

IMPLEMENTASI LOCAL WEB SERVER BERBASIS ESP32 PADA SISTEM KONTROL DAN MONITORING MESIN PENGERING GABAH

Muhammad Yafi Syabana¹, Imam Abdul Rozaq²
202252019@std.umk.ac.id¹, imam.rozaq@umk.ac.id²
Universitas Muria Kudus

ABSTRAK

Proses pengeringan gabah merupakan tahapan penting dalam penanganan pascapanen karena berpengaruh langsung terhadap kualitas dan daya simpan hasil panen. Pengeringan secara konvensional masih bergantung pada kondisi cuaca sehingga waktu proses menjadi tidak menentu. Berbagai mesin pengering otomatis telah dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi, namun sistem pemantauan yang digunakan umumnya masih terbatas pada tampilan lokal atau layanan berbasis cloud yang memerlukan koneksi internet. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol dan monitoring mesin pengering gabah menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan antarmuka berbasis Local Web Server sehingga proses pemantauan dapat dilakukan melalui jaringan Wi-Fi lokal tanpa ketergantungan terhadap internet. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) yang meliputi studi literatur, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi sistem, serta pengujian fungsional. Sistem memanfaatkan sensor suhu DS18B20, sensor kelembapan kapasitif, sensor gas MQ-5, modul relay, serta beberapa aktuator yang dikendalikan oleh ESP32. Antarmuka monitoring dikembangkan menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript yang diakses melalui peramban web menggunakan jaringan Access Point yang dipancarkan langsung oleh ESP32. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DS18B20 memiliki rata-rata error sebesar 0,39%, sedangkan sistem kontrol mampu menjaga suhu kerja menggunakan mekanisme ON-OFF sesuai nilai set point yang ditentukan. Sistem keamanan juga mampu melakukan emergency shutdown ketika sensor MQ-5 mendeteksi indikasi kebocoran gas. Selain itu, Local Web Server dapat melayani proses monitoring secara real-time dengan waktu pembaruan data sekitar 1,4–1,6 detik serta tetap stabil hingga jarak operasional 10 meter. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu menjalankan fungsi kontrol dan monitoring secara efektif tanpa memerlukan koneksi internet eksternal.

Kata Kunci: ESP32, Local Web Server, Mesin Pengering Gabah, Monitoring, Sistem Kontrol.

ABSTRACT

The grain drying process is an essential post-harvest stage because it directly affects grain quality and storage durability. Conventional drying methods are still highly dependent on weather conditions, resulting in inconsistent drying times. Although various automatic grain dryers have been developed, most monitoring systems are limited to local displays or cloud-based services that require an internet connection. This study aims to design and implement a control and monitoring system for a grain dryer using an ESP32 microcontroller integrated with a Local Web Server, enabling real-time monitoring through a local Wi-Fi network without external internet access. This research employed the Research and Development (R&D) method, consisting of literature review, hardware and software development, system implementation, and functional testing. The proposed system integrates a DS18B20 temperature sensor, a capacitive moisture sensor, an MQ-5 gas sensor, relay modules, and supporting actuators controlled by the ESP32. A web-based monitoring interface was developed using HTML, CSS, and JavaScript and accessed through the Access Point generated by the ESP32. Experimental results indicate that the DS18B20 sensor achieved an average measurement error of only 0.39%. The

ON–OFF temperature control successfully maintained the heating process according to the predefined set point, while the safety mechanism performed an automatic emergency shutdown when gas leakage was detected. Furthermore, the Local Web Server provided real-time monitoring with an average update interval of 1.4–1.6 seconds and maintained stable communication within a 10-meter operating range. These findings demonstrate that the proposed system provides an effective solution for autonomous control and monitoring of grain dryer operations without relying on internet connectivity.

Keywords: ESP32, Grain Dryer, Local Web Server, Control System, Monitoring System.

PENDAHULUAN

Pengeringan merupakan salah satu tahapan penting dalam penanganan pascapanen gabah karena berpengaruh terhadap kualitas beras, kadar air, dan umur simpan hasil panen. Gabah dengan kadar air yang masih tinggi berisiko mengalami pertumbuhan jamur, penurunan mutu, bahkan kerusakan selama penyimpanan. Di sisi lain, metode pengeringan konvensional yang mengandalkan panas matahari masih menghadapi berbagai keterbatasan, seperti ketergantungan terhadap kondisi cuaca, waktu pengeringan yang relatif lama, serta kebutuhan tenaga kerja yang lebih besar selama proses pengeringan. Kondisi tersebut mendorong berkembangnya berbagai sistem pengering gabah otomatis yang mampu menghasilkan proses pengeringan yang lebih stabil dan efisien (Mita & Rahmatiyah, 2025).

Perkembangan mikrokontroler berbiaya rendah, khususnya ESP32, membuka peluang untuk membangun sistem kendali yang mampu mengintegrasikan sensor, aktuator, dan komunikasi nirkabel dalam satu perangkat. Dengan kemampuan Wi-Fi bawaan, ESP32 tidak hanya digunakan sebagai pengendali proses, tetapi juga dapat berfungsi sebagai media komunikasi data sehingga informasi kondisi mesin dapat dipantau secara langsung oleh operator. Pemanfaatan teknologi tersebut semakin relevan untuk mendukung otomasi mesin pengering gabah yang memerlukan pengawasan secara berkelanjutan selama proses pengeringan berlangsung.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pengering gabah berbasis mikrokontroler dengan memanfaatkan sensor suhu, sensor kelembapan, maupun teknologi Internet of Things (IoT) (Nazra, 2026). Meskipun demikian, sebagian besar sistem monitoring masih menggunakan tampilan lokal berupa LCD atau memanfaatkan platform berbasis cloud yang membutuhkan koneksi internet. Pendekatan tersebut dapat menjadi kendala ketika mesin dioperasikan pada lokasi yang memiliki akses internet terbatas ataupun tidak stabil. Selain itu, ketergantungan terhadap layanan cloud juga menambah kompleksitas implementasi serta meningkatkan kebutuhan infrastruktur jaringan (Ziedan & Hardiyantari, 2026).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengusulkan implementasi Local Web Server yang berjalan langsung pada mikrokontroler ESP32 sebagai media monitoring dan pengendalian mesin pengering gabah. Berbeda dengan sistem berbasis cloud, seluruh komunikasi dilakukan melalui jaringan Wi-Fi lokal yang dipancarkan oleh ESP32 sehingga operator dapat mengakses antarmuka monitoring menggunakan telepon pintar atau komputer tanpa memerlukan koneksi internet. Pendekatan ini diharapkan mampu menghasilkan sistem yang lebih sederhana, mudah dioperasikan, dan tetap mampu menyediakan informasi operasional secara real-time.

Kontribusi utama penelitian ini adalah perancangan sistem yang mengintegrasikan fungsi kontrol suhu, pemantauan kelembapan gabah, mekanisme keamanan berbasis sensor gas MQ-5, serta antarmuka monitoring berbasis Local Web Server dalam satu platform berbasis ESP32. Kinerja sistem kemudian dievaluasi melalui pengujian akurasi

sensor, respons kendali aktuator, performa komunikasi jaringan, dan sinkronisasi data antara mikrokontroler dengan antarmuka web untuk mengetahui tingkat keandalan sistem yang dikembangkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D). Metode R&D merupakan sebuah metode penelitian yang secara spesifik digunakan untuk merancang, mengembangkan, dan menghasilkan suatu produk, untuk kemudian diuji keefektifannya sebelum produk tersebut diimplementasikan. Tahapan penelitian diawali dengan studi literatur terkait mikrokontroler ESP32, arsitektur web server lokal, dan mekanisme pengeringan gabah (Ziedan & Hardiyantari, 2026). Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem yang terbagi menjadi perancangan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software).

Pada aspek perangkat keras, ESP32 digunakan sebagai unit pemroses utama (standalone master controller). Sistem ini mengintegrasikan sensor suhu DS18B20, sensor kelembapan kapasitif, dan sensor gas MQ-5 sebagai masukan (input). Instruksi keluaran (output) dari mikrokontroler diteruskan ke modul relay untuk mengendalikan perangkat aktuator seperti blower dan katup solenoid pada burner gas LPG (Saputro et al., 2021). Pada aspek perangkat lunak, sistem diprogram agar ESP32 dapat mengeksekusi algoritma kendali otomatis sekaligus bertindak sebagai Access Point mandiri. Antarmuka pengguna (User Interface) dibangun menggunakan struktur HTML dan CSS yang ditanamkan langsung pada memori mikrokontroler tanpa memerlukan server eksternal. Pengujian alat dilakukan untuk mengevaluasi fungsionalitas aktuator, akurasi pembacaan sensor, kecepatan respons sistem, dan kestabilan komunikasi Local Web Server.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Akurasi Sistem Akuisisi Data Sensor

Pengujian dilakukan untuk memvalidasi kinerja mikrokontroler ESP32 dalam mengakuisisi data dari instrumen sensor. Berdasarkan hasil perbandingan dengan alat ukur standar, sensor suhu DS18B20 yang memanfaatkan protokol komunikasi 1-Wire mencatatkan akurasi rata-rata sebesar 99,61% dengan tingkat error yang sangat minim, yakni 0,39%. Pengujian pada sensor gas MQ-5 juga menunjukkan tingkat akurasi rata-rata 96,06% dengan error sebesar 3,94%. Tingkat akurasi yang tinggi ini membuktikan bahwa proses kalibrasi pada ESP32 telah beroperasi secara optimal dan mampu menerjemahkan sinyal fisik menjadi data digital secara presisi sebelum digunakan sebagai acuan algoritma kendali.

2. Pengujian Fungsi Kontrol Sistem

Pengujian ini bertujuan memvalidasi keberhasilan algoritma mikrokontroler dalam mengeksekusi instruksi aktuator. Sistem terbukti bekerja secara presisi menggunakan prinsip kendali ON-OFF. Saat sensor suhu DS18B20 mendeteksi suhu aktual di bawah batas set point (target pemanasan 50°C), mikrokontroler seketika mengaktifkan relay pemanas (burner gas) dan blower. Sebaliknya, saat suhu mencapai 50,8°C, sistem memutuskan arus (OFF) tanpa delay yang berarti untuk mencegah overheating pada gabah. Fitur interupsi keamanan juga beroperasi 100% sesuai rancangan; di mana sistem secara instan memutuskan aliran daya aktuator apabila sensor MQ-5 mendeteksi indikasi kebocoran gas yang melebihi batas aman (nilai ADC di atas 300).

3. Pengujian Komunikasi Jaringan Nirkabel Lokal (WLAN) dan Antarmuka

Pengujian ini mengevaluasi kinerja ESP32 saat difungsikan sebagai Local Web Server mandiri tanpa akses internet. Hasilnya menunjukkan bahwa perangkat klien

(smartphone atau komputer) dapat terhubung dengan mulus ke jaringan Wi-Fi yang dipancarkan oleh ESP32. Tidak terdapat deviasi pembacaan antara keluaran serial mikrokontroler dengan antarmuka web. Sistem komunikasi nirkabel berhasil mentransmisikan data numerik suhu aktual (46,1°C) dan mengkonversi data waktu sisa operasional menjadi format jam digital secara presisi pada layar perangkat pemantau tanpa mengalami kerusakan format visual. Kestabilan jaringan terbukti sangat baik, di mana ESP32 tidak mengalami kendala (disconnect atau crash) meskipun merangkap tugas sebagai unit pemroses sensor dan peladen web sekaligus.

KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem kontrol otomatis dan akuisisi data sensor berhasil beroperasi dengan presisi tinggi. Sensor DS18B20 dan MQ-5 mencapai akurasi pembacaan di atas 96%, dan sistem mampu mempertahankan kestabilan suhu ruang pengering secara efektif menggunakan mekanisme kendali ON-OFF pada aktuator pemanas.
2. Kinerja Komputasi Paralel: Mikrokontroler ESP32 terbukti andal dalam mengeksekusi berbagai instruksi secara bersamaan (multitasking). Sistem berhasil menjalankan siklus pembacaan multi-sensor, menghitung mundur waktu operasional, serta mengendalikan aktuator secara paralel tanpa mengalami penundaan atau kemacetan proses (blocking).
3. Keandalan Jaringan Pemantauan Nirkabel: Konfigurasi ESP32 sebagai Access Point mandiri berhasil melayani permintaan akses dari perangkat klien secara stabil. Halaman dasbor pemantauan beroperasi dengan lancar di peramban smartphone, menyajikan pembaruan data numerik dan indikator peringatan secara real-time (aktual) tanpa sedikitpun bergantung pada koneksi internet publik.

DAFTAR PUSAKA

- Mita, A. J. K., & Rahmatiyah. (2025). Pengaruh Durasi Penjemuran Terhadap Kualitas Gabah Padi pada Proses Pengeringan. *Botani : Publikasi Ilmu Tanaman Dan Agribisnis*, 2(1), 191–198.
- Nazra, T. D. (2026). Perancangan Sistem Pengukur Kadar Air Biji Jagung Menggunakan Sensor Kelembaban Berbasis Internet of Things. *JURNAL KOMPREHENSIF*, 4(1), 445–460.
- Purnamasari, N. K. (2026). Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha,. Perancangan Sistem Pengendalian Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Variable Speed Drive dan Smart Relay Pada Pompa Irigasi Taman. , 14(3), 268–280.
- Rayhan Pramana Rizqi, M. (2024). Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan. ANALISIS KINERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA DARI ASPEK BESARAN DAYA DAN EFISIENSI MOTOR DALAM MENGERAKKAN MESIN (STUDI KASUS PADA MESIN JAW CRUSHER DI PT. ALAM TUNGGAL SEMESTA). .
- Ritonga, A. M. (2024). Jurnal Rekayasa Mesin, . ANALISIS KINERJA MESIN ROTARY DRYER BERBAHAN BAKAR GAS LPG UNTUK PENGERINGAN GABAH. , 15(2), 605–618. <https://doi.org/10.21776/jrm.v15i2.1391>.
- Saputra, B. D. (2026). Analisis Kinerja Dan Efisiensi Sistem Kontrol Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Variable Speed Drive Pada Pompa Proses Fatty Acid Di PT. Permata Hijau Palm Oleo. , Jurnal Nasional Teknologi Komputer, 6(2).
- Saputro, R. D., Girawan, B. A., Pribadi, J. S., Fadillah, & Mardiyana. (2021). Rancang Bangun Rangka dan Pipa Pemanas Pada Mesin Pengering Padi [Design Build of Frame Work and Heating Pipe on Rice Drying Machine]. *Journal of Surimi (Sustainable Research In Management of Agroindustry)*, 01(01), 28–32.

- Wahyuni, P. D. (2021). In Journal of Electrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE). PENGATURAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 PHASE PADA BLOWER PENGERING PADI MENGGUNAKAN GAS BERBASIS PLC DAN HMI. , 25 JEECAE (Vol. 6).
- Ziedan, A. M., & Hardiyantari, O. (2026). Rancang Bangun Presensi Siswa Berbasis RFID Menggunakan ESP32 dan Web Lokal. JUSIFOR: Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika, 5(1), 227–234. MESIN PENIRIS TIGA JENIS KRIPIK BERBASIS MOTOR LISTRIK TIGA FASA DAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO., JURNAL AMPERE, 4(2).