

SKRIPSI

**PENGERING GABAH OTOMATIS BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IoT) UNTUK
MENCAPAI KADAR AIR STANDAR**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I NYOMAN HIMANIKANG PARWATA
NIM. 2115344009

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2025

ABSTRAK

Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan alat pengering gabah otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor DHT22, heater, fan, exhaust fan, dan platform Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Prototipe berkapasitas ± 5 kg ini mampu mengontrol suhu dan kelembapan secara otomatis serta menyediakan mode manual. Hasil pengujian lima kali percobaan menunjukkan kadar air akhir 13,3–13,9% dengan nilai MAPE rata-rata 3,14% (sangat andal). Dibanding penjemuran manual, alat ini memberikan hasil lebih merata, tidak bergantung pada cuaca, dan dapat dipantau tanpa pengawasan langsung.

Kata kunci: Pengering Gabah, IoT, ESP32, DHT22, Blynk.

ABSTRACT

This study designed and implemented an automatic rice grain dryer based on the Internet of Things (IoT) using an ESP32 microcontroller, DHT22 sensor, heater, fan, exhaust fan, and the Blynk platform for remote monitoring. The ± 5 kg capacity prototype can automatically control temperature and humidity while providing a manual mode. Testing over five trials showed a final moisture content of 13.3–13.9% with an average MAPE value of 3.14% (highly reliable). Compared to manual sun drying, the device produced more uniform results, was weather-independent, and allowed monitoring without direct supervision.

Keywords: Rice Grain Dryer, IoT, ESP32, DHT22, Blynk.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Landasan Teori	6
2.1.1 Gabah.....	6
2.1.2 Pengeringan Gabah.....	6
2.1.3 Arduino IDE	7
2.1.4 ESP 32	7
2.1.5 Internet of Things	8
2.1.6 Otomasi Pertanian	8
2.1.7 Blynk	8
2.1.8 Sensor Suhu dan Kelembapan (DHT22)	9
2.1.9 Relay 4 Chanel	9
2.1.10 Heater	10
2.1.11 Rata - Rata	10
2.1.12 MAPE	11
2.1.13 Standar Deviasi.....	12
2.1.14 Koefisien Variasi (Coefficient of Variation).....	13
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Pembuatan Sistem	15
3.1.1 Pembuatan <i>Hardware</i>	15
3.1.2 Pembuatan Software.....	22
3.2 Alat dan Bahan	31

3.3 Analisa Hasil Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Implementasi Sistem	34
4.1.1 Implementasi Hardware	34
4.1.2 Implementasi Software	36
4.2 Hasil Pengujian Sistem	37
4.2.1 Pengujian Komponen	37
4.2.2 Pengujian Alat	40
4.2.3 Pengujian Penjemuran Manual	49
4.2.4 Perbandingan Pengeringan Manual dan Otomatis	50
4.2.4 Pengujian Aplikasi	51
4.2.5 Pengujian Parameter-parameter yang Diamati	53
4.3 Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian	54
BAB V PENUTUP	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi MAPE	12
Tabel 3. 1 Pin komponen ke pin ESP32.....	18
Tabel 3. 2 Pin komponen ke pin relay.....	18
Tabel 3. 3 alat – alat	31
Tabel 3. 4 Bahan komponen mikrokontroler	31
Tabel 3. 5 bahan komponen prototype	32
Tabel 3. 6 perangkat lunak	32
Tabel 4. 1 Pengujian Komponen.....	37
Tabel 4. 2 Tabel Pengujian Sensor DHT22 Jam 8, tgl 16 juni 2025.....	38
Tabel 4. 3 Tabel Pengujian Sensor DHT22 Jam 9, tgl 16 juni 2025.....	38
Tabel 4. 4 Sampel kadar air awal sampel gabah 24 April 2025.....	41
Tabel 4. 5 Penentuan waktu pengeringan untuk mencapai kadar air 14%.....	42
Tabel 4. 6 Pengujian hari 1 tgl 13 jun	43
Tabel 4. 7 Pengujian hari 2 tgl 14	44
Tabel 4. 8 Pengujian hari 3 gl 15	44
Tabel 4. 9 Pengujian hari 4 tgl 16	44
Tabel 4. 10 Pengujian hari 5 tgl 17	44
Tabel 4. 11 Perhitungan error.....	47
Tabel 4. 12 Perhitungan Presisi.....	48
Tabel 4. 13 Hasil Penjemuran Manual.....	49
Tabel 4. 14 Perbandingan Hasil Pengeringan Manual dan Otomatis.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino IDE	7
Gambar 2. 2 ESP32	7
Gambar 2. 3 Aplikasi Blynk.....	8
Gambar 2. 4 DHT22.....	9
Gambar 2. 5 Relay 4 chanel	10
Gambar 2. 6 Heater	10
Gambar 3. 1 Gambar blok diagram perangkat	16
Gambar 3. 2 Wiring diagram perangkat.....	17
Gambar 3. 3 Flochart rancang perangkat	19
Gambar 3. 4 Pembuatan Rangka	20
Gambar 3. 5 Pemasangan Komponen	21
Gambar 3. 6 Pemasangan LCD, Push Button, dan Lampu pilot.....	21
Gambar 3. 7 Pemasangan DHT22.....	21
Gambar 3. 8 Pemasangan Heater dan fan	22
Gambar 3. 9 Pemasangan Exhaust fan.....	22
Gambar 3. 10 Pembuatan datasterams di platform Blynk.....	22
Gambar 3. 11 Pembuatan Dashboard di platform Blynk	23
Gambar 3. 12 Token Blynk.....	23
Gambar 3. 13 Rancang aplikasi blynk	24
Gambar 3. 14 Library dan Deklarasi Arduino IDE.....	24
Gambar 3. 15 Konfigurasi koneksi internet dan token autentikasi perangkat	25
Gambar 3. 16 Inisialisasi LCD I2C dan sensor DHT22.....	25
Gambar 3. 17 pin digital.....	26
Gambar 3. 18 Variabel systemOn	26
Gambar 3. 19 interval pembacaan sensor dan pembaruan waktu di LCD	26
Gambar 3. 20 setup().....	27
Gambar 3. 21 kontrol aplikasi Blynk	28
Gambar 3. 22 loop()	28
Gambar 3. 23 Program Fungsi StartSystem() dan StopSystem().....	30
Gambar 4. 1 Pengering Gabah Otomatis	34
Gambar 4. 2 Penempatan Box Panel.....	34

Gambar 4. 3 Penempatan Exhaust Fan	35
Gambar 4. 4 Instalasi panel kontrol otomatis	35
Gambar 4. 5 Letak Heater, Fan, dan Sensor DHT22 pada Alat Pengering.....	35
Gambar 4. 6 Aplikasi Blynk.....	36
Gambar 4. 7 Grafik suhu sensor DHT22 di Jam 8.....	39
Gambar 4. 8 Grafik Kelembapan sensor DHT22 di Jam 8	39
Gambar 4. 9 Grafik suhu sensor DHT22 di Jam 9.....	39
Gambar 4. 10 Grafik Kelembapan DHT22 di Jam 9	39
Gambar 4. 11 Grafik sampel kadar air awal sampel gabah.....	41
Gambar 4. 12 Grafik Penurunan Kadar Air Gabah (Pengeringan Otomatos).....	43
Gambar 4. 13 Pengujian hari 1 tgl 13 juni dengan kadar air 13,4%	45
Gambar 4. 14 Pengujian hari 2 tgl 14 juni dengan kadar air 13,3.....	45
Gambar 4. 15 Pengujian hari 3 tgl 15 juni dengan kadar air 13,7%	46
Gambar 4. 16 Pengujian hari 4 tgl 16 juni dengan kadar air 13,5%	46
Gambar 4. 17 Pengujian hari 5 tgl 17 juni dengan kadar air 13,9%	46
Gambar 4. 18 Grafik Persentase Error Hasil Pengujian Alat.....	48
Gambar 4. 19 Grafik Penurunan Kadar Air Gabah (Penjemuran Manual).....	50
Gambar 4. 20 Tampilan Antarmuka Aplikasi Blynk	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produksi padi di Indonesia merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam menjaga ketahanan pangan nasional. Padi tidak hanya berfungsi sebagai makanan pokok bagi masyarakat, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian sektor pertanian. Indonesia merupakan salah satu produsen padi terbesar di dunia, dengan total produksi mencapai lebih dari 30 juta ton per tahun. Tahap pasca panen, khususnya pengeringan gabah, berperan penting dalam menentukan kualitas beras yang dihasilkan [1].

Proses pengeringan gabah yang tidak dilakukan dengan baik dapat menyebabkan kadar air yang tinggi, yang berisiko menurunkan kualitas beras. Kadar air yang berlebihan pada gabah dapat memicu pertumbuhan jamur dan meningkatkan risiko serangan hama, sehingga mengakibatkan kerugian ekonomi bagi petani [2]. Hasil penelitian Utami (2022), menunjukkan bahwa beras dengan kadar air di atas 14% dapat mengalami penurunan kualitas hingga 20%, yang berdampak langsung pada nilai jualnya. Oleh karena itu, penting untuk melakukan pengeringan gabah dengan cara yang baik dan benar guna memastikan kualitas beras tetap terjaga.[3]

Metode pengeringan gabah yang umum digunakan saat ini adalah pengeringan manual dengan sinar matahari dan mesin pengering konvensional. Pengeringan manual sangat bergantung pada kondisi cuaca, sehingga menjadi kurang baik saat musim hujan atau dalam cuaca buruk. Di sisi lain, mesin pengering konvensional sering kali memerlukan pemantauan manual [4]. Menurut Paembonan dkk. (2020), mesin pengering VRD60 memiliki kapasitas 600 kg dalam 10 jam dan digunakan pada proses produksi berskala besar. Pada penelitian ini, difokuskan pada pengembangan metode pengeringan yang dapat diaplikasikan pada kapasitas yang lebih kecil, sehingga dapat digunakan pada skala produksi yang berbeda.[5]

Kemajuan teknologi, terutama dalam bidang *Internet of Things (IoT)*, membuka peluang baru untuk meningkatkan proses pengeringan gabah. Dengan memanfaatkan teknologi *IoT*, proses monitoring dan pengendalian suhu serta kelembapan dapat dilakukan secara otomatis. Sensor-sensor yang terhubung ke jaringan internet memungkinkan petani untuk memantau kondisi pengeringan secara *real-time* dan melakukan penyesuaian dari jarak jauh menggunakan perangkat *mobile* [6]. Rais dkk (2022) menunjukkan bahwa penggunaan alat berbasis *IoT* dapat mengurangi waktu pengeringan[7].

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan prototipe alat pengering gabah otomatis berbasis *IoT* dalam skala kecil, yang dapat menjadi solusi alternatif bagi petani dalam mengatasi kendala pengeringan konvensional. Prototipe ini mampu menghasilkan gabah dengan kadar air mendekati standar optimal (SNI 6128:2020) sebesar 14%, serta menjadi dasar bagi pengembangan alat pengering skala lebih besar di masa depan [8].

Inovasi ini memberikan kontribusi dalam meningkatkan pengeringan gabah melalui otomatisasi berbasis *IoT*, sehingga petani dapat memperoleh hasil yang lebih optimal tanpa bergantung pada kondisi cuaca.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang di sampaikan diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat sistem pengering gabah berbasis *IoT* yang dapat mengontrol suhu dan kelembapan secara otomatis?
2. Bagaimana prinsip kerja sistem pengeringan gabah menggunakan sensor suhu dan kelembapan serta aktuator pemanas dan kipas?
3. Bagaimana keandalan sistem pengering gabah dalam mengurangi kadar air gabah hingga mencapai kadar standar optimal?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini fokus dan terarah, maka terdapat beberapa batasan yang diterapkan, yaitu:

1. Pengereng gabah ini berupa prototipe dengan kapasitas 5kg.
2. Sistem pengeringan menggunakan *heater* sebagai sumber pemanas.
3. Pengendalian suhu dan kelembapan dilakukan secara otomatis menggunakan sensor DHT22 yang terhubung dengan ESP32.
4. Evaluasi dilakukan dengan mengukur waktu pengeringan, serta kadar air akhir dari gabah setelah dikeringkan.
5. Pengisian dan pengambilan gabah masih dilakukan dengan cara manual.
6. Proses pengadukan tidak dilakukan secara otomatis, sehingga pemerataan pengeringan hanya bergantung pada distribusi panas dari heater.
7. Pengeringan dilakukan berdasarkan waktu yang telah ditentukan menggunakan timer, dengan acuan kadar air rata-rata gabah sebelum pengeringan.
8. Pengukuran kadar air masih menggunakan Moisture Meter AR991

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari uraian latar belakang dan rumusan masalah yang disampaikan diatas, tujuan penelitian ini yaitu:

1. Dapat membuat alat pengering gabah berbasis *IoT* yang bisa mengendalikan suhu dan kelembapan secara otomatis.
2. Mengetahui cara kerja sistem dalam mengontrol suhu dan kelembapan secara otomatis.
3. Mengetahui apakah alat dapat bekerja dengan baik dan andal dalam menurunkan kadar air gabah.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat:

1. Membantu petani dalam meningkatkan proses pengeringan gabah dan menjaga kualitas hasil panen.

2. Mendorong inovasi teknologi dalam pengelolaan pasca panen, khususnya dalam pengeringan gabah.

1.6 Sistematika Penulisan

Skripsi ini disusun secara sistematis agar memudahkan pembaca dalam memahami isi penelitian. Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

- **BAB I Pendahuluan**

Bab ini berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

- **BAB II Tinjauan Pustaka**

Bab ini menguraikan teori-teori yang mendasari penelitian, termasuk penelitian terdahulu, landasan teori mengenai pengeringan gabah, konsep *Internet of Things (IoT)*, sensor DHT22, mikrokontroler ESP32, serta teknologi pendukung lainnya.

- **BAB III Metode Penelitian**

Bab ini menjelaskan langkah-langkah penelitian mulai dari perancangan sistem, pembuatan hardware dan software, perakitan alat, hingga metode analisis data yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja alat pengering gabah otomatis.

- **BAB IV Hasil dan Pembahasan**

Bab ini menyajikan hasil implementasi alat dan pengujian sistem, termasuk hasil pengujian komponen, pengambilan data, perhitungan error, serta perbandingan antara metode pengeringan otomatis dan manual.

- **BAB V Penutup**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk pengembangan lebih lanjut dari alat pengering gabah otomatis berbasis *IoT*.

- **Daftar Pustaka**

Memuat semua referensi yang digunakan dalam penyusunan skripsi.

- **Lampiran**

Menyajikan data pendukung seperti kode program, dokumentasi alat, serta hasil pengujian tambahan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian terhadap alat pengering gabah otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)*, maka dapat disimpulkan :

1. Pembuatan alat pengering gabah berbasis *IoT* berhasil dilakukan dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32, sensor DHT22, heater, exhaust fan, dan aplikasi Blynk. Sistem ini mampu membaca, mengontrol suhu dan kelembapan secara otomatis. Pengendalian dilakukan melalui pembacaan sensor, pengolahan data oleh mikrokontroler, dan pengaktifan aktuator sesuai logika yang telah diprogram.
2. Prinsip kerja sistem pengeringan gabah ini berbasis otomatisasi menggunakan sensor suhu dan kelembapan (DHT22) yang terhubung ke ESP32. Mikrokontroler memproses data dari sensor dan mengatur kerja heater, fan, dan exhaust fan. Saat suhu $< 45^{\circ}\text{C}$, heater menyala, dan akan mati saat suhu $> 55^{\circ}\text{C}$. Exhaust fan aktif jika kelembapan $> 65\%$. Pemantauan dapat dilakukan secara lokal melalui LCD dan secara jarak jauh melalui aplikasi Blynk.
3. Keandalan sistem dalam menurunkan kadar air gabah terbukti tinggi, dengan hasil pengeringan dari kadar air awal rata-rata 21,10% menjadi 13,40% dalam waktu 10 jam. Hasil pengeringan terlihat merata secara visual, dan perhitungan menggunakan metode *MAPE* menunjukkan nilai rata-rata error sebesar 3,14%, yang termasuk dalam kategori sangat andal ($MAPE < 10\%$). Selain itu, sistem ini memiliki tingkat kepresisian yang tinggi, ditunjukkan dengan nilai simpangan baku sebesar 0,241% dan koefisien variasi (CV) sebesar 1,78%, yang termasuk dalam kategori sangat presisi ($CV < 5\%$). Hal ini membuktikan bahwa alat mampu menghasilkan kualitas pengeringan yang konsisten mendekati standar kadar air 14%, lebih stabil, tidak bergantung pada kondisi cuaca, serta praktis digunakan.

5.2 Saran

Untuk pengembangan selanjutnya, peneliti menyarankan:

1. Menambahkan sistem pengadukan otomatis supaya proses pengeringan lebih merata di semua bagian gabah dan menambahkan sistem pengisian gabah secara otomatis.
2. Mengintegrasikan sensor kadar air (soil moisture sensor), sehingga alat bisa berhenti otomatis kalau kadar air sudah sesuai standar.
3. Menggunakan sensor suhu dan kelembapan yang lebih akurat dan tahan panas tinggi.
4. Memperbesar kapasitas alat supaya bisa menampung lebih banyak gabah, baik untuk skala rumah tangga maupun pertanian kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Indonesia, “Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2023,” BADAN PUSAT STATISTIK. Accessed: Jan. 31, 2025. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2023/10/16/2037/luas-panen-dan-produksi-padi-di-indonesia-2023--angka-sementara-.html>
- [2] A. Janu and K. Mita, “Pengaruh Durasi Penjemuran Terhadap Kualitas Gabah Padi pada Proses Pengeringan,” no. 1, 2025.
- [3] Arfiati Ulfa Utami and Rosiana Ulfa, “Efek Lama Pengeringan Terhadap Kadar Air Gabah Dan Mutu Beras Ketan,” *J. Teknol. Pangan Dan Ilmu Pertan.*, vol. 4, no. 1, pp. 32–36, 2022, doi: 10.36526/jipang.v4i1.2677.
- [4] K. P. R. Indonesia, “Info Teknologi: Pascapanen Padi : Teknologi Pengeringan dan Penyimpanan,” Kementrian Pertanian Republik Indonesia. Accessed: Jan. 31, 2025. [Online]. Available: <https://pustaka.setjen.pertanian.go.id/info-literasi/info-teknologi-pascapanen-padi-teknologi-pengeringan-dan-penyimpanan>
- [5] Paembonan Fijar D I, T. Harapan, B. Di, and D. Bigo, “Analisis Ekonomi Mesin Pengering Padi (Oryza Sativa L .) Menggunakan Vertical Dryer Agrindo Tipe Vrd60,” *Anal. Ekon. Mesin Pengering Padi Menggunakan Vertikal Dry.*, pp. 1–14, 2020.
- [6] E. Devia and W. Satrio, “Rancang Bangun Prototype Penjemuran Gabah Otomatis Berbasis Internet of Things,” *OKTAL J. Ilmu Komput. dan Sci.*, vol. Volume1, N, no. 02, pp. 139–149, 2022, [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/oktal>
- [7] E. Author: Rais, R., Valanti, P. S., Hasani, A. M., Elvarta, Y., & Hidayat, “Rancang Bangun Prototipe Oven Pengering Gabah Berbasis IoT,” *Mechatronics J. Prof. Entrep.*, vol. 4, no. 2, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.politeknikbosowa.ac.id/index.php/JMAPLE/article/view/385>
- [8] B. Penerapan, S. Instrumen, P. Lampung, T. Penyusun, and K. Hestiana, “Standar mutu beras,” no. 0721, 2018.
- [9] S. S. D. Pratiwi, Sudarti, and T. Prihandono, “Alat Pengering Padi Tenaga Surya Berbasis IoT Sebagai Upaya Pengurangan Gagal Panen Petani Padi,” *Agrotechno*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2022, [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/agrotechno/article/download/58579/34385>
- [10] C. V Xyz, “Perhitungan Efisiensi Pengeringan pada Mesin Pengering Gabah Tipe Flat Bed Dryer Muhamad Fadhlán Suhelmi dkk / Jurnal Rekayasa Mesin,” vol. 17, no. 1, pp. 15–20, 2022.
- [11] M. Ikhsan, “Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember,” 2019.
- [12] S. Lestari and F. Kurniawan, “Pemutuan Fisik Gabah dan Beras Menurut

- Standar Nasional Indonesia (SNI),” *Agriprima J. Appl. Agric. Sci.*, vol. 5, no. 2, pp. 159–168, 2021, doi: 10.25047/agriprima.v5i2.438.
- [13] KMTech, “Mengenal Perangkat Lunak Arduino IDE,” KMTech. [Online]. Available: <https://www.kmtech.id/post/mengenal-perangkat-lunak-arduino-ide>
- [14] Vectorified, “Arduino IDE,” vectorified. [Online]. Available: <https://vectorified.com/arduino-logo-vector>
- [15] D. Harianto, “Development and Evaluation of an ESP32-based Temperature and Humidity Control Unit for Textile Storage,” pp. 1–19.
- [16] A. Phuphanin and M. Tasakorn, “Prototype of alternate wetting and drying rice cultivation using internet of things for precision agriculture,” *TELKOMNIKA (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 23, no. 2, p. 455, 2025, doi: 10.12928/telkomnika.v23i2.26529.
- [17] 311-320 Kumar, A., & Sharma, R., 2021, IoT-based environmental monitoring system using ESP32 microcontroller, *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(8), “Kumar, A., & Sharma, R., 2021, IoT-based environmental monitoring system using ESP32 microcontroller, *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(8), 311-320,” *New Trends Comput. Vis. Bio-Inspired Comput. - Sel. Work. Present. ICCVBIC 2018*, pp. 417–422, 2020.
- [18] D. Yulizar, S. Soekirno, N. Ananda, M. A. Prabowo, I. F. P. Perdana, and D. Aofany, *Performance Analysis Comparison of DHT11, DHT22 and DS18B20 as Temperature Measurement*, vol. 1. Atlantis Press International BV, 2023. doi: 10.2991/978-94-6463-232-3_5.
- [19] G. Ma, K. K. M, G. Vn, and T. Lekhan, “Cloud Based Food Dehydrator with Intelligent Profile Selector,” vol. 13, no. 11, 2024.
- [20] R. Candra, N. Santi, and S. Eniyati, “Implementasi Statistik dengan Database Mysql,” *J. Teknol. Inf. Din.*, vol. 20, no. 2, pp. 132–139, 2015.
- [21] Aindhae, “Cara Menghitung Mean Absolute Percentage Error (MAPE),” Aindhae. [Online]. Available: <https://www.aindhae.com/2019/12/cara-menghitung-mean-absolute.html>
- [22] S. Febriani, “Analisis Deskriptif Standar Deviasi,” *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 6, no. 1, pp. 910–913, 2022.
- [23] Elsevier, “Coefficient of Variation,” ScienceDirect. Accessed: Aug. 14, 2025. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/coefficient-of-variation>
- [24] H. Mubarak, M. Rizal, I. Iqbal, A. Waris, M. Tahir Sapsal, and I. Suelfikhar, “Design of a Greenhouse Room Temperature and Humidity Control System Using a DHT 22 Sensor,” *J. Agritechno*, vol. 15, no. 02, pp. 160–165, 2022, doi: 10.20956/at.vi.943.

- [25] T. Sandle, “No Title,” *Am. Pharm. Rev.*, vol. 17, no. 4, pp. 8–11, 2014, [Online]. Available: <https://www.americanpharmaceuticalreview.com/Featured-Articles/167404-Variability-and-Test-Error-with-the-LAL-Assay/>