KAMPUS AKADEMIK PUBLISING
Jurnal Sains Student Research (JSSR)
Vol.4, No.6 Desember 2026
e-ISSN: 3025-9851, p-ISSN : 3025-986X, Hal 28-41
DOI : https://doi.org/10.61722/jssr.v4i6.12769

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

M. Fiqry Arrizal [1*], Mhd. Basri[2]
[1,2] Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
*Penulis Korespondensi: fiqryarrizal@gmail.com, mhd.basri@umsu.ac.id

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*

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

Naskah Masuk:11 September 2026; Revisi: 12 September 2026; Diterima: 13 September 2026; Terbit: 22 September 2026

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.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) untuk mengembangkan sistem pengaduk padi otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Tahap awal penelitian dimulai dengan identifikasi permasalahan yang berhubungan dengan 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 sumber yang terkait dengan teknologi pengeringan gabah, sistem kendali otomatis, dan penerapan IoT dalam bidang pertanian. Pada tahap perancangan, dilakukan integrasi sensor suhu dan kelembaban untuk memantau kondisi lingkungan pengeringan, serta penggunaan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali sistem. Sistem ini dirancang untuk menghubungkan motor pengaduk sebagai aktuator dan memungkinkan pemantauan serta pengendalian jarak jauh melalui platform berbasis internet. Proses pengujian dan evaluasi dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi pembacaan sensor, kestabilan sistem kendali, serta efektivitas pengadukan dalam meningkatkan efisiensi pengeringan gabah.

Lokasi penelitian dilaksanakan di Jalan Batang Kuis, yang merupakan tempat yang relevan dengan fokus penelitian, yaitu pada proses pengeringan gabah untuk kebutuhan petani. Penelitian ini meliputi berbagai tahapan dari persiapan, pengumpulan data, analisis, hingga penyusunan laporan. Jadwal penelitian dirancang untuk mempermudah pelaksanaan kegiatan, sehingga setiap tahapan dapat diselesaikan sesuai waktu yang ditentukan. Kegiatan yang dijadwalkan mencakup penulisan proposal, seminar dan bimbingan proposal, tindakan penelitian, analisis hasil penelitian, dan ujian skripsi.

Analisa kebutuhan sistem mencakup alat, bahan, dan perangkat lunak yang diperlukan untuk membangun sistem pengaduk padi otomatis. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain komputer, multitester, obeng, solder, bor PCB, dan tang potong. Selain itu, bahan yang diperlukan mencakup mikrokontroler ESP32, Arduino Nano, motor driver, relay, sensor suhu dan kelembaban DHT22, serta sumber daya listrik. Perangkat lunak seperti Arduino IDE, Fritzing, dan aplikasi pemantauan juga disiapkan untuk mendukung pengembangan sistem. Proses perancangan sistem dilakukan dengan membuat diagram blok dan flowchart untuk mempermudah pengembangan dan pengujian perangkat keras dan perangkat lunak. Implementasi perangkat keras dilakukan dengan merakit seluruh komponen sesuai desain yang telah dibuat, sedangkan perangkat lunak diunggah ke mikrokontroler untuk mengontrol sistem secara efektif. Pengujian dilakukan untuk memastikan setiap komponen berfungsi dengan baik dan sistem dapat berjalan secara keseluruhan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

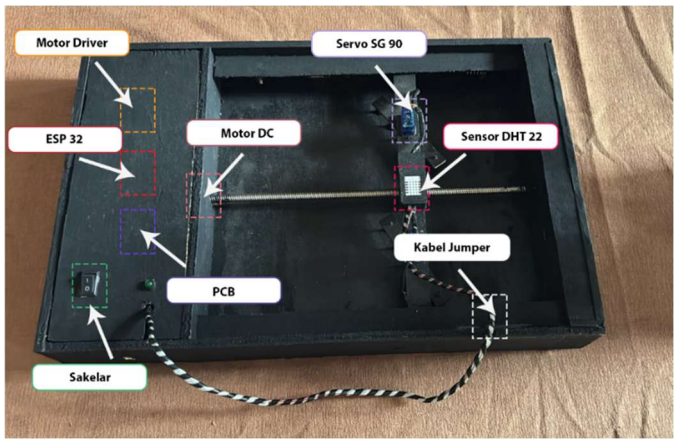
Hasil Pembahasan

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.

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 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.

Hasil Pengujian Sistem

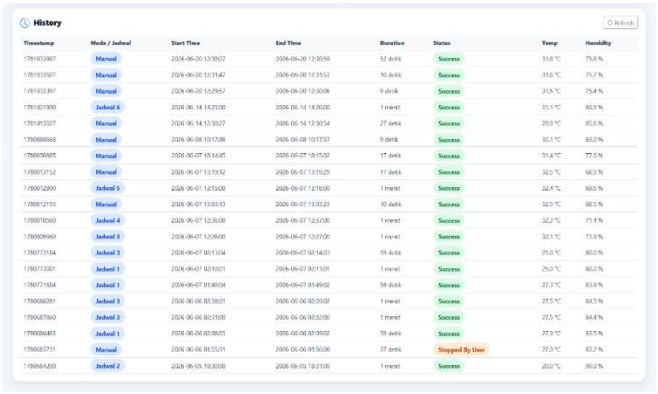
Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dirancang untuk mengetahui tingkat keberhasilan implementasi Sistem Pengaduk Padi Otomatis untuk Meningkatkan Efisiensi Pengeringan Gabah dengan Kendali Jarak Jauh. Pengujian dilakukan terhadap seluruh fitur yang terdapat pada aplikasi monitoring 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.





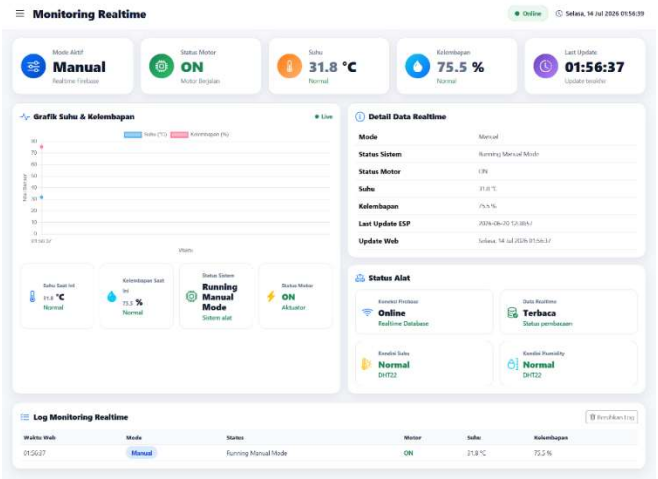
Gambar Halaman Dashboard

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 Halaman Monitoring

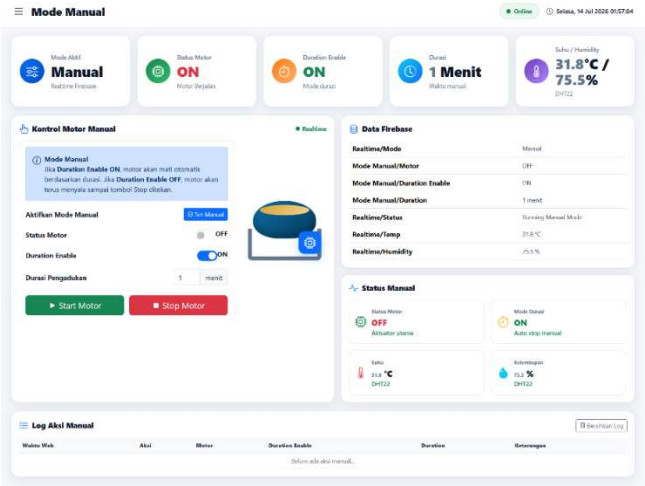
Halaman Monitoring Realtime digunakan untuk menampilkan kondisi sistem secara langsung berdasarkan data yang dikirimkan oleh mikrokontroler ESP32 melalui

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 alaman Mode Manual

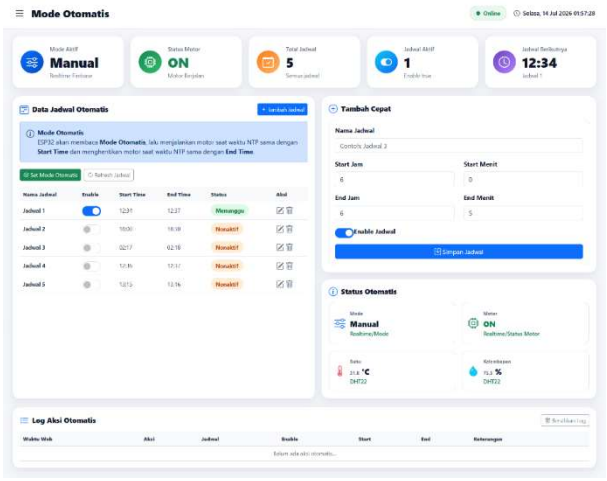
Halaman Mode Manual digunakan untuk mengendalikan motor pengaduk secara langsung oleh pengguna. Pada halaman ini pengguna dapat mengaktifkan mode manual, menghidupkan maupun mematikan motor pengaduk melalui tombol Start Motor dan Stop Motor.

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 Halaman Mode Otomatis

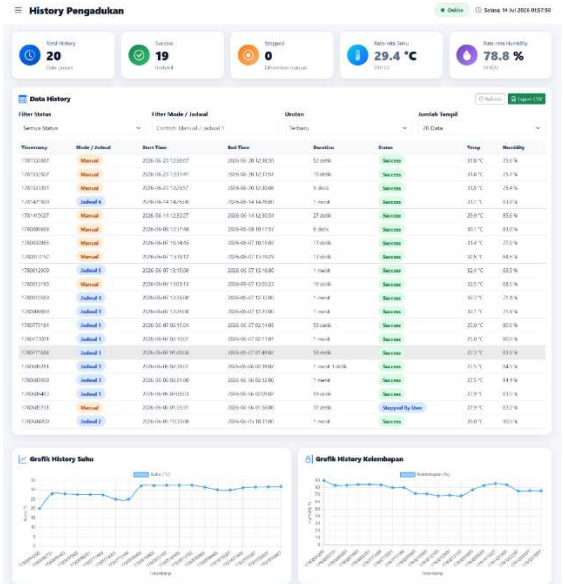
Halaman Mode Manual digunakan untuk mengendalikan motor pengaduk secara langsung oleh pengguna. Pada halaman ini pengguna dapat mengaktifkan mode manual, menghidupkan maupun mematikan motor pengaduk melalui tombol Start Motor dan Stop Motor.

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.



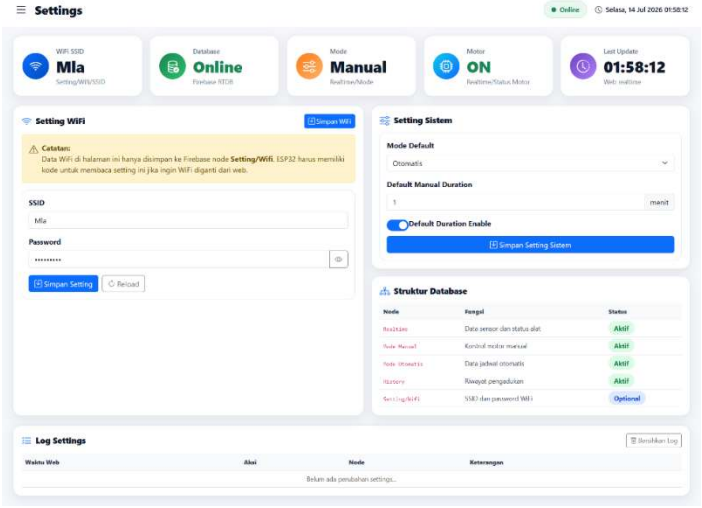
Gambar Halaman History

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 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.

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 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 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 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 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 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

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).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

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.

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 REFERENSI

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).