SISTEM PENGADUK PADI OTOMATIS UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGERINGAN GABAH DENGAN KENDALI JARAK JAUH

SKRIPSI

DISUSUN OLEH

M. FIQRY ARRIZAL

2209020264

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI

FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2026

SISTEM PENGADUK PADI OTOMATIS UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGERINGAN GABAH DENGAN KENDALI JARAK JAUH

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) dalam Program Studi Tenologi Infromasi. pada Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

M FIQRY ARRIZAL
NPM. ISI 2209020264

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFROMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi	:	SISTEM PENGADUK PADI OTOMATIS UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGERINGAN GABAH DENGAN KENDALI JARAK JAUH
Nama Mahasiswa	:	M FIQRY ARRIZAL
NPM	:	2209020264
Program Studi	:	Teknologi Informasi

Menyetujui
Komisi Pembimbing

(Mhd. Basri, S.Si, M.Kom)
NIDN. 0111078802

Ketua Program Studi

(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom, M.Kom)
NIDN. 0117019301

Dekan

(Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

SISTEM PENGADUK PADI OTOMATIS UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGERINGAN GABAH DENGAN KENDALI JARAK JAUH

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, Juli 2026

Yang membuat pernyataan



M FIQRY ARRIZAL

NPM. 2209020264

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: M FIQRY ARRIZAL
NPM	: 2209020264
Program Studi	: Teknologi Informasi
Karya Ilmiah	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bedas Royalti Non-Eksekutif *(Non-Exclusive Royalty free Right)* atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

SISTEM PENGADUK PADI OTOMATIS UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGERINGAN GABAH DENGAN KENDALI JARAK JAUH

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, Juli 2026
Yang membuat pernyataan



M FIQRY ARRIZAL
NPM. 2209020264

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap	: M FIQRY ARRIZAL
Tempat dan Tanggal Lahir	: Tembung 25 Mei 2004
Alamat Rumah	: Jl. Datuk Kabu Gg. Pancasila, Desa Tembung, Kec. Percut Sei Tuan, Kab. Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara 20371.
Telepon/Faks/HP	: 0811805601
E-mail	: fiqryarrizal@gmail.com
Instansi Tempat Kerja	: -
Alamat Kantor	: -

DATA PENDIDIKAN

SD	: SD Swasta Darussalam	TAMAT: 2016
SMP	: SMP Swasta Islam Hikmatul Fadhilah	TAMAT: 2019
SMA	: SMK Swasta Mandiri	TAMAT: 2022

KATA PENGANTAR



Puji Syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah memberikan berkah, karunia dan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul "Sistem Pengaduk Padi Otomatis Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengeringan Gabah Dengan Kendali Jarak". Tulisan ini disampaikan sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana pada program Studi Sistem Informasi di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Saya menyadari bahwa dalam proses penyusunan tulisan ini masih jauh dari kata sempurna. Namun demikian, penyelesaian skripsi ini dapat terwujud atas bimbingan, doa, dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis tentunya berterima kasih kepada berbagai pihak dalam dukungan serta doa dalam penyelesaian skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Ibu Dr. Firahmi Rizky, S.Kom., M.Kom. Wakil dekan I Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
4. Bapak Mhd. Basri, S.Si, S.Kom., M.Kom. Wakil dekan III Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
5. Bapak/Ibu Fatma Sari Hutagulang, M.Kom Ketua Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Infromasi
6. Bapak/Ibu Okvi Nugroho, S.Kom., M.Kom Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
7. Bapak Mhd. Basri, S.Si, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala

waktu, ilmu, arahan, masukan, kesabaran, motivasi, serta bimbingan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Setiap saran dan koreksi yang diberikan menjadi pengalaman berharga bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kesehatan, keberkahan, dan membalas segala kebaikan ibu.

8. Teristimewa kepada kedua orang tua tercinta, Ayah dan Ibu, yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan, pengorbanan, semangat, serta motivasi yang tiada henti kepada penulis. Terima kasih atas segala perjuangan, kepercayaan, dan kerja keras yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dan skripsi ini dengan baik.
9. Kepada empat adik adik ku tercinta, Penulis mengucapkan terima kasih atas doa, kasih sayang, semangat, serta keceriaan yang selalu kalian berikan. Kehadiran kalian menjadi salah satu alasan bagi penulis untuk terus berjuang dan menyelesaikan pendidikan ini. Penulis berharap semoga pencapaian ini dapat menjadi motivasi bagi kalian untuk terus belajar, mengejar cita-cita, dan meraih masa depan yang lebih baik.
10. Kepada seluruh keluarga besar penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan, perhatian, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan ini dengan baik.
11. Kepada sahabat-sahabat penulis yang selalu memberikan semangat, motivasi, bantuan, serta menemani penulis dalam suka maupun duka selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas kebersamaan, perhatian, serta kenangan yang telah diberikan sehingga menjadi bagian berharga dalam perjalanan akademik penulis.
12. Semua pihak yang terlibat langsung ataupun tidak langsung yang tidak dapat penulis ucapkan satu-persatu yang telah membantu penyelesaian skripsi in

SISTEM PENGADUK PADI OTOMATIS UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGERINGAN GABAH DENGAN KENDALI JARAK JAUH

ABSTRAK

Proses pengeringan gabah merupakan salah satu tahapan penting dalam penanganan pascapanen yang berpengaruh terhadap kualitas hasil panen. Pengeringan gabah secara konvensional masih menghadapi berbagai kendala, seperti ketergantungan terhadap kondisi cuaca, pengadukan yang dilakukan secara manual, serta kebutuhan pengawasan secara terus-menerus sehingga menyebabkan proses pengeringan menjadi kurang efisien dan distribusi panas tidak merata. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pengaduk padi otomatis yang mampu meningkatkan efisiensi proses pengeringan gabah serta menyediakan fitur kendali dan monitoring jarak jauh berbasis Internet of Things (IoT).Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembapan lingkungan, relay sebagai pengendali aktuator, motor DC sebagai penggerak mekanisme pengaduk, serta aplikasi berbasis web yang terintegrasi dengan Firebase untuk mendukung monitoring dan pengendalian sistem secara real-time. Pengujian dilakukan terhadap sensor, motor pengaduk, relay, aplikasi, dan keseluruhan sistem untuk mengevaluasi kinerja setiap komponen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem berhasil bekerja secara terintegrasi sesuai dengan rancangan. Sensor DHT22 mampu membaca kondisi suhu dan kelembapan dengan baik, ESP32 dapat memproses dan mengirimkan data secara real-time, sedangkan aplikasi berhasil menampilkan informasi monitoring, status motor, pengaturan jadwal, serta riwayat aktivitas pengadukan. Sistem juga mampu mengoperasikan motor pengaduk secara manual maupun otomatis sesuai jadwal yang telah ditentukan. Implementasi sistem ini mampu membantu proses pengadukan gabah secara lebih teratur, meningkatkan pemerataan proses pengeringan, mengurangi kebutuhan pengawasan manual, serta mendukung proses pengeringan gabah yang lebih efisien melalui pemanfaatan teknologi Internet of Things

Kata kunci: Pengeringan Gabah, ESP32, DHT22, Internet of Things (IoT), Pengaduk Padi Otomatis, Kendali Jarak Jauh

AUTOMATIC RICE STIRRING SYSTEM TO IMPROVE PADDY DRYING EFFICIENCY WITH REMOTE CONTROL

ABSTRACT

The paddy drying process is one of the most critical post-harvest stages affecting grain quality. Conventional drying methods still face several limitations, including dependence on weather conditions, manual stirring, and continuous supervision, resulting in inefficient drying and uneven heat distribution. This study aims to design and develop an automatic rice stirring system capable of improving paddy drying efficiency while providing remote monitoring and control based on the Internet of Things (IoT). The proposed system employs an ESP32 microcontroller as the main controller, a DHT22 sensor to monitor environmental temperature and humidity, a relay to control the actuator, a DC motor to drive the stirring mechanism, and a web-based application integrated with Firebase for real-time monitoring and control. System performance was evaluated through testing of the temperature and humidity sensor, stirring motor, relay, application, and overall system integration. The experimental results demonstrate that all system components operated successfully according to the designed architecture. The DHT22 sensor accurately monitored environmental conditions, the ESP32 processed and transmitted data in real time, and the web-based application successfully displayed monitoring information, motor status, scheduling configuration, and stirring activity history. Furthermore, the system was able to operate the stirring mechanism in both manual and automatic modes based on predefined schedules. The developed prototype effectively supports a more regular stirring process, improves the uniformity of paddy drying, reduces the need for manual supervision, and enhances the overall efficiency of the drying process through the implementation of Internet of Things (IoT) technology.

Keywords: Paddy Drying, ESP32, DHT22, Internet of Things (IoT), Automatic Rice Stirring System, Remote Control.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **i**
PERNYATAAN ORISINALITAS ..... **ii**
PERNYATAAN PERSETUJUAN ..... **iii**
RIWAYAT HIDUP ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
BAB II LANDASAN TEORI **6**
2.1 Gabah dan Proses Pengeringan 6
2.2 Prinsip Pengadukan pada Proses Pengeringan Gabah 7
2.3 Efisiensi Pengeringan Gabah 7
2.4 Sistem Pengaduk Padi Otomatis 8
2.5 Kendali Jarak Jauh Berbasis IoT 8
2.6 Mikrokontroller ESP32 9
2.7 Motor Driver (L298N) 11
2.9 Sensor Suhu dan Kelembaban DHT22 14
2.10 PCB Lubang 16
2.11 Servo Mikro SG90 17
2.12 Motor DC 12Volt 18
2.13 Kabel Jumper 19
2.14 Arduino IDE 20
2.17 Firebase 21
2.18 Penelitian Terdahulu 22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN **27**
3.1 Metode Penelitian 27
3.2 Tempat Dan Jadwal Penelitian 28
3.2.1 Tempat Penelitian 29
3.2.2 Jadwal Penelitian 29
3.3 Indentifikasi Masalah 29
3.4 Analisa Kebutuhan Sistem 30
3.4.1 Alat 30
3.4.2 Bahan 30
3.4.3 Perangkat Lunak (Software) 31
3.5 Analisa Perancangan Sistem 32
3.6 Perancangan Perangkat Keras 33
3.7 Perancangan Desain 36
3.8 Implementasi Perangkat Keras 39
3.9 Implementasi Perangkat Lunak 39
3.10 Pengujian Sistem 40

3.10.1 Rancangan Pengujian Sensor DHT22 40
3.10.2 Pengujian Motor Pengaduk 40
3.10.3 Rancangan Pengujian Relay 41
3.10.4 Rancangan Pengujian Aplikasi 41
3.10.5 Pengujian Sistem Keseluruhan 41
3.11 Analisis Kerja 41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 43
4.1 Hasil Pembahasan 43
4.2 Hasil Rancangan Alat 44
4.2.1 Hasil Pengujian Sistem 46
4.3 Hasil Pengujian Prototype 56
4.4 Analisis Kerja Sistem 59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 61
5.1 Kesimpulan 61
5.2 Saran 62
DAFTAR PUSTAKA 63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Pengeringan Tradisional.....6
Gambar 2. 2 Gabah Kering dan Gabah Basah.....7
Gambar 2. 3 Konsep IoT.....9
Gambar 2. 4 ESP32 & Pinout.....11
Gambar 2. 5 Motor Driver (L298N).....11
Gambar 2. 6 Relay Tipe SRD-05VDC-SL-C.....13
Gambar 2. 7 DHT22.....16
Gambar 2. 8 Power Supply 12V / 24V.....17
Gambar 2. 9 Servo SG90.....18
Gambar 2. 10 Motor DC.....19
Gambar 2. 11 Kabel Jumper.....19
Gambar 2. 12 Arduino IDE.....20
Gambar 2. 13 Firebase.....22
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....28
Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem.....32
Gambar 3. 3 Contoh Rangkaian Keseluruhan.....34
Gambar 3. 4 Flow Chart Sistem.....34
Gambar 3. 5 Desain Prototype.....37
Gambar 3. 6 Perangkat Lunak Arduino.....40
Gambar 4. 1 Hasil Rancangan Alat.....44
Gambar 4. 2 Halaman Dashboard.....47
Gambar 4. 3 Halaman Monitoring.....49
Gambar 4. 4 Halaman Mode Manual.....50
Gambar 4. 5 Halaman Mode Otomatis.....52
Gambar 4. 6 Halaman History.....53
Gambar 4. 7 Halaman Setting.....55

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu 23
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....29
Tabel 3. 2 Alat Yang Dibutuhkan.....30
Tabel 3. 3 Bahan Yang Digunakan.....31
Tabel 3. 4 Dafrtar Software Yang Digunakan.....32
Tabel 4. 1 Pengujian Sensor DHT22.....56
Tabel 4. 2 Pengujian Motor Pengaduk.....57
Tabel 4. 3 Pengujian Relay 57
Tabel 4. 4 Pengujian Aplikasi 58
Tabel 4. 5 Pengujian Sistem Keseluruhan.....58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian, khususnya subsektor tanaman pangan, memiliki peran strategis dalam menunjang ketahanan pangan nasional dan perekonomian masyarakat. Padi merupakan komoditas utama yang hasil panennya sangat dipengaruhi oleh proses pascapanen, terutama pada tahap pengeringan gabah. Proses pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar air gabah hingga berada pada kisaran aman untuk penyimpanan dan pengolahan lebih lanjut. Kadar air gabah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penurunan mutu, pertumbuhan jamur, serta meningkatkan risiko kerusakan selama penyimpanan (Syarif et al., 2022; Putra dan Hidayat, 2023).Pada kondisi lapangan, sebagian besar petani masih menerapkan metode pengeringan gabah secara konvensional dengan memanfaatkan sinar matahari dan pengadukan manual. Metode ini memiliki berbagai keterbatasan, antara lain ketergantungan pada kondisi cuaca, kebutuhan tenaga kerja yang cukup besar, serta waktu pengeringan yang relatif lama. Selain itu, pengadukan manual sering kali tidak dilakukan secara periodik dan konsisten, sehingga distribusi panas pada permukaan gabah menjadi tidak merata. Akibatnya, kadar air gabah pada setiap bagian dapat berbeda dan berdampak pada kualitas hasil pengeringan secara keseluruhan.

Permasalahan lain yang sering muncul adalah kurangnya efisiensi kerja dan rendahnya produktivitas petani akibat proses pengadukan yang harus dilakukan secara berulang dan membutuhkan pengawasan terus-menerus. Kondisi

ini menjadi tantangan tersendiri, terutama bagi petani dengan keterbatasan tenaga kerja atau lahan pengeringan yang cukup luas. Oleh karena itu, diperlukan suatu solusi berbasis teknologi yang mampu membantu proses pengeringan gabah agar lebih efisien, terkontrol, dan mudah dioperasikan.

Perkembangan teknologi informasi, khususnya pada bidang sistem tertanam (*embedded system*), memberikan peluang besar dalam penerapan otomasi pada sektor pertanian. Mikrokontroler sebagai pusat kendali mampu mengintegrasikan berbagai komponen perangkat keras seperti motor penggerak, modul komunikasi, dan sistem kendali otomatis dalam satu kesatuan sistem. Penerapan sistem pengaduk padi otomatis berbasis mikrokontroler memungkinkan proses pengadukan gabah dilakukan secara terprogram, periodik, dan konsisten, sehingga distribusi panas selama pengeringan menjadi lebih merata dan efisien (Rahman et al., 2024).

Selain aspek otomasi, integrasi teknologi kendali jarak jauh berbasis jaringan nirkabel atau *Internet of Things* (IoT) menjadi nilai tambah dalam pengembangan sistem pertanian modern. Dengan adanya kendali jarak jauh, pengguna dapat mengoperasikan dan memantau sistem pengaduk padi tanpa harus berada langsung di lokasi pengeringan. Sistem ini memungkinkan pengendalian waktu operasi, pemantauan kondisi sistem, serta peningkatan fleksibilitas dan efisiensi kerja. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan IoT pada sistem pertanian mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan dan mengurangi ketergantungan pada pengawasan manual (Santoso et al., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, maka diperlukan suatu perancangan dan pembangunan sistem pengaduk padi otomatis berbasis teknologi informasi yang

dilengkapi dengan fitur kendali jarak jauh. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi proses pengeringan gabah, mengurangi beban kerja petani, serta menghasilkan kualitas pengeringan yang lebih seragam dan terkontrol. Dengan demikian, penerapan sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi teknologi tepat guna yang mendukung modernisasi sektor pertanian, khususnya pada proses pascapanen padi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem pengaduk padi otomatis untuk proses pengeringan gabah?
2. Bagaimana menerapkan sistem kendali jarak jauh pada sistem pengaduk padi otomatis?
3. Bagaimana kinerja sistem pengaduk padi otomatis dalam meningkatkan efisiensi proses pengeringan gabah?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak melebar dari tujuan utama, maka penelitian ini dibatasi pada beberapa aspek berikut:

1. Sistem yang dikembangkan difokuskan pada perancangan alat pengering gabah yang dilengkapi mekanisme pengaduk otomatis untuk membantu pemerataan proses pengeringan.
2. Pengendalian alat dilakukan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai

pusat kontrol sistem.

3. Parameter yang dipantau dalam penelitian ini hanya meliputi suhu dan kelembaban ruang pengering menggunakan sensor DHT22.
4. Sistem kendali jarak jauh dilakukan melalui jaringan internet menggunakan aplikasi monitoring berbasis IoT.
5. Mekanisme pengadukan gabah dilakukan menggunakan motor penggerak dengan kapasitas skala prototipe penelitian.
6. Penelitian tidak membahas proses produksi alat dalam skala industri maupun analisis ekonomi secara mendalam.
7. Pengujian sistem dilakukan pada skala laboratorium dengan kapasitas gabah terbatas.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem pengaduk padi otomatis untuk membantu proses pengeringan gabah.
2. Mengimplementasikan sistem kendali jarak jauh pada alat pengaduk padi otomatis.
3. Mengetahui tingkat efisiensi pengeringan gabah setelah menggunakan sistem pengaduk padi otomatis.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan solusi alternatif sistem pengaduk padi yang lebih cepat,

akurat, dan otomatis dibandingkan sistem konvensional.

2. Memudahkan pengguna dalam mengoperasikan dan memantau proses pengadukan padi secara real-time dengan sistem kendali jarak jauh berbasis Internet of Things (IoT).
3. Meningkatkan efisiensi proses pengeringan gabah melalui kinerja sistem otomatis yang dirancang, sehingga waktu dan tenaga kerja dapat diminimalkan.
4. Menjadi bahan referensi dan pengembangan bagi mahasiswa atau peneliti selanjutnya dalam bidang *Internet of Things* (IoT), khususnya pada sistem pengaduk padi otomatis pada sektor pertanian.
5. Meningkatkan kesadaran serta pemahaman masyarakat tentang pemanfaatan teknologi IoT dalam upaya pengadukan padi yang lebih efisiensi.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Gabah dan Proses Pengeringan

Gabah merupakan hasil panen padi yang masih dilapisi sekam dan memiliki kadar air relatif tinggi. Kadar air gabah setelah panen umumnya berada pada kisaran 20–25%, sehingga perlu dilakukan proses pengeringan sebelum disimpan atau digiling. Pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar air gabah hingga batas aman, biasanya sekitar 14%, agar kualitas gabah tetap terjaga dan tidak mudah rusak akibat jamur atau *mikroorganisme*.

Proses pengeringan gabah secara tradisional masih banyak dilakukan dengan cara penjemuran di bawah sinar matahari. Metode ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain ketergantungan terhadap cuaca, waktu pengeringan yang lama, serta distribusi panas yang tidak merata. Ketidakmerataan panas dapat menyebabkan sebagian gabah masih basah sementara bagian lain sudah kering, sehingga kualitas hasil pengeringan menjadi kurang optimal. (M. Akhtaruzzaman et al., 2022).



Gambar 2. 1 Proses Pengeringan Tradisional

Sumber : https://jualalatpengukur.com/blog/pengeringan-gabah-untuk-hasil-maksimal

2.2 Prinsip Pengadukan pada Proses Pengeringan Gabah

Pengadukan merupakan salah satu faktor pentingdalam proses pengeringan gabah. Pengadukan berfungsi untuk membalik dan meratakan posisi gabah sehingga seluruh bagian memperoleh paparan panas dan sirkulasi udara yang relatif sama. Dengan adanya pengadukan yang teratur, proses perpindahan panas dan penguapan air dari permukaan gabah dapat berlangsung lebih efektif.

Tanpa pengadukan, gabah yang berada di bagian bawah cenderung lebih lambat kering karena terhalang oleh gabah di bagian atas. Oleh karena itu, penerapan sistem pengaduk secara mekanis dapat membantu mempercepat proses pengeringan sekaligus meningkatkan keseragaman tingkat kekeringan gabah. (Ibrahim et al., 2023).



Gambar 2. 2 Gabah Kering dan Gabah Basah

Sumber : https://id.wikipedia.org/wiki/Gabah

2.3 Efisiensi Pengeringan Gabah

Efisiensi pengeringan gabah dapat diartikan sebagai kemampuan sistem dalam menurunkan kadar air gabah secara optimal dengan waktu, energi, dan tenaga yang minimal. Penggunaan sistem pengaduk padi otomatis dengan kendali jarak jauh mampu meningkatkan efisiensi tersebut melalui pengadukan yang merata, pengendalian yang teratur, serta pemantauan yang lebih mudah.

Dengan proses pengeringan yang lebih efisien, kualitas gabah dapat

dipertahankan, risiko kerusakan dapat dikurangi, dan produktivitas petani atau pengelola pengeringan dapat meningkat. Oleh karena itu, penerapan sistem pengaduk padi otomatis menjadi salah satu solusi teknologi yang relevan dalam mendukung modernisasi sektor pertanian. (Alam, M. S. et al. 2024).

2.4 Sistem Pengaduk Padi Otomatis

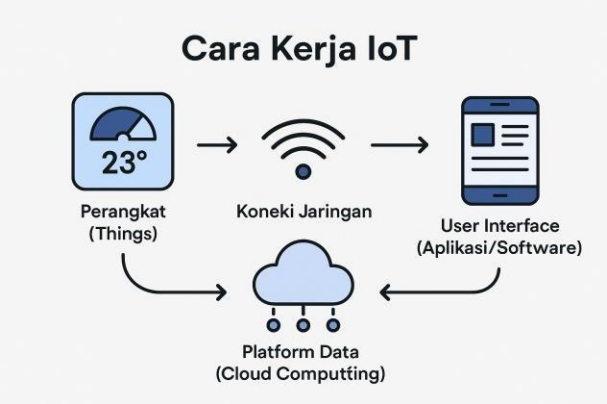
Sistem pengaduk padi otomatis merupakan suatu sistem yang dirancang untuk melakukan proses pengadukan gabah secara mandiri tanpa perlu campur tangan manusia secara langsung. Sistem ini umumnya menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama yang dikendalikan oleh mikrokontroler. Melalui pengaturan tertentu, motor akan bekerja secara periodik untuk mengaduk gabah sesuai dengan waktu dan durasi yang telah ditentukan.

Penerapan sistem otomatis pada proses pengadukan bertujuan untuk meningkatkan efisiensi kerja, mengurangi beban tenaga manusia, serta menjaga konsistensi proses pengeringan. Dengan pengadukan yang dilakukan secara teratur dan terkontrol, proses pengeringan gabah dapat berlangsung lebih cepat dan merata dibandingkan metode manual. (Sarker et al., 2021).

2.5 Kendali Jarak Jauh Berbasis IoT

Kendali jarak jauh pada sistem pengaduk padi otomatis umumnya memanfaatkan konsep *Internet of Things* (IoT). Melalui teknologi ini, sistem dapat dihubungkan ke jaringan internet sehingga dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh menggunakan perangkat seperti smartphone. (Sari et al. 2024). Dengan adanya kendali jarak jauh, pengguna dapat mengaktifkan atau

menonaktifkan sistem pengaduk, memantau kondisi pengeringan, serta melakukan pengaturan tanpa harus berada langsung di lokasi alat. Hal ini memberikan kemudahan dan efisiensi, terutama bagi pengguna yang memiliki keterbatasan waktu atau lokasi pengeringan yang berjauhan. (Budiyanto & Prasetyo, 2023).



Gambar 2. 3 Konsep IoT

Sumber : https://upttik.undiksha.ac.id/internet-of-things/

2.6 Mikrokontroller ESP32

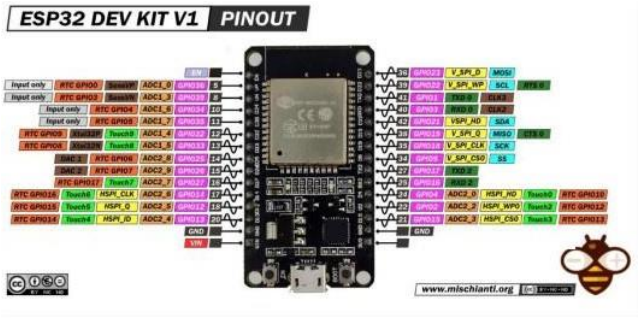
ESP32 merupakan salah satu jenis mikrokontroler generasi modern yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*, dilengkapi dengan kemampuan komunikasi nirkabel melalui Wi-Fi 802.11 b/g/n serta Bluetooth v4.2 BLE (*Bluetooth Low Energy*). Kombinasi kedua fitur komunikasi ini menjadikan ESP32 sebagai 12 platform yang sangat ideal untuk penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT), termasuk dalam pengembangan sistem pemantauan suhu dan kelembapan pada proses pengeringan padi di sektor pertanian. Mikrokontroler ini tidak hanya menawarkan kinerja pemprosesan yang tinggi dan efisiensi daya yang baik, tetapi juga memiliki fleksibilitas tinggi dalam integrasi berbagai sensor dan aktuator, sehingga mampu mendukung implementasi sistem pemantauan yang akurat, stabil, dan hemat energi (Suryawanshi et al., 2022).

Menurut Wagyana (2021), ESP32 adalah mikrokontroler SoC (*System on*

Chip) yang terintegrasi dengan prosesor dual-core Xtensa LX6 32-bit, memori SRAM hingga 520 KB, dan mendukung frekuensi hingga 240 MHz. Dengan tersedianya 30 hingga 36 pin GPIO (*General Purpose Input Output*), pengguna dapat dengan mudah menghubungkan berbagai sensor dan perangkat tambahan. ESP32 juga memiliki fitur tambahan seperti ADC (*Analog to Digital Converter*), DAC (*Digital to Analog Converter*), SPI, I2C, PWM, dan UART yang sangat diperlukan dalam aplikasi kontrol dan pemantauan.

Board ESP32 tersedia dalam berbagai varian, tetapi versi dengan 30 GPIO sering dipilih karena memiliki dua pin GND, yang memfasilitasi koneksi ground untuk sensor dan modul tambahan. Selain itu, setiap pin diberi label di bagian atas papan, sehingga memudahkan identifikasi selama pengembangan sistem. ESP32 juga dilengkapi antarmuka USB ke UART, yang memungkinkan pemrograman mudah menggunakan perangkat lunak seperti Arduino IDE atau PlatformIO (Nugroho & Saputra, 2023).

Dalam sistem pengaduk padi otomatis, ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali yang menerima data dari sensor suhu dan kelembaban, mengatur kerja motor pengaduk, serta mengirimkan informasi kondisi sistem kepada pengguna melalui jaringan internet. Dengan adanya koneksi WiFi, sistem dapat dikendalikan maupun dipantau dari jarak jauh menggunakan perangkat seperti smartphone atau komputer, sehingga proses pengeringan gabah dapat diawasi secara lebih efektif. (Dandy dkk - etal. 2026).

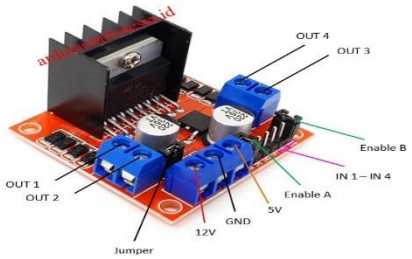


Gambar 2. 4 ESP32 & Pinout

Sumber : https://student-activity.binus.ac.id/himtek/2022/07/27/esp32/

2.7 Motor Driver (L298N)

Motor driver L298N Driver motor L928N merupakan suatu perangkat elektronik yang digunakan untuk mengontrol motorDC.L982N adalah driver motor H-bridge yang dilengkapi dengan dua *channel*, menggunakan empat ICBTS7960dimana setiap IC telah menyatukan 1 MOSFET-P dan 1 MOSFET-N. Sesuai dengan informasi pada datasheet L928N,frekuensi gelombang PWM diperoleh dengan mempertimbangkan waktu *rise time atau fall time* dari L9289Nsaatmelakukan *switching*. Durasi *rise time atau fall time* dapat diatur dengan memasang resistor yang memiliki nilairesistansi sesuai dengan petunjuk *datasheet*, terhubung pada pin SR (*slew rate*) yang terhubung dengan *ground*. Penyetelan SR (*slew rate)* berfungsi untuk mengoptimalkan disipasi daya MOSFET ketika MOSFET melakukan switching.



Gambar 2. 5 Motor Driver (L298N)

Sumber : https://images.app.goo.gl/https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/driver-motor-l298n.html

Motor DC *High Current* pada *driver* motor DC ini dapat mengeluarkan arus hingga 43A dengan rangkaian *H-Bridge* sebagai pengendali arah putar motor DC. Motor Driver L298N merupakan modul driver motor yang bekerja menggunakan prinsip H-Bridge (jembatan-H), sehingga mampu mengendalikan arah putaran motor DC. Modul ini dapat mengontrol dua buah motor DC secara bersamaan. Pengaturan arah putaran motor dilakukan melalui kombinasi logika pada pin Enable, Input 1, Input 2, Input 3, dan Input 4. Selain mengatur arah putaran, pin Enable juga dapat digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan motor. Pada penelitian yang dilakukan oleh Amin, Ananda, dan Eska (2019), driver Mini Victor L298N digunakan sebagai pengendali motor DC pada mobil robot yang dikendalikan menggunakan Arduino Nano dan perintah dari Android. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul L298N mampu mengendalikan arah putaran motor sesuai dengan perintah yang diberikan sehingga sistem mobil robot dapat beroperasi dengan baik (Amin et al., 2019).

Fungsi utama dari MOSFET adalah sebagai saklar elektronik yang cepat dan efisien, sehingga modul dapat menghasilkan tegangan keluaran yang bersih dan stabil kepada motor. Beberapa fitur proteksi bawaan seperti proteksi *overcurrent* (arus berlebih), *overtemperature* (suhu berlebih), serta *undervoltage lockout* (penguncian saat tegangan rendah) membantu menjaga komponen tetap aman saat digunakan dalam kondisi beban tinggi. (Adham et al., 2026).

2.8 **Relay**

Relay elektromagnetik merupakan perangkat saklar listrik yang

bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik. Komponen ini memungkinkan suatu rangkaian listrik dengan daya kecil untuk mengendalikan rangkaian lain yang memiliki tegangan atau arus lebih besar. Dengan fungsi tersebut, relay sering digunakan sebagai penghubung antara sistem kendali dan beban daya tinggi dalam sistem otomasi.

Pada dasarnya, relay terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu kumparan (coil), inti besi, kontak saklar, dan pegas. Ketika kumparan relay dialiri arus listrik, medan magnet akan terbentuk di sekitar inti besi. Medan magnet ini menarik kontak saklar sehingga terjadi perubahan kondisi dari terbuka menjadi tertutup, atau sebaliknya. Saat arus pada kumparan dihentikan, medan magnet akan menghilang dan kontak kembali ke posisi semula dengan bantuan pegas.

Relay dengan tipe SPDT (*Single Pole Double Throw*) memiliki satu terminal input dan dua terminal output. Kontak ini memungkinkan satu jalur listrik dialihkan ke dua kondisi berbeda, yaitu kondisi *Normally Open* (NO) dan *Normally Closed* (NC). Dalam keadaan normal (tanpa arus pada coil), kontak berada pada posisi NC. Ketika relay diaktifkan, kontak berpindah ke posisi NO.

Konfigurasi SPDT memberikan fleksibilitas lebih dibandingkan relay tipe SPST, karena memungkinkan pengguna memilih kondisi rangkaian saat relay aktif maupun tidak aktif. Hal ini sangat berguna dalam sistem otomasi yang memerlukan pengamanan atau logika kendali tertentu.



Gambar 2. 6 Relay Tipe SRD-05VDC-SL-C

Sumber : https://share.google/seXWP6ZfCt5TzFJZj

Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut :

Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak saklar. Saklar yang digerakkan secara mekanis oleh daya atau energi listrik. Sebagai komponen elektronika, relay mempunyai peran penting dalam sebuah sistem rangkaian elektronika dan rangkaian listrik untuk menggerakan sebuah perangkat yang memerlukan arus besar tanpa terhubung langsung dengan perangakat pengendali yang mempunyai arus kecil. Dengan demikian relay dapat berfungsi sebagai pengaman (Fitri, Ferdian, and Suwandi 2023).

2.9 Sensor Suhu dan Kelembaban DHT22

Untuk mendukung kinerja sistem pengaduk padi otomatis, digunakan sensor suhu DHT22 sebagai alat pemantau kondisi lingkungan. Sensor suhu dan kelembaban berfungsi untuk mengetahui kondisi udara di sekitar gabah selama proses pengeringan. Data dari sensor ini dapat digunakan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan, misalnya menentukan waktu pengadukan atau menghentikan proses ketika kondisi tertentu telah tercapai. Pemanfaatan sensor dalam sistem otomatis membantu meningkatkan akurasi dan efektivitas proses pengeringan, karena sistem tidak hanya bekerja berdasarkan waktu, tetapi juga mempertimbangkan kondisi lingkungan secara nyata. (Rahman et al., 2022).

DHT22 bekerja dengan dua elemen utama, yaitu sensor kelembaban berbasis kapasitor polimer dan sensor suhu tipe thermistor. Elemen kelembaban

mendeteksi perubahan kandungan uap air di udara melalui perubahan nilai kapasitansi material sensitif terhadap kelembaban. Perubahan kapasitansi tersebut kemudian diproses oleh rangkaian internal sensor menjadi data digital yang merepresentasikan nilai kelembaban relatif udara. (Alfarizi & Basri, 2026)

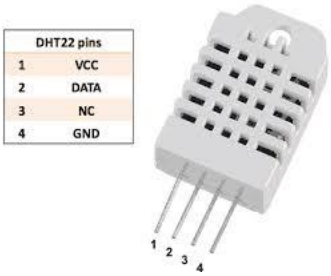
Sementara itu, pengukuran suhu dilakukan menggunakan komponen thermistor yang nilai resistansinya berubah sesuai perubahan temperatur lingkungan. Nilai resistansi ini dikonversi oleh sistem internal sensor menjadi data suhu yang dapat dibaca oleh mikrokontroler dalam bentuk sinyal digital.

Salah satu keunggulan utama DHT22 adalah kemampuannya mengirimkan data secara langsung dalam format digital melalui satu jalur komunikasi data, sehingga tidak memerlukan rangkaian konversi analog ke digital tambahan. Hal ini membuat integrasi sensor dengan mikrokontroler seperti Arduino, ESP32, maupun sistem kendali berbasis IoT menjadi lebih sederhana dan efisien.

Dalam aplikasi pengeringan gabah, sensor DHT22 berperan penting untuk memantau kondisi suhu dan kelembaban lingkungan selama proses pengeringan berlangsung. Informasi tersebut dapat digunakan oleh sistem kontrol untuk menentukan kapan proses pengadukan perlu dilakukan atau kapan sistem pengeringan harus dihentikan agar kualitas gabah tetap terjaga. Dengan pemantauan yang kontinu, sistem pengeringan dapat bekerja lebih efisien dan mengurangi risiko kerusakan gabah akibat kondisi suhu atau kelembaban yang tidak sesuai.

Sensor ini umumnya memiliki rentang pengukuran suhu sekitar −40°C hingga 80°C dengan tingkat akurasi yang relatif tinggi, sedangkan pengukuran kelembaban dapat dilakukan pada rentang 0–100% RH. Dengan karakteristik

tersebut, DHT22 cukup andal digunakan pada sistem pertanian otomatis yang membutuhkan pemantauan lingkungan secara real-time. (Kurniawan, I., Putra, I. N. S., & Mahendra, G. S. 2021).



Gambar 2. 7 DHT22

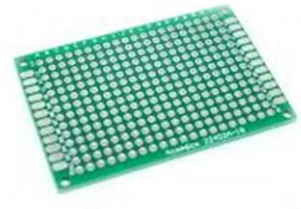
Sumber : https://www-instructables-com.translate.goog/How-to-use-DHT-22-sensor-Arduino-Tutorial/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=imgs

2.10 PCB Lubang

Printed Circuit Board (PCB), atau yang dikenal juga sebagai papan rangkaian tercetak, merupakan fondasi penting dalam perakitan perangkat elektronika modern. (Sugianto 2007:5) mendefinisikan PCB sebagai papan rangkaian yang berfungsi sebagai wadah untuk menghubungkan jalur konduktor dan menyusun tata letak komponen-komponen elektronika. Lebih lanjut, jalur konduktor pada PCB merupakan sistem pengkabelan yang terintegrasi, yang dirancang untuk menghubungkan berbagai komponen elektronika, memungkinkan transfer data dan energi listrik yang efisien di antara mereka. Jalur-jalur ini biasanya terbuat dari lapisan tipis tembaga yang terukir di atas substrat isolator.

Tata letak komponen dan desain jalur konduktor pada PCB merupakan aspek krusial dalam desain elektronika. Keduanya bekerja bersama-sama untuk membentuk sistem yang dikenal sebagai layout PCB. Layout yang baik akan memastikan koneksi yang tepat antar komponen, meminimalkan interferensi elektromagnetik, dan memfasilitasi disipasi panas yang efektif. Proses desain

layout PCB melibatkan pertimbangan yang cermat terhadap berbagai faktor, termasuk jenis komponen yang digunakan, kebutuhan daya, frekuensi operasi, dan batasan ukuran. Dengan demikian, PCB bukan hanya sekadar papan tempat menempelkan komponen, tetapi juga merupakan bagian integral dari desain rangkaian yang mempengaruhi kinerja, keandalan, dan kemudahan produksi perangkat elektronika (Fitri, Ferdian, and Suwandi 2023).



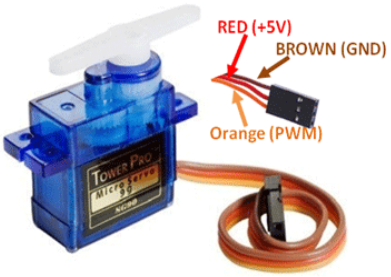
Gambar 2. 8 Power Supply 12V / 24V

Sumber : https://share.google/pemgTDfQg6WS2prNF

2.11 Servo Mikro SG90

Motor Servo SG90 adalah jenis Motor servo yang paling sering digunakan untuk proyek-proyek sederhana menggunakan Arduino. Motor servo ini memiliki 3 kaki yang terdiri dari Ground, Vcc dan Sg (PWM), bekerja pada tegangan 4.8 – 6 volt. Motor servo biasanya digunakan dimana sesuatu yang dibutuhkan pindah ke posisi tertentu dan kemudian berhenti dan bertahan pada posisi tersbut. Motor servo dapat diperintahkan untuk memutar dengan sudut tertentu dan selanjutnya kemudi akan tetap bertahan posisi tersebut. Motor servo menggunakan mekanisme umpan balik, sehingga dapat merasakan kesalahan dalam posisinya. Ketika Motor servo berada dan terkunci pada posisi 30 derajat dan kemudian dicoba untuk memutar dengan tangan, maka servo akan berusaha keras sebaik mungkin untuk mengatasi gaya dan menjaga servo terkunci pada sudut yang ditentukan. Tampilan Motor Servo SG90

Input Motor servo ke kontrolnya bisa berupa sinyal analog dan juga sinyal digital. Motor servo digunakan sebagai aktuator yang membutuhkan posisi putaran motor yang presisi, sedangkan sudut dari sumbu Motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor (Salim et al., 2020).



Gambar 2. 9 Servo SG90

Sumber : *https://www.edukasielektronika.com/2020/12/motor-servo-sg90.html*

2.12 Motor DC 12Volt

Motor DC merupakan mesin listrik berputar yang paling serbaguna dan banyak digunakan. Kecepatannya dapat dikontrol dengan mudah atau disesuaikan dalam peningkatan yang sangat halus mulai dari nilai awal hingga kecepatan terukur yang dirancang untuk motor tersebut. Jika kecepatannya tidak dikontrol dengan benar, kecepatannya dapat mencapai cukup tinggi hingga menyebabkan kerusakan pada motor. Sementara itu, kontrol kecepatan motor DC dicapai dengan memvariasikan fluks (□) atau resistansi jangkar Ra. Namun, jika Ra dinaikkan, arus medan If akan berkurang .(Fanny Yuliansyah & Tuti Susilawati, 2021).

Secara prinsip, motor DC bekerja dengan mengubah energi listrik menjadi energi mekanik melalui interaksi antara medan magnet stator dan arus listrik pada kumparan rotor. Ketika arus mengalir, rotor akan berputar dan menghasilkan

gerakan mekanis. Namun, motor DC standar biasanya menghasilkan putaran tinggi dengan torsi relatif kecil. Oleh karena itu, gearbox digunakan untuk menurunkan kecepatan putar sekaligus meningkatkan torsi output.



Gambar 2. 10 Motor DC

Sumber : *https://www.hsiangneng.com/id/product/micro-dc-motors_HN210.html*

2.13 Kabel Jumper

Kabel *jumper* adalah kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujung ya dan memunginkan untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan *arduinno*. Dan inti kegunaan kabel *jumper* ini adalah sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik. Dalam penelitian ini kabel *jumper* di gunakan untuk menghubungkan beberapa alat *Arduino* seperti *Arduino Uno* ke *NodeMcu* dan menghubungkan ke *Relay*. Kabel jumper dapat dilihat pada gambar dibawah ini (Khairunsyah et al., 2021).



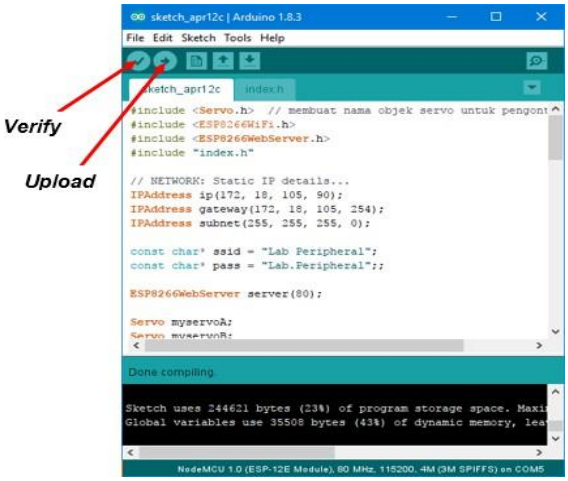
Gambar 2. 11 Kabel Jumper

Sumber : *https://www.arduinoindonesia.id/2022/11/pengertian-jenis-dan-cara-kerja-kabel-jumper-arduino.html*

2.14 Arduino IDE

IDE merupakan kependekan dari *Integrated Developtment Enviroenment*. IDE merupakan program yang digunakan untuk membuat program pada Arduino Uno. Program yang ditulis dengan menggunaan *Software Arduino* (IDE) disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi.ino. Pada *Software Arduino* IDE, terdapat semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan *upload program*. Di bagian bawah paling kanan *Sotware Arduino* IDE, menunjukan board yang terkonfigurasi beserta COM *Ports* yang digunakan (Hidayat et al., 2021).

1. *Verify/Compile*, berfungsi untuk mengecek apakah sketch yang dibuat ada kekeliruan dari segi sintaks atau tidak. Jika tidak ada kesalahan, maka sintaks yang dibuat akan dicompile kedalam bahasa mesin.
2. *Upload*, berfungsi mengirimkan program yang sudah dikompilasi ke *Arduino Board*.



Gambar 2. 12 Arduino IDE

Sumber : *https://repo.darmajaya.ac.id/14610/11/daftar%20tabel.pdf*

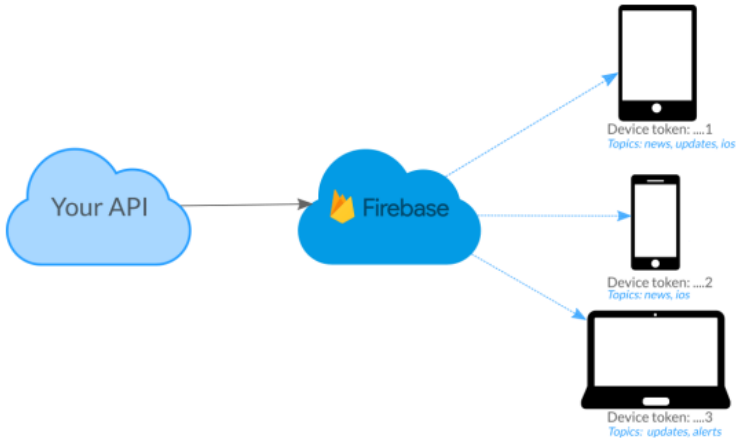
2.17 Firebase

Firebase adalah suatu layanan dari Google yang digunakan untuk mempermudah para pengembang aplikasi dalam mengembangkan aplikasi. Dengan adanya *Firebase,* pengembang aplikasi bisa fokus mengembangkan aplikasi tanpa harus memberikan usaha yang besar. Fitur-fitur *firebase* yang digunakan dalam pembuatan aplikasi chatting:

1. *Firebase Authentication* Sebagian besar aplikasi perlu mengetahui identitas user. Dengan mengetahui identitas user, aplikasi dapat menyimpan data user secara aman di cloud dan memberikan pengalaman personal yang sama di setiap perangkat user. 16 *Firebase Authentication* menyediakan layanan backend, SDK yang mudah digunakan, dan library UI yang siap pakai untuk mengautentikasi user ke aplikasi. *Firebase Authentication* mendukung autentikasi menggunakan sandi, nomor telepon, penyedia identitas gabungan yang populer, seperti *Google, Facebook, dan Twitter,* dan lain-lain.
2. *Firebase Realtime Database* adalah database yang di-host di *cloud*. Data disimpan sebagai JSON dan disinkronkan secara realtime ke setiap klien yang terhubung. Ketika kita membuat aplikasi lintas-platform dengan SDK Android, iOS, dan JavaScript, semua klien akan berbagi sebuah *instance realtime database* dan menerima update data terbaru secara otomatis.
3. *Firebase Cloud Storage* untuk *Firebase* adalah layanan penyimpanan objek yang andal, sederhana, dan hemat biaya yang dibuat untuk skala *Google*. Firebase SDK untuk cloud storage menambahkan keamanan *Google* pada upload dan download file untuk aplikasi *Firebase*, bagaimanapun kualitas

jaringannya. Kita dapat menggunakan SDK untuk menyimpan gambar, audio, video, atau konten buatan user lainnya. Di server, kita dapat menggunakan *Google cloud storage* untuk mengakses file yang sama.

4. *Firebase Cloud Functions* Dengan *Cloud Functions* untuk *Firebase*, kita dapat menjalankan kode backend secara otomatis sebagai respons terhadap peristiwa yang dipicu oleh fitur irebase dan permintaan HTTPS. Kode Anda disimpan di *cloud Google* dan dijalankan di lingkungan yang terkelola. Anda tidak perlu mengelola atau menyesuaikan skala server sendiri.



Gambar 2. 13 Firebase

Sumber **:** ***https://www.pngwing.com/en/free-png-skmaq***

2.18 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang sistem pengaduk padi otomatis menggunakan teknologi iot terintegrasi aplikasi android pada sistem pengaduk padi otomatis sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Beberapa ringakasan *Studi Literatur* digunakan untuk mengetahui sejauh mana penelitian tersebut sudah dilakukan.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul dan Peneliti	Pembahasan	Metode	Kelebihan	Kekurangan
1	Pengering Gabah Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Mencapai Kadar Air Standar I Nyoman Himanikang Parwata (2025)	Penelitian ini bertujuan mengatasi ketergantungan pada cuaca dengan merancang alat pengering gabah otomatis berbasis IoT. Alat ini dirancang untuk mengontrol suhu dan kelembapan secara otomatis serta dapat dipantau dari jarak jauh melalui aplikasi.	Pengumpulan data dan observasi	Menghasilkan prototipe pengering otomatis yang tidak bergantung pada kondisi cuaca.	Kapasitas prototipe masih terbatas (sekitar 5 kg), sehingga belum memadai untuk penggunaan skala besar atau komersial.
2	Implementasi Smart System Pada Sistem Kontrol Pengering Padi Nasril Ahmad (2022)	Penelitian ini mengembangkan sistem pengering gabah berbasis smart system untuk mengatasi kendala pengeringan tradisional yang mengandalkan sinar matahari. Metode konvensional sering terkendala saat musim hujan, yang menyebabkan waktu pengeringan lebih lama dan berpotensi menurunkan kualitas gabah.	-	Penggunaan kontrol otomatis membuat proses pengeringan menjadi lebih praktis dan efisien.	Sistem masih bergantung pada metode konvensional yang rentan terhadap hambatan cuaca, terutama saat musim hujan.
3	Sistem Kendali Suhu Oven Pengering Gabah Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Internet of Things M. Rizal, Peni Handayani, & Indra Chandra Joseph	Penelitian ini membahas pengembangan oven pengering gabah otomatis bertenaga listrik. Oven dilengkapi dengan sistem kendali suhu berbasis	Fuzzy Logic tipe Mamdani	Suhu oven dapat dikontrol secara otomatis dan presisi menggunakan logika fuzzy, serta dapat	Konsumsi listrik tergolong tinggi, sehingga kurang efisien jika diaplikasikan dalam skala

	Riadi (2022)	logika fuzzy tipe Mamdani dan dapat dipantau melalui smartphone.		dipantau dari jarak jauh.	besar.
4	Kajian Pengering Gabah dengan Wadah Pengering Berbentuk Silinder dan Mekanisme Pengaduk Nusyirwan (2021)	Penelitian ini merancang alat pengering tipe drum dryer berbentuk silinder dengan mekanisme pengaduk putar. Tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi dan keseragaman pengeringan dengan memastikan gabah terus bergerak dan terpapar udara panas secara merata.	Pengumpulan data dan observasi	Menghasilkan peningkatan pada waktu pengeringan, laju pengeringan, dan efisiensi sistem secara keseluruhan.	Sistem yang dirancun belum dilengkapi dengan kendali jarak jauh atau integrasi IoT.
5	Optimasi Proses Pengeringan Gabah Melalui Sistem Kontrol Suhu dan Berat Otomatis Elshin Norivan Fitahuddin (2025)	Penelitian ini mengembangkan alat pengering otomatis yang mampu mengontrol suhu ruang dan memonitor berat gabah selama proses pengeringan. Hal ini untuk mengatasi risiko kerusakan akibat cuaca tidak menentu pada metode pengeringan tradisional yang memakan waktu lama.	Research and Development (R&D)	Sistem bekerja otomatis berdasarkan pembacaan suhu dan berat gabah dengan akurasi sensor tinggi, sehingga kontrol sistem menjadi lebih stabil.	Konsumsi listrik alat masih cukup besar, sehingga kurang ekonomis untuk petani skala kecil.

Berdasarkan rangkuman penelitian terdahulu pada Tabel 2.1, terlihat bahwa penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada sistem pengaduk padi otomatis telah terbukti efektif dalam membantu meningkatkan kepatuhan petani dalam mengonsumsi padi atau gabah secara efisien. Beberapa penelitian

menunjukkan bahwa integrasi perangkat pintar dengan aplikasi Android mampu memberikan pengingat otomatis melalui notifikasi, serta monitoring pada saat pengeringan dengan hasil pengujian yang baik, bahkan memperoleh tingkat fungsionalitas sistem pengering. Pengeringan gabah sebanyak 8 kg dapat dicapai dalam waktu sekitar 30 menit hingga kadar air mencapai standar 14%. (Nusyirwan 2021.). Namun, sebagian penelitian masih memiliki keterbatasan dari sisi implementasi jaringan, seperti penggunaan *localhost* yang membuat sistem kurang fleksibel untuk monitoring jarak jauh.

Di sisi lain, penelitian yang menilai aspek *usability* pada sistem pengaduk padi otomatis untuk lansia menunjukkan bahwa sistem dapat diterima dengan baik oleh pengguna, ditandai dengan menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja stabil dengan tingkat kesalahan sensor suhu rata-rata hanya 0,98% dan sensor berat 0,52%. Proses pengeringan menggunakan alat hanya membutuhkan waktu sekitar 4 jam, jauh lebih cepat dibanding metode manual yang membutuhkan waktu 7 jam saat cuaca panas, 14 jam saat mendung, dan 21 jam saat hujan. (Elshin Norivan Fitahuddin 2025). Meskipun demikian, masih ditemukan kendala berupa desain yang belum compact sehingga kurang praktis, serta pengguna yang masih membutuhkan bantuan dalam tahap awal penggunaan aplikasi sebelum terbiasa.

Sementara itu, pendekatan pengembangan sistem menggunakan metode *Waterfal* maupun *Lean Startup* telah diterapkan untuk membangun aplikasi monitoring dan perangkat berbasis IoT (Pasanjaya, 2025; Zahra, 2025). Akan tetapi, beberapa fitur pendukung pada aplikasi masih dapat ditingkatkan, seperti kemudahan login yang lebih praktis dan pengembangan sistem yang lebih adaptif terhadap kebutuhan pengguna.

Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk mengisi celah (gap) tersebut dengan sistem pengering gabah, telah banyak dikembangkan alat pengering otomatis yang memanfaatkan kontrol suhu, kelembapan, serta teknologi Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan efisiensi proses pengeringan. Beberapa penelitian juga telah menerapkan mekanisme pengadukan untuk membantu pemerataan pengeringan gabah.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

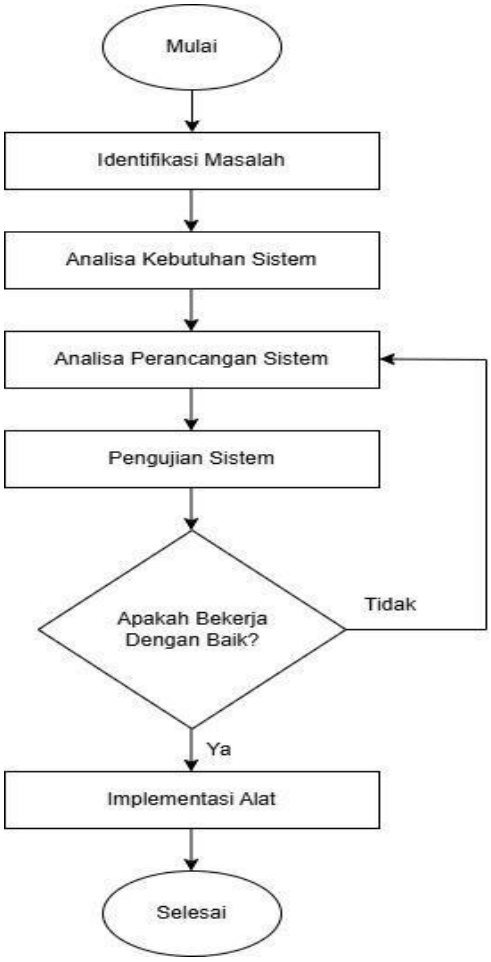
Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D). Tahap awal dimulai dengan identifikasi permasalahan terkait rendahnya efisiensi proses pengeringan gabah serta kebutuhan akan sistem pengaduk yang dapat dikendalikan secara jarak jauh. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data dan studi literatur dari berbagai jurnal serta referensi yang berkaitan dengan teknologi pengeringan gabah, sistem kendali otomatis, dan penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam bidang pertanian.

Tahap berikutnya adalah perancangan sistem yang meliputi integrasi sensor suhu dan kelembaban untuk memantau kondisi lingkungan pengeringan, serta penggunaan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali sistem. Mikrokontroler dihubungkan dengan motor pengaduk sebagai aktuator dan dikoneksikan ke platform monitoring berbasis internet sehingga memungkinkan pengendalian dan pemantauan dilakukan secara jarak jauh.

Setelah proses perakitan perangkat selesai, dilakukan pengujian dan evaluasi untuk mengukur tingkat akurasi pembacaan sensor, kestabilan sistem kendali, serta efektivitas pengadukan dalam meningkatkan efisiensi pengeringan gabah. Dengan metode tersebut, hasil akhir penelitian tidak hanya berupa laporan ilmiah, tetapi juga menghasilkan prototipe sistem pengaduk padi otomatis yang siap digunakan dan diuji pada kondisi nyata di lapangan.

Pada bab ini akan menjelaskan Langkah-langkah penelitian yang akan

dilaksanakan dalam pengembangan *sistem* pengaduk padi otomatis menggunakan teknologi iot terintegrasi aplikasi android, Alur pada penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

3.2 Tempat Dan Jadwal Penelitian

Menjelaskan lokasi pelaksanaan penelitian serta periode waktu yang dibutuhkan dalam proses penelitian. Tempat penelitian merujuk pada lokasi dimana data dikumpulkan dan eksperimen dilakukan, sedangkan waktu penelitian mencakup rentang periode pelaksanaan seluruh tahapan penelitian mulai dari persiapan, pengumpulan data, analisis, hingga penyusunan laporan.

3.2.1 Tempat Penelitian

Adapun tempat penelitian dilaksanakan di salah satu tempat untuk pengeringan gabah Jalan Batang Kuis. Lokasi ini dipilih karena memiliki kondisi nyata yang relevan dengan fokus penelitian, yaitu pada proses pengeringan yang digunakan untuk kebutuhan petani.

3.2.2 Jadwal Penelitian

Jadwal penelitian dibuat untuk mempermudah dalam pengerjaan alat dan proposal, selain itu bertujuan sebagai alur atau panduan agar proses kegiatan yang dilaksnakan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Adapun jadwal kegiatan akan dilaksanakan seperti pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Waktu				
		1	2	3	4	5
1	Penulisan proposal					
2	Seminar dan bimbingan proposal					
3	Penelitian dan tindakan					
4	Analisis dan bimbingan hasil penelitian					
5	Ujian skripsi					

3.3 Indentifikasi Masalah

Langkah pertama dalam penelitian adalah mengidentifikasi permasalahan yang akan diteliti. Di fase ini, seorang peneliti bisa melakukan pengamatan secara langsung, memeriksa berbagai sumber literatur, atau melakukan survei awal. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang isu yang akan diteliti, sehingga peneliti dapat melanjutkan ke langkah berikutnya dengan

informasi yang cukup.

3.4 Analisa Kebutuhan Sistem

Analisa kebutuhan sistem meliputi dari alat, bahan, dan perangkat lunak (software) yang diperlukan untuk membuat "Sistem Pengaduk Padi Otomatis untuk meningkatkan efisensi pengeringan gabah dengan kendali jarak jauh*"*.

3.4.1 Alat

Sebelum membuat "sistem pengaduk padi menggunakan teknologi iot terintegrasi aplikasi android". ada beberapa peralatan yang harus disiapkan. Daftar peralatan yang digunakan dalam penelitian ini akan dituliskan pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Alat Yang Dibutuhkan

No	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi	Jumlah
1	Komputer/ laptop	Window 7-10 32/64bit	Untuk membuat sebuah aplikasi yang akan dipakai diperangkat keras dan perangkat lunak.	1 unit
2	Multitester	Analog/Digital	Digunakan untuk mengukur tegangan (ACV-DCV), dan kuat arus.	1 buah
3	Obeng	Obeng (+) dan (-)	Untuk merangkai alat.	1 buah
4	Solder	-	Untuk menempelkan timah ke komponen.	1 buah
5	Bor pcb	-	Untuk membuat lobang baut atau komponen.	1 buah
6	Tang Potong	-	Untuk memotong kabel dan kaki komponen.	1 buah

3.4.2 Bahan

Sebelum membuat "sistem pengaduk padi otomatis menggunakan teknologi iot terintegrasi aplikasi android". ada beberapa bahan yang harus

disiapkan. Berikut daftar bahan yang digunakan dalam penelitian ini akan dituliskan pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Bahan Yang Digunakan

No	Nama Bahan	Sepesifikasi	Fungsi	Jumlah
1	Mikrokontroler	ESP32	Sebagai proses perintah yang akan di jalankan.	1 Unit
2	*Arduino Nano*		Digunakan sebagai untuk membaca sinyal analog yang kemudian diubah ke bentuk sinyal digital.	1 Unit
3	*Motor Driver*		Berfungsi Mengendalikan motor pengaduk.	1 Unit
4	*Relay*	SRD-05VDC-SL-C	Digunakan untuk mengontrol heater dan kipas.	1 Buah
5	*Sensor Suhu dan Kelembapan*	DHT22	Digunakan untuk membaca suhu dan kelembaban.	1 Buah
6	*Power Suply*	Switching Power Supply (SMPS) 12V / 24V	Digunakan sebagai penghantar arus listrik	1 Unit
7	*Servo Mikro*	SG90	Digunakan untuk memutar dengan sudut tertentu	2 buah
9	*Motor Dc*	-	Berfungsi memutar mekanisme pengaduk..	1 Buah

3.4.3 Perangkat Lunak (Software)

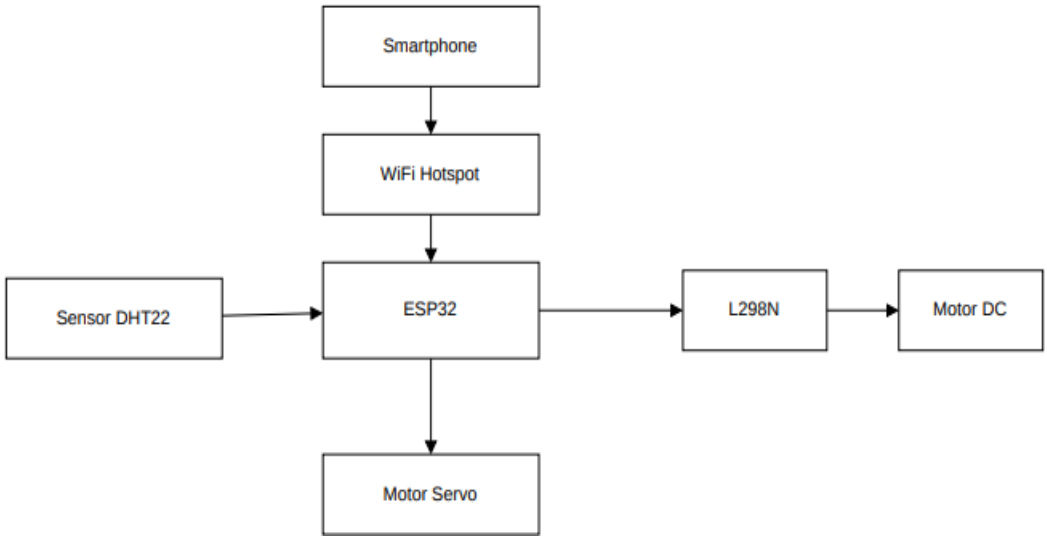
Sebelum membuat “Sistem pengaduk padi otomatis menggunakan teknologi iot terintegrasi aplikasi android”. ada beberapa perangkat lunak (*software*) yang harus disiapkan. Berikut daftar bahan yang digunakan dalam penelitian ini akan dituliskan pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Dafrtar Software Yang Digunakan

No	Nama	Spesifikasi	Fungsi
1	Arduino IDE	Arduino 1.6.3	Membuat program yang akan di download perangkat Arduino
2	Fritzing	Beta	Merancang rangkaian yang akan digunakan untuk membuat alat
3	Aplikasi		Digunakan sebagai tampilan dari hasil pembacaan sensor

3.5 Analisa Perancangan Sistem

Perancangan sistem adalah proses yang bertujuan untuk mempermudah pembuatan alat. Konsep dari Sistem pengaduk padi otomatis menggunakan teknologi iot terintegrasi aplikasi android, ditampilkan dalam bentuk diagram blok yang terlihat pada gambar 3. 2.



Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem

Proses sistem dimulai pada tahap mulai, kemudian sistem melakukan inisialisasi perangkat, meliputi aktivasi mikrokontroler ESP32, sensor suhu dan kelembaban DHT22, motor pengaduk, serta koneksi *Internet of Things* (IoT) untuk pengiriman data ke server atau aplikasi monitoring.

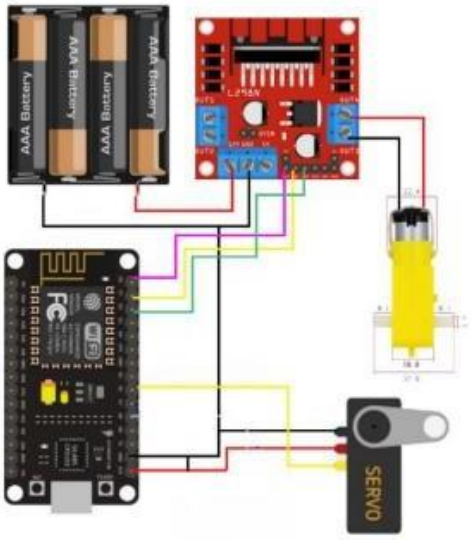
Setelah proses pengendalian suhu dan pengadukan dilakukan, data kondisi sistem kemudian dikirim ke server IoT atau aplikasi *monitoring smartphone*, sehingga pengguna dapat memantau kondisi alat secara jarak jauh.

Selanjutnya sistem akan memeriksa apakah proses pengeringan telah selesai atau belum. Jika proses belum selesai, maka sistem akan kembali membaca sensor untuk melanjutkan siklus pengeringan. Namun apabila gabah telah mencapai kondisi kering yang diinginkan, maka proses akan dihentikan dan sistem masuk ke kondisi selesai.

3.6 Perancangan Perangkat Keras

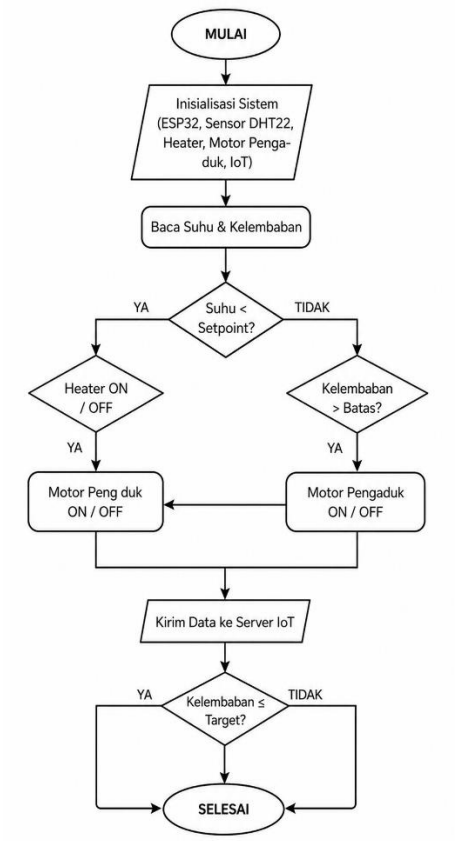
Perancangan menjadi bagian yang sangat penting dilakukan dalam pembuatan suatu alat karena dengan merancang terlebih dahulu dengan komponen yang tepat akan mengurangi berlebihnya pembelian komponen dan kerja alat sesuai dengan yang diinginkan. Untuk menghindari kerusakan komponen perlu dipahami juga akan karakteristik dari komponen-komponen tersebut. Berikut alur sistem parangcangan perangkat keras:

Rangkaian keseluruhan merupakan tahap terakhir dari perancangan yang telah dilakukan. Dalam tahap ini seluruh komponen dipasang sesuai dengan sistem yang telah dibuat, Adapun rangkaian keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3. 3 Contoh Rangkaian Keseluruhan

Perancangan perangkat lunak dibuat dari pembuatan *flowchart* untuk pembsuatan pada *hardware*. Pada gambar 3.4. akan ditampilkan *flowchart* dari program yang akan dibuat dalam penelitian ini.



Gambar 3. 4 Flow Chart Sistem

Flowchart sistem Pengaduk Padi Otomatis ketika sistem diaktifkan. Pada tahap awal, mikrokontroler ESP32 melakukan inisialisasi seluruh perangkat yang terhubung, termasuk sensor suhu dan kelembaban DHT22, motor pengaduk gabah, serta koneksi internet yang digunakan untuk keperluan monitoring jarak jauh. Tahap ini memastikan seluruh komponen siap digunakan sebelum proses pengeringan berlangsung.

Setelah sistem siap, sensor DHT22 mulai membaca kondisi suhu dan kelembaban di dalam ruang pengering. Data yang diperoleh dari sensor tersebut menjadi acuan utama bagi sistem untuk mengatur kondisi pengeringan agar tetap berada pada batas yang aman dan efektif.

Selanjutnya sistem memeriksa apakah suhu di dalam ruang pengering telah melampaui batas maksimum yang ditentukan. Apabila suhu melebihi nilai tersebut, maka pemanas akan dimatikan dan kipas diaktifkan untuk membantu menurunkan suhu ruangan agar tidak merusak kualitas gabah. Namun jika suhu masih berada di bawah batas yang ditentukan, maka pemanas tetap bekerja untuk menjaga proses pengeringan tetap berlangsung.

Tahap berikutnya adalah evaluasi tingkat kelembaban gabah. Jika kelembaban masih tinggi, sistem akan mengaktifkan motor pengaduk sehingga gabah bergerak dan terjadi pemerataan panas selama proses pengeringan. Pergerakan ini penting agar gabah yang berada di bagian bawah dan atas memperoleh panas yang sama. Sebaliknya, apabila kelembaban telah mencapai batas yang diinginkan, motor pengaduk dihentikan karena gabah telah cukup kering.

Setelah proses pengaturan suhu dan pengadukan dilakukan, data kondisi

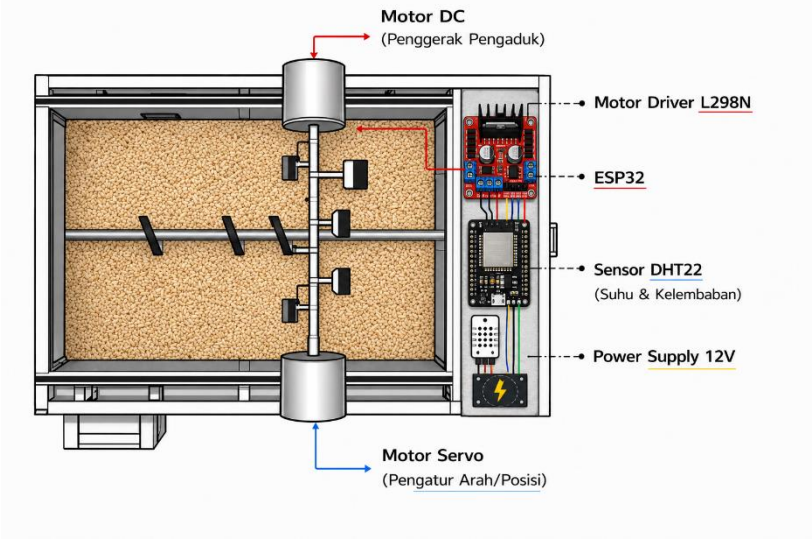
alat kemudian dikirimkan ke server IoT atau aplikasi pemantauan pada smartphone pengguna. Dengan demikian, pengguna dapat memonitor kondisi pengeringan secara jarak jauh tanpa harus berada di lokasi alat.

Secara Keseluruhan, apakah proses pengeringan telah selesai. Jika kadar air gabah masih belum mencapai kondisi yang diinginkan, maka sistem kembali melakukan pembacaan sensor untuk melanjutkan siklus pengeringan. Akan tetapi, apabila gabah telah mencapai kondisi kering yang ditetapkan, maka sistem menghentikan proses dan alat memasuki tahap selesai.

3.7 Perancangan Desain

Tahap rancangan desain merupakan tahapan perwujudan fisik dari sistem pengaduk padi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang telah dirancang melalui alur sistem sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan penataan dan penempatan seluruh komponen perangkat keras, seperti ESP32, sensor suhu, motor driver, motor dc, *relay,* servo, serta modul pendukung lainnya ke dalam box project dan pada papan alas yang telah disiapkan.

Penempatan komponen dirancang agar aman, rapi, dan mudah dalam proses pengujian serta perawatan. Selain itu, desain *prototype* juga memperhatikan akses terhadap indikator sistem, seperti konektivitas monitoring melalui aplikasi *mobile,* sehingga kondisi sistem dapat diamati secara langsung maupun jarak jauh. Adapun desain *prototype* dapat dijelaskan pada gambar berikut.



Gambar 3. 5 Desain Prototype

Berdasarkan rancangan prototype yang telah dibuat, sistem pengaduk padi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi, yaitu:

1. Mikrokontroler (ESP32)

   Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pusat pengendali sistem. ESP32 menerima data dari sensor suhu dan kelembaban (DHT22), memproses informasi sesuai dengan logika pemrograman yang telah dirancang, serta mengendalikan motor pengaduk melalui motor driver. Selain itu, ESP32 juga digunakan untuk mengirimkan data kondisi sistem ke pengguna melalui koneksi Wi-Fi sehingga memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh.

2. Sensor Suhu dan Kelembapan (DHT22)

   Sensor DHT22 berfungsi untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara di dalam ruang pengeringan gabah. Data yang diperoleh digunakan sebagai acuan dalam proses pengendalian sistem, seperti menentukan waktu pengadukan atau kondisi penghentian sistem. Sensor ditempatkan pada

bagian dalam ruang pengeringan agar dapat membaca kondisi lingkungan secara akurat.

3. Motor Driver (L298N)

   Motor driver BTS7960 berfungsi sebagai penguat arus dan pengendali motor DC. Karena motor pengaduk membutuhkan arus yang lebih besar daripada yang mampu disuplai langsung oleh ESP32, maka L298N digunakan untuk mengatur arah dan kecepatan putaran motor berdasarkan sinyal PWM dari mikrokontroler.

4. Motor DC dan Poros Pengaduk (AUGER)

   Motor DC berfungsi sebagai penggerak utama sistem pengaduk. Motor ini terhubung dengan poros pengaduk (auger) yang berada di dalam bak penampungan gabah. Ketika motor berputar, poros pengaduk akan membalik dan meratakan gabah sehingga proses pengeringan menjadi lebih merata dan efisien.

5. Motor Servo

   Motor servo berfungsi sebagai aktuator tambahan yang digunakan untuk mengatur posisi atau mekanisme tertentu pada sistem, seperti pengaturan arah aliran gabah atau bukaan penutup. Servo dikendalikan langsung oleh ESP32 berdasarkan program yang telah ditentukan.

6. Power Supply 12V

   Power supply 12V berfungsi sebagai sumber daya utama sistem. Tegangan 12V digunakan untuk menggerakkan motor DC melalui motor driver, sedangkan tegangan diturunkan (menggunakan regulator atau step-down) untuk menyuplai daya ke ESP32 dan sensor.

7. Bak Pengering dan Rangka Prototype

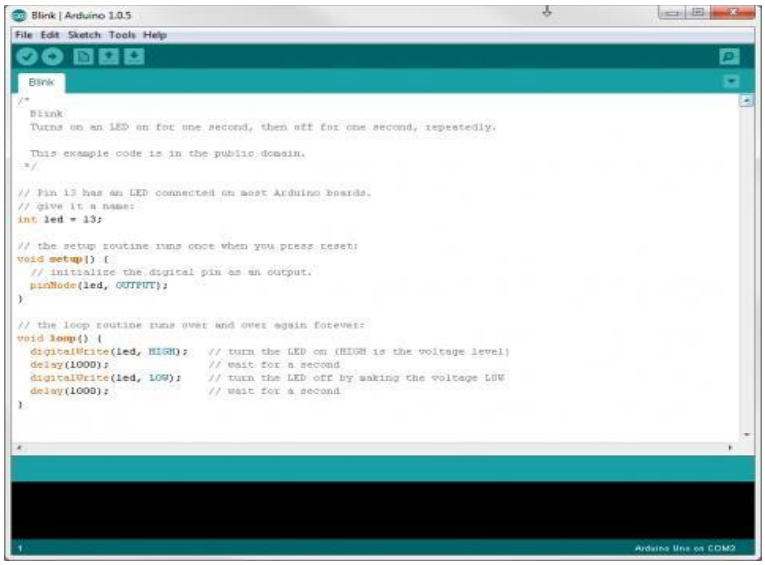
   Bak pengeringan berbentuk persegi panjang berfungsi sebagai wadah penampungan gabah selama proses pengadukan dan pengeringan. Di dalam bak terdapat poros pengaduk yang terhubung dengan motor DC. Rangka prototype dibuat kokoh untuk menopang seluruh komponen mekanik dan elektronik agar tersusun rapi, stabil, dan mudah dalam proses pengujian maupun pemeliharaan.

3.8 Implementasi Perangkat Keras

Realisasi perangkat keras merupakan tahap terakhir dari perancangan yang telah dilakukan. Dalam tahap ini seluruh komponen dipasang sesuai dengan sistem yang telah dibuat.

3.9 Implementasi Perangkat Lunak

Penerapan perangkat lunak merupakan suatu tahap dimana program yang telah dirancang akan disimpan kedalam modul *mikrokontroller* melalui *downloader* dan menggunakan *software* tertentu sesuai dengan bahasa pemograman yang akan digunakan. Disini peneliti menggunakan bahasa C dan menggunakan *software Arduino*. Pada *Software* Arduino program ditulis kemudian di*compile,* tujuanya adalah untuk mengetahui apakah program yang dibuat sudah benar atau belum. Langkah terahir yaitu meng-*upload* program kedalam modul *mikrokontroller*.



Gambar 3. 6 Perangkat Lunak Arduino

3.10 Pengujian Sistem

Setelah perancangan *hardware* dan *software* selesai, maka yang dilakukan adalah *running* program, pengujian tiap-tiap rangkaian apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan atau belum. Pengujian dilakukan pada bagian-bagian seperti pengujian respon, jangkauan sistem dan rangkaian keseluruhan pada sistem ini.

3.10.1 Rancangan Pengujian Sensor DHT22

Pengujian sensor dilakukan untuk memastikan bahwa sensor yang digunakan pada sistem mampu membaca kondisi lingkungan secara akurat sehingga proses pengeringan gabah dapat dikontrol dengan baik. Sensor utama yang diuji pada penelitian ini adalah sensor suhu dan kelembaban DHT22 yang berfungsi memantau kondisi ruang pengering.

3.10.2 Pengujian Motor Pengaduk

Pengujian motor pengaduk dilakukan untuk mengetahui kinerja motor dalam menggerakkan mekanisme pengaduk gabah selama proses pengeringan

berlangsung. Pengujian ini bertujuan memastikan motor mampu bekerja dengan stabil serta memiliki daya yang cukup untuk menggerakkan gabah secara merata di dalam ruang pengering.

3.10.3 Rancangan Pengujian Relay

Pengujian relay dilakukan agar peneliti dapat mengetahui apakah aplikasi yang dibuat sudah dapat menghidupkan dan mematikan buzzer maka perlu dilakukan ujicoba sistem dan akan menguji coba tegangan yang dikeluarkan oleh *relay* saat on dan saat off dalam melakukan ujicoba ini peneliti akan menggunakan *multitester* untuk mengukur tegangan.

3.10.4 Rancangan Pengujian Aplikasi

Pengujian *aplikasi* bertujuan agar mengetahui apakah aplikasi yang telah dibuat dapat dengan baik diproses oleh nodemcu dan memastikan seberapa lama waktu yang dibutuhkan aplikasi dalam menampilkan hasil pembacaan sensor.

3.10.5 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan bertujuan untuk memastikan semua komponen dapat berjalan dengan sempurrna. Mulai dari, sensor *limit switch,* RTC DS3231, aplikasi dan program yang mengatur jalannya sistem keseluruhan. Agar peneliti dapat mengetahui error dan mengembil kesimpulan dari alat yang telah dibuat.

3.11 Analisis Kerja

Untuk analisa kerja, dilakukan bersama pada saat melakukan uji coba alat yang bertujuan untuk mengetahui kerja alat tersebut. Selain itu yang akan dianalisa adalah jarak, respon dalam untuk inputan pada “Sistem Pengaduk Padi

Otomatis Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengeringan Gabah Dengan Kendali Jarak Jauh". Berdasarkan hasil pengujian sistem yang telah di dapat akan dianalisis untuk memastikan bahwa sistem yang telah dibuat sesuai dengan harapan.

BAB IV

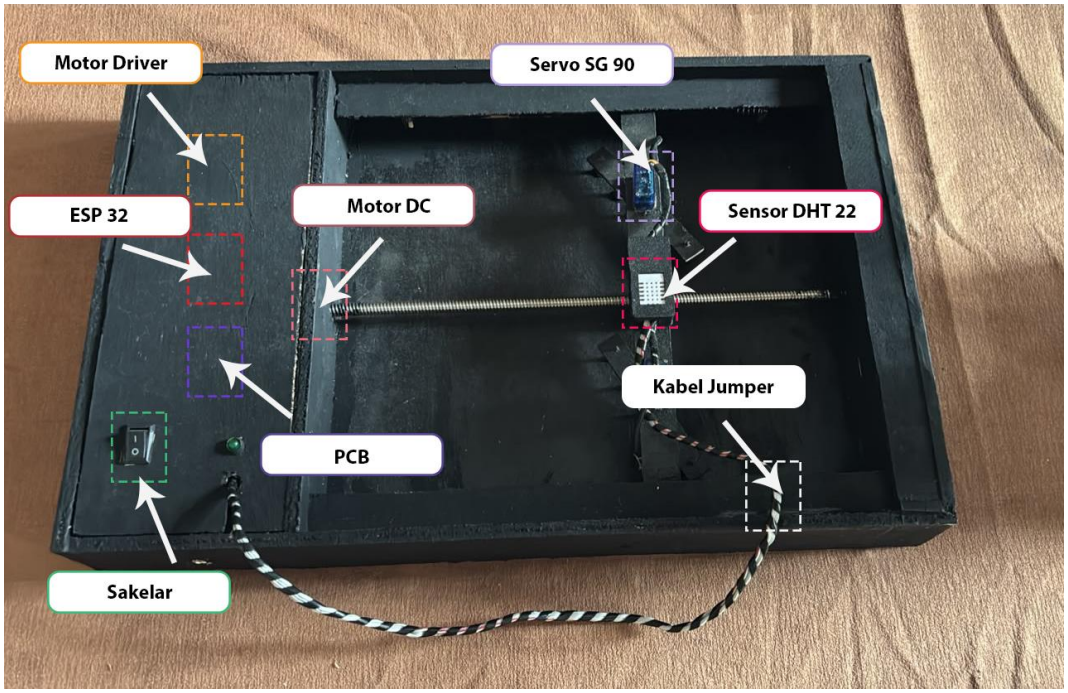
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembahasan

Pembahasan ini menyajikan hasil implementasi serta pengujian Sistem Pengaduk Padi Otomatis untuk Meningkatkan Efisiensi Pengeringan Gabah dengan Kendali Jarak Jauh yang telah dirancang dan dibangun. Pembahasan dilakukan untuk menganalisis kinerja sistem berdasarkan data yang diperoleh selama proses pengujian, meliputi kemampuan sistem dalam melakukan proses pengadukan gabah secara otomatis sesuai waktu yang telah ditentukan, kemampuan sensor DHT22 dalam memantau suhu dan kelembapan ruang pengering, serta keandalan sistem dalam mengendalikan dan memonitor proses pengeringan secara *real-time* melalui aplikasi berbasis *Internet of Things* (IoT). Selain itu, dilakukan pula evaluasi terhadap kinerja mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali dalam mengintegrasikan seluruh komponen perangkat keras, seperti motor penggerak, *relay*, sensor, dan modul komunikasi, dengan perangkat lunak yang digunakan sebagai media kendali jarak jauh. Hasil pengujian yang diperoleh kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan tujuan penelitian untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem yang dikembangkan dalam meningkatkan efisiensi proses pengeringan gabah, menghasilkan pemerataan proses pengeringan yang lebih baik, mengurangi kebutuhan pengadukan secara manual, serta mendukung penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada sektor pertanian, khususnya pada proses pascapanen padi.

4.2 Hasil Rancangan Alat

Pada tahap ini telah berhasil dirancang dan dibangun sebuah Sistem Pengaduk Padi Otomatis untuk Meningkatkan Efisiensi Pengeringan Gabah dengan Kendali Jarak Jauh sesuai dengan kebutuhan penelitian. Prototipe alat dirancang sebagai media pengujian untuk mengimplementasikan sistem otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 yang mampu mengendalikan mekanisme pengadukan gabah serta melakukan pemantauan kondisi suhu dan kelembapan ruang pengering. Seluruh komponen perangkat keras diintegrasikan menjadi satu kesatuan sistem sehingga dapat bekerja secara otomatis maupun dikendalikan dari jarak jauh melalui aplikasi berbasis *Internet of Thing*s (IoT). Hasil perancangan alat yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 1 Hasil Rancangan Alat

Berdasarkan gambar prototipe alat dibuat menggunakan rangka berbentuk kotak yang berfungsi sebagai ruang simulasi proses pengeringan gabah. Pada bagian atas terdapat kotak kontrol yang berisi rangkaian elektronika seperti

mikrokontroler ESP32, catu daya *(power supply*), *relay*, serta komponen pendukung lainnya yang berfungsi sebagai pusat pengendalian sistem. Pada bagian luar kotak kontrol juga terdapat sakelar (ON/OFF) sebagai penghubung dan pemutus arus listrik serta indikator LED yang menunjukkan kondisi alat saat beroperasi.

Di bagian tengah ruang pengering terdapat sensor DHT22 yang berfungsi untuk membaca nilai suhu dan kelembapan selama proses pengeringan berlangsung. Data yang diperoleh sensor dikirimkan ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses dan selanjutnya ditampilkan pada aplikasi monitoring berbasis IoT sehingga pengguna dapat memantau kondisi alat secara *real-time*.

Selain itu, pada sisi kiri dan kanan sensor dipasang dua buah motor *servo* SG90 yang berfungsi sebagai aktuator penggerak mekanisme pengaduk. Gerakan *servo* dihubungkan dengan batang pengaduk sehingga mampu menggerakkan mekanisme secara otomatis sesuai perintah dari mikrokontroler. Pada bagian tengah juga terlihat batang ulir (*lead screw*) yang digunakan sebagai penyangga sekaligus jalur pergerakan mekanisme pengaduk agar tetap stabil selama proses operasi.

Secara keseluruhan, prototipe yang telah dirancang telah memenuhi kebutuhan penelitian karena mampu mengintegrasikan sensor, aktuator, serta sistem kendali berbasis ESP32 menjadi sebuah sistem pengaduk padi otomatis yang dapat dioperasikan secara lokal maupun melalui kendali jarak jauh. Dengan adanya sistem ini, proses pengadukan gabah diharapkan menjadi lebih teratur, pemerataan proses pengeringan dapat ditingkatkan, serta kebutuhan tenaga kerja dalam proses pengeringan gabah dapat diminimalkan.

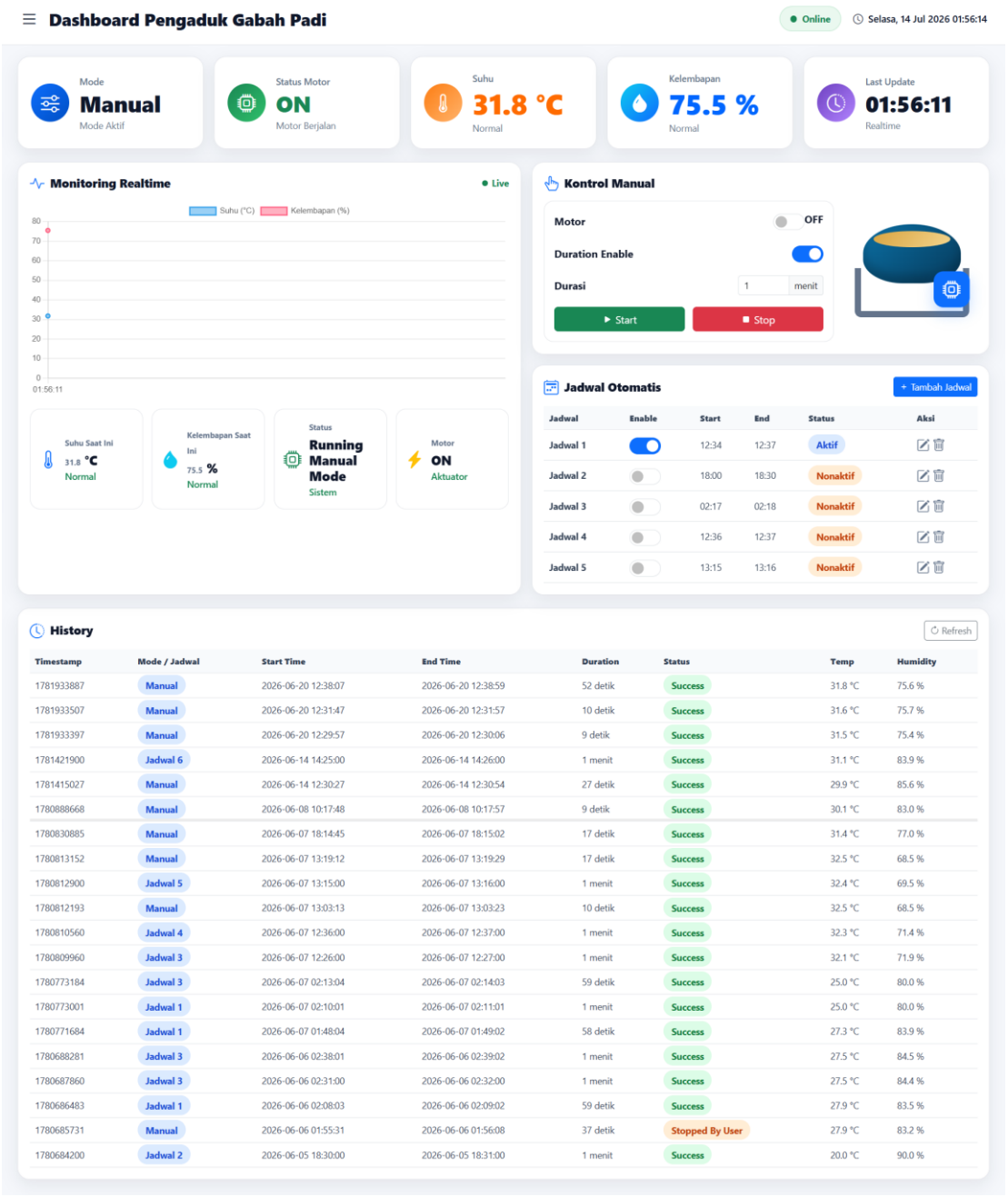
4.2.1 Hasil Pengujian Sistem

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dirancang untuk mengetahui tingkat keberhasilan implementasi Sistem Pengaduk Padi Otomatis untuk Meningkatkan Efisiensi Pengeringan Gabah dengan Kendali Jarak Jauh. Pengujian dilakukan terhadap seluruh fitur yang terdapat pada aplikasi monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT), mulai dari proses monitoring kondisi alat secara *real-time*, pengendalian motor pengaduk secara manual, pengoperasian sistem secara otomatis berdasarkan jadwal, hingga pencatatan riwayat aktivitas sistem. Selain itu, dilakukan pula pengujian komunikasi data antara mikrokontroler ESP32 dengan database Firebase serta tampilan antarmuka aplikasi berbasis web untuk memastikan seluruh informasi dapat ditampilkan secara akurat dan responsif.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap menu pada aplikasi mampu menjalankan fungsinya sesuai dengan rancangan sistem. Data suhu dan kelembapan yang diperoleh dari sensor DHT22 berhasil dikirimkan ke *server* secara *real-time*, sedangkan perintah yang diberikan melalui aplikasi dapat diterima dan dijalankan oleh mikrokontroler ESP32 dengan baik. Adapun hasil implementasi setiap tampilan sistem dijelaskan pada subbab berikut.

1. Halaman Dashboard

   Halaman *Dashboard* merupakan halaman utama aplikasi yang digunakan untuk menampilkan informasi umum mengenai kondisi sistem pengaduk padi secara real-time. Tampilan halaman *dashboard* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 2 Halaman Dashboard

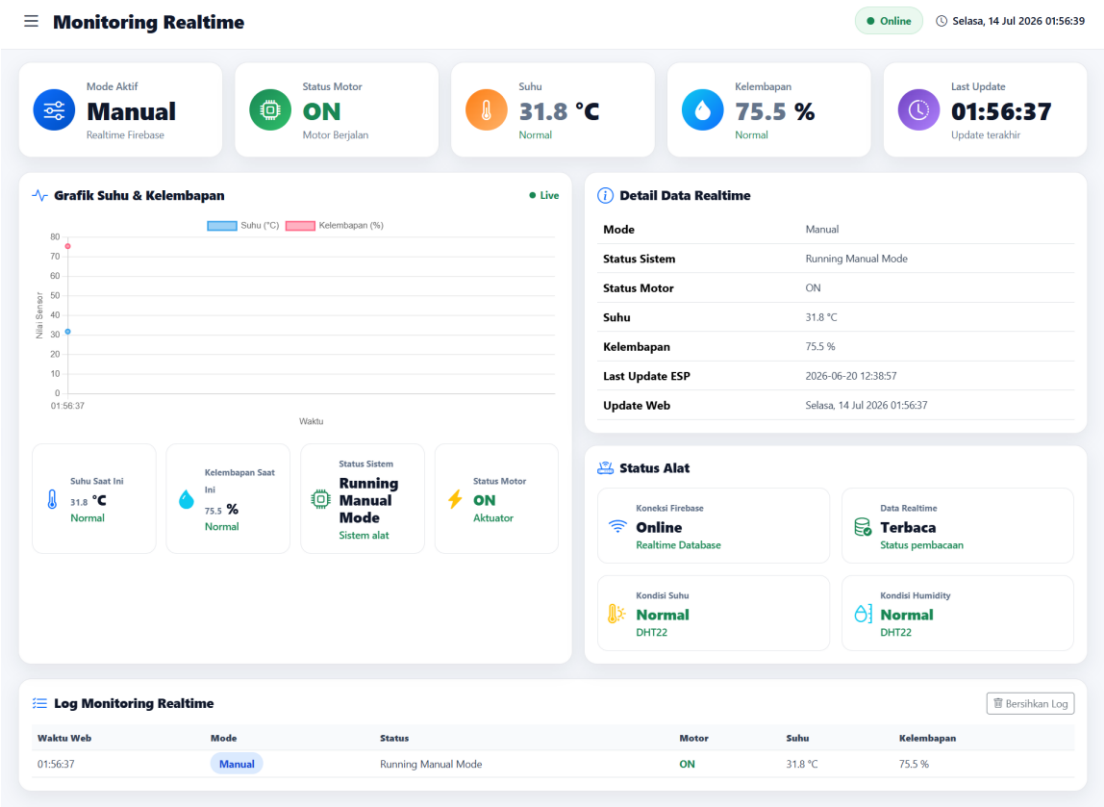
Halaman *Dashboard* merupakan halaman utama yang ditampilkan setelah pengguna berhasil mengakses aplikasi. Halaman ini berfungsi sebagai pusat informasi untuk memantau kondisi keseluruhan sistem pengaduk padi secara *real-time*. Pada bagian atas *dashboard* ditampilkan informasi mengenai mode sistem yang sedang aktif (Manual atau Otomatis), status motor pengaduk, nilai suhu,

kelembapan, serta waktu pembaruan data terakhir.

Selain itu, *dashboard* juga menampilkan grafik monitoring suhu dan kelembapan secara langsung sehingga pengguna dapat mengetahui perubahan kondisi lingkungan selama proses pengeringan berlangsung. Pada sisi kanan tersedia panel kontrol manual untuk menghidupkan atau mematikan motor pengaduk serta mengatur lama waktu pengadukan. *Dashboard* juga menampilkan daftar jadwal otomatis yang telah dibuat beserta statusnya, sedangkan pada bagian bawah tersedia tabel riwayat aktivitas sistem yang berisi informasi waktu operasi, durasi pengadukan, status proses, suhu, dan kelembapan selama sistem bekerja. Dengan adanya dashboard ini, pengguna dapat memonitor dan mengendalikan sistem melalui satu halaman secara lebih mudah dan efisien.

2. Halaman Monitoring Realtime

   Halaman Monitoring *Realtime* digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor serta kondisi sistem secara langsung selama alat beroperasi. Tampilan halaman monitoring dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 3 Halaman Monitoring

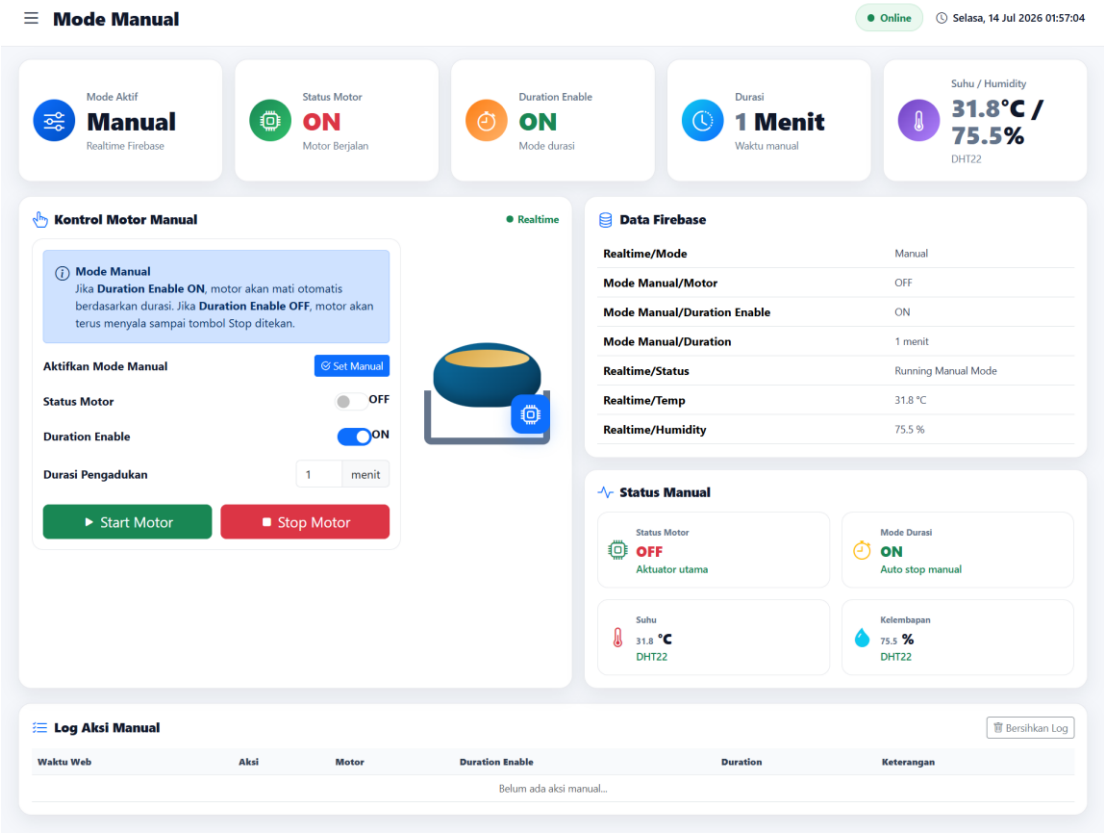
Halaman Monitoring Realtime digunakan untuk menampilkan kondisi sistem secara langsung berdasarkan data yang dikirimkan oleh mikrokontroler ESP32 melalui jaringan *Internet*. Informasi yang ditampilkan meliputi mode sistem, status motor, suhu, kelembapan, serta waktu pembaruan data terakhir.

Pada halaman ini juga tersedia grafik perubahan suhu dan kelembapan yang diperbarui secara *real-time*, sehingga pengguna dapat memantau kondisi ruang pengering selama proses pengadukan berlangsung. Selain grafik, halaman monitoring juga menampilkan detail data sistem seperti status koneksi *Firebase*, status pembacaan sensor DHT22, kondisi suhu dan kelembapan, serta log monitoring yang mencatat setiap data yang diterima oleh aplikasi. Halaman ini berfungsi sebagai media pemantauan utama untuk memastikan sistem bekerja

secara normal.

3. Halaman Mode Manual

Halaman Mode Manual digunakan untuk mengendalikan motor pengaduk secara langsung oleh pengguna melalui aplikasi berbasis web. Tampilan halaman mode manual dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 4 Halaman Mode Manual

Halaman Mode Manual digunakan untuk mengendalikan motor pengaduk secara langsung oleh pengguna. Pada halaman ini pengguna dapat mengaktifkan mode manual, menghidupkan maupun mematikan motor pengaduk melalui tombol Start Motor dan Stop Motor.

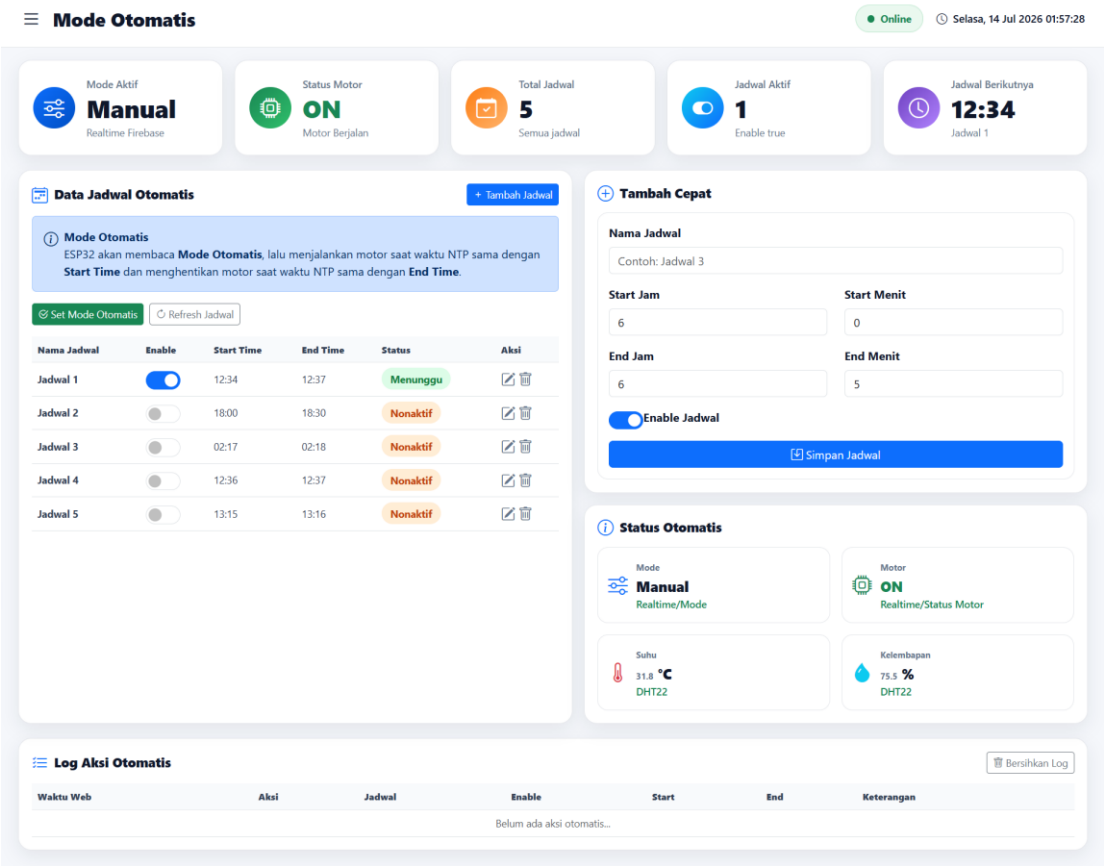
Sistem juga menyediakan fitur *Duration Enable* yang memungkinkan

pengguna menentukan lama waktu pengoperasian motor. Apabila fitur ini diaktifkan, motor akan berhenti secara otomatis setelah durasi yang telah ditentukan berakhir. Sebaliknya, jika fitur tersebut dinonaktifkan, motor akan terus bekerja hingga pengguna menekan tombol Stop Motor.

Selain fungsi pengendalian, halaman ini juga menampilkan data *Firebase* secara langsung, status motor, nilai suhu dan kelembapan hasil pembacaan sensor DHT22, serta *log* aktivitas manual yang mencatat setiap tindakan pengguna selama mengoperasikan sistem.

4. Halaman Mode Otomatis

   Halaman Mode Otomatis digunakan untuk mengatur jadwal pengoperasian motor pengaduk secara otomatis berdasarkan waktu yang telah ditentukan oleh pengguna. Tampilan halaman mode otomatis dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 5 Halaman Mode Otomatis

Halaman Mode Manual digunakan untuk mengendalikan motor pengaduk secara langsung oleh pengguna. Pada halaman ini pengguna dapat mengaktifkan mode manual, menghidupkan maupun mematikan motor pengaduk melalui tombol Start Motor dan Stop Motor.

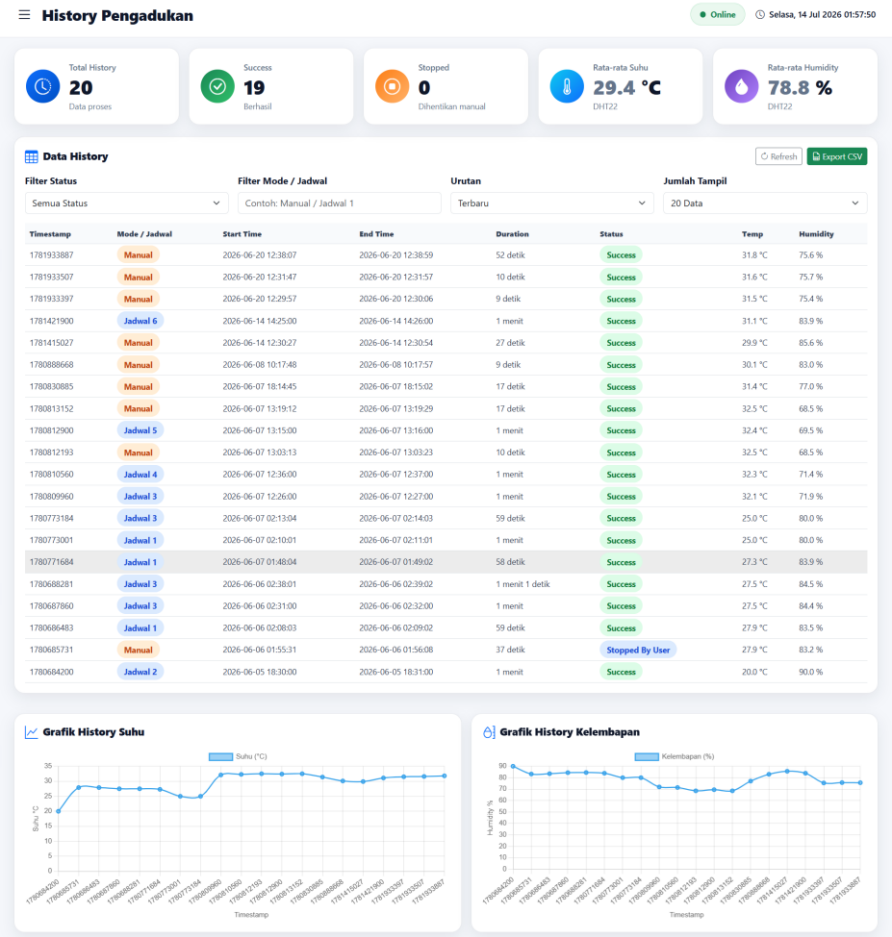
Sistem juga menyediakan fitur *Duration Enable* yang memungkinkan pengguna menentukan lama waktu pengoperasian motor. Apabila fitur ini diaktifkan, motor akan berhenti secara otomatis setelah durasi yang telah ditentukan berakhir. Sebaliknya, jika fitur tersebut dinonaktifkan, motor akan terus bekerja hingga pengguna menekan tombol Stop Motor.

Selain fungsi pengendalian, halaman ini juga menampilkan data *Firebase* secara langsung, status motor, nilai suhu dan kelembapan hasil pembacaan sensor

DHT22, serta *log* aktivitas manual yang mencatat setiap tindakan pengguna selama mengoperasikan sistem.

5. Halaman History

Halaman *History* digunakan untuk menampilkan riwayat aktivitas sistem selama proses pengoperasian alat berlangsung. Tampilan halaman *history* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 6 Halaman History

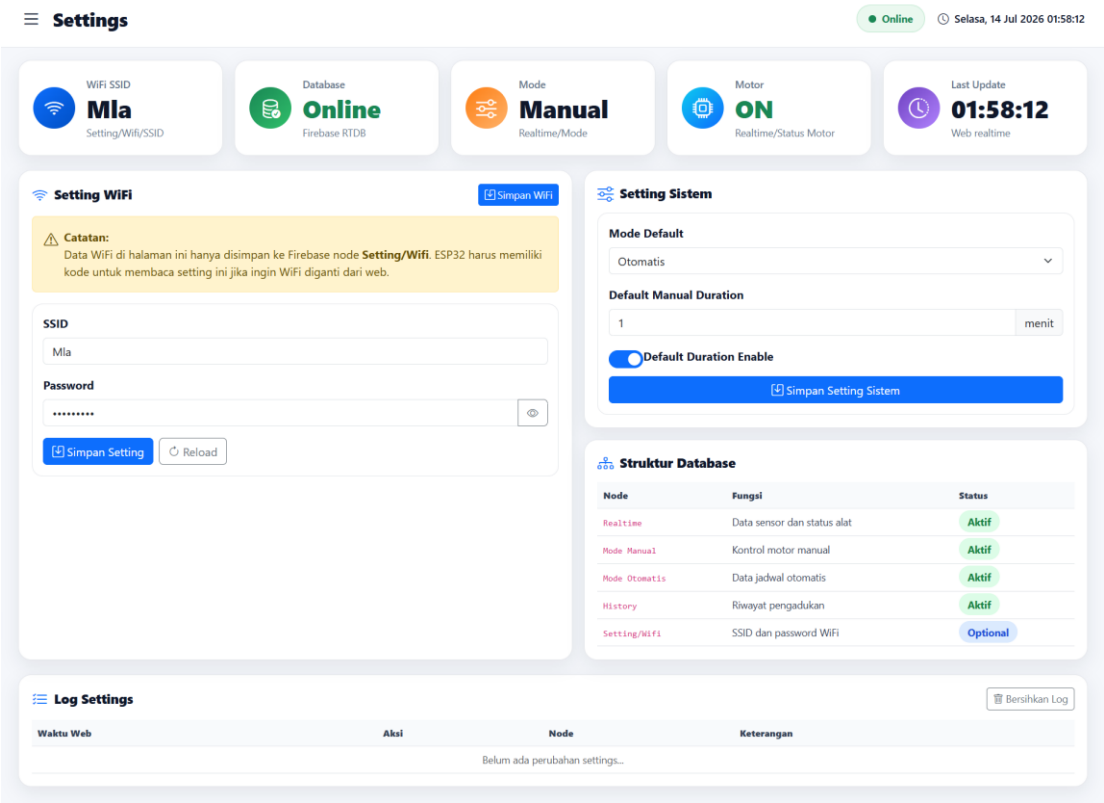
Halaman *History* berfungsi sebagai media penyimpanan dan penampilan seluruh riwayat aktivitas sistem selama proses pengoperasian. Data yang tersimpan meliputi mode pengoperasian, waktu mulai, waktu selesai, durasi

pengadukan, status proses, suhu, dan kelembapan pada saat sistem bekerja.

Selain tabel riwayat, halaman ini juga menampilkan informasi statistik seperti jumlah total proses, jumlah proses yang berhasil (*Success*), jumlah proses yang dihentikan, serta nilai rata-rata suhu dan kelembapan selama sistem digunakan. Pengguna dapat melakukan pencarian data berdasarkan mode atau jadwal tertentu, mengurutkan data, membatasi jumlah data yang ditampilkan, serta mengekspor seluruh data riwayat ke dalam format CSV. Pada bagian bawah halaman tersedia grafik histori suhu dan grafik histori kelembapan yang memudahkan pengguna dalam menganalisis perubahan kondisi ruang pengering selama proses pengeringan gabah berlangsung.

6. Halaman Setting

   Halaman Setting digunakan untuk melakukan pengaturan konfigurasi sistem agar proses monitoring dan pengendalian alat dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tampilan halaman setting dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 7 Halaman Setting

Halaman Setting digunakan sebagai media konfigurasi sistem yang berfungsi untuk mengatur parameter operasional aplikasi maupun perangkat keras yang digunakan. Melalui halaman ini, pengguna dapat melakukan pengaturan konfigurasi sistem seperti identitas perangkat, koneksi ke *database Firebase*, parameter komunikasi ESP32, serta pengaturan lain yang mendukung proses monitoring dan pengendalian alat.

Selain itu, halaman setting juga digunakan untuk melakukan perubahan konfigurasi sesuai kebutuhan pengguna tanpa harus mengubah program utama pada mikrokontroler. Dengan adanya menu ini, proses pemeliharaan, penyesuaian konfigurasi, dan pengembangan sistem menjadi lebih mudah dilakukan sehingga sistem pengaduk padi otomatis dapat bekerja secara optimal sesuai dengan kebutuhan operasional.

4.3 Hasil Pengujian Prototype

Setelah proses perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah melakukan pengujian terhadap *prototype* sistem yang telah dibangun. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah setiap komponen dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang telah dirancang serta memastikan seluruh sistem mampu beroperasi secara terintegrasi. Pengujian dilakukan pada beberapa bagian utama, yaitu sensor DHT22, motor pengaduk, relay, aplikasi monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT), serta pengujian sistem secara keseluruhan. Hasil dari setiap pengujian digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi kinerja sistem dan mengetahui tingkat keberhasilan *prototype* dalam membantu proses pengeringan gabah.

1. Pengujian Sensor DHT22

   Pengujian sensor DHT22 dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca nilai suhu dan kelembapan pada ruang pengering. Hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan kondisi lingkungan untuk memastikan data yang dikirimkan ke aplikasi monitoring sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Tabel 4. 1 Pengujian Sensor DHT22

No	Kondisi Pengujian	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Data Terkirim ke Aplikasi	Status
1	Pengujian 1	29,5	82,4	Berhasil	Berhasil
2	Pengujian 2	30,8	79,6	Berhasil	Berhasil
3	Pengujian 3	31,8	75,5	Berhasil	Berhasil
4	Pengujian 4	32,4	71,8	Berhasil	Berhasil
5	Pengujian 5	30,2	80,1	Berhasil	Berhasil

2. Pengujian Motor Pengaduk

Pengujian motor pengaduk dilakukan untuk memastikan motor DC mampu menggerakkan mekanisme pengaduk sesuai perintah yang diberikan oleh mikrokontroler ESP32 baik melalui mode manual maupun mode otomatis.

Tabel 4. 2 Pengujian Motor Pengaduk

No	Mode Pengujian	Perintah	Kondisi Motor	Hasil
1	Manual	Start	Motor Berputar	Berhasil
2	Manual	Stop	Motor Berhenti	Berhasil
3	Manual	Durasi 1 Menit	Berhenti Otomatis	Berhasil
4	Otomatis	Jadwal Aktif	Motor Berputar	Berhasil
5	Otomatis	Jadwal Selesai	Motor Berhenti	Berhasil

3. Pengujian Relay

Pengujian *relay* dilakukan untuk memastikan *relay* mampu bekerja sebagai sakelar elektronik dalam mengendalikan motor pengaduk berdasarkan perintah dari ESP32.

Tabel 4. 3 Pengujian Relay

No	Kondisi Relay	Tegangan Output	Kondisi Motor	Hasil
1	OFF	0 Volt	Mati	Berhasil
2	ON	12 Volt	Menyala	Berhasil
3	OFF melalui aplikasi	0 Volt	Mati	Berhasil
4	ON melalui aplikasi	12 Volt	Menyala	Berhasil

4. Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan untuk memastikan seluruh fitur pada aplikasi berbasis web dapat berjalan dengan baik serta mampu berkomunikasi dengan *Firebase* dan mikrokontroler ESP32 secara *real-time*.

Tabel 4. 4 Pengujian Aplikasi

No	Fitur Aplikasi	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	*Login Dashboard*	*Dashboard* tampil	Sesuai	Berhasil
2	Monitoring *Realtime*	Data sensor tampil	Sesuai	Berhasil
3	Mode Manual	Motor dapat dikontrol	Sesuai	Berhasil
4	Mode Otomatis	Jadwal tersimpan	Sesuai	Berhasil
5	*History*	Riwayat tersimpan	Sesuai	Berhasil
6	*Export* CSV	*File* berhasil diunduh	Sesuai	Berhasil

5. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui apakah seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak dapat bekerja secara terintegrasi sesuai dengan rancangan sistem. Pengujian meliputi komunikasi ESP32 dengan *Firebase*, pembacaan sensor DHT22, pengendalian *relay*, pengoperasian motor pengaduk, serta tampilan data pada aplikasi monitoring.

Tabel 4. 5 Pengujian Sistem Keseluruhan

No	Komponen yang Diuji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	ESP32	Terhubung ke WiFi	Berhasil	Berhasil
2	*Firebase*	Sinkronisasi data *realtime*	Berhasil	Berhasil
3	Sensor DHT22	Membaca suhu & kelembapan	Berhasil	Berhasil
4	*Relay*	Mengendalikan motor	Berhasil	Berhasil
5	Motor Pengaduk	Berputar sesuai perintah	Berhasil	Berhasil
6	*Dashboard Web*	Menampilkan data *realtime*	Berhasil	Berhasil
7	Mode Manual	Mengontrol motor	Berhasil	Berhasil
8	Mode Otomatis	Menjalankan jadwal	Berhasil	Berhasil
9	*History*	Menyimpan data aktivitas	Berhasil	Berhasil

4.4 Analisis Kerja Sistem

Analisis kerja sistem dilakukan untuk mengetahui bagaimana proses kerja setiap komponen dalam Sistem Pengaduk Padi Otomatis untuk Meningkatkan Efisiensi Pengeringan Gabah dengan Kendali Jarak Jauh mulai dari proses pembacaan sensor, pengolahan data oleh mikrokontroler, pengiriman data ke *server*, hingga pengendalian motor pengaduk melalui aplikasi berbasis *Internet of Things* (IoT). Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dirancang sehingga sistem dapat bekerja sesuai dengan tujuan penelitian.

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, sistem bekerja dengan memanfaatkan ESP32 sebagai pusat pengendali yang menghubungkan seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak. Sensor DHT22 secara berkala melakukan pembacaan suhu dan kelembapan pada ruang pengering, kemudian data tersebut diproses oleh ESP32 dan dikirimkan ke database Firebase melalui jaringan internet. Selanjutnya data yang tersimpan pada Firebase ditampilkan secara *real-time* pada aplikasi monitoring sehingga pengguna dapat memantau kondisi alat dari jarak jauh.

Pada saat sistem berada dalam mode manual, pengguna dapat mengendalikan motor pengaduk secara langsung melalui aplikasi web. Perintah yang diberikan pengguna akan dikirim ke *Firebase* dan diteruskan ke ESP32 untuk mengaktifkan atau menonaktifkan relay yang terhubung dengan motor pengaduk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perintah yang diberikan melalui aplikasi dapat dieksekusi dengan baik oleh sistem sehingga motor dapat beroperasi sesuai dengan instruksi pengguna.

Selain mode manual, sistem juga menyediakan mode otomatis yang memungkinkan motor pengaduk bekerja berdasarkan jadwal yang telah ditentukan sebelumnya. Ketika waktu pada sistem sesuai dengan jadwal yang tersimpan di Firebase, ESP32 secara otomatis mengaktifkan *relay* dan menjalankan motor pengaduk tanpa memerlukan intervensi pengguna. Setelah waktu operasi selesai, motor akan berhenti secara otomatis sesuai dengan konfigurasi jadwal yang telah ditetapkan. Fitur ini membantu mengurangi ketergantungan pada pengawasan manual selama proses pengeringan gabah berlangsung.

Dari sisi monitoring, aplikasi berhasil menampilkan informasi suhu, kelembapan, status motor, mode operasi, jadwal pengadukan, dan riwayat aktivitas secara *real-time*. Data yang diterima dari ESP32 tersimpan dengan baik pada *Firebase* sehingga pengguna dapat melihat kondisi sistem saat ini maupun data historis yang telah tercatat sebelumnya. Fitur history yang tersedia juga memungkinkan pengguna melakukan evaluasi terhadap aktivitas pengadukan yang telah dilakukan.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem telah bekerja secara terintegrasi sesuai dengan rancangan. Sensor DHT22 mampu membaca kondisi lingkungan dengan baik, ESP32 dapat memproses dan mengirimkan data ke server, aplikasi dapat menampilkan informasi secara real-time, serta motor pengaduk dapat beroperasi baik pada mode manual maupun otomatis. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu mendukung proses pengeringan gabah menjadi lebih terkontrol, efisien, dan mudah dipantau melalui teknologi *Internet of Things* (IoT).

.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil oleh penulis adalah sebagai berikut :

1. Sistem pengaduk padi otomatis berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor DHT22 sebagai pembaca suhu dan kelembapan, *relay* sebagai pengendali aktuator, serta motor pengaduk yang mampu bekerja sesuai dengan perintah sistem baik secara manual maupun otomatis.
2. Fitur kendali jarak jauh berbasis *Internet of Things* (IoT) berhasil diterapkan sehingga pengguna dapat melakukan monitoring suhu, kelembapan, status motor, pengaturan jadwal, serta pengendalian sistem melalui aplikasi berbasis web secara *real-time* selama perangkat terhubung dengan jaringan *internet*.
3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem dapat bekerja dengan baik dan saling terintegrasi, sehingga *prototype* mampu membantu proses pengadukan gabah secara lebih teratur, meningkatkan pemerataan proses pengeringan, serta mengurangi kebutuhan pengawasan dan pengadukan secara manual.

5.2 Saran

Adapun saran yang ingin penulis sampaikan adalah sebagai berikut :

1. Pengembangan sistem dapat dilakukan dengan menambahkan sensor kadar air gabah (*moisture sensor*) sehingga proses pengeringan tidak hanya berdasarkan suhu dan kelembapan lingkungan, tetapi juga mempertimbangkan kadar air gabah secara langsung untuk memperoleh hasil pengeringan yang lebih akurat.
2. *Prototype* dapat dikembangkan menjadi alat dengan kapasitas yang lebih besar sehingga dapat diterapkan pada kondisi nyata di lahan pertanian atau tempat pengeringan gabah dengan jumlah produksi yang lebih banyak.
3. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur notifikasi otomatis, seperti pemberitahuan melalui aplikasi atau media komunikasi lainnya ketika proses pengeringan selesai, terjadi gangguan pada sistem, atau ketika suhu dan kelembapan berada di luar batas yang telah ditentukan, sehingga pengguna dapat melakukan tindakan dengan lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

Adham, D. F., Pradana, B. A., Septananda, R. D., & Susilawati. (2026). Rancang bangun prototipe sistem pengering gabah otomatis dengan pemantauan suhu dan kelembaban berbasis IoT. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 14*(1). https://doi.org/10.23960/jitet.v14i1.8499

Alam, M. S., Hossain, M. A., Rahman, M. M., & Islam, M. N. (2024). Performance evaluation of an energy-efficient paddy drying system for improved grain quality. *Journal of Agricultural Engineering Research, 41*(2), 115–126.

Amin, M., Ananda, R., & Eska, J. (2019). Analisis Penggunaan Driver Mini Victor L298N terhadap Mobil Robot dengan Dua Perintah Android dan Arduino Nano. JURTEKSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi), 6(1), 51–58. https://doi.org/10.33330/jurteksi.v6i1.396

Amin Bakri, M., Farhan, M., Sujatmiko, A., & Firasanti, A. (2022). Pemantauan Suhu dan Deteksi Gerak Obyek Berbasis IoT pada Ruang Server Menggunakan Thinger.IO IoT-Based Temperature Monitoring and Object Motion Detection in Server Room Using Thinger.IO. *Telka, 8*(1), 74–81.

Alfarizi, R., & Basri, M. (2026). Pengembangan Sistem Control Dan Monitoring Air Conditioner Otomatis Berbasis Sensor DHT 22 Dan Internet of Things (IoT). *Hello World Jurnal Ilmu Komputer, 5*(1), 69-76.

Budiyanto, A., & Prasetyo, E. (2023). Design and implementation of IoT-based smart agriculture monitoring system. *International Journal of Electrical and Computer Engineering, 13*(4), 4123–4132.

Fitri, R., Ferdian, R., & Suwandi, R. (2023). Rancang Bangun Kotak Obat Pintar Berbasis Mikrokontroler. CHIPSET: Journal on Computer Hardware, Signal Processing, Embedded System and Networking, 4(2), 168–180. https://doi.org/10.25077/chipset.4.02.168-180.2023

Fitahuddin, E. N. (2025). Optimasi proses pengeringan gabah melalui sistem kontrol suhu dan berat otomatis. *Optimasi Pengeringan Gabah Melalui Sistem Kontrol Suhu dan Berat Otomatis, 6*(1), 10–16.

Hasyim, W., Siradjuddin, I., & Kamajaya, L. (2025). Robot beroda pemindah barang otomatis dengan metode path planning. *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri, 12*(2), 244–253. https://doi.org/10.33795/elkolind.v12i2.4014

Hidayat, T., Pramono, S., & Nugroho, A. (2021). Implementation of Arduino IDE for embedded system development in IoT-based applications. *International Journal of Electrical and Computer Engineering, 11*(6), 5234–5242.

Ichsan, M. R., Nasri, N., & Hanafi, H. (2022). Perancangan prototype alat penjemur pakaian otomatis dengan smartphone Android berbasis IoT (Internet of Things). *Jurnal TEKTRO, 6*(1).

Khairunsyah, H., Solikhun, S., Nasution, Z. M., Damanik, B. E., & Parlina, I. (2021). Prototype Sistem Kendali Jarak Jauh Air Conditioner Berbasis Arduino dan Wifi. *Jurnal Penelitian Inovatif, 1*(2), 75-84.

Kurniawan, I., Putra, I. N. S., & Mahendra, G. S. (2021). Implementation of DHT22 sensor for real-time temperature and humidity monitoring based on IoT. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 11*(7).*

Putra, A. R., & Hidayat, T. (2023). Otomatisasi proses pengeringan gabah menggunakan sistem pengaduk berbasis mikrokontroler. *Jurnal Teknologi Pertanian Terapan, 10*(2), 85–94.

Rahman, F., Nugroho, S., & Wijaya, A. (2024). Perancangan sistem pengering gabah otomatis berbasis embedded system. *Jurnal Informatika dan Sistem Cerdas, 8*(1), 33–41. Rahman, M. M., Hasan, M., & Islam, M. T. (2022). Design and performance evaluation of a sensor-based grain drying monitoring system. *Journal of Agricultural Engineering, 59*(2), 89–98.

Sari, Indah Purnama, Aisar Novita, Al-Khowarizmi Al-Khowarizmi, Fanny Ramadhani, and Andy Satria. 2024. "Pemanfaatan Internet of Things (IoT) Pada Bidang Pertanian Menggunakan Arduino UnoR3." *Blend Sains Jurnal Teknik* 2(4): 337–43. doi:10.56211/blendsains.v2i4.505.

Santoso, B., Pratama, R., & Kurniawan, D. (2025). Implementasi Internet of Things pada sistem monitoring dan kendali pengeringan gabah. *Jurnal Smart Agriculture, 4*(1), 12–21.

Sarker, M. N. I., Islam, M. S., & Rahman, M. M. (2021). Design and implementation of a microcontroller-based smart agriculture monitoring system. *IEEE Access, 9*, 157992–158003.

Sarker, M. S. H., Akhtaruzzaman, M., Mondal, M. H. T., Kamal, M. M., & Plabon, M. E. A. (2022). Evaluation of drying characteristics, energy consumption and quality of parboiled paddy: Two-stage drying. *Journal of Agricultural and Food Research, 46*, 100284.

Sawidin, S., Putung, Y. R., Waroh, A. P., Marsela, T., Sorongan, Y. H., Asa, C. P., Teknik, J., Politeknik, E., Manado, N., & 95252, M. (2021). Kontrol dan Monitoring Sistem Smart Home Menggunakan WebThinger.io Berbasis IoT. *Jurnal Politeknik Bandung*, 464–471. www.arduino.cc

Suryawanshi, P., Pat, S., & Kulkarni, A. (2022). Design and implementation of ESP32-based IoT monitoring system for environmental applications. *International Journal of Electrical and Computer Engineering, 12*(6), 6789–6797.

Syarif, M., Abdullah, R., & Maulana, H. (2022). Analisis pengaruh kadar air terhadap kualitas gabah pada proses pascapanen. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian, 7*(3), 145–153.

Yudha, Y., Graha, S., Kuncoro, L., & Saputra, P. (2023). Implementation of Internet of Things (IoT) in smart medicine box for the elderly. *6*(1).

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak.Ppj/PT/III/2024
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
umsumedan umsumedan umsumedan umsumedan

FORMULIR PERBAIKAN UJIAN SKRIPSI

Pada hari ini, Jum'at 31 Juli 2026 telah dilaksanakan Ujian Skripsi bagi mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Sbb:

Nama Mahasiswa : M Fiqry Arrizal

NPM : 2209020264

Program Studi : Teknologi Informasi

Judul Proposal : Sistem Pengaduk Padi Otomatis Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengeringan Gabah Dengan Kendali Jarak Jauh

Materi/Point yang Diperbaiki :

		Paraf
Mhd. Basri, S.Si. M.Kom	Ok	
Rizaldy Khair, M.Kom	OK	
Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom	ok.	

Berita acara ini **ditandatangani** setelah skripsi diperbaiki sesuai petunjuk/arahan dari Pembimbing dan Penguji/Pembahas.

Dipindai dengan CamScanner

18%
Similarity

142
Matched Sources

Match Group
0% Internet sources
18% Publications
0% Submitted works (Student papers)

Top Sources
The sources with the highest number of matches within the submission.

1	Publication journal.ubpkarawang.ac.id	2%
2	Publication jurnal.polinema.ac.id	<1%
3	Publication journal.nurulfikri.ac.id	<1%
4	Publication journal.trunojoyo.ac.id	<1%
5	Publication jurnal-id.com	<1%
6	Publication jurnal.ubl.ac.id	<1%
7	Publication jurnal.umpar.ac.id	<1%
8	Publication journal.unrika.ac.id	<1%
9	Publication electrician.unila.ac.id	<1%
10	Publication eprints.unm.ac.id	<1%
11	Publication e-jurnal.stmikbinsa.ac.id	<1%

Dipindai dengan CamScanner

CV. kampus Akademik Publising

PUSAT PUBLIKASI JURNAL ILMIAH
Berdasarkan Akta Notaris NOOR MUJAHID ABABILLYANTO, SH, MKn
No AHU-0054285-AH.01.14 Tanggal 30 Agustus Tahun 2023
Jl Pedurungan Kidul IV RT 03 RW 01 No 62 Kel .Pedurungan Kidul , Kec Pedurungan
Kota Semarang 50192 HP 089669609417, HP 089652776467
Email : office@kampusakademik.co.id
website : ejurnal.kampusakademik.co.id

LETTER OF ACCEPTANCE

No.12769/L/JSSR/VI/2026

Dear Author : M. Fiqry Arrizal , Mhd. Basri

Di _
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Dengan hormat,
Kami dari Redaksi Jurnal Sains Student Research menyampaikan bahwa artikel bapak/ibu dengan judul:

SISTEM PENGADUK PADI OTOMATIS UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PENGERINGAN GABAH DENGAN KENDALI JARAK JAUH

telah diterima dan sudah direview dan dinyatakan diterima (**ACCEPTED**) dan akan diterbitkan di Volume **4** Nomor **6** Edisi **Desember** 2026 dengan e-ISSN : 3025-9851 p-ISSN : 3025-986X.

Kami mengucapkan terimakasih banyak atas kepercayaan bapak/ibu untuk menerbitkan artikel terbaik, kami akan kembali menginformasikan tahap proses berikutnya sampai publish (terbit). dan untuk seterusnya kami masih menunggu artikel terbaik saudara selanjutnya.

Demikianlah surat keterangan ini kami perbuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana perlunya.

Semarang, **22 September 2026**
Editor Chief Journal

CV. KAMPUS AKADEMIK PUBLISING

Hendri Rasminto, S.Kom., M.Si

Dipindai dengan CamScanner

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak.Ppj/PT/III/2024
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
fikti@umsu.ac.id umsumedan umsumedan umsumedan umsumedan

بسم الله الرحمن الرحيم

FORMULIR PERBAIKAN SEMINAR PROPOSAL

Hari/Tanggal...../.....20...

Nama Mahasiswa : M. Figry Arriza

NPM : 2209.02026

Program Studi : Teknologi Informasi

Nama Dosen Penanggap : .....

Judul Proposal : Sistem Pengadar Pasi otomatis untuk meningkatkan Efesiensi Pengaturan Jalan dusun kearah Jenis otomatis

.....

Materi/Point yang Diperbaiki

- Perbaikan Format Penulisan Sesuai Panduan Skripsi
- Perbaikan Pada link Sumber Pada Gambar yang langsung mengarah Ke Sumber aslinya
- menambahkan rancangan Flowchart Pada Bab II
- Perbaikan Flowchart Sistem Bab III
- menambahkan Desain Dashboard aplikasi Arduino

Dosen Pembahas

(.....)

Mahasiswa

(M. Figry Arriza)

Dipindai dengan CamScanner