

# Sistem Monitoring dan Kontrol Kadar Air pada Tempat Penyimpanan Tembakau Menggunakan Wemos D1 Berbasis *Smartphone*

Aqilla Bayu Fatahilla <sup>1\*</sup>, Rahmad Zainul Abidin <sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Informatika, Teknik, Universitas Yudharta, Sengonagung, Kota Pasuruan, Provinsi Jawa Timur, Indonesia.

*Email:* aqillabayufatahilla251102@gmail.com <sup>1\*</sup>, abidin@yudharta.ac.id <sup>2</sup>

## Histori Artikel:

*Dikirim* 30 Juli 2025; *Diterima dalam bentuk revisi* 15 Agustus 2025; *Diterima* 30 Agustus 2025; *Diterbitkan* 10 September 2025. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STMIK Indonesia Banda Aceh.

## Abstrak

Kadar air merupakan faktor penting yang menentukan mutu tembakau. Ketidaksesuaian kadar air, baik terlalu tinggi maupun terlalu rendah, dapat menurunkan kualitas dan memicu kerusakan selama penyimpanan. Penelitian sebelumnya banyak berfokus pada monitoring kelembapan tanah atau komoditas lain, sedangkan pemantauan kadar air tembakau pada ruang penyimpanan skala kecil yang terintegrasi dengan sistem kontrol otomatis belum banyak dikaji. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring dan kontrol kadar air tembakau berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Wemos D1, sensor soil moisture, Firebase, serta aplikasi Android berbasis MIT App Inventor. Sistem ini dirancang untuk memantau kadar air secara real-time, mengirimkan notifikasi otomatis ke smartphone, serta mengendalikan atap penyimpanan agar terbuka ketika kadar air melebihi ambang 14% dan menutup kembali ketika kadar air berada di bawah 10%, sesuai standar SNI. Pengujian dilakukan dalam skala kecil dengan beberapa skenario, yaitu pengukuran kadar air tembakau kering dan basah, pengujian delay waktu pengiriman notifikasi, serta uji jarak koneksi internet. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kadar air tembakau dengan akurasi cukup baik, dengan rata-rata waktu tunda pengiriman notifikasi sekitar 2,8–3 detik. Mekanisme buka–tutup atap menggunakan motor servo berjalan 100% berhasil pada uji coba yang dilakukan. Sistem juga dapat beroperasi efektif dengan jangkauan koneksi Wi-Fi hingga 20 meter tanpa penghalang dan 15 meter dengan penghalang. Dengan demikian, penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa penerapan IoT berbasis Wemos D1 dapat menjadi solusi praktis dalam menjaga kadar air tembakau tetap sesuai standar mutu pada penyimpanan skala kecil. Ke depan, sistem ini dapat ditingkatkan dengan penggunaan sensor kapasitif yang lebih presisi, penyimpanan data historis, serta integrasi model prediksi untuk mendukung otomasi penyimpanan tembakau yang lebih andal.

**Kata Kunci:** Tembakau; Wemos D1; Soil Moisture; Firebase; Mit App Inventor; Monitoring; Kontrol Otomatis; Servo Motor.

## Abstract

Moisture content is a critical factor that determines the quality of tobacco. Inappropriate moisture levels, whether too high or too low, can degrade quality and trigger damage during storage. Previous studies have mostly focused on soil moisture monitoring or other agricultural products, while research on integrated monitoring and automatic control systems for tobacco moisture content in small-scale storage is still limited. This study aims to design an Internet of Things (IoT)-based system for monitoring and controlling tobacco moisture content using a Wemos D1 microcontroller, soil moisture sensor, Firebase, and an Android application developed with MIT App Inventor. The system monitors moisture levels in real time, sends automatic notifications to a smartphone, and controls a storage roof mechanism that opens when the moisture exceeds 14% and closes when it falls below 10%, in accordance with the Indonesian National Standard (SNI). The system was tested on a small scale under several scenarios, including measurements of dry and wet tobacco, notification delay testing, and internet connection range testing. Experimental results show that the system can detect tobacco moisture content with satisfactory accuracy, with an average notification delay of about 2.8–3 seconds. The roof control mechanism driven by a servo motor successfully operated in 100% of trials. The system also worked effectively within a Wi-Fi connection range of up to 20 meters without obstacles and 15 meters with obstacles. In conclusion, this study demonstrates that an IoT-based solution using Wemos D1 provides a practical approach to maintaining tobacco moisture content within the required quality standards for small-scale storage. Future work may include employing more precise capacitive sensors, integrating historical data storage, and applying predictive models to enhance the reliability of automated tobacco storage systems.

**Keyword:** Tobacco; Wemos D1; Soil Moisture Sensor; Firebase; MIT App Inventor; Monitoring; Automatic Control; Servo Motor.

## 1. Pendahuluan

Tembakau merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi di Indonesia. Selain itu, tembakau juga menjadi bahan baku utama untuk industri rokok yang menjadi salah satu kontributor terbesar terhadap perekonomian negara. Mutu tembakau dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah kadar air yang terkandung dalam tembakau. Kadar air yang tidak sesuai, baik terlalu tinggi maupun terlalu rendah, dapat menurunkan kualitas tembakau, merusak tekstur, mengurangi cita rasa, dan memicu pertumbuhan jamur yang dapat merusak tembakau selama proses penyimpanan. Oleh karena itu, pengendalian kadar air yang tepat sangat penting untuk menjaga kualitas tembakau. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Martínez-Martínez *et al.* (2012), suhu dan kelembapan relatif adalah dua faktor yang sangat mempengaruhi proses pengeringan dan penyimpanan tembakau. Kedua faktor ini harus dijaga dengan cermat agar kualitas tembakau tetap terjaga sepanjang siklus penyimpanan. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI, 2011), kadar air tembakau yang ideal berada pada kisaran 10–14%. Kadar air yang melebihi 14% berisiko menyebabkan fermentasi yang berlebihan dan meningkatkan pertumbuhan jamur, sementara kadar air di bawah 10% dapat membuat tembakau menjadi rapuh dan mengurangi beratnya. Dalam konteks ini, penting untuk memonitor kadar air secara terus-menerus selama penyimpanan untuk memastikan tembakau tetap dalam kondisi yang optimal. Hingga saat ini, metode pengukuran kadar air yang banyak digunakan masih berbasis manual, seperti menggunakan oven pengering atau alat portabel yang memerlukan waktu cukup lama dan sangat bergantung pada keterampilan operator. Metode ini jelas memiliki kekurangan, terutama pada skala penyimpanan yang besar, karena tidak dapat memberikan hasil secara real-time dan cenderung tidak praktis. Penelitian oleh Sitorus *et al.* (2020) menyarankan penggunaan teknologi berbasis mikrokontroler yang dapat mengukur kelembapan secara non-invasif, yang dinilai lebih efisien dan memberikan hasil yang lebih cepat. Sistem non-invasif ini diharapkan mampu mendeteksi kadar air tembakau tanpa merusak kualitasnya, sehingga dapat mempermudah pemantauan pada skala yang lebih besar. Dalam bidang Internet of Things (IoT), penggunaan perangkat mikrokontroler seperti NodeMCU juga telah terbukti efektif dalam memantau kelembapan tanah pada tanaman pertanian. Penelitian yang dilakukan oleh Agung Ahmad Fauzi *et al.* (2021) menggunakan NodeMCU dan aplikasi Blynk untuk pemantauan kelembapan tanah dan berhasil menunjukkan kinerja yang baik pada skala pertanian. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian yang ada lebih fokus pada kelembapan tanah atau produk pertanian lainnya, sementara penelitian tentang pemantauan kelembapan tembakau di ruang penyimpanan yang lebih kecil dan terintegrasi dengan sistem kontrol otomatis masih terbatas. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengembangkan sistem yang lebih spesifik untuk aplikasi penyimpanan tembakau.

Analisis terhadap penelitian-penelitian sebelumnya mengungkapkan adanya beberapa gap yang perlu ditangani. Pertama, belum ada sistem yang terintegrasi yang dapat memantau sekaligus mengontrol kadar air tembakau sesuai dengan standar 10–14% yang ditetapkan oleh SNI, terutama dalam konteks penyimpanan skala kecil. Kedua, belum ada kajian yang memadai mengenai keandalan aktuasi mekanis seperti sistem buka-tutup atap otomatis yang dikendalikan oleh sensor kelembapan. Ketiga, evaluasi kinerja, termasuk akurasi sensor, waktu delay notifikasi, dan jangkauan konektivitas sistem, masih terbatas dalam laporan penelitian yang ada. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang lebih komprehensif untuk menjaga kualitas tembakau selama penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem monitoring dan kontrol kadar air tembakau berbasis IoT menggunakan mikrokontroler Wemos D1, sensor soil moisture, Firebase untuk penyimpanan data, dan aplikasi Android berbasis MIT App Inventor. Sistem ini tidak hanya menampilkan data kadar air tembakau secara real-time pada smartphone, tetapi juga mengendalikan atap penyimpanan agar terbuka ketika kadar air tembakau melebihi ambang batas dan menutup ketika kadar air berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan. Dengan adanya kontrol otomatis ini, sistem diharapkan dapat menjaga kadar air tembakau tetap sesuai standar yang diinginkan tanpa intervensi manual yang memakan waktu. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menawarkan solusi praktis, terjangkau, dan sesuai dengan standar yang dapat menjaga kualitas tembakau selama penyimpanan.

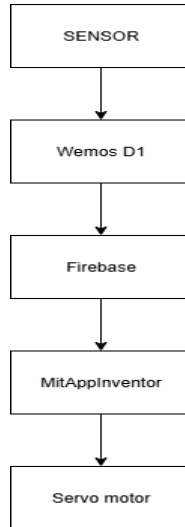
Dengan memanfaatkan teknologi IoT dan perangkat mikrokontroler, sistem ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada metode manual yang memakan waktu serta meningkatkan efisiensi dalam proses penyimpanan tembakau. Selain itu, sistem ini juga berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur-fitur lain, seperti integrasi data historis dan model prediksi yang dapat memberikan informasi lebih mendalam mengenai pola perubahan kadar air tembakau dalam jangka panjang.

## 2. Metode Penelitian

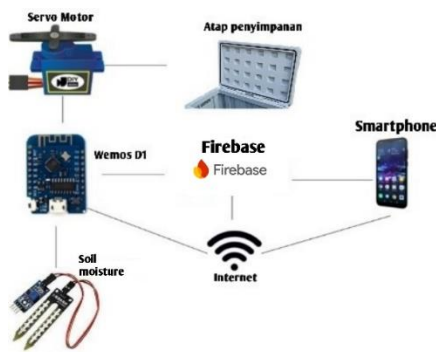
Penelitian ini dirancang dengan tujuan untuk mengembangkan sistem monitoring dan kontrol kadar air tembakau berbasis *Internet of Things (IoT)*. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen yang bekerja secara terintegrasi untuk memantau kondisi kadar air tembakau secara real-time dan mengontrol atap penyimpanan berdasarkan kadar air yang terdeteksi. Komponen utama yang digunakan dalam sistem ini antara lain adalah sensor *Soil Moisture* yang berfungsi sebagai input untuk mengukur kadar air tembakau, mikrokontroler *Wemos D1* sebagai pemroses data, *Firebase Realtime Database* sebagai penyimpanan data, serta aplikasi *MIT App Inventor* yang digunakan sebagai antarmuka pengguna (Prasetyawan *et al.*, 2021). Selain itu, motor servo juga digunakan sebagai aktuator untuk membuka dan menutup atap penyimpanan tembakau, sesuai dengan pembacaan sensor yang mendeteksi kadar air tembakau. Sistem ini bekerja dengan prinsip dasar pemantauan kelembapan yang terus menerus. Jika kadar air tembakau melebihi ambang batas 14%, sistem akan mengaktifkan motor servo untuk membuka atap penyimpanan, memungkinkan sirkulasi udara yang dapat menurunkan kelembapan. Sebaliknya, jika kadar air tembakau turun di bawah 10%, atap penyimpanan akan ditutup secara otomatis untuk menjaga kelembapan agar tetap terjaga. Selain itu, sistem ini juga dirancang untuk mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi Android berbasis *MIT App Inventor* setiap kali kadar air berada di luar ambang batas yang telah ditentukan (Zhang *et al.*, 2024). Penerapan sistem ini diharapkan dapat menjaga kualitas tembakau secara efektif, terutama dalam penyimpanan skala kecil yang selama ini masih mengandalkan metode manual yang kurang efisien dan praktis (Tirtosastro *et al.*, 2015).

Kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak untuk mendukung pengoperasian sistem ini melibatkan beberapa komponen. Perangkat keras yang digunakan antara lain laptop atau PC untuk pemrograman dan pemantauan sistem, mikrokontroler *Wemos D1* untuk pengolahan data, sensor *Soil Moisture* untuk mengukur kadar air, motor servo untuk menggerakkan atap penyimpanan, dan power supply 5V untuk menyediakan daya sistem (Lesmana, 2025). Sedangkan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Arduino IDE* untuk pemrograman mikrokontroler, *Firebase* sebagai platform penyimpanan data secara real-time, dan *MIT App Inventor* untuk mengembangkan aplikasi Android yang digunakan untuk memantau dan mengontrol sistem. Dalam hal pengujian, penulis merancang pengujian untuk memastikan efektivitas sistem dalam berbagai kondisi. Pengujian dilakukan pada beberapa skenario, antara lain pengujian kedalaman sensor, pengujian kondisi tembakau kering dan basah, serta pengujian delay waktu pengiriman notifikasi. Selain itu, dilakukan juga uji jarak koneksi internet untuk memastikan bahwa sistem tetap dapat beroperasi dengan baik dalam berbagai kondisi jaringan. Dalam hal ini, penelitian oleh Tan *et al.* (2022) terkait sistem pemantauan kelembapan berbasis *IoT* di bidang pertanian memberikan dasar yang kuat mengenai efektivitas sistem *IoT* dalam memantau kelembapan dan meningkatkan efisiensi pengelolaan tanaman. Hasil pengujian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kinerja sistem dalam menjaga kondisi penyimpanan tembakau. Penelitian ini juga didukung oleh referensi dari studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa penggunaan *IoT* dalam pemantauan kelembapan memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi ketergantungan pada metode manual, serta meminimalkan kesalahan manusia (Zhu *et al.*, 2025; Fathimah *et al.*, 2022). Sistem yang diusulkan dalam penelitian ini tidak hanya memberikan solusi untuk pemantauan dan kontrol kelembapan,

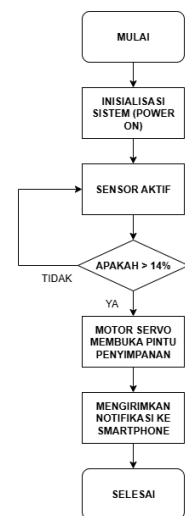
tetapi juga diharapkan dapat diimplementasikan secara luas pada penyimpanan tembakau dan komoditas lain yang memerlukan pengendalian kelembapan yang tepat.



Gambar 1. Skema Sistem

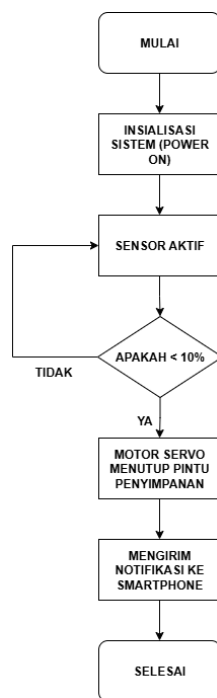


Gambar 2. Rancangan Sistem



Gambar 3. Flowchart Pembuka Atap Penyimpanan

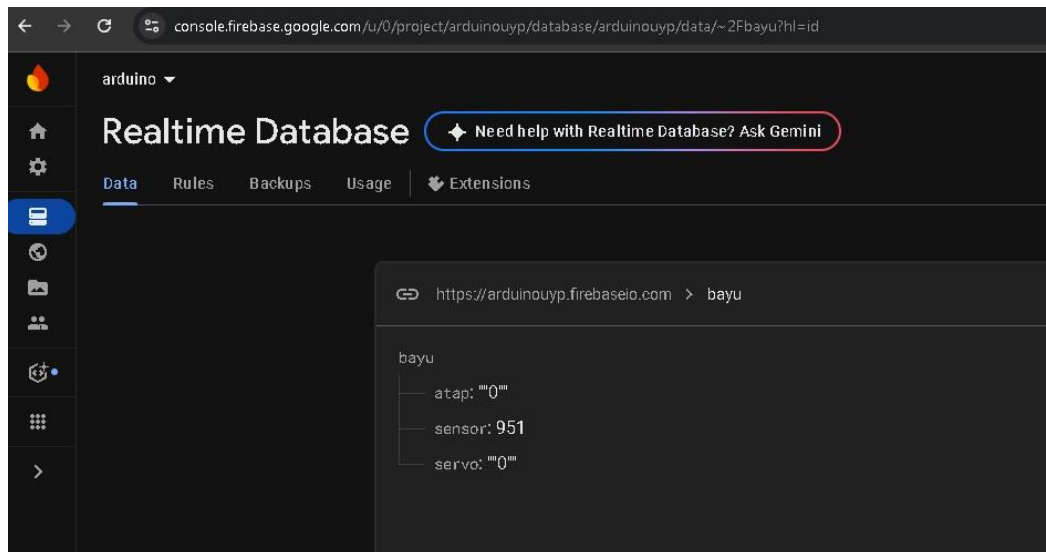
Pada gambar di atas, ditampilkan ilustrasi flowchart untuk sistem pembukaan pintu penyimpanan. Proses kerja dimulai dengan aktivasi sensor *soil moisture* untuk mendeteksi kadar air tembakau. Jika kadar air terdeteksi melebihi ambang batas yang telah ditentukan, sistem akan mengaktifkan motor servo untuk membuka pintu penyimpanan, yang bertujuan untuk memberikan ventilasi guna menurunkan kadar air. Selain itu, sistem juga akan mengirimkan notifikasi ke smartphone pengguna, memberitahukan bahwa kadar air tembakau telah melebihi batas yang ideal dan tindakan telah diambil untuk menurunkan kelembapan.



Gambar 4. Flowchart Penutup Atap Penyimpanan

Pada gambar di atas, ditampilkan ilustrasi flowchart untuk sistem penutupan pintu penyimpanan. Proses kerja dimulai dengan aktivasi sensor *soil moisture* untuk mendeteksi kadar air tembakau. Jika kadar air terdeteksi terlalu rendah, sistem akan mengaktifkan motor servo untuk menutup pintu penyimpanan guna menjaga kelembapan tetap terjaga. Selain itu, sistem juga akan mengirimkan notifikasi ke smartphone pengguna, memberitahukan bahwa kadar air tembakau telah turun di bawah ambang batas yang ideal, sehingga tindakan penutupan atap telah dilakukan untuk menjaga kondisi kelembapan. Sensor *soil moisture* menghasilkan nilai ADC yang merepresentasikan kondisi kelembapan tembakau, baik dalam kondisi basah maupun kering. Pada penelitian ini, digunakan ambang batas nilai ADC sebesar 700. Jika nilai ADC kurang dari 700, tembakau dianggap basah, dan sistem secara otomatis membuka atap penyimpanan untuk mengurangi kelembapan. Sebaliknya, jika nilai ADC lebih besar atau sama dengan 700, tembakau dianggap kering, dan sistem akan menutup atap penyimpanan. Nilai ambang batas ini ditentukan berdasarkan pengujian awal sensor pada kondisi tembakau basah dan kering, yang memberikan indikator yang cukup akurat dalam mengontrol kadar air. Pengujian sistem dilakukan melalui beberapa tahap untuk memastikan fungsionalitas yang baik. Uji kedalaman sensor dilakukan dengan menancapkan sensor pada kedalaman 4 cm, 3,5 cm, 3 cm, dan 2,5 cm untuk memeriksa stabilitas pembacaan sensor pada berbagai kedalaman. Uji kondisi tembakau dilakukan pada tembakau kering dan basah untuk mengamati respons sensor terhadap perubahan kadar air. Selain itu, pengujian delay notifikasi mengukur waktu jeda dari saat sensor mendeteksi perubahan kadar air hingga notifikasi diterima di smartphone pengguna. Uji jarak koneksi internet dilakukan pada kondisi tanpa halangan (1–30 meter) dan dengan halangan (1–20 meter) untuk

menguji kinerja sistem dalam berbagai kondisi jaringan. Terakhir, uji aktuasi servo dilakukan untuk mengamati respon motor servo dalam membuka dan menutup atap penyimpanan sesuai dengan pembacaan sensor. Semua pengujian ini dilakukan sebanyak tiga kali ulangan untuk memastikan konsistensi dan keandalan hasil. Seluruh pengujian dilaksanakan di ruang dengan suhu rata-rata 28–30°C dan kelembapan relatif 70–80%, kondisi yang mencerminkan lingkungan penyimpanan tembakau skala kecil. Data yang dihasilkan oleh sistem disimpan dalam *Firebase Realtime Database* dengan struktur yang telah disesuaikan untuk memudahkan akses dan pengolahan data secara real-time.

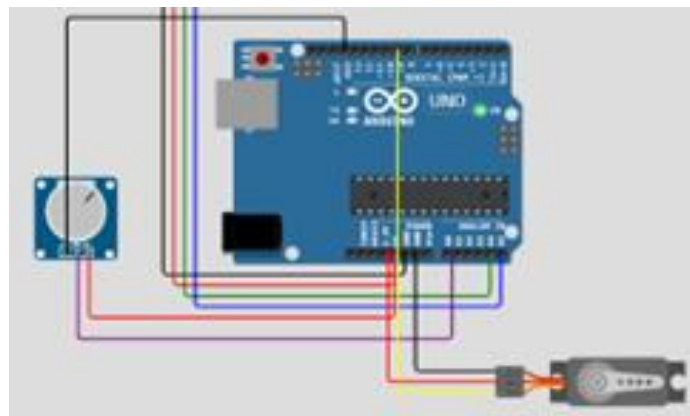


Gambar 5. Struktur Firebase

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil

Untuk mengevaluasi kinerja sistem secara menyeluruh, peneliti melakukan serangkaian pengujian pada tiga kondisi yang berbeda. Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh data yang dapat dianalisis lebih lanjut dalam penelitian ini, guna memastikan efektivitas dan akurasi sistem yang telah dirancang.



Gambar 6. Rangkaian Alat

Dari rangkaian konfigurasi alat yang digunakan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa setiap komponen perangkat keras telah berfungsi sesuai dengan fungsinya dalam mendukung sistem monitoring dan kontrol kadar air tembakau. Mikrokontroler *Wemos D1* berhasil mengolah data yang diterima dari sensor *soil moisture* dan mengirimkan informasi ke *Firestore Realtime Database*. Motor servo berfungsi dengan baik untuk membuka dan menutup atap penyimpanan sesuai dengan pembacaan sensor, sementara aplikasi Android berbasis *MIT App Inventor* berhasil menampilkan data secara real-time dan mengirimkan notifikasi kepada pengguna. Secara keseluruhan, rangkaian konfigurasi alat ini telah terbukti efektif dalam menjaga kadar air tembakau sesuai dengan standar yang ditetapkan. Ada 3 tahapan kondisi yang diuji yaitu identitas tembakau, delay waktu, jarak internet.

Tabel 1. Pengujian Sensor

Kondisi Tembakau	Kedalaman	Keberhasilan Deteksi
Kering	4 - 2,5 cm	95%
Basah	4 - 2,5 cm	92%

Pengujian dilakukan dengan menancapkan sensor *soil moisture* ke dalam media tembakau pada berbagai kedalaman, yaitu 4 cm, 3,5 cm, 3 cm, dan 2,5 cm. Sensor berhasil membedakan kondisi tembakau yang kering dan basah, dengan rata-rata tingkat keberhasilan deteksi mencapai 93% dari 20 kali percobaan. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sensor memiliki respons yang baik terhadap perubahan kadar air, meskipun terdapat keterbatasan pada stabilitas jangka panjang sensor akibat korosi pada elektroda, seperti yang juga dilaporkan dalam penelitian oleh Sitorus *et al.* (2020).

Tabel 2. Pengujian Identitas Tembakau Kering

No	Pengujian	Status	Delay waktu saat atap tertutup
1	Ditancapkan 4,0 cm	Terbaca	2,8 detik
2	Ditancapkan 3,5 cm	Terbaca	2,4 detik
3	Ditancapkan 3,0 cm	Terbaca	2 detik
4	Ditancapkan 2,5 cm	Terbaca	1,7 detik

Hasil menunjukkan bahwa semakin dangkal penempatan sensor, semakin tinggi nilai kelembapan yang terdeteksi dan semakin cepat sistem merespon untuk menutup atap. Hal ini menunjukkan sensitivitas sensor terhadap kelembapan di lapisan atas tembakau. Rata-rata waktu delay berada di bawah 3 detik, yang menunjukkan sistem bekerja responsif dan sesuai kebutuhan monitoring real-time.

Tabel 3. Pengujian Identitas Tembakau Basah

No	Pengujian	Status	Delay waktu saat atap terbuka
1	Ditancapkan 4,0 cm	Terbaca	2,9 detik
2	Ditancapkan 3,5 cm	Terbaca	2,6 detik
3	Ditancapkan 3,0 cm	Terbaca	2,2 detik
4	Ditancapkan 2,5 cm	Terbaca	1,9 detik

Dari hasil pengujian, semakin dalam sensor ditancapkan ke tembakau basah, semakin rendah nilai kelembapan yang terdeteksi. Sistem mampu merespons dengan cepat, dengan rata-rata delay di bawah 3 detik. Ini menunjukkan sistem dapat bekerja dengan efisien dalam menangani kondisi tembakau basah dan memberikan solusi otomatis untuk menjaga kadar air tetap dalam rentang ideal.

Tabel 4. Pengujian Delay Notifikasi

NO	Kondisi Tembakau	Status	Waktu Delay
1	Basah	Terbaca	3,0 Detik
2	Kering	Terbaca	2,8 Detik
3	Basah	Terbaca	3,1 Detik
4	Kering	Terbaca	2,7 Detik
5	Basah	Terbaca	3,2 Detik

Rata-rata waktu tunda sebesar 3 detik menunjukkan bahwa sistem ini cukup responsif dalam mendeteksi perubahan kadar air dan memberikan notifikasi kepada pengguna secara real-time. Hal ini memungkinkan pengguna untuk segera mengetahui kondisi tembakau dan mengambil tindakan yang diperlukan. Hasil ini sejalan dengan temuan yang dilaporkan oleh Fauzi *et al.* (2021), yang menunjukkan efektivitas sistem dalam memberikan respons yang cepat terhadap perubahan kondisi kelembapan.

Tabel 5. Pengujian Jarak Internet Tanpa Ada Halangan

NO	Jarak	Status
1.	1 Meter	Terhubung
2.	5 Meter	Terhubung
3.	10 Meter	Terhubung
4.	15 Meter	Terhubung
5.	20 Meter	Terhubung
6.	25 Meter	Tidak Terhubung

Pada jarak lebih dari 20 meter, koneksi mulai tidak stabil dan akhirnya terputus di jarak sekitar 25 meter. Oleh karena itu, untuk penggunaan optimal, Wemos D1 sebaiknya ditempatkan dalam jarak maksimal 20 meter dari sumber Wi-Fi atau menggunakan Wi-Fi Extender jika perlu jangkauan lebih luas.

Tabel 6. Pengujian Jarak Internet Adanya Halangan

NO	Jarak	Status
1.	1 Meter	Terhubung
2.	5 Meter	Terhubung
3.	10 Meter	Terhubung
4.	15 Meter	Tidak Stabil
5.	17 Meter	Tidak Terhubung

Pengujian ini dilakukan dengan kondisi adanya satu atau lebih penghalang fisik, seperti tembok atau furnitur, antara *Wemos D1* dan hotspot. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jangkauan Wi-Fi menurun secara signifikan karena penghalang mengurangi kekuatan sinyal. Tanpa penghalang, *Wemos D1* dapat terhubung hingga jarak 20 meter, namun dengan penghalang, koneksi mulai bermasalah pada jarak 15 meter dan terputus total pada jarak 17 meter. Hal ini perlu diperhatikan saat penempatan alat, terutama jika digunakan di dalam rumah atau bangunan dengan dinding tebal. Hasil pengujian ini mengindikasikan keterbatasan penggunaan Wi-Fi dalam sistem *IoT* pada ruang penyimpanan, yang juga ditemukan dalam studi oleh Zainudin *et al.* (2020).

Tabel 7. Pengujian Aktuasi Servo Motor

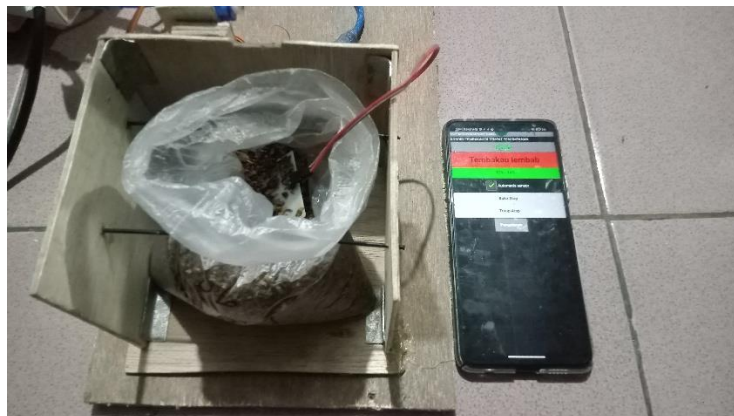
Percobaan	Jumlah Eksekusi	Keberhasilan
30 kali	30	100%

Servo motor diuji untuk membuka dan menutup atap penyimpanan secara otomatis berdasarkan pembacaan sensor. Dari 30 kali pengujian, sistem berhasil mengeksekusi perintah dengan tingkat keberhasilan 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem aktuasi bekerja dengan baik dan responsif, sesuai dengan yang diharapkan dalam mengatur kondisi penyimpanan tembakau secara otomatis.



Gambar 7. Pengujian Pada Tembakau Kering

Pada gambar di atas, nilai sensor yang tertera di aplikasi menunjukkan nilai 12,7 dengan kondisi tembakau kering dan atap penyimpanan tertutup.



Gambar 8. Pengujian Pada Tembakau Basah

Pada gambar di atas, nilai sensor yang tertera di aplikasi menunjukkan nilai 15,6 dengan kondisi tembakau basah dan atap penyimpanan terbuka.

### 3.2 Pembahasan

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki beberapa keunggulan. Sitorus *et al.* (2020) hanya berfokus pada kelembapan tanah umum, sementara penelitian ini diterapkan langsung pada media tembakau, yang merupakan komoditas dengan kondisi penyimpanan yang sangat spesifik. Fauzi *et al.* (2021) menggunakan NodeMCU dan aplikasi Blynk untuk pemantauan kelembapan, namun penelitian ini mengintegrasikan *Firebase* dan *MIT App Inventor*, yang memberikan fleksibilitas lebih besar untuk pengembangan aplikasi Android yang lebih mudah diakses oleh pengguna. Selain itu, penelitian ini juga menambahkan fitur aktuasi otomatis berupa sistem buka-tutup atap penyimpanan yang dikendalikan berdasarkan pembacaan sensor, sebuah fitur yang belum dieksplorasi dalam penelitian sebelumnya. Meskipun demikian, salah

satu keterbatasan utama dalam penelitian ini adalah belum dilakukannya validasi sensor terhadap metode standar, seperti *oven drying method*, untuk memastikan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Oleh karena itu, validasi sensor dengan metode standar sangat penting untuk dilakukan pada penelitian selanjutnya agar dapat meningkatkan keandalan sistem yang telah dikembangkan.

#### 4. Kesimpulan

Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini berhasil mendeteksi kadar kelembapan tembakau menggunakan sensor *soil moisture* dengan tingkat keberhasilan mencapai 92–95%, yang menjadikannya sebagai indikator yang dapat diandalkan untuk memantau kondisi lingkungan penyimpanan tembakau. Mikrokontroler *Wemos D1* berhasil memproses data dari sensor dan mengirimkan informasi secara real-time ke aplikasi Android melalui *Firebase*, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi tembakau secara langsung. Aktuasi servo motor juga berfungsi dengan sangat baik, mencapai tingkat keberhasilan 100% dalam membuka dan menutup atap penyimpanan sesuai dengan ambang kelembapan yang telah ditentukan. Rata-rata waktu tunda (*delay*) pengiriman notifikasi dari sensor ke aplikasi Android berada pada kisaran 2,8 hingga 3 detik, yang masih tergolong cepat dan responsif. Selain itu, sistem ini mampu beroperasi dengan efektif pada jarak koneksi Wi-Fi hingga 20 meter tanpa penghalang dan 15 meter dengan penghalang. Meskipun sistem ini telah berfungsi dengan baik, terdapat beberapa aspek yang masih dapat ditingkatkan. Pertama, disarankan untuk menggunakan sensor kelembapan kapasitif yang lebih tahan terhadap korosi untuk meningkatkan akurasi dan keandalan sensor dalam jangka panjang. Selanjutnya, untuk meningkatkan kredibilitas hasil pengukuran, validasi hasil sensor terhadap metode standar seperti *oven drying method* perlu dilakukan agar dapat diperoleh nilai akurasi yang lebih terukur dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Selain itu, penambahan fitur penyimpanan data historis pada aplikasi akan sangat berguna untuk analisis tren kadar air dalam periode tertentu. Untuk mengatasi kendala pemadaman listrik, sistem juga sebaiknya dilengkapi dengan sumber daya cadangan, seperti baterai, agar dapat tetap beroperasi tanpa gangguan. Pengembangan antarmuka aplikasi Android yang lebih interaktif, termasuk penambahan grafik visualisasi data kelembapan, juga akan mempermudah pengguna dalam memantau kondisi tembakau. Terakhir, disarankan untuk memberikan pelindung tahan cuaca pada komponen elektronik agar sistem dapat lebih tahan terhadap penggunaan jangka panjang dan kondisi lingkungan yang ekstrem.

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan motivasi secara konsisten sejak awal hingga akhir penyusunan skripsi. Penulis juga berterima kasih kepada keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, serta dukungan moral dan material. Selain itu, apresiasi juga diberikan kepada teman-teman dan rekan seperjuangan yang turut membantu dalam proses pengumpulan data dan penyelesaian penelitian ini. Semoga segala kebaikan dan bantuan yang telah diberikan mendapat balasan yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa.

## 6. Daftar Pustaka

- Almujaddidy, U. A., Supriono, S., & Natsir, A. (2024). Rancang Bangun Prototype Pengereng Tembakau Berbasis Iot Untuk Meningkatkan Kualitas Tembakau Dan Menghemat Waktu Pengerengan. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(4), 11853-11864.
- Faqih, M. (2020). Efektivitas penggunaan media pembelajaran mobile learning berbasis android dalam pembelajaran puisi. *Jurnal Konfiks*, 7(2), 27-34.
- Haidar, L. (2023). Rancang Bangun Alat Ukur Kelembapan Tanah Menggunakan Sensor Soil Moisture pada Dukuh Tambakroto. *J. Ilm. Sist. Inf*, 2(1), 70-78. <https://doi.org/10.51903/juisi.v2i1.573>.
- Hakiki, M. I., Darusalam, U., & Nathasia, N. D. (2020). Konfigurasi Arduino IDE Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11. *METODE*, 7, 8.
- Harahap, A. M., Musril, H. A., Supriadi, S., & Okra, R. (2023). Perancangan Media Pembelajaran Simulasi dan Komunikasi Digital Menggunakan Mit App Inventor di SMKS Kesehatan Paluta Husada. *Indonesian Research Journal on Education*, 3(1), 139-151. <https://doi.org/10.31004/irje.v3i1.158>.
- Hasibuan, M. I. Z., & Triase, T. (2022). Implementasi Sistem Database Nosql Secara Realtime Menggunakan Firebase Realtime Database Pada Aplikasi Ourticle. *SIBATIK JOURNAL: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, dan Pendidikan*, 2(1), 1-24.
- Khobariah, N. F., Hermawan, P. D. S., & Kusumadiarti, R. S. (2022). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Ruang Server Berbasis Wemos D1. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 7(1), 32-42. <https://doi.org/10.29100/jipi.v7i1.2134>.
- Kumari, S., Ali, N., Dagati, M., & Dong, Y. (2025). IoT-Enabled Soil Moisture and Conductivity Monitoring Under Controlled and Field Fertigation Systems. *AgriEngineering*, 7(7), 207.
- Lesmana, K. (2025). PROTOTIPE PENGGUNAAN MOTOR SERVO UNTUK DISPENSER OTOMATIS BERBASIS ARDUINO DAN SENSOR HC-SR04. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(2). <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i2.6063>.
- Martínez-Martínez, V., Baladrón, C., Gomez-Gil, J., Ruiz-Ruiz, G., Navas-Gracia, L. M., Aguiar, J. M., & Carro, B. (2012). Temperature and relative humidity estimation and prediction in the tobacco drying process using artificial neural networks. *Sensors*, 12(10), 14004-14021.
- Prasetyawan, P., Samsugi, S., & Prabowo, R. (2021). Internet of Thing Menggunakan Firebase dan Nodemcu untuk Helm Pintar. *Jurnal ELTIKOM: Jurnal Teknik Elektro, Teknologi Informasi Dan Komputer*, 5(1), 32-39. <https://doi.org/10.31961/eltikom.v5i1.239>.
- Prasetyawan, P., Samsugi, S., & Prabowo, R. (2021). Internet of Thing Menggunakan Firebase dan Nodemcu untuk Helm Pintar. *Jurnal ELTIKOM: Jurnal Teknik Elektro, Teknologi Informasi Dan Komputer*, 5(1), 32-39. <https://doi.org/10.31961/eltikom.v5i1.239>.
- Priamudi, R. (2022). Alat uji kadar air pada biji kopi berbasis mikrokontroler arduino uno r3. *Jurnal Portal Data*.

- Saputra, H. T., Amarta, M. R., & Wulandari, D. (2024). RANCANG BANGUN ALAT MONITORING SISTEM JEMURAN IKAN ASIN OTOMATIS DENGAN SENSOR HUJAN DAN RTC BERBASIS WEMOS DAN SMS. *JSR: Jaringan Sistem Informasi Robotik*, 8(1), 79-83.
- Sitorus, A., Novrinaldi, N., & Bulan, R. (2020). Non-invasive moisture content measurement system based on the ESP8266 microcontroller. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(3), 924-932.
- Sulistiyono, E. F., & Yunanda, A. B. (2022, October). Rancang Bangun Atap Jemuran Otomatis Berbasis NodeMCU. In *Senakama: Prosiding Seminar Nasional Karya Ilmiah Mahasiswa* (Vol. 1, No. 1, pp. 625-633).
- Tan, P., Gebremariam, E. T., Rahman, M. S., Salman, H., & Xu, H. (2022). Design and implementation of soil moisture monitoring and irrigation system based on arm and iot. *Procedia Computer Science*, 208, 486-493. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.10.067>.
- Tang, X., Liu, S., & Zang, C. (2022). Design of tobacco storage environment monitoring system based on Lora technology. In *ITM Web of Conferences* (Vol. 45, p. 01064). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20224501064>.
- TIRTOSASTRO, S. (2004). Penerapan Standar Mutu Tembakau di Indonesia. *Perspektif: Review Penelitian Tanaman Industri*, 3(1), 24-34. <https://doi.org/10.21082/p.v3n1.2004.24-34>.
- Tirtosastro, S., & Musholaeni, W. (2017). Penanganan panen dan pasca panen tembakau di Kabupaten Bojonegoro. *Buana Sains*, 15(2), 155-164. <https://doi.org/10.33366/bs.v15i2.374>.
- Tukan, M. I. (2024). Monitoring tools using DHT11 sensor, soil moisture sensor and motion sensor. *Journal of Frontier Research in Science and Engineering*, 2(4), 38-48.
- Zainudin, A., Santoso, T., Wijayanti, A., Pratiarso, A., Sudarsono, A., Mahmudah, H., ... & Susanti, T. (2020). Pemanfaatan Alat Monitoring Kadar Air Pada Gabah untuk Peningkatkan Kualitas Panen. *DIKEMAS (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 4(2).
- Zhang, X., Feng, G., & Sun, X. (2024). Advanced technologies of soil moisture monitoring in precision agriculture: A Review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101473.
- Zhu, Y. Y., Xiao, F., Fu, Q. P., Dai, L., Qu, Y. B., Zhang, H., ... & Yin, J. (2025). Research on the relative humidity changes of the controlled atmosphere environment for redried tobacco storage. *Scientific Reports*, 15(1), 26633.