat penampungan dengan baik setelah dilakukan beberapa perbaikan pada mekanisme konveyor. Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan mampu melakukan proses pemanenan telur secara otomatis, terjadwal, serta mendukung monitoring hasil panen secara *real-time* berbasis IoT.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemanenan Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT pada TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember” sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua atas semua kasih sayang, doa, dukungan moral maupun materi, serta motivasi tanpa henti selama masa perkuliahan.
2. Bapak Saiful Anwar, S.Tp, MT., selaku Direktur Politeknik Negeri Jember.
3. Bapak Hendra Yufit Riskiawan, S.Kom, M.Cs., selaku Ketua Jurusan Teknologi Informasi.
4. Bapak I Gede Wiryawan, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer.
5. Bapak Ahmad Fahriyannur Rosyady, S.Kom., M.MT., selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Komputer.
6. Bapak Hariyono Rakhmad, S.Pd., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan.
7. Serta seluruh rekan-rekan yang telah berkontribusi dalam proses penyusunan laporan maupun penelitian.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun serta peningkatan pengetahuan di masa mendatang.

Jember, 17 Juni 2026

Kharisma Nur Wahyu Salsabila

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR KODE PROGRAM	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Karya Tulis Ilmiah yang Mendahului	12
2.3 <i>State of the Art</i>	13
BAB 3. METODOLOGI.....	14
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.3 Metode Kegiatan	16

3.4 Waktu Pelaksanaan	22
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Hasil Studi Literatur	24
4.2 Hasil Perancangan Alat dan Sistem	25
4.3 Hasil Pembuatan Alat dan Sistem	28
4.4 Pengujian Sistem.....	36
4.5 Hasil Evaluasi.....	44
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR GAMBAR

2.1 Mikrokontroler ESP32	6
2.2 Sensor Inframerah	7
2.3 Real Time Clock (RTC) DS3231	8
2.4 Konveyor Telur	8
2.5 Gearbox Motor DC	9
2.6 Driver Motor L298N	10
3.1 Metodologi Kegiatan.....	16
3.2 Diagram Blok Alat	17
3.3 Flowchart Alat.....	19
4.1 Perancangan Alat	26
4.2 Perakitan Alat.....	29
4.3 Tampilan Awal.....	32
4.4 Halaman Login dan Registrasi	32
4.5 Tampilan Dashboard	33
4.6 Halaman Kontrol.....	34
4.7 Fitur Notifikasi	34
4.8 Halaman Riwayat	35
4.9 Firebase Realtime Database	36
4.10 Pengujian Sensor Inframerah	37
4.11 Pengujian Konveyor.....	41
4.12 Pengujian di TEFA Unggas Polije	42

DAFTAR TABEL

2.1 <i>State of the Art</i>	13
3.1 Perangkat Lunak.....	14
3.2 Perangkat Keras	15
3.3 Daftar Bahan	15
3.4 Waktu Pelaksanaan	23
4.1 Pin yang digunakan	26
4.2 Hasil Pengujian Sensor Inframerah.....	37
4.3 Hasil Pengujian RTC dan Penjadwalan Konveyor	38
4.4 Hasil Pengujian Motor DC dan Driver L298N	39
4.5 Hasil Pengujian Firebase dan Aplikasi Monitoring	40
4.6 Hasil Pengujian Mekanik Konveyor	41
4.7 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem di TEFA	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambaran Sistem.....	49
Lampiran 2. Surat Persetujuan Penanggung Jawab TEFA	50
Lampiran 3. Ringkasan Hasil Wawancara	51
Lampiran 4. Foto Prototipe Pemanenan Telur Ayam Otomatis.....	52
Lampiran 5. Kode Program.....	52
Lampiran 6. CV Penulis.....	59

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 4.1 Import Library	29
Kode Program 4.2 Konfigurasi Firebase.....	30
Kode Program 4.3 Koneksi WiFi Manager	30
Kode Program 4.4 Sinkronisasi Waktu RTC	30
Kode Program 4.5 Pengiriman Data ke Firebase	31

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah memberikan dampak yang signifikan pada berbagai sektor, salah satunya pada bidang peternakan. Penerapan teknologi IoT pada bidang peternakan mampu mendukung proses monitoring, pengumpulan data, dan otomatisasi berbagai aktivitas secara *real-time* sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas peternakan. Selain itu, teknologi IoT juga memungkinkan peternak untuk melakukan pemantauan kondisi peternakan dari jarak jauh sehingga proses pengelolaan peternakan dapat dilakukan dengan lebih efektif dan efisien (Terence et al., 2024). Penggunaan teknologi IoT pada peternakan modern juga dapat membantu mengurangi ketergantungan terhadap pekerjaan manual serta meningkatkan akurasi data yang diperoleh (Sutanto et al., 2024).

TEFA Unggas Politeknik Negeri Jember merupakan salah satu unit pembelajaran yang bergerak di bidang peternakan ayam petelur. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan pengurus TEFA Unggas Politeknik Negeri Jember, populasi ayam petelur di TEFA saat ini berjumlah sekitar 300 ekor dari total kapasitas pemeliharaan sekitar 500 ekor ayam. Ayam yang dipelihara merupakan ayam petelur jenis Novogen dengan usia sekitar 64 minggu. Proses pemanenan telur dilakukan sebanyak dua kali dalam sehari, yaitu pada pukul 09.00 WIB dan 15.00 WIB sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang telah ditetapkan.

Pemanenan telur dilakukan secara manual oleh petugas dengan cara menghitung dan mencatat jumlah telur yang terdapat pada setiap kandang, kemudian telur diambil dan dipindahkan ke tempat penampungan. Proses pencatatan yang masih dilakukan secara manual tersebut membutuhkan waktu dan tenaga yang lebih besar serta berpotensi menyebabkan kesalahan pencatatan hasil panen, terutama ketika jumlah telur yang dipanen cukup banyak. (Hasil observasi dan wawancara dengan pengurus TEFA Unggas Politeknik Negeri Jember, 2026).

Ayam petelur yang digunakan pada TEFA merupakan ayam petelur jenis Novogen dengan usia sekitar 64 minggu. Berdasarkan hasil wawancara dengan pengurus TEFA Unggas, ayam Novogen umumnya mencapai puncak produksi pada usia 36 hingga 70 minggu sehingga ayam yang digunakan pada penelitian ini masih berada pada rentang usia produktif. Produktivitas telur ayam petelur dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah umur ayam. Seiring bertambahnya umur ayam, produktivitas telur akan mengalami perubahan sehingga diperlukan proses monitoring yang baik untuk mengetahui hasil produksi telur yang dihasilkan (NOVOGEN, 2024).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT pada peternakan mampu membantu proses monitoring dan pengelolaan data secara *real-time* sehingga informasi dapat diakses dengan lebih cepat dan akurat. Sistem berbasis IoT memungkinkan data yang diperoleh dari sensor dapat dikirim, disimpan, dan ditampilkan melalui platform monitoring sehingga mempermudah proses pengawasan peternakan (Terence et al., 2024). Oleh karena itu, penerapan teknologi IoT dinilai sesuai untuk membantu proses monitoring dan pencatatan hasil pemanenan telur ayam.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem yang mampu membantu proses pemanenan dan pencatatan jumlah telur secara otomatis serta menyediakan fasilitas monitoring hasil pemanenan secara *real-time*. Oleh karena itu, pada penelitian ini dirancang dan dibangun sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor inframerah, modul Real Time Clock (RTC), Firebase Realtime Database, Railway Worker, dan aplikasi *mobile* berbasis Flutter. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat membantu proses pencatatan hasil panen, mempermudah monitoring jumlah telur, serta meningkatkan efisiensi proses pemanenan pada TEFA Unggas Politeknik Negeri Jember.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32?
- b. Bagaimana mengimplementasikan sistem pencatatan jumlah telur ayam per kandang menggunakan sensor inframerah yang terintegrasi dengan mekanisme konveyor dan penjadwalan berbasis RTC?
- c. Bagaimana kinerja sistem pemanenan telur ayam otomatis berdasarkan akurasi pencatatan sensor inframerah, ketepatan waktu operasi konveyor, dan kestabilan kerja sistem?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32.
- b. Membangun sistem pencatatan jumlah telur ayam per kandang menggunakan sensor inframerah yang terintegrasi dengan mekanisme konveyor dan penjadwalan waktu berbasis RTC.
- c. Menguji dan menganalisis akurasi sensor inframerah dalam melakukan pencatatan jumlah telur serta ketepatan waktu operasi konveyor berdasarkan jadwal yang telah ditentukan.
- d. Menguji kestabilan dan keandalan sistem pemanenan telur ayam otomatis selama proses pengujian.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagi Penulis

Menambah pengetahuan dan pengalaman dalam perancangan serta implementasi sistem otomasi berbasis *Internet of Things* (IoT), khususnya pada integrasi sensor inframerah, mikrokontroler ESP32, sistem penjadwalan waktu, dan mekanisme konveyor.

b. Bagi Institusi (Politeknik Negeri Jember)

Menjadi referensi teknis dalam pengembangan sistem otomasi dan IoT di lingkungan Politeknik Negeri Jember, serta mendukung pembelajaran berbasis *Teaching Factory* (TEFA) melalui contoh implementasi prototipe sistem otomasi yang aplikatif dan relevan dengan kebutuhan industri.

c. Bagi Mitra (TEFA Unggas Ayam Petelur)

Memberikan solusi teknis berupa prototipe sistem pemanenan telur ayam yang bekerja secara terjadwal dan terkontrol, serta dapat dijadikan dasar pengembangan sistem otomasi pemanenan telur di lingkungan TEFA guna meningkatkan efisiensi dan konsistensi proses kerja.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembuatan sistem dapat lebih terfokus dan diselesaikan sesuai dengan waktu yang tersedia, maka penelitian ini memiliki batasan masalah sebagai berikut:

- a. Sistem yang dirancang berupa prototipe dan difokuskan pada proses pemanenan telur ayam secara otomatis menggunakan mekanisme konveyor.
- b. Pengoperasian konveyor dilakukan secara terjadwal menggunakan modul RTC (*Real Time Clock*) sebagai acuan waktu pemanenan.
- c. Sensor yang digunakan untuk penghitungan telur ayam adalah sensor inframerah (IR) yang berfungsi sebagai penghitung jumlah telur per kandang.
- d. Sistem tidak membahas kualitas telur seperti berat, ukuran, atau kondisi fisik telur, melainkan hanya berfokus pada proses pemanenan dan penghitungan telur secara otomatis.
- e. Pengujian sistem dilakukan pada skala prototipe dan tidak diterapkan pada skala operasional kandang industri.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka memuat landasan teori dan konsep yang digunakan sebagai dasar dalam perancangan dan pengembangan sistem pada penelitian ini. Pembahasan mencakup penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT), sistem otomatisasi, serta integrasi perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung sistem pemanenan telur ayam otomatis.

2.1.1 *Teaching Factory* (TEFA)

Teaching Factory (TEFA) merupakan konsep pembelajaran yang mengintegrasikan proses pendidikan dengan kegiatan produksi nyata yang menyerupai kondisi industri. Menurut Direktorat Pendidikan Vokasi (2020), TEFA bertujuan meningkatkan kompetensi mahasiswa melalui keterlibatan langsung dalam proses produksi.

Pada TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember, kegiatan pemeliharaan ayam petelur meliputi pemberian pakan, perawatan kandang, serta pemanenan telur. Namun, proses pemanenan telur masih dilakukan secara manual sehingga memerlukan tenaga kerja yang cukup besar dan berpotensi menurunkan efisiensi kerja.

2.1.2 Sistem Otomatisasi

Sistem otomatisasi adalah sistem yang dirancang untuk menjalankan suatu proses tanpa atau dengan sedikit campur tangan manusia. Dalam bidang peternakan, otomatisasi banyak diterapkan untuk meningkatkan efisiensi kerja, mengurangi kesalahan manusia, serta meningkatkan produktivitas. Sistem pemanenan telur otomatis memanfaatkan perangkat elektronik, sensor, dan aktuator untuk menjalankan proses pengumpulan telur secara terkontrol.

2.1.3 *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep teknologi yang memungkinkan

perangkat fisik terhubung ke jaringan internet sehingga dapat mengirim dan menerima data secara otomatis. Dengan IoT, proses pemantauan dan pengendalian sistem dapat dilakukan secara jarak jauh tanpa harus melibatkan interaksi manusia secara langsung.

IoT bekerja dengan mengintegrasikan perangkat keras, sensor, perangkat lunak, serta jaringan komunikasi untuk menghasilkan data secara *real-time*. Menurut Al-Fuqaha et al. (2020), IoT memungkinkan objek fisik untuk melakukan *sensing, processing*, dan komunikasi melalui jaringan internet. Selain itu, Sethi dan Sarangi (2022) menyatakan bahwa penerapan IoT dapat meningkatkan efisiensi sistem serta mempermudah *monitoring* berbasis digital.

2.1.4 Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems dan banyak digunakan pada aplikasi *Internet of Things* (IoT). ESP32 memiliki kemampuan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi dalam satu chip, sehingga mendukung komunikasi data secara nirkabel tanpa memerlukan modul tambahan. Hal ini menjadikan ESP32 cocok digunakan sebagai pengendali utama pada sistem *monitoring* dan otomasi berbasis IoT.

Selain kemampuan komunikasi, ESP32 juga dilengkapi dengan prosesor *dual-core*, memori yang cukup besar, serta berbagai pin *input/output* yang mendukung koneksi dengan sensor dan aktuator. ESP32 dirancang untuk mendukung aplikasi *real-time* dengan konsumsi daya yang rendah dan performa yang stabil. Penelitian oleh Sari dkk. (2021) juga menyebutkan bahwa ESP32 efektif digunakan sebagai pusat pengolahan data dan pengirim informasi pada sistem IoT karena keandalannya dan kemudahan integrasi dengan berbagai sensor.

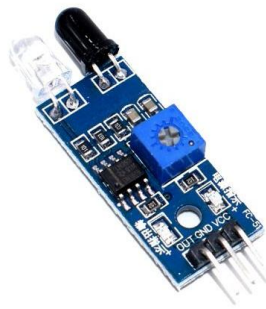


Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP32

2.1.5 Sensor Inframerah (IR)

Sensor Inframerah merupakan sensor yang bekerja berdasarkan pemancaran dan penerimaan cahaya inframerah untuk mendeteksi keberadaan suatu objek. Sensor ini umumnya terdiri dari pemancar (Inframerah LED) dan penerima (*photodiode* atau *phototransistor*) yang akan menghasilkan sinyal ketika cahaya inframerah terhalang oleh objek di depannya.

Sensor inframerah banyak digunakan pada sistem otomasi dan *monitoring* karena memiliki respon yang cepat, rangkaian yang sederhana, serta biaya yang relatif murah. Yansyah dkk. (2024) menyatakan bahwa sensor inframerah dapat dimanfaatkan sebagai pendeteksi objek pada sistem konveyor otomatis karena mampu memberikan sinyal digital yang stabil.



Gambar 2.2 Sensor Inframerah

2.1.6 Real Time Clock (RTC)

Real Time Clock (RTC) merupakan modul pewaktu digital yang berfungsi untuk menjaga ketepatan waktu secara *real-time*, seperti jam, menit, detik, tanggal, dan hari. Modul ini dilengkapi dengan kristal osilator terkompensasi suhu (*Temperature Compensated Crystal Oscillator/TCXO*) sehingga memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan stabil meskipun terjadi perubahan suhu lingkungan.

RTC banyak digunakan pada sistem otomatisasi yang membutuhkan penjadwalan waktu operasi secara tepat. Menurut Pratama dkk. (2021), penggunaan RTC mampu menjaga keakuratan waktu pada sistem mikrokontroler tanpa terpengaruh oleh kondisi mati daya karena dilengkapi dengan baterai cadangan.



Gambar 2.3 *Real Time Clock (RTC) DS3231*

2.1.7 Konveyor

Konveyor merupakan sistem mekanik yang digunakan untuk memindahkan objek dari satu titik ke titik lain secara otomatis dan berkesinambungan. Sistem ini terdiri dari sabuk konveyor yang digerakkan oleh motor listrik melalui mekanisme transmisi, sehingga objek dapat dipindahkan dengan kecepatan dan arah yang terkontrol.

Penggunaan konveyor banyak diterapkan pada sistem otomasi industri karena mampu meningkatkan efisiensi kerja dan mengurangi ketergantungan pada proses manual. Konveyor efektif digunakan untuk memindahkan telur secara otomatis dengan risiko kerusakan yang minimal apabila kecepatan dan desain jalur disesuaikan. (Hanafie dkk. 2023)



Gambar 2.4 *Konveyor Telur*

2.1.8 Motor DC

Motor DC merupakan aktuator yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gerakan putar. Motor ini bekerja berdasarkan

prinsip gaya elektromagnetik, di mana arus listrik yang mengalir pada kumparan akan menghasilkan medan magnet sehingga menyebabkan poros motor berputar. Kecepatan dan arah putaran motor DC dapat dikendalikan dengan mengatur besar tegangan dan polaritas arus yang diberikan.

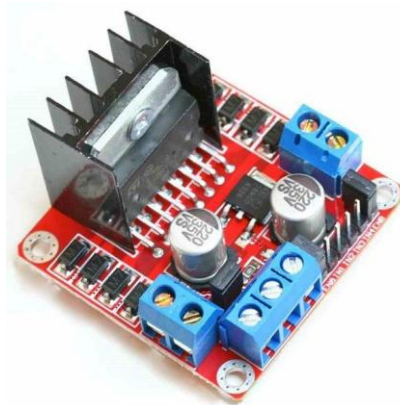
Motor DC banyak digunakan pada sistem otomasi karena bentuknya sederhana dan mudah dikendalikan. Motor ini sering dimanfaatkan sebagai penggerak pada sistem mekanik seperti *konveyor*. Menurut Saputra dkk. (2020), motor DC mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler sehingga cocok digunakan dalam sistem otomatis. Selain itu, Hidayat dkk. (2022) menyatakan bahwa penggunaan *driver* motor dapat membantu pengendalian motor DC agar bekerja lebih stabil dan aman.



Gambar 2.5 *Gearbox* Motor DC

2.1.9 *Driver* L298N

Driver motor L298N merupakan modul pengendali motor DC yang berfungsi sebagai penghubung antara mikrokontroler dan motor. Modul ini bekerja sebagai penguat arus karena mikrokontroler tidak mampu menggerakkan motor secara langsung. Dengan menggunakan L298N, ESP32 dapat mengatur arah putaran motor (maju atau berhenti) serta mengendalikan kecepatan motor melalui sinyal PWM. Pada sistem pemanenan telur ayam otomatis, L298N digunakan untuk mengendalikan motor DC penggerak konveyor agar dapat beroperasi sesuai perintah sistem dengan aman dan stabil.



Gambar 2.6 *Driver Motor L298N*

2.1.10 Adaptor 12 V

Adaptor 12 V merupakan sumber catu daya yang berfungsi untuk menyuplai tegangan listrik ke sistem, khususnya pada komponen yang membutuhkan daya lebih besar seperti motor DC. Adaptor ini mengubah tegangan listrik AC menjadi tegangan DC 12 V yang stabil sehingga aman digunakan oleh rangkaian. Pada sistem pemanenan telur ayam otomatis, adaptor 12 V digunakan untuk mencukupi kebutuhan daya motor konveyor melalui *driver* motor, sementara mikrokontroler dan komponen lain memperoleh tegangan yang telah disesuaikan.

2.1.11 PlatformIO

PlatformIO merupakan platform pengembangan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengelola, mengompilasi, dan mengunggah program ke berbagai jenis mikrokontroler, termasuk ESP32. PlatformIO umumnya digunakan melalui Visual Studio Code (VS Code) dan menyediakan berbagai fitur yang memudahkan proses pengembangan sistem embedded dan *Internet of Things* (IoT).

PlatformIO membantu proses pengembangan program menjadi lebih mudah, terutama pada proyek yang melibatkan banyak library dan modul perangkat keras. Pada penelitian ini, PlatformIO digunakan untuk mengembangkan dan mengunggah program ke mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pusat kendali sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis IoT.

2.1.12 Visual Studio Code (VS Code)

Visual Studio Code (VS Code) merupakan perangkat lunak editor kode

sumber yang dikembangkan oleh Microsoft dan digunakan untuk menulis, mengedit, serta mengelola program pada berbagai bahasa pemrograman seperti C/C++, Python, Java, JavaScript, PHP, dan HTML. VS Code bersifat ringan, gratis, dan dapat dijalankan pada berbagai sistem operasi seperti Windows, Linux, dan macOS.

2.1.13 Firebase

Firebase merupakan platform berbasis *cloud* yang dikembangkan oleh Google untuk mendukung pengembangan aplikasi, khususnya dalam hal penyimpanan data, autentikasi, dan sinkronisasi data secara *real-time*. Firebase memungkinkan aplikasi untuk menyimpan dan mengambil data melalui jaringan internet tanpa perlu membangun server sendiri.

Dalam sistem berbasis IoT, Firebase sering digunakan sebagai media penyimpanan dan pertukaran data antara perangkat keras dan pengguna. Data yang dikirim oleh mikrokontroler dapat disimpan di Firebase dan diakses kembali secara *real-time*, sehingga memudahkan proses pemantauan dan pengelolaan sistem dari jarak jauh.

2.1.14 Railway Worker

Railway merupakan platform *cloud computing* yang menyediakan layanan *backend* dan *deployment* aplikasi secara daring. Railway memungkinkan aplikasi atau layanan backend dapat dijalankan pada server yang terhubung dengan internet tanpa bergantung pada komputer atau perangkat lokal. Dengan demikian, proses pengolahan data dapat tetap berjalan meskipun aplikasi pengguna tidak sedang dibuka.

Pada penelitian ini, Railway digunakan sebagai layanan backend untuk menjalankan proses pengolahan data panen secara otomatis. Proses tersebut meliputi perhitungan selisih (delta) jumlah telur antara panen pagi dan panen sore, serta melakukan reset data panen berdasarkan jadwal yang telah ditentukan. Penggunaan Railway memungkinkan proses pengolahan data tetap berjalan secara online dan terjadwal sehingga sistem dapat beroperasi secara lebih optimal.

Selain itu, Railway juga mendukung integrasi dengan Firebase melalui

Application Programming Interface (API), sehingga data hasil pemanenan dapat diproses dan disinkronkan secara otomatis. Dengan adanya Railway, sistem pemanenan telur ayam berbasis IoT yang dikembangkan menjadi lebih andal karena proses backend dapat berjalan secara kontinu tanpa bergantung pada perangkat pengguna.

2.2 Karya Tulis Ilmiah yang Mendahului

Penelitian terdahulu merupakan kajian yang dilakukan oleh individu atau kelompok yang memiliki keterkaitan dengan objek penelitian yang sedang dikembangkan. Penelitian-penelitian tersebut digunakan sebagai bahan referensi untuk memperkuat dasar teori, mengetahui perkembangan teknologi, serta membandingkan metode dan sistem yang telah diterapkan sebelumnya.

2.2.1 Karya Tulis Ilmiah yang Mendahului 1

“Perancangan Sistem Konveyor Otomatis Berbasis PLC dan IoT untuk Deteksi Telur Menggunakan Sensor *Infrared*”

Penelitian ini membahas perancangan sistem konveyor otomatis untuk mendeteksi telur menggunakan sensor inframerah. Sistem dirancang dengan memanfaatkan PLC sebagai pengendali utama yang mengatur pergerakan konveyor dan proses deteksi telur. Sensor inframerah digunakan untuk mendeteksi keberadaan telur yang melewati jalur konveyor, kemudian data hasil deteksi dikirimkan ke sistem *monitoring* berbasis IoT. Penerapan IoT pada sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi sistem dan hasil deteksi telur secara jarak jauh. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan sensor inframerah dan sistem konveyor mampu membantu proses otomasi dalam pengelolaan telur secara lebih efisien (Yansyah dkk., 2024).

2.2.2 Karya Tulis Ilmiah yang Mendahului 2

“Rancang Bangun Sistem Konveyor Penghitung Telur Otomatis”

Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem konveyor yang digunakan untuk menghitung jumlah telur secara otomatis. Sistem menggunakan sensor sebagai pendeteksi telur yang melewati konveyor, kemudian jumlah telur

ditampilkan sebagai hasil keluaran sistem. Pengendalian sistem dilakukan secara lokal tanpa penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem konveyor dapat membantu mempercepat proses penghitungan telur dibandingkan dengan metode manual, meskipun pemantauan masih terbatas pada area lokal (Hanafie dkk., 2023).

2.3 *State of the Art*

Pada *State of the Art* diambil dari beberapa contoh penelitian terlebih dahulu yang telah dilakukan untuk menjadi acuan untuk melakukan penelitian, sehingga dapat diketahui perkembangan teknologi serta menjadi dasar dalam pengembangan Rancang Bangun Sistem Pemanenan Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT pada TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember

Tabel 2.1 *State of the Art*

No	Judul	Penulis (Tahun)	Perbedaan	Persamaan
1.	Perancangan Sistem Konveyor Otomatis Berbasis PLC dan IoT untuk Deteksi Telur Menggunakan Sensor <i>Infrared</i>	Yansyah dkk. (2024)	Menggunakan PLC sebagai pengendali utama dan fokus pada deteksi telur.	Menggunakan sensor inframerah dan menggunakan sistem konveyor
2.	Rancang Bangun Sistem Konveyor Penghitung Telur Otomatis	Hanafie dkk. (2023)	Tidak berbasis IoT dan tidak menggunakan penjadwalan.	Menggunakan konveyor dan deteksi telur otomatis
3.	Rancang Bangun Sistem Pemanenan Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT pada TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember	Kharisma Nur Wahyu Salsabila (2026)	Menggunakan ESP32 berbasis IoT dan menggunakan RTC sebagai penjadwalan waktu	Menggunakan konveyor dan menggunakan sensor inframerah

BAB 3. METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

3.1.1 Waktu

Perancangan alat “Rancang Bangun Sistem Pemanenan Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT pada TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember” dikerjakan selama kurun waktu 5 bulan dimulai pada bulan Februari 2026 sampai dengan bulan Juni 2026.

3.1.2 Tempat

Pelaksanaan tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pemanenan Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT pada TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember” dilakukan di Politeknik Negeri Jember.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang dibutuhkan dalam pembuatan “Rancang Bangun Sistem Pemanenan Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT pada TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember” dibagi menjadi dua, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak seperti yang dijabarkan di bawah ini.

a. Perangkat Lunak

Tabel 3.1 Perangkat Lunak

No	Perangkat Lunak	Spesifikasi
1.	Visual Studio Code	Versi 1.108.0
2.	Firebase	-
3.	Draw.io	-
4.	Cirkit Design	-
5.	PlatformIO	-

b. Perangkat Keras

Tabel 3.2 Perangkat Keras

No	Perangkat Keras	Spesifikasi/Fungsi
1.	Laptop Acer Aspire Lite 15	AMD Ryzen 5 7430U with Radeon Graphics (2.30 GHz), RAM 8 GB, Windows 11 Home Single Language 64-bit. Digunakan sebagai pengujian sistem, meliputi pemrograman mikrokontroler ESP32, pembuatan aplikasi monitoring, serta dokumentasi hasil pengujian.
2.	Smartphone Redmi 12	MediaTek Helio G88, 8GB/128GB. Digunakan sebagai media <i>monitoring</i> sistem pemanenan telur ayam secara <i>real-time</i> melalui aplikasi <i>mobile</i> .

3.2.2 Bahan

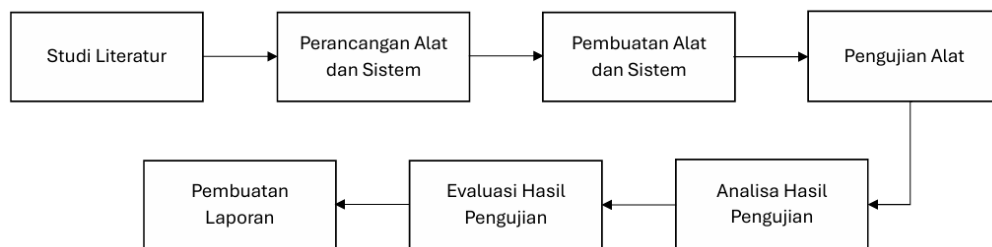
Berikut merupakan bahan yang dibutuhkan dalam “Rancang Bangun Sistem Pemanenan Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT pada TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember” dapat dijabarkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.3 Daftar Bahan

No.	Bahan	Jumlah
1.	ESP32	1 Buah
2.	Sensor Inframerah	3 Buah
3.	Real Time Clock (RTC)	1 Buah
4.	Motor DC	1 Buah
5.	Driver L298N	1 Buah
6.	Adaptor 12 V	1 Buah
7.	PCB	1 Buah
8.	Box	1 Buah
9.	Kabel Jumper	Secukupnya

3.3 Metode Kegiatan

Metode kegiatan yang digunakan dalam pembuatan “Rancang Bangun Sistem Pemanenan Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT pada TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember” membutuhkan proses pengerjaan yang dapat dianalisis seperti Gambar 3.1 di bawah ini. Berdasarkan kerangka kerja tersebut, penulis memaparkan tahapan serta mekanisme pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan secara sistematis hingga tercapainya tujuan penelitian.



Gambar 3.1 Metodologi Kegiatan

3.3.1 Analisa Kebutuhan

a. Studi Literatur

Pada tahap ini, penulis akan mengumpulkan data dan informasi dari berbagai sumber seperti buku, jurnal ilmiah, artikel, atau internet. Informasi yang diperoleh digunakan sebagai referensi dalam perancangan dan pembuatan sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis IoT, serta untuk memahami prinsip kerja komponen yang digunakan, seperti mikrokontroler ESP32, sensor inframerah, sistem konveyor, dan modul pendukung lainnya.

Studi literatur ini juga bertujuan untuk mengetahui perkembangan dan penerapan teknologi sejenis yang telah dilakukan sebelumnya, sehingga sistem yang dirancang dapat disesuaikan dengan kebutuhan di lingkungan TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember.

b. Wawancara

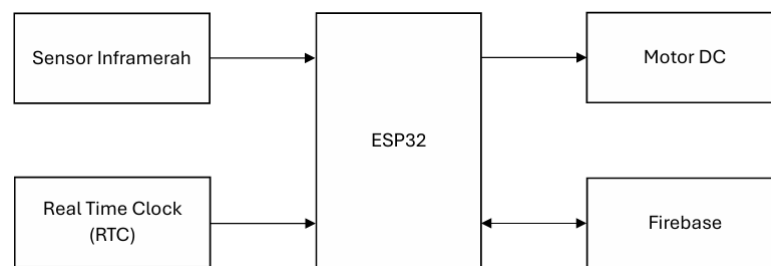
Wawancara dilakukan secara langsung dengan pengelola TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember untuk memperoleh informasi mengenai kondisi aktual di lapangan. Informasi yang dikumpulkan meliputi jumlah populasi ayam, jenis ayam yang dipelihara, usia produktif ayam, jadwal dan prosedur

pemanenan telur, serta kendala yang dihadapi selama proses pemanenan secara manual. Hasil wawancara tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan sistem yang akan dikembangkan agar sesuai dengan kondisi dan kebutuhan di TEFA.

3.3.2 Perancangan Alat dan Sistem

a. Perancangan Alat

Perancangan alat merupakan tahap pembuatan skematik sistem yang digunakan dalam membangun alat pemanenan telur ayam otomatis. Skematik perancangan alat dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Blok Alat

Adapun komponen-komponen yang digunakan dalam perancangan alat beserta fungsinya adalah sebagai berikut:

1) Firebase

Firebase berfungsi sebagai media penyimpanan data hasil pemantauan sistem. Data yang disimpan meliputi jumlah telur yang terdeteksi dan waktu pemanenan. Selain itu, Firebase digunakan sebagai sarana *monitoring* sistem secara *real-time* melalui aplikasi berbasis IoT.

2) ESP32

ESP32 berfungsi sebagai pusat pengendali pada sistem. ESP32 menerima data dari sensor inframerah dan modul *Real Time Clock* (RTC), kemudian memproses data tersebut untuk mengendalikan motor DC. Selain itu, ESP32 bertugas mengirimkan data hasil pemrosesan ke sistem cloud melalui koneksi internet.

3) Sensor Inframerah

Sensor inframerah pada sistem ini terdiri dari tiga buah sensor yang

memiliki fungsi berbeda. Sensor inframerah 1 dan sensor inframerah 2 digunakan untuk mendeteksi serta menghitung jumlah telur pada masing-masing kandang. Data hasil deteksi dari kedua sensor tersebut digunakan sebagai pencatatan jumlah telur per kandang dan dikirimkan ke ESP32 untuk diproses serta disimpan pada sistem cloud melalui Firebase.

Selain itu, sensor inframerah 3 ditempatkan pada bagian akhir jalur konveyor sebelum bak penampungan. Sensor ini berfungsi untuk menghitung jumlah telur yang berhasil masuk ke bak penampungan sebagai proses validasi hasil pemanenan. Data dari sensor inframerah 3 kemudian dibandingkan dengan jumlah telur yang sebelumnya terdeteksi oleh inframerah 1 dan inframerah 2. Apabila jumlah telur yang masuk ke bak penampungan telah sesuai, maka motor konveyor akan dihentikan secara otomatis. Sebaliknya, apabila jumlah telur belum sesuai, sistem akan menjalankan mode *failsafe* untuk memastikan seluruh telur dapat masuk ke bak penampungan sebelum proses pemanenan berakhir. Dengan demikian, penggunaan tiga sensor inframerah pada sistem ini dapat meningkatkan akurasi pencatatan dan mendukung proses pemanenan telur secara otomatis dan terintegrasi berbasis IoT.

4) *Real Time Clock* (RTC)

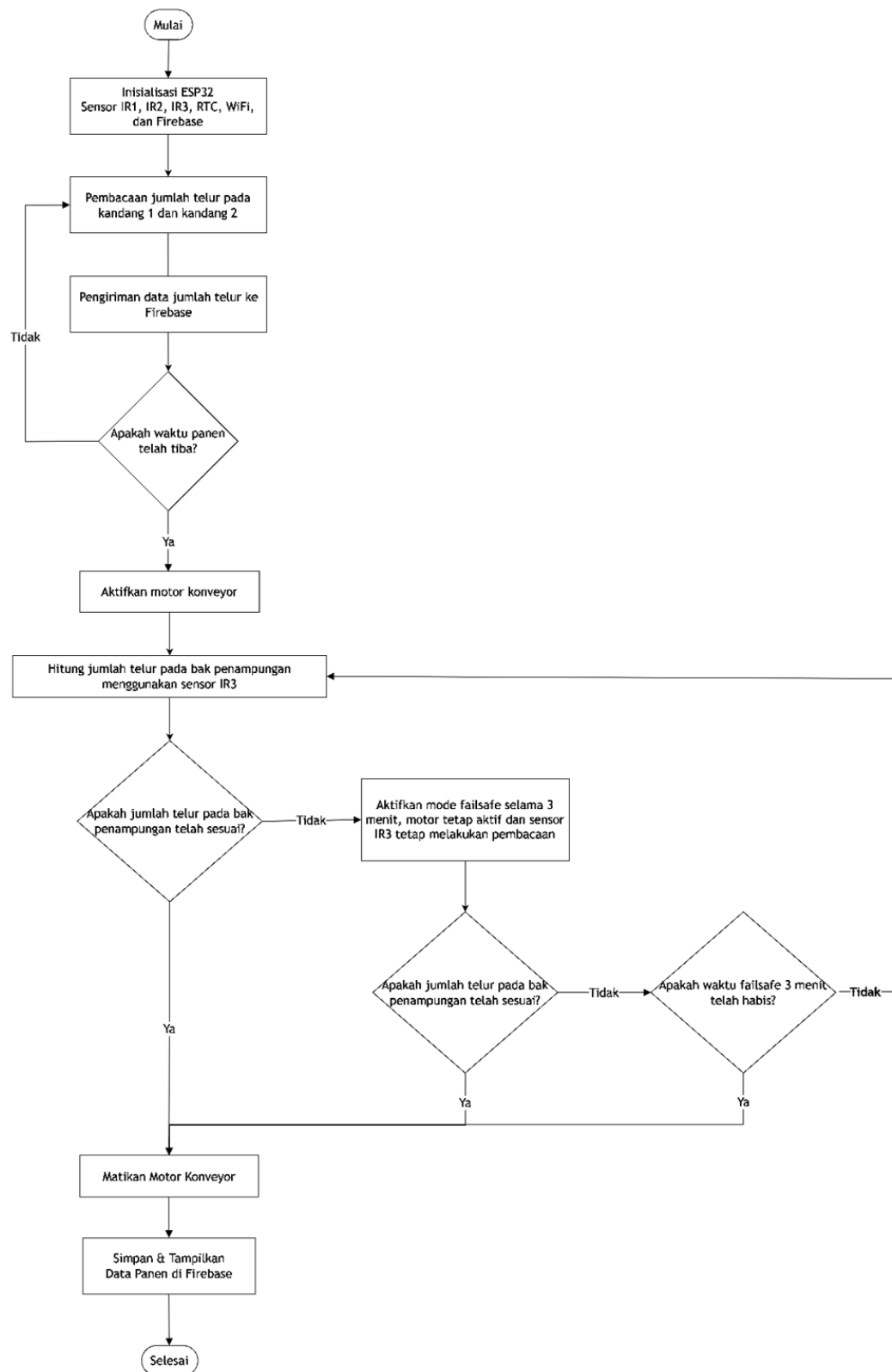
Modul RTC berfungsi untuk memberikan informasi waktu dan tanggal secara akurat. Data waktu ini digunakan untuk mencatat jadwal dan waktu terjadinya proses pemanenan telur, sehingga data yang tersimpan pada sistem cloud memiliki penanda waktu yang jelas.

5) Motor DC

Motor DC berfungsi sebagai penggerak mekanis pada sistem pemanenan telur, seperti konveyor atau mekanisme pengarah telur. Motor DC akan dikendalikan oleh ESP32 berdasarkan waktu dari RTC.

b. Perancangan Sistem

Berikut penjelasan alur kerja "Rancang Bangun Sistem Pemanenan Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT pada TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember" yang digambarkan dalam bentuk flowchart pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Flowchart Alat

Sistem diawali dengan proses inisialisasi ESP32 sebagai pengendali utama. Pada tahap ini, ESP32 melakukan inisialisasi seluruh komponen yang digunakan, yaitu sensor inframerah 1, 2, dan 3, modul RTC, koneksi WiFi, serta Firebase. Setelah proses inisialisasi selesai, sistem akan melakukan pembacaan jumlah telur pada kandang 1 dan kandang 2 menggunakan sensor inframerah 1 dan 2. Sensor inframerah 1 dan 2 berfungsi untuk mendeteksi serta menghitung jumlah telur yang dihasilkan pada masing-masing kandang.

Data jumlah telur yang diperoleh kemudian dikirimkan ke Firebase sebagai media penyimpanan dan monitoring secara *real-time*. Selanjutnya, sistem akan memeriksa waktu panen berdasarkan jadwal yang telah ditentukan pada modul RTC. Apabila waktu panen belum tiba, sistem akan kembali melakukan pembacaan jumlah telur pada kandang. Sebaliknya, apabila waktu panen telah tiba, ESP32 akan mengaktifkan motor konveyor untuk memulai proses pemanenan telur.

Selama proses pemanenan berlangsung, sensor inframerah 3 yang terletak pada bagian akhir jalur konveyor akan menghitung jumlah telur yang masuk ke bak penampungan. Sistem kemudian akan membandingkan jumlah telur yang masuk ke bak penampungan dengan jumlah telur yang sebelumnya terdeteksi oleh sensor 1 dan 2. Apabila jumlah telur pada bak penampungan telah sesuai, maka motor konveyor akan dihentikan secara otomatis meskipun durasi operasi konveyor belum berakhir. Selanjutnya, data hasil panen akan disimpan dan ditampilkan pada Firebase.

Sebaliknya, apabila jumlah telur pada bak penampungan belum sesuai, sistem akan mengaktifkan mode *failsafe* selama 3 menit. Pada kondisi ini, motor konveyor tetap beroperasi dan sensor 3 terus melakukan pembacaan jumlah telur yang masuk ke bak penampungan. Sistem selanjutnya akan kembali memeriksa kesesuaian jumlah telur. Jika jumlah telur telah sesuai sebelum waktu *failsafe* berakhir, maka motor konveyor akan dihentikan secara otomatis. Namun, apabila jumlah telur masih belum sesuai hingga waktu *failsafe* berakhir, sistem akan menghentikan motor konveyor dan menyimpan data hasil panen ke Firebase.

Dengan alur tersebut, sistem mampu melakukan proses pemanenan telur secara otomatis, terjadwal, dan terintegrasi dengan sistem monitoring berbasis IoT.

3.3.3 Pembuatan Alat dan Sistem

Tahap pembuatan alat dan sistem merupakan proses realisasi dari perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan perakitan seluruh komponen perangkat keras yang digunakan dalam sistem pemanenan telur ayam otomatis, meliputi pemasangan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali, sensor inframerah sebagai pencatatan jumlah telur, modul *Real Time Clock* (RTC) sebagai penentu waktu pemanenan, serta motor DC sebagai penggerak konveyor pemanenan telur.

Seluruh komponen dirangkai sesuai dengan diagram blok dan skematik yang telah dirancang agar sistem dapat bekerja secara terintegrasi. Pengendalian motor DC dilakukan oleh ESP32 melalui rangkaian *driver* motor untuk memastikan sistem bekerja dengan stabil dan aman. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan pembuatan perangkat lunak berupa pemrograman ESP32 yang berfungsi untuk membaca data dari sensor inframerah dan RTC, mengendalikan motor DC, serta mengirimkan data hasil pemanenan ke sistem cloud *Firebase* melalui koneksi internet. Dengan adanya tahap pembuatan alat dan sistem ini, diharapkan sistem pemanenan telur ayam dapat bekerja secara otomatis, terjadwal, dan terpantau secara *real-time* sesuai dengan tujuan penelitian.

3.3.4 Pengujian Alat

Tahap pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah sistem pemanenan telur ayam otomatis yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan perancangan dan tujuan penelitian. Pengujian ini meliputi pengujian perangkat keras dan perangkat lunak yang terintegrasi dalam sistem. Pengujian perangkat keras dilakukan dengan menguji fungsi masing-masing komponen, setiap komponen diuji secara bertahap untuk memastikan tidak terjadi kesalahan fungsi.

3.3.5 Analisis Hasil Pengujian

Setelah dilakukan pengujian pada sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis IoT, penulis melakukan analisis terhadap hasil pengujian sistem yang meliputi kinerja sensor inframerah, modul *Real Time Clock* (RTC), motor DC, serta pengiriman data ke sistem cloud. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui apakah

sistem dapat bekerja sesuai dengan perancangan dan mampu mendukung proses pemanenan telur secara otomatis dan terjadwal

3.3.6 Evaluasi Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis IoT dapat bekerja sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan. Sensor inframerah mampu mendeteksi setiap telur yang melewati jalur konveyor untuk keperluan pencatatan jumlah telur per kandang. Modul *Real Time Clock* (RTC) dapat memberikan informasi waktu dengan akurat sebagai acuan pengoperasian sistem sesuai jadwal yang ditentukan. Motor DC sebagai penggerak konveyor dapat bekerja dengan stabil saat menerima perintah dari ESP32. Selain itu, data hasil pemanenan dan status sistem dapat dikirim dan ditampilkan melalui aplikasi *mobile*. Secara keseluruhan, sistem telah memenuhi tujuan penelitian dalam membantu proses pemanenan telur menjadi lebih efisien dan terkontrol.

3.3.7 Pembuatan Laporan

Tahap pembuatan laporan merupakan tahap akhir dari pelaksanaan Tugas Akhir. Pada tahap ini, seluruh proses perancangan, pembuatan, pengujian, serta analisis sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis IoT didokumentasikan secara sistematis. Laporan disusun berdasarkan hasil kegiatan yang telah dilakukan, mulai dari studi literatur, perancangan alat dan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, hingga hasil pengujian dan evaluasi sistem. Pembuatan laporan ini bertujuan untuk mendokumentasikan hasil penelitian secara tertulis agar dapat dijadikan sebagai referensi dan bahan evaluasi di kemudian hari.

3.4 Waktu Pelaksanaan

Perencanaan pelaksanaan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemanenan Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT pada TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember” ini berjalan selama lima bulan dan rincian kegiatan yang dilakukan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.4 Waktu Pelaksanaan

No	Metodologi Penelitian	Bulan				
		2	3	4	5	6
1	Studi Literatur	■				
2	Perancangan Alat dan Sistem	■	■			
3	Pembuatan Alat dan Sistem		■	■		
4	Pengujian Alat			■	■	
5	Analisis Hasil Pengujian				■	
6	Evaluasi Hasil Pengujian					■
7	Pembuatan Laporan					■

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisa Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam pengembangan sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis IoT. Tahap ini dilakukan melalui studi literatur dan wawancara dengan pengelola TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember. Hasil dari analisis kebutuhan digunakan sebagai dasar dalam perancangan dan implementasi sistem yang dikembangkan.

4.1.1 Hasil Studi Literatur

Berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan, diperoleh informasi bahwa teknologi IoT dapat diterapkan untuk mendukung proses otomatisasi dan monitoring pada bidang peternakan. Hasil kajian literatur juga menunjukkan bahwa sensor inframerah dapat digunakan untuk mendeteksi dan menghitung objek dengan tingkat akurasi yang baik sehingga sesuai untuk diterapkan sebagai pencatatan jumlah telur. Selain itu, mikrokontroler ESP32 dipilih karena memiliki fitur WiFi terintegrasi yang mendukung komunikasi data secara *real-time* pada sistem IoT.

Hasil studi literatur lainnya menunjukkan bahwa modul RTC DS3231 memiliki tingkat akurasi waktu yang baik sehingga dapat digunakan untuk menjalankan penjadwalan pemanenan telur secara otomatis. Sementara itu, penggunaan motor DC pada sistem konveyor dinilai mampu membantu proses pemindahan telur secara otomatis menuju tempat penampungan. Berdasarkan hasil kajian tersebut, komponen-komponen tersebut dipilih dan diimplementasikan pada penelitian ini untuk mendukung proses pemanenan telur ayam secara otomatis dan terjadwal.

4.1.2 Hasil Wawancara

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan pengelola TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember, diketahui bahwa populasi awal ayam petelur di TEFA berjumlah 500 ekor, namun pada saat penelitian berlangsung

jumlah populasi aktif sebanyak 300 ekor. Proses pemanenan telur dilakukan secara manual oleh petugas dengan jadwal panen pada pukul 09.00 WIB dan 15.00 WIB. Selain itu, diketahui bahwa ayam petelur berada pada puncak produksi pada usia 36–70 minggu. Hasil wawancara juga menunjukkan bahwa proses pencatatan hasil panen masih dilakukan secara manual sehingga berpotensi menyebabkan keterlambatan pencatatan dan ketidaksesuaian data hasil panen. Informasi tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan sistem yang dikembangkan.

4.2 Hasil Perancangan Alat dan Sistem

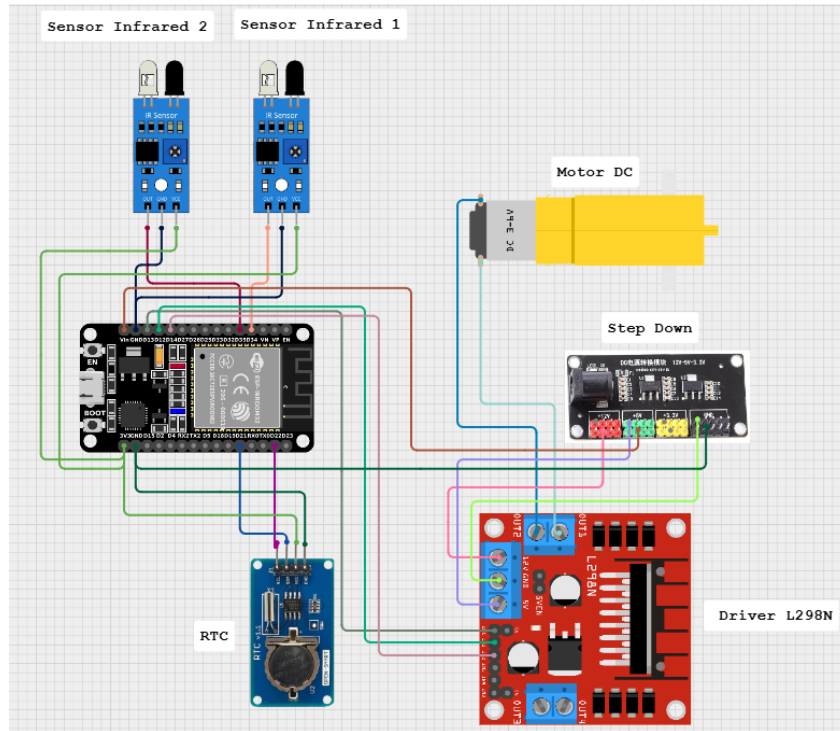
Perancangan alat dilakukan dalam dua komponen utama, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Tujuan dari kedua komponen ini adalah untuk memastikan bahwa sistem pemanenan telur ayam dapat bekerja secara otomatis dan terjadwal, mulai dari pengoperasian konveyor berdasarkan waktu yang ditentukan hingga pencatatan jumlah telur menggunakan sensor inframerah yang terintegrasi dengan sistem berbasis IoT.

4.2.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan skematik alat pada Gambar 4.1 ini bertujuan untuk menggambarkan hubungan antar komponen elektronik yang digunakan dalam sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis ESP32. Sistem dirancang sesuai kebutuhan prototipe pemanenan telur pada TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember. Dalam skematik ini, ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali yang menerima data dari sensor inframerah serta modul RTC. Sensor inframerah digunakan untuk melakukan pencatatan jumlah telur per kandang, sedangkan RTC digunakan sebagai penjadwalan waktu pengoperasian konveyor.

Driver motor L298N digunakan untuk mengendalikan motor DC sebagai penggerak konveyor sesuai perintah dari ESP32. Seluruh komponen dihubungkan melalui pin input dan output pada ESP32 agar sistem dapat bekerja secara otomatis dan terintegrasi. Penyediaan daya pada sistem berasal dari adaptor 12 V yang digunakan untuk menyuplai driver motor dan motor DC, kemudian didistribusikan ke komponen lain sesuai kebutuhan tegangan kerja masing-masing. Skematik ini

menjadi panduan awal sebelum dilakukan tahap perakitan fisik dan implementasi sistem secara keseluruhan.



Gambar 4.1 Perancangan Alat

Tabel 4.1 menunjukkan konfigurasi pin yang digunakan pada mikrokontroler ESP32 dalam sistem pemanenan telur ayam otomatis. Masing-masing pin memiliki fungsi tertentu dalam mengontrol komponen seperti sensor inframerah, driver motor L298N, dan modul *Real Time Clock* (RTC).

Tabel 4.1 Pin yang digunakan

Komponen	Pin	Fungsi
ESP32	GPIO13	PWM driver motor (ENA)
	GPIO12	Driver motor (IN1)
	GPIO14	Driver motor (IN2)
	GPIO34	Input sensor inframerah 1
	GPIO35	Input sensor inframerah 2
	GPIO21	PinSDA
	GPIO22	PinSCL

4.2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada sistem pemanenan telur ayam otomatis dilakukan untuk mendukung proses monitoring dan pengendalian perangkat keras melalui aplikasi *mobile* berbasis IoT. Perangkat lunak yang digunakan terdiri dari Flutter sebagai platform pengembangan aplikasi, Firebase Realtime Database sebagai media penyimpanan dan pertukaran data secara *real-time*, serta Railway sebagai layanan *deployment backend* sistem.

Aplikasi yang dikembangkan dirancang agar pengguna dapat memantau data pencatatan jumlah telur per kandang, melihat riwayat hasil pemanenan, mengatur jadwal pemanenan, serta mengelola data kandang melalui *smartphone*. Selain itu, aplikasi juga terintegrasi dengan ESP32 dan Firebase sehingga proses monitoring dapat dilakukan secara *real-time*. Berikut merupakan pembahasan perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan sistem.

a. Firebase

Dalam pengembangan aplikasi monitoring sistem pemanenan telur ayam otomatis, Firebase Realtime Database berperan sebagai media penyimpanan data utama yang memungkinkan komunikasi antara mikrokontroler ESP32 dan aplikasi Flutter secara *real-time*. Firebase *Authentication* digunakan untuk proses autentikasi pengguna saat login ke aplikasi, Firebase Realtime Database digunakan untuk menyimpan data pencatatan jumlah telur per kandang, jadwal pemanenan, status jadwal aktif, serta riwayat hasil pemanenan telur, dan Firebase SDK dimanfaatkan untuk menghubungkan aplikasi Flutter dengan layanan Firebase agar proses sinkronisasi data dapat berjalan dengan baik.

Firebase juga digunakan untuk menyimpan data konfigurasi kandang dan sinkronisasi waktu operasi konveyor yang terhubung dengan modul RTC. Dengan penggunaan Firebase Realtime Database, data hasil pemanenan dapat dipantau secara langsung melalui aplikasi *mobile* secara *real-time*.

b. Flutter

Flutter digunakan sebagai platform utama dalam pengembangan aplikasi *mobile* pada sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis IoT. Penggunaan

Flutter dipilih karena memiliki kemampuan dalam membangun aplikasi Android dengan tampilan yang modern, ringan, dan mudah dikembangkan sesuai kebutuhan sistem. Pada penelitian ini, Flutter dimanfaatkan untuk merancang berbagai halaman aplikasi seperti halaman autentikasi pengguna, dashboard monitoring, pengaturan jadwal pemanenan, pengelolaan data kandang, serta tampilan riwayat hasil pencatatan jumlah telur. Untuk mendukung komunikasi antara aplikasi dan sistem IoT, Flutter diintegrasikan dengan Firebase menggunakan Firebase SDK sehingga proses sinkronisasi data dapat berlangsung secara *real-time*.

c. Railway Worker

Railway Worker dimanfaatkan sebagai layanan *backend* untuk membantu sistem *monitoring* pemanenan telur ayam otomatis agar dapat berjalan secara online. Pada penelitian ini, Railway digunakan untuk mendukung proses integrasi data antara aplikasi *mobile* dan sistem IoT berbasis ESP32. Selain itu, Railway juga membantu proses *deployment backend* sehingga layanan sistem dapat diakses dengan lebih mudah tanpa perlu melakukan pengaturan server secara manual.

4.3 Hasil Pembuatan Alat dan Sistem

4.3.1 Hasil Pembuatan Alat

Salah satu tahapan penting dalam pengembangan sistem ini adalah proses perakitan perangkat keras. Setelah seluruh komponen yang dibutuhkan tersedia, langkah selanjutnya yaitu menyusun dan menghubungkan setiap komponen ke dalam wadah agar alat terlihat lebih rapi, aman, dan terorganisir. Gambar 4.2 menunjukkan hasil akhir perakitan seluruh komponen utama pada sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis IoT.



Gambar 4.2 Perakitan Alat

Pada Gambar 4.2 tersebut, seluruh perangkat keras dirakit di dalam sebuah box berwarna hitam yang digunakan sebagai tempat pemasangan komponen elektronik seperti ESP32, driver motor L298N, modul RTC, serta rangkaian pendukung lainnya. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali untuk mengatur jalannya konveyor berdasarkan jadwal yang telah ditentukan melalui modul RTC. Sensor inframerah digunakan untuk melakukan pencatatan jumlah telur pada masing-masing kandang, kemudian data dikirim ke Firebase Realtime Database agar dapat dipantau melalui aplikasi *mobile* berbasis Flutter secara *real-time*. Selain itu, motor DC yang terhubung dengan driver L298N digunakan sebagai penggerak utama konveyor pada proses pemanenan telur otomatis.

4.3.2 Pembuatan Program

Kode Program 4.1 Import Library

```
1) #include <Arduino.h>
2) #include <WiFi.h>
3) #include <FirebaseESP32.h>
4) #include <WiFiManager.h>
5) #include <Wire.h>
6) #include "RTCLib.h"
7) #include "time.h"
```

Kode program 4.1 digunakan untuk memanggil library yang dibutuhkan dalam sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis IoT.

- a. `Arduino.h` digunakan sebagai library dasar pemrograman Arduino/ESP32.
- b. `WiFi.h` digunakan untuk menghubungkan ESP32 ke jaringan WiFi.

- c. `FirestoreESP32.h` digunakan untuk komunikasi data antara ESP32 dan Firebase Realtime Database.
- d. `WiFiManager.h` digunakan agar konfigurasi WiFi dapat dilakukan otomatis tanpa menulis SSID dan password langsung di program.
- e. `Wire.h` digunakan untuk komunikasi I2C antara ESP32 dan RTC DS3231.
- f. `RTCLib.h` digunakan untuk membaca dan mengatur waktu pada modul RTC.
- g. `time.h` digunakan untuk sinkronisasi waktu internet (NTP).

Kode Program 4.2 Konfigurasi Firebase

```
1) #define FIREBASE_HOST "telurku-fa78c-default-rtdb.asia-
   southeast1.firebaseio.com"
2) #define FIREBASE_AUTH
   "3zofmC4xXE1g80NTQtB8X7JZp6eirMzUAWZC6iM8"
```

Pada Kode Program 4.2 tersebut digunakan untuk menghubungkan ESP32 dengan Firebase Realtime Database. `FIREBASE_HOST` merupakan alamat Firebase Realtime Database yang digunakan sebagai media penyimpanan data sistem, sedangkan `FIREBASE_AUTH` digunakan sebagai token autentikasi agar ESP32 dapat mengakses database Firebase dengan aman.

Kode Program 4.3 Koneksi WiFi Manager

```
1) WiFiManager wm;
2)   wm.autoConnect("ESP32_Telurku");
```

Pada potongan kode tersebut digunakan untuk menghubungkan ESP32 ke jaringan WiFi secara otomatis menggunakan WiFi Manager, sehingga apabila perangkat belum terhubung ke jaringan, ESP32 akan membuat hotspot bernama `ESP32_Telurku` untuk proses konfigurasi WiFi.

Kode Program 4.4 Sinkronisasi Waktu RTC

```
1) void sinkronisasiWaktuNTP() {
2)   configTime(7 * 3600, 0, "id.pool.ntp.org", "time.nist.gov");
3)   struct tm timeinfo;
4)   if (getLocalTime(&timeinfo)) {
5)     rtc.adjust(DateTime(timeinfo.tm_year + 1900,
                          timeinfo.tm_mon + 1, timeinfo.tm_mday,
                          timeinfo.tm_hour, timeinfo.tm_min,
                          timeinfo.tm_sec));
7)     Serial.println(F("NTP Sync Success!"));
}
```

```

8)    }
9) }

```

Kode tersebut digunakan untuk melakukan sinkronisasi waktu internet menggunakan server NTP, kemudian waktu yang diperoleh akan disimpan ke modul RTC DS3231 agar sistem memiliki data waktu yang akurat untuk penjadwalan pemanenan telur.

Kode Program 4.5 Pengiriman Data ke Firebase

```

1)  FirebaseJson update;
2)      update.set("infra1", jumlahTelur1);
3)      update.set("infra2", jumlahTelur2);
4)      update.set("rtc_unix", (long long)now.unixtime());
5)      update.set("last_update", now.timestamp());
6)      Firebase.updateNode(fbdo, "/data", update);
7)  }
8)  }

```

Kode tersebut digunakan untuk mengirim data hasil pencatatan jumlah telur, waktu RTC, dan waktu pembaruan data ke Firebase Realtime Database agar informasi dapat dipantau secara *real-time* melalui aplikasi *mobile*.

4.3.3 Hasil Pembuatan Sistem Aplikasi *Mobile*

Pada penelitian ini telah berhasil dikembangkan aplikasi *mobile* berbasis Flutter yang berfungsi sebagai media monitoring dan pengelolaan sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis IoT. Aplikasi ini terintegrasi dengan Firebase Realtime Database sehingga data hasil pencatatan jumlah telur, jadwal pemanenan, serta riwayat hasil panen dapat ditampilkan secara *real-time*. Aplikasi yang dikembangkan dilengkapi dengan beberapa fitur utama, yaitu halaman autentikasi pengguna (Login dan Registrasi), dashboard monitoring, pengaturan jadwal pemanenan, pengelolaan data kandang, notifikasi, serta riwayat hasil pemanenan telur. Selain itu, antarmuka aplikasi dirancang dengan tampilan yang sederhana dan mudah digunakan sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan monitoring sistem melalui smartphone.

a. Halaman Awal Aplikasi

Gambar 4.3 menunjukkan tampilan awal aplikasi monitoring sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis IoT. Halaman ini merupakan tampilan

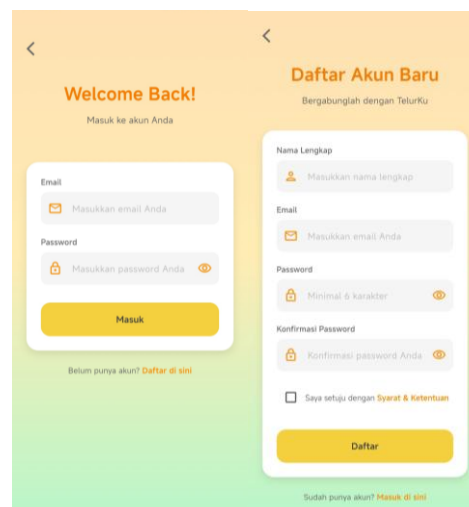
pertama yang akan muncul ketika aplikasi dijalankan. Pada halaman ini terdapat logo aplikasi, nama aplikasi, serta tombol *Masuk* dan *Daftar* yang digunakan pengguna untuk mengakses aplikasi monitoring.



Gambar 4.3 Tampilan Awal

b. Halaman Login dan Registrasi

Halaman *login* digunakan oleh pengguna untuk masuk ke dalam aplikasi dengan memasukkan alamat *email* dan *password* yang telah terdaftar pada Firebase Authentication. Sementara itu, halaman *register* digunakan untuk melakukan pendaftaran akun baru dengan mengisi data berupa nama lengkap, alamat *email*, *password*, dan konfirmasi *password*. Setelah proses registrasi berhasil dilakukan, pengguna dapat mengakses seluruh fitur yang tersedia pada aplikasi monitoring.



Gambar 4.4 Halaman Login dan Registrasi

c. Halaman Dashboard

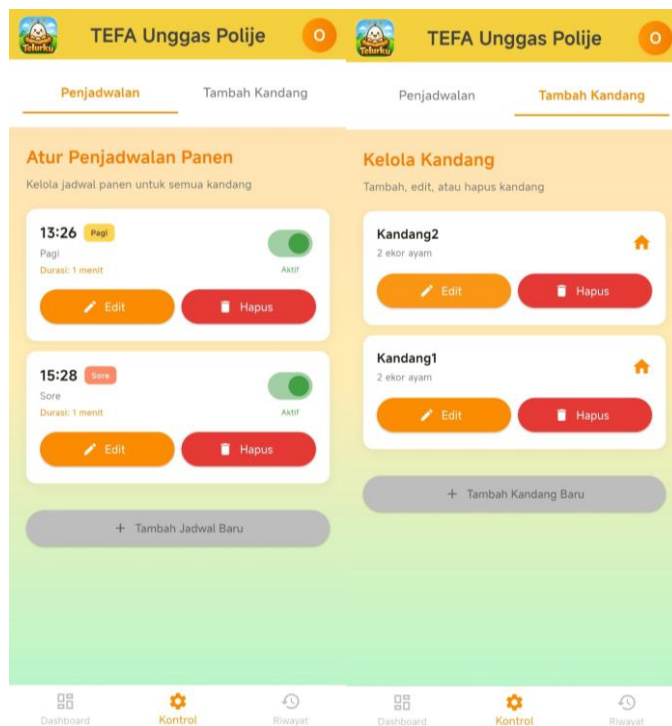
Halaman ini digunakan untuk menampilkan ringkasan data hasil pemanenan telur, seperti total telur yang terdeteksi pada masing-masing kandang, jadwal panen yang aktif, serta status panen terakhir. Informasi tersebut ditampilkan secara *real-time* sehingga pengguna dapat memantau kondisi pemanenan telur melalui aplikasi *mobile* dengan lebih mudah.



Gambar 4.5 Tampilan Dashboard

d. Halaman Kontrol

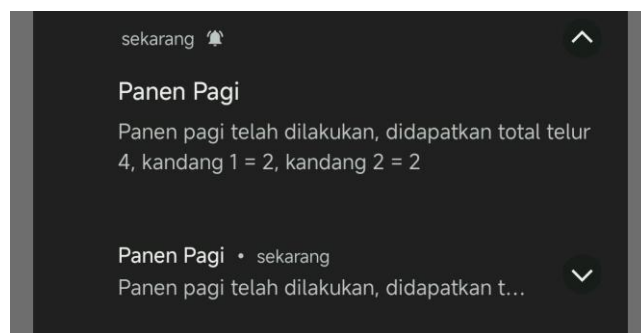
Gambar 4.6 menunjukkan halaman kontrol yang digunakan untuk mengatur operasional sistem pemanenan telur. Halaman ini menyediakan fitur pengaturan jadwal panen yang berfungsi untuk menambahkan, mengubah, dan menghapus jadwal pengoperasian konveyor. Selain itu, tersedia fitur pengelolaan kandang yang digunakan untuk menambah, mengubah, dan menghapus data kandang. Jika belum terdapat data jadwal maupun data kandang pada sistem, pengguna dapat menambahkan data baru melalui fitur yang tersedia. Sesuai dengan kebutuhan prototipe yang dikembangkan, sistem membatasi jumlah kandang maksimal sebanyak dua kandang. Ketika jumlah kandang telah mencapai batas maksimal, sistem tidak mengizinkan penambahan kandang baru. Dengan demikian, pengguna dapat melakukan pengaturan sistem secara lebih mudah dan terstruktur melalui aplikasi *mobile*.



Gambar 4.6 Halaman Kontrol

e. Fitur Notifikasi

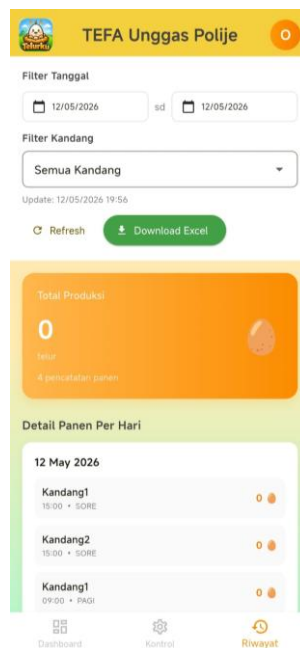
Gambar 4.7 menunjukkan fitur notifikasi yang berfungsi untuk memberikan informasi kepada pengguna terkait aktivitas pemanenan telur. Notifikasi akan ditampilkan ketika terjadi perubahan data pada sistem, seperti proses pemanenan yang telah selesai atau adanya pembaruan data hasil panen. Dengan adanya fitur notifikasi, pengguna dapat memperoleh informasi secara cepat tanpa harus membuka aplikasi secara terus-menerus sehingga proses monitoring dapat dilakukan dengan lebih efektif.



Gambar 4.7 Fitur Notifikasi

f. Halaman Riwayat

Gambar 4.8 menunjukkan halaman riwayat yang digunakan untuk menampilkan data hasil pemanenan telur yang telah dilakukan sebelumnya. Informasi yang ditampilkan meliputi tanggal pemanenan, waktu panen, serta jumlah telur yang berhasil dipanen. Selain itu, halaman ini dilengkapi dengan fitur pencarian (*search*) berdasarkan tanggal sehingga pengguna dapat dengan mudah menelusuri data hasil panen pada periode tertentu. Aplikasi juga menyediakan fitur ekspor data riwayat ke dalam format Microsoft Excel untuk memudahkan proses dokumentasi dan pengolahan data lebih lanjut. Dengan adanya fitur-fitur tersebut, data hasil pemanenan dapat terdokumentasi dengan baik dan dapat digunakan sebagai bahan evaluasi produksi telur.

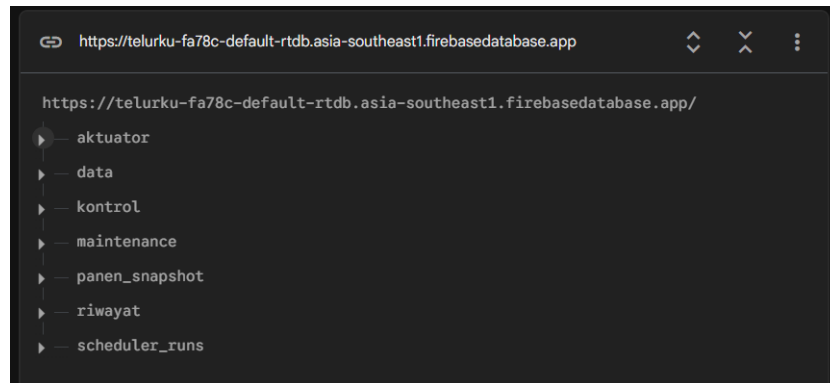


Gambar 4.8 Halaman Riwayat

4.3.4 Implementasi Sistem Firebase dan Railway Worker

Pada bagian ini, sistem mulai diterapkan dengan menghubungkan aplikasi *mobile*, Firebase, Railway, dan ESP32 agar seluruh fitur dapat berjalan dengan baik. Firebase digunakan untuk menyimpan data hasil pencatatan jumlah telur, data jadwal pemanenan, serta informasi kandang yang nantinya akan ditampilkan pada aplikasi *mobile*. Selain itu, Firebase juga membantu proses sinkronisasi data

sehingga perubahan data pada sistem dapat langsung diperbarui secara otomatis. Sedangkan Railway digunakan sebagai layanan pendukung backend agar proses integrasi sistem dapat berjalan secara online.



Gambar 4.9 Firebase Realtime Database

4.4 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja masing-masing komponen dan sistem secara keseluruhan. Pengujian meliputi pengujian sensor inframerah, RTC DS3231, motor DC dan driver L298N, Firebase, mekanik konveyor, serta pengujian keseluruhan sistem di TEFA Unggas Politeknik Negeri Jember.

4.4.1 Pengujian Sensor Inframerah

Pada Pengujian sensor inframerah dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi dan menghitung jumlah telur yang melewati jalur konveyor. Pada penelitian ini digunakan tiga sensor inframerah, yaitu sensor inframerah 1 dan sensor inframerah 2 yang berfungsi untuk mendeteksi dan menghitung jumlah telur pada masing-masing kandang, sedangkan sensor inframerah 3 berfungsi untuk menghitung jumlah telur yang masuk ke tempat penampungan sebagai bentuk validasi hasil pencatatan telur. Pengujian dilakukan dengan melakukan 10 kali percobaan pada masing-masing sensor.



Gambar 4.10 Pengujian Sensor Inframerah

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor Inframerah

Sensor	Jumlah Percobaan	Deteksi Berhasil	Deteksi Gagal	Persentase Keberhasilan
IR 1 (Kandang1)	10	9	1	90%
IR 2 (Kandang2)	10	9	1	90%
IR 3 (Penampungan)	10	10	0	100%

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.2, sensor inframerah pada Kandang 1 dan Kandang 2 masing-masing memperoleh tingkat keberhasilan deteksi sebesar 90%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor inframerah mampu mendeteksi dan menghitung jumlah telur dengan baik pada jalur konveyor. Kegagalan deteksi yang terjadi sebesar 10% diduga disebabkan oleh posisi telur yang tidak selalu berada tepat pada area pembacaan sensor. Selain itu, kondisi mekanik jalur konveyor juga menyebabkan telur bergerak terlalu cepat saat melewati sensor. Selain itu, sensor inframerah 3 mampu menghitung jumlah telur yang masuk ke tempat penampungan sehingga dapat memastikan bahwa seluruh telur hasil panen telah berhasil dipindahkan. Secara keseluruhan, ketiga sensor inframerah dapat bekerja dengan baik dalam mendukung proses pemanenan telur ayam secara otomatis.

4.4.2 Pengujian RTC

Tahap pengujian RTC dilakukan untuk mengetahui ketepatan modul RTC DS3231 dalam menjalankan penjadwalan konveyor sesuai waktu yang telah

ditentukan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan waktu yang terbaca pada modul RTC DS3231 dengan waktu aktual pada perangkat pembanding. Selain itu, pengujian ini juga bertujuan untuk mengetahui besarnya delay yang terjadi saat sistem mengaktifkan konveyor berdasarkan jadwal pemanenan yang telah ditentukan. Hasil pengujian RTC dan penjadwalan konveyor dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian RTC dan Penjadwalan Konveyor

No	Percobaan	Delay (detik)	Status
1.	Panen 1	1,65	Berhasil
2.	Panen 2	2,98	Berhasil
3.	Panen 3	3,50	Berhasil
4.	Panen 4	3,91	Berhasil
5.	Panen 5	3,87	Berhasil

Rata-rata delay = 3,18 detik

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.3, modul RTC DS3231 mampu menjalankan penjadwalan konveyor sesuai dengan waktu yang telah ditentukan dengan rata-rata delay sebesar 3,18 detik. Delay yang terjadi diduga dipengaruhi oleh proses eksekusi program pada ESP32 dan komunikasi data dengan Firebase. Selain itu, kondisi jaringan internet yang digunakan selama pengujian juga mempengaruhi besarnya delay yang terjadi. Faktor-faktor tersebut menyebabkan adanya keterlambatan dalam proses aktivasi motor konveyor.

Meskipun demikian, rata-rata delay sebesar 3,18 detik masih berada dalam batas toleransi dan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kinerja sistem. Hal ini dikarenakan keterlambatan beberapa detik tidak memengaruhi proses pemanenan telur secara keseluruhan, sehingga sistem masih dapat menjalankan fungsi penjadwalan konveyor sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Untuk meminimalkan delay yang terjadi, penelitian selanjutnya dapat menggunakan jaringan internet yang lebih stabil serta melakukan optimasi program pada ESP32 agar proses eksekusi sistem dapat berjalan lebih cepat.

4.4.3 Pengujian Motor DC dan Driver L298N

Pengujian motor DC dan driver L298N dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menggerakkan konveyor selama proses pemanenan telur. Pengujian dilakukan dengan mengamati respon motor saat menerima perintah dari ESP32 berdasarkan jadwal yang telah ditentukan oleh modul RTC. Hasil pengujian motor DC dan driver L298N dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Motor DC dan Driver L298N

No	Kondisi Pengujian	Respon Motor	Kondisi Konveyor	Hasil
1.	RTC mencapai jadwal panen	Motor berputar	Konveyor bergerak	Berhasil
2.	Proses pemanenan berlangsung	Motor berputar stabil	Telur berpindah ke penampungan	Berhasil
3.	Jumlah telur pada inframerah 3 belum sesuai dengan jumlah telur pada inframerah 1 dan 2	Motor tetap berputar	Konveyor tetap berjalan (mode <i>failsafe</i>)	Berhasil
4.	Jumlah telur pada inframerah 3 telah sesuai dengan jumlah telur pada inframerah 1 dan 2	Motor berhenti	Konveyor berhenti	Berhasil
5.	Waktu <i>failsafe</i> berakhir	Motor berhenti	Konveyor berhenti	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.4, motor DC dan driver L298N mampu bekerja dengan baik sesuai dengan perintah yang diberikan oleh ESP32. Motor dapat berputar secara stabil ketika jadwal panen telah tiba dan mampu menggerakkan konveyor selama proses pemanenan berlangsung. Selain itu, motor dapat berhenti secara otomatis ketika jumlah telur yang masuk ke tempat penampungan telah sesuai dengan jumlah telur yang terdeteksi oleh sensor

inframerah 1 dan sensor inframerah 2. Motor juga akan berhenti apabila waktu *failsafe* telah berakhir. Hasil tersebut menunjukkan bahwa motor DC dan driver L298N mampu mendukung proses pemanenan telur ayam secara otomatis.

4.4.4 Pengujian Firebase dan Monitoring Aplikasi

Pengujian Firebase dilakukan untuk mengetahui proses pengiriman dan penerimaan data antara ESP32 dan aplikasi monitoring berbasis Flutter. Pengujian dilakukan dengan melihat perubahan data jumlah telur dan jadwal pemanenan secara *real-time* pada aplikasi. Hasil pengujian pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa data berhasil tersimpan pada Firebase dan dapat ditampilkan pada aplikasi monitoring secara *real-time*.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Firebase dan Aplikasi Monitoring

No	Data yang Dikirim	Tampilan pada Aplikasi	Sinkronisasi Data	Hasil
1.	Jumlah Telur Kandang 1	Berhasil Ditampilkan	<i>Real-time</i>	Berhasil
2.	Jumlah Telur Kandang 2	Berhasil Ditampilkan	<i>Real-time</i>	Berhasil
3.	Jadwal Pemanenan	Berhasil Ditampilkan	<i>Real-time</i>	Berhasil
4.	Riwayat	Berhasil Ditampilkan	<i>Real-time</i>	Berhasil

4.4.5 Pengujian Mekanik Konveyor

Pengujian mekanik konveyor dilakukan untuk mengetahui kinerja jalur konveyor dalam memindahkan telur secara otomatis menuju tempat penampungan. Pengujian dilakukan melalui beberapa tahap percobaan untuk mengevaluasi serta mengidentifikasi kekurangan pada mekanisme prototipe yang dikembangkan. Pada setiap tahap pengujian, dilakukan pengamatan terhadap kelancaran pergerakan telur, kestabilan putaran konveyor, serta kendala yang terjadi selama proses pemanenan berlangsung. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dilakukan beberapa perbaikan pada mekanisme konveyor guna meningkatkan kinerja dan keandalan

sistem. Hasil pengujian mekanik konveyor dapat dilihat pada Tabel 4.6.



Gambar 4.11 Pengujian Konveyor

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Mekanik Konveyor

No	Kondisi Pengujian	Kendala	Perbaikan	Hasil
1.	Percobaan Pertama	Telur tersangkut pada ujung konveyor	Jalur konveyor dibuat sedikit lebih miring.	Belum Optimal
2.	Percobaan Kedua	Pergerakan telur belum stabil	Penyesuaian alas PVC board pada jalur konveyor.	Cukup Baik
3.	Percobaan Ketiga	Lem pada as paralon terlepas saat motor berputar	Menggunakan laher 608ZZ pada sistem putaran.	Berhasil
4.	Percobaan Keempat	Jalur konveyor berjalan stabil	Sistem bekerja normal.	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.6, terdapat beberapa kendala yang ditemukan pada mekanisme konveyor. Kendala tersebut meliputi telur yang tersangkut pada ujung konveyor, pergerakan telur yang belum stabil, serta terlepasnya sambungan pada as paralon saat motor berputar. Untuk mengatasi kendala tersebut, dilakukan beberapa perbaikan, antara lain mengatur kemiringan jalur konveyor, melakukan penyesuaian pada alas PVC board, serta menambahkan laher 608ZZ pada sistem putaran konveyor.

Setelah seluruh perbaikan dilakukan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mekanik konveyor dapat bekerja dengan baik. Telur dapat berpindah menuju tempat penampungan tanpa mengalami hambatan, dan konveyor dapat beroperasi dengan lebih stabil selama proses pemanenan berlangsung.

4.4.6 Pengujian Keseluruhan Sistem di TEFA

Tahap akhir pengujian keseluruhan sistem dilakukan secara langsung di TEFA Unggas Politeknik Negeri Jember untuk mengetahui kinerja sistem pada kondisi operasional sebenarnya. Pengujian dilakukan dengan mendemonstrasikan prototipe kepada pengurus TEFA. Selain itu, dilakukan pula pengujian fungsi sistem mulai dari proses pendeteksian telur, pengiriman data ke Firebase, pengoperasian konveyor sesuai jadwal panen, hingga monitoring hasil pemanenan melalui aplikasi *mobile*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja sesuai dengan rancangan dan mampu mendukung proses pemanenan telur secara otomatis dan terjadwal.



Gambar 4.12 Pengujian di TEFA Unggas Polije

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem di TEFA

No	Bagian Sistem	Proses Pengujian	Hasil yang Diperoleh	Keterangan
1.	Sensor Inframerah	Telur dilewatkan pada sensor di masing-masing kandang	Sensor mampu mendeteksi telur dan menambah data pencatatan jumlah telur	Berhasil

No	Bagian Sistem	Proses Pengujian	Hasil yang Diperoleh	Keterangan
2.	RTC DS3231	Pengujian waktu penjadwalan konveyor	Konveyor aktif sesuai waktu yang telah diatur	Berhasil
3.	Motor DC dan Driver L298N	Pengujian pergerakan konveyor saat sistem aktif	Motor dapat memutar konveyor dengan stabil	Berhasil
4.	Firestore Database	Pengiriman data dari ESP32 ke database	Data pencatatan jumlah telur berhasil tersimpan pada Firestore	Berhasil
5.	Aplikasi <i>Monitoring</i>	Menampilkan data hasil pemanenan pada aplikasi <i>mobile</i>	Data dapat ditampilkan secara <i>real-time</i>	Berhasil
6.	Mekanik Konveyor	Pengujian perpindahan telur menuju penampungan	Telur dapat berpindah dengan lebih lancar tanpa tersangkut	Berhasil
7.	Sistem Terintegrasi	Pengujian seluruh komponen secara bersamaan	Seluruh sistem dapat bekerja sesuai rancangan	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, seluruh komponen pada sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis IoT mampu bekerja dengan baik. Sensor inframerah dapat melakukan pencatatan jumlah telur, RTC berhasil menjalankan penjadwalan konveyor, dan data hasil pemanenan dapat dikirim ke Firestore serta ditampilkan pada aplikasi *mobile* secara *real-time*. Selain itu, mekanik konveyor juga dapat memindahkan telur menuju penampungan dengan lebih stabil setelah dilakukan beberapa perbaikan pada jalur konveyor dan sistem putaran.

4.5 Hasil Evaluasi

4.5.1 Evaluasi Kinerja Sistem

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis IoT dapat bekerja dengan baik sesuai rancangan. Hasil pengujian sensor inframerah menunjukkan tingkat keberhasilan deteksi sebesar 90% pada Kandang 1 dan 90% pada Kandang 2. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor inframerah mampu mendeteksi keberadaan telur dengan baik pada jalur konveyor. Meskipun masih terdapat beberapa kegagalan deteksi, sebagian besar percobaan berhasil dilakukan. Oleh karena itu, data hasil pencatatan jumlah telur tetap dapat ditampilkan pada aplikasi monitoring.

Selain itu, RTC berhasil menjalankan penjadwalan konveyor sesuai waktu yang telah ditentukan, serta data hasil pemanenan dapat ditampilkan pada aplikasi *mobile* secara *real-time*. Integrasi antara ESP32, Firebase, dan aplikasi *monitoring* juga telah berjalan dengan baik sehingga sistem mampu mendukung proses pemanenan telur secara otomatis dan terjadwal.

4.5.2 Kendala Sistem

Selama proses implementasi dan pengujian, sistem masih memiliki beberapa keterbatasan yang mempengaruhi kinerja alat. Salah satu kendala yang ditemukan yaitu sistem monitoring masih bergantung pada koneksi internet untuk proses sinkronisasi data antara ESP32, Firebase, dan aplikasi *mobile*. Ketika koneksi internet tidak stabil, proses pengiriman data menjadi sedikit terlambat. Kondisi tersebut menyebabkan monitoring secara *real-time* tidak berjalan secara maksimal.

Selain itu, prototipe yang dibuat masih terbatas pada dua kandang sehingga kapasitas sistem belum dapat diterapkan pada skala yang lebih besar. Sistem mekanik konveyor juga masih memerlukan penyempurnaan agar dapat digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama dan mampu menangani beban kerja yang lebih besar secara stabil.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- a. Prototipe sistem pemanenan telur ayam otomatis berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32 berhasil dirancang dan diimplementasikan sesuai dengan kebutuhan sistem. Sistem yang dikembangkan terdiri atas sensor inframerah, modul RTC DS3231, motor DC, Firebase Realtime Database, serta aplikasi *mobile* sebagai media monitoring.
- b. Sistem yang dibangun mampu melakukan pencatatan jumlah telur pada masing-masing kandang menggunakan sensor inframerah IR1 dan IR2. Selain itu, sensor inframerah IR3 berhasil digunakan untuk menghitung jumlah telur yang masuk ke bak penampungan sebagai proses validasi hasil pemanenan. Seluruh data hasil deteksi dapat dikirim dan ditampilkan secara *real-time* melalui Firebase Realtime Database dan aplikasi *mobile*.
- c. Berdasarkan hasil pengujian, sensor inframerah pada masing-masing kandang memperoleh tingkat keberhasilan deteksi sebesar 90%. Pengujian modul RTC DS3231 menunjukkan rata-rata *delay* sebesar 3,18 detik, sehingga sistem mampu menjalankan proses pemanenan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.
- d. Hasil pengujian mekanik konveyor menunjukkan bahwa sistem dapat memindahkan telur menuju tempat penampungan dengan baik setelah dilakukan beberapa perbaikan pada mekanisme konveyor, seperti penyesuaian kemiringan jalur konveyor, perbaikan alas konveyor, dan penambahan laher 608ZZ pada sistem putaran sehingga konveyor dapat bekerja dengan lebih stabil.
- e. Secara keseluruhan, sistem pemanenan telur ayam otomatis yang dikembangkan mampu melakukan proses pencatatan, pemanenan, dan monitoring hasil panen secara otomatis, terjadwal, dan terintegrasi berbasis IoT sesuai dengan rancangan yang telah dibuat

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan sistem selanjutnya, yaitu:

- a. Sistem dapat dikembangkan dengan menambah jumlah kandang agar kapasitas pemanenan telur menjadi lebih besar.
- b. Penampungan telur dapat dikembangkan dengan menambahkan sistem sortir otomatis untuk membedakan kualitas telur, seperti telur baik dan telur retak atau rusak.
- c. Perlu dilakukan pengembangan pada mekanisme jalur konveyor agar pergerakan telur menjadi lebih stabil sehingga dapat meningkatkan akurasi deteksi sensor inframerah.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Fuqaha, A., dkk. (2020). Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 22(3), 2347–2376.
- Ardiansyah, M., dkk. 2025. Dasar-Dasar Informatika dan Teknologi Informasi. Agam: Tri Edukasi Ilmiah
- Hanafie, A., dkk. (2023). Rancang bangun sistem konveyor penghitung telur otomatis. *Jurnal ILTEK*.
- Hidayat, M., dkk. (2022). Implementasi driver motor DC pada sistem konveyor otomatis. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 10(3), 150–156.
- Kadir, A. (2021). *Panduan praktis pemrograman Arduino*. Yogyakarta: Andi.
- Novogen. (2024). *NOVOgen Brown management guide*. NOVOGEN Layers. https://novocenter.novogen-layers.com/wp-content/uploads/2021/11/202402-Guide_management_CS_Brown_V2comp.pdf
- Pratama, A., dkk. (2021). Implementasi modul RTC DS3231 pada sistem penjadwalan otomatis berbasis mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, 9(1), 45–51.
- Saputra, R., dkk. (2020). Pengendalian motor DC pada sistem otomasi berbasis mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 23–29.
- Sari, D. P., dkk. (2021). Implementasi ESP32 sebagai pengendali sistem monitoring berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 10(2), 85–92.
- Sari, R., dkk. (2022). Pengembangan sistem otomasi berbasis mikrokontroler menggunakan Arduino IDE. *Jurnal Teknologi Informasi*, 10(2), 45–52.
- Sethi, P., & Sarangi, S. R. (2022). Internet of Things: Architectures, protocols, and applications. *Journal of Electrical Systems and Information Technology*, 9(1), 1–15.
- Sutanto, A., dkk. (2024). *Narrowband IoT in livestock farming: A technological innovation for poultry monitoring*. *International Journal of Science, Technology and Management*, 5(2).

- Terence, S., Immaculate, J., Raj, A., & Nadarajan, J. (2024). *Systematic review on Internet of Things in smart livestock management systems. Sustainability*, 16(10), 4073. <https://doi.org/10.3390/su16104073>
- Yansyah, F., dkk. (2024). Perancangan sistem konveyor otomatis berbasis PLC dan IoT untuk deteksi telur menggunakan sensor infrared. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambaran Sistem



Lampiran 2. Surat Persetujuan Penanggung Jawab TEFA

**SURAT PERSETUJUAN PENANGGUNG JAWAB TEFA UNGGAS AYAM
PETELUR POLITEKNIK NEGERI JEMBER**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bahrawi Riyantoro
Jabatan : Penanggung Jawab TEFA Unggas
Instansi : Politeknik Negeri Jember

Dengan ini memberikan persetujuan kepada:

Nama : Kharisma Nur Wahyu Salsabila
NIM : E32231105
Program Studi : Teknik Komputer

Untuk melaksanakan kegiatan Tugas Akhir dengan judul:

**“RANCANG BANGUN SISTEM PEMANENAN TELUR AYAM
OTOMATIS BERBASIS IOT PADA TEFA UNGGAS AYAM PETELUR
POLITEKNIK NEGERI JEMBER.”**

Adapun pelaksanaan kegiatan tersebut disetujui dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Kegiatan rancang bangun yang dilakukan hanya sebatas pembuatan prototype.
2. Prototype diterapkan hanya 2 (dua) kandang ayam petelur.
3. Sistem pemanenan telur otomatis dijadwalkan beroperasi sesuai dengan TEFA yaitu setiap hari pada pukul 09.00 WIB dan 15.00 WIB.

Demikian surat persetujuan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jember, 30 April 2016

Penanggung Jawab,


(.....BAHRAWI R.....)

Mahasiswa,


(.....Kharisma Nur Wahyu S.....)

Lampiran 3. Ringkasan Hasil Wawancara

RINGKASAN HASIL WAWANCARA

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan pengelola TEFA Unggas Ayam Petelur Politeknik Negeri Jember, diperoleh informasi sebagai berikut:

1. Kapasitas kandang ayam petelur di TEFA adalah sebanyak 500 ekor, sedangkan populasi ayam saat ini berjumlah sekitar 300 ekor.
2. Sistem kandang yang digunakan di TEFA merupakan kandang baterai, di mana setiap kotak kandang diisi oleh 2 ekor ayam. Dalam satu baris kandang terdapat 42 kotak.
3. Jenis ayam petelur yang digunakan di TEFA adalah ayam ras petelur jenis Novogen.
4. Usia ayam petelur yang dipelihara saat ini adalah sekitar 64 minggu.
5. Usia ayam mempengaruhi tingkat produksi telur. Masa puncak produksi ayam petelur berada pada usia 36–70 minggu. Namun, ketika usia ayam mendekati atau melebihi 60 minggu, produktivitas ayam mulai menurun sehingga sebagian ayam mulai diafkir.
6. Dengan populasi 300 ekor dan usia ayam 64 minggu, tingkat produksi telur saat ini mencapai sekitar 75–80%, atau setara dengan ± 225 –240 butir telur per hari.
7. Pemanenan telur di TEFA dilakukan sebanyak dua kali dalam sehari, yaitu pada pukul 09.00 WIB dan 15.00 WIB. Jadwal tersebut ditentukan berdasarkan pola produksi ayam, di mana sekitar 70% produksi telur terjadi pada pukul 07.00–11.00 WIB dan 30% sisanya pada pukul 11.00–15.00 WIB.
8. Proses pemanenan dan pencatatan hasil produksi masih dilakukan secara manual pada setiap kandang untuk mengetahui ayam atau kandang yang tidak menghasilkan telur.
9. Untuk kondisi populasi saat ini belum terdapat kendala yang berarti dalam proses pemanenan. Namun, apabila populasi ayam meningkat, proses pemanenan dan pencatatan manual diperkirakan akan menjadi kurang efektif.
10. Pelaksanaan Pemanenan telur dilaksanakan sesuai SOP, yaitu pada pukul 09.00 WIB dan 15.00 WIB. Namun, apabila terdapat kegiatan lain, pemanenan terkadang hanya dilakukan satu kali pada sore hari karena sebagian besar telur telah diproduksi pada waktu tersebut.

Jember, 24 Juni 2026

Pengelola TEFA Unggas Polije



Bahraw Riyantoro
NIP A19831214200601101

Mahasiswa



Kharisma Nur Wahyu Salsabila
NIM E32231105

Lampiran 4. Foto Prototipe Pemanenan Telur Ayam Otomatis



Lampiran 5. Kode Program

a. main.dart

```

1. import 'package:flutter/material.dart';
2. import 'dart:async';
3. import 'package:firebase_core/firebase_core.dart';
4. import 'package:firebase_database/firebase_database.dart';
5. import 'package:flutter/foundation.dart';
6. import 'package:provider/provider.dart';
7. import 'firebase_options.dart';
8. import 'providers/auth_provider.dart';
9. import 'providers/kandang_provider.dart';
10. import 'providers/panen_provider.dart';
11. import 'providers/penjadwalan_provider.dart';
12. import 'providers/riwayat_provider.dart';
13. import 'services/notification_service.dart';
14. import 'services/panen_runtime_scheduler_service.dart';
15. // import 'services/panen_scheduler.dart'; // TODO: Enable
after scheduler fixed
16. import 'screens/landing_page.dart';
17. import 'screens/login_page.dart';
18. import 'screens/signup_page.dart';
19. import 'screens/home_page.dart';
20. import 'screens/panen_debug_screen.dart';
21. import 'screens/notification_debug_screen.dart';
22.

```

```

23. void main() async {
24.   WidgetsFlutterBinding.ensureInitialized();
25.   await Firebase.initializeApp(options:
DefaultFirebaseOptions.currentPlatform);
26.
27.   // Realtime DB persistence tidak didukung di semua platform
(terutama web).
28.   if (!kIsWeb &&
29.       (defaultTargetPlatform == TargetPlatform.android ||
30.        defaultTargetPlatform == TargetPlatform.iOS)) {
31.     FirebaseDatabase.instance.setPersistenceEnabled(true);
32.   }
33.
34.   if (!kIsWeb) {
35.     await NotificationService.instance.initialize();
36.   }
37.
38.   // Initialize background scheduler untuk panen otomatis
39.   // TODO: Enable setelah scheduler stabil
40.   // await PanenScheduler.initialize();
41.
42.   runApp(const MyApp());
43. }
44.
45. class MyApp extends StatelessWidget {
46.   const MyApp({super.key});
47.
48.   @override
49.   Widget build(BuildContext context) {
50.     return MultiProvider(
51.       providers: [
52.         ChangeNotifierProvider(create: (_) =>
AuthProvider()),
53.         ChangeNotifierProvider(create: (_) =>
KandangProvider()),
54.         ChangeNotifierProvider(create: (_) =>
PanenProvider()),
55.         ChangeNotifierProvider(create: (_) =>
PenjadwalanProvider()),
56.         ChangeNotifierProvider(create: (_) =>
TelurProvider()),
57.       ],
58.       child: MaterialApp(
59.         title: 'TEFA UNGGAS POLIJE',
60.         debugShowCheckedModeBanner: false,
61.         theme: ThemeData(
62.           useMaterial3: true,
63.           colorScheme: ColorScheme.fromSeed(
64.             seedColor: const Color(0xFFF4D03F),
65.             brightness: Brightness.light,
66.           ),
67.         ),
68.         home: const AuthWrapper(),
69.         routes: {
70.           '/landing': (context) => const LandingPage(),
71.           '/login': (context) => const LoginPage(),

```

```

72.         '/signup': (context) => const SignupPage(),
73.         '/home': (context) => const AuthWrapper(),
74.         '/debug/panen': (context) => const
PanenDebugScreen(),
75.         '/debug/notifikasi': (context) => const
NotificationDebugScreen(),
76.     },
77. ),
78. );
79. }
80. }
81.
82. class AuthWrapper extends StatelessWidget {
83.   const AuthWrapper({super.key});
84.
85.   @override
86.   Widget build(BuildContext context) {
87.     return Consumer<AuthProvider>(
88.       builder: (context, authProvider, _) {
89.         if (authProvider.isLoading) {
90.           return const Scaffold(
91.             body: Center(child: CircularProgressIndicator()),
92.           );
93.         }
94.
95.         if (authProvider.isLoggedIn) {
96.           final userId = authProvider.user?.uid;
97.           if (userId == null) {
98.             return const LandingPage();
99.           }
100.          return HomeBootstrap(userId: userId);
101.        }
102.
103.        return const LandingPage();
104.      },
105.    );
106.  }
107. }
108.
109. class HomeBootstrap extends StatefulWidget {
110.   final String userId;
111.
112.   const HomeBootstrap({super.key, required this.userId});
113.
114.   @override
115.   State<HomeBootstrap> createState() =>
_HomeBootstrapState();
116. }
117.
118. class _HomeBootstrapState extends State<HomeBootstrap> {
119.   late Future<void> _initFuture;
120.   PenjadwalanProvider? _penjadwalanProvider;
121.   final Set<String> _scheduledReminderKeys = <String>{};
122.   Timer? _scheduleSyncDebounce;
123.
124.   @override

```

```

125. void initState() {
126.     super.initState();
127.     _initFuture = _initializeData();
128. }
129.
130. Future<void> _initializeData() async {
131.     final penjadwalanProvider =
context.read<PenjadwalanProvider>();
132.     final kandangProvider = context.read<KandangProvider>();
133.     final panenProvider = context.read<PanenProvider>();
134.
135.     await
penjadwalanProvider.initializeWithUser(widget.userId);
136.     await kandangProvider.initializeWithUser(widget.userId);
137.     await panenProvider.loadTodaySnapshots();
138.     await panenProvider.restorePanenHistoryFromFirebase();
139.     await panenProvider.startRealtimePanenNotifications();
140.     _attachPenjadwalanListener(penjadwalanProvider);
141.
142.     await _syncDailyHarvestReminders(penjadwalanProvider);
143.
144.     await PanenRuntimeSchedulerService.start(
145.         panenProvider: panenProvider,
146.         kandangProvider: kandangProvider,
147.         penjadwalanProvider: penjadwalanProvider,
148.     );
149. }
150.
151. void _attachPenjadwalanListener(PenjadwalanProvider
provider) {
152.     if (identical(_penjadwalanProvider, provider)) return;
153.
154.     _penjadwalanProvider?.removeListener(_onPenjadwalanChange
d);
155.     _penjadwalanProvider = provider;
156.     _penjadwalanProvider?.addListener(_onPenjadwalanChanged);
157. }
158.
159. void _onPenjadwalanChanged() {
160.     _scheduleSyncDebounce?.cancel();
161.     _scheduleSyncDebounce = Timer(const Duration(seconds: 1),
() async {
162.         final provider = _penjadwalanProvider;
163.         if (!mounted || provider == null) return;
164.         await _syncDailyHarvestReminders(provider);
165.     });
166. }
167.
168. (int, int)? _tryParseHourMinute(String rawJam) {
169.     final match =
RegExp(r'(\d{1,2})[:.](\d{2})').firstMatch(rawJam.trim());
170.     if (match == null) return null;
171.
172.     final hour = int.tryParse(match.group(1)!);
173.     final minute = int.tryParse(match.group(2)!);
174.     if (hour == null || minute == null) return null;

```

```

175.     if (hour < 0 || hour > 23 || minute < 0 || minute > 59)
return null;
176.     return (hour, minute);
177. }
178.
179. Future<void> _syncDailyHarvestReminders (PenjadwalanProvider
provider) async {
180.     if (kDebugMode) {
181.         print('📅 [BOOTSTRAP] Syncing harvest reminders...');
182.     }
183.
184.     final activeSchedules =
185.         provider.penjadwalans.where((s) => s.aktif).toList();
186.     final nextKeys = <String>{};
187.
188.     for (final schedule in activeSchedules) {
189.         final scheduleKey =
'panen:${schedule.id}:${schedule.kandangId}';
190.         nextKeys.add(scheduleKey);
191.     }
192.
193.     final removedKeys =
_scheduledReminderKeys.difference(nextKeys).toList();
194.     for (final removedKey in removedKeys) {
195.         await NotificationService.instance
196.             .cancelScheduledNotification(removedKey);
197.         _scheduledReminderKeys.remove(removedKey);
198.     }
199.
200.     for (final schedule in activeSchedules) {
201.         final parsed = _tryParseHourMinute(schedule.jam);
202.         if (parsed == null) {
203.             if (kDebugMode) {
204.                 print('⚠️ [BOOTSTRAP] Invalid time format:
${schedule.jam}');
205.             }
206.             continue;
207.         }
208.
209.         final hour = parsed.$1;
210.         final minute = parsed.$2;
211.         final jenisPanen = hour < 12 ? 'pagi' : 'sore';
212.         final scheduleKey =
'panen:${schedule.id}:${schedule.kandangId}';
213.
214.         try {
215.             await
NotificationService.instance.scheduleDailyNotificationAtTime(
216.                 scheduleKey: scheduleKey,
217.                 title:
218.                     'Panen
${jenisPanen[0].toUpperCase()}${jenisPanen.substring(1)}',
219.                 body:
220.                     'Jadwal panen ${schedule.kandangNama} dimulai
pukul ${schedule.jam}. Buka aplikasi untuk detail.',
221.                 hour: hour,

```

```

222.         minute: minute,
223.         payload: 'panen_schedule:${schedule.id}',
224.     );
225.     _scheduledReminderKeys.add(scheduleKey);
226.
227.     if (kDebugMode) {
228.         print(
229.             '☑ [BOOTSTRAP] Scheduled reminder:
230.             $jenisPanen ${schedule.kandangNama} @ ${schedule.jam}');
231.         }
232.     } catch (e) {
233.         if (kDebugMode) {
234.             print('✗ [BOOTSTRAP] Failed schedule
235.             ${schedule.id}: $e');
236.         }
237.     }
238.     final pending = await
239.     NotificationService.instance.pendingNotifications();
240.     if (kDebugMode) {
241.         print(
242.             '📅 [BOOTSTRAP] Active schedules:
243.             ${activeSchedules.length}, pending notifications:
244.             ${pending.length}');
245.         print('☑ [BOOTSTRAP] Sync reminders done');
246.     }
247. }
248.
249. @override
250. void dispose() {
251.     _scheduleSyncDebounce?.cancel();
252.     _penjadwalanProvider?.removeListener(_onPenjadwalanChange
253.     d);
254.     PanenRuntimeSchedulerService.stop();
255.     context.read<PanenProvider>().stopRealtimePanenNotificati
256.     ons();
257.     super.dispose();
258. }
259.
260. @override
261. Widget build(BuildContext context) {
262.     return FutureBuilder<void>(
263.         future: _initFuture,
264.         builder: (context, snapshot) {
265.             if (snapshot.connectionState != ConnectionState.done)
266.             {
267.                 return const Scaffold(
268.                     body: Center(child: CircularProgressIndicator()),
269.                 );
270.             }
271.             if (snapshot.hasError) {
272.                 return Scaffold(
273.                     body: Center(

```

```

269.         child: Padding(
270.           padding: const EdgeInsets.all(24),
271.           child: Column(
272.             mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.min,
273.             children: [
274.               const Text(
275.                 'Gagal memuat data awal. Coba buka
ulang aplikasi.',
276.                 textAlign: TextAlign.center,
277.               ),
278.               const SizedBox(height: 12),
279.               ElevatedButton(
280.                 onPressed: () {
281.                   setState(() {
282.                     _initFuture = _initializeData();
283.                   });
284.                 },
285.                 child: const Text('Coba Lagi'),
286.               ),
287.             ],
288.           ),
289.         ),
290.       ),
291.     );
292.   }
293.
294.   return const HomePage();
295. },
296. );
297. }
298. }
299.

```

Lampiran 6. CV Penulis



Kharisma Nur Wahyu Salsabila

kharismanws028@gmail.com | (+62) 888-0499-6752 |
 linkedin.com/in/kharisma-salsabila

Profil

Mahasiswa Program Studi D3 Teknik Komputer Politeknik Negeri Jember dengan semangat belajar yang tinggi dan ketertarikan untuk berkarier di bidang teknologi informasi. Memiliki pengalaman magang dan aktif dalam kegiatan organisasi kampus yang mengasah kemampuan komunikasi, kerja sama tim, dan manajemen waktu. Adaptif, disiplin, dan mampu bekerja secara individu maupun dalam tim.

Pendidikan

D3 Teknik Komputer | Teknologi Informasi 2023 - Sekarang

Pengalaman

Agustus 2025 - Desember 2025

Magang – PLN Icon Plus KP Jember

Divisi OPHAR Corporate (Pemeliharaan Perusahaan)

- Menangani keluhan pengguna terkait gangguan layanan WiFi.
- Melakukan pengecekan dan analisis awal terhadap kondisi jaringan.
- Melakukan troubleshooting dasar untuk mengidentifikasi penyebab gangguan.
- Melaporkan hasil pengecekan dan analisis kepada tim teknis terkait.
- Berkoordinasi dengan tim teknis dalam penyelesaian permasalahan jaringan.

Organisasi - Himatek Polije

Februari 2024 - Februari 2025

Divisi HUMAS

- Menjalin komunikasi dengan pihak internal dan eksternal organisasi.
- Menyebarkan informasi terkait kegiatan organisasi.
- Berkoordinasi dengan divisi lain dalam pelaksanaan program kerja.
- Mendukung publikasi dan pelaksanaan kegiatan organisasi.

Kemampuan

- Pengelolaan data dan pencatatan laporan
- Dasar pengembangan website
- Pengoperasian Microsoft Office
- Dasar Excel (Vlookup dan Hlookup)

Sertifikasi

- BNSP program DTS-VSGA 2025 Junior Cyber Security
- Network Administrator Madya - LSP Politeknik Negeri Jember