

Rancang Bangun Sistem Pematangan Buah Pisang Berbasis Internet Of Things (IOT)

Ramli Ahmad¹, Yuli Laily Niswani^{2*}, Intan Komala Dewi Patwari³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Komputer, Universitas Hamzanwadi

*yulilailyniswani@gmail.com

Abstrak

Bidang pertanian memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional, khususnya melalui produksi buah-buahan. Namun, proses penyimpanan dan pemeraman hasil pertanian masih banyak dilakukan secara tradisional dengan menggunakan bahan kimia, yang berpotensi menurunkan kualitas hasil panen serta membahayakan kesehatan dan lingkungan. Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi yang lebih aman, efisien, dan terkontrol melalui sistem pemantauan otomatis dan real-time. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pematangan buah pisang berbasis IoT yang mampu meningkatkan keamanan, efisiensi, serta kualitas proses pemeraman. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan melakukan pengujian terhadap seluruh komponen sistem. Sistem yang dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32-CAM, sensor warna untuk mendeteksi tingkat kematangan buah berdasarkan intensitas warna, sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembapan ruang pemeraman, peltier sebagai penstabil kondisi lingkungan, buzzer sebagai alarm, serta aplikasi Telegram sebagai media notifikasi secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor warna mampu membedakan kondisi buah belum matang dan matang, ditandai dengan buzzer tidak aktif saat warna hijau terdeteksi dan aktif saat warna kuning terdeteksi, serta notifikasi terkirim ke pengguna. Sensor DHT22 mencatat suhu dan kelembapan rata-rata pada kisaran 27,50°C hingga 33,20°C, dan ketika melewati ambang batas, sistem pendingin aktif serta notifikasi dikirimkan. Keterlambatan pengiriman notifikasi sekitar ±2–5 detik terjadi saat kondisi jaringan lambat. Kesimpulannya, sistem pematangan buah pisang berbasis IoT yang dikembangkan mampu bekerja secara otomatis, aman, dan efektif dalam memantau serta mengendalikan proses pemeraman secara real-time, sehingga berpotensi meningkatkan kualitas dan nilai jual hasil pertanian.

Kata kunci : ESP32-cam, DHT22, Peltier, sensor warna, Buzzer, IoT, Telegram.

Abstract

The agricultural sector plays an important role in meeting the national food needs, particularly in the production of fruit. However, the storage and marinating of agricultural products still traditionally uses chemicals which may impair crop quality and pose risks to health and the environment. The development of Internet of Things (IoT) technologies offers more secure, efficient and controlled solutions through automated and real-time monitoring systems. The aim of this research is to design and build an Internet of Things-based banana ripening system capable of improving the safety, efficiency and quality of the ripening process. The research method used shall be an experimental method, testing all components of the system. The system is built on a microcontroller ESP32-CAM, a colour sensor for the detection of ripeness based on colour intensity, a DHT22 sensor for monitoring water temperature and humidity, a vibrating alarm for the environmental conditions and a Telegram application for real-time notifications. The test results showed that the colour sensor could distinguish between the condition of immature and mature fruit, indicating the inactive warning when green and active warning when yellow, and the notification sent to the user. The DHT22 sensor registers the average temperature and humidity between 27.50 and 33.20 degrees Celsius and if it exceeds this value, the cooling system is activated and a warning is sent. If network conditions are slow, there are delays in the delivery of notifications of around

±2-5 seconds. In conclusion, the developed maturity system, which is based on the Internet of Things, is capable of working automatically, securely and efficiently to monitor and control the maturity process in real time, with the potential to improve the quality and the value of agricultural products.

Keywords : *ESP32-CAM, ,DHT22, Peltier, Color Sensor, Buzzer, IoT, Telegram*

1. Pendahuluan

Teknologi merupakan hal yang tidak dapat dihindari dalam kehidupan manusia di era modern karena hampir seluruh aktivitas manusia saat ini bergantung pada teknologi yang terus berkembang pesat dan semakin canggih, sehingga mampu mempermudah berbagai pekerjaan. Perkembangan teknologi tersebut berdampak luas pada berbagai bidang, seperti pertanian, industri, komunikasi, transportasi, dan kesehatan, serta tidak hanya berperan sebagai alat bantu, tetapi juga mengubah aspek budaya, ekonomi, dan sosial masyarakat, sebagaimana dikemukakan oleh Faisal Tamimi dan Siti Munawaroh (2024)^[1]. Sejumlah inovasi teknologi diprediksi menjadi solusi dalam sektor pertanian, antara lain urban farming, vertikultur, dan plant factory, yang didukung oleh pemanfaatan alat dan mesin berbasis artificial intelligence, robot pertanian, serta sistem berbasis Internet of Things (IoT), sesuai dengan penelitian Rustam Efendi dan Diang Sagita (2022)^[2]. Seiring berjalannya waktu, sistem pertanian mengalami transformasi dari metode tradisional menuju penerapan teknologi modern yang mencakup alat dan mesin budidaya, pengolahan hasil pertanian, hingga pengawetan dan inovasi produk pangan.

Pemanfaatan energi matahari, biomassa, serta teknologi IoT telah menjadi bagian dari sistem pertanian cerdas yang efisien dan ramah lingkungan, sementara pengolahan hasil dan penanganan pascapanen menjadi tahap krusial dalam menentukan mutu serta daya simpan produk pertanian, sebagaimana dijelaskan oleh Risa Megavity dkk. (2022)^[3]. Salah satu komoditas pertanian penting di Indonesia adalah pisang, yang memiliki peran signifikan dari aspek ekonomi, sosial, dan ekologi, namun masih menghadapi kendala dalam proses pemeraman. Berdasarkan hasil wawancara dengan Ibu Huryati, istri dari Bapak Mahsun selaku pedagang buah di Pasar Masbagik, pemeraman pisang menggunakan obat nanas dan karbit dapat mempercepat kematangan dalam waktu dua hari, tetapi menyebabkan daya simpan buah menjadi lebih singkat, sedangkan pemeraman alami memerlukan waktu sekitar tujuh hari dengan tingkat kematangan yang lebih merata serta daya simpan yang lebih lama^[4].

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang, penelitian ini mengangkat judul “Rancang Bangun Sistem Pematangan Buah Pisang Berbasis Internet of Things (IoT)”. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan

akan sistem pematangan buah yang lebih aman, terkontrol, dan efisien dibandingkan metode tradisional. Oleh karena itu, penulis merancang dan membangun sistem pematangan buah pisang berbasis IoT yang mampu memantau kondisi lingkungan ruang pematangan, seperti suhu dan kelembapan, serta kondisi visual buah pisang secara otomatis. Data hasil pemantauan diproses oleh sistem kendali untuk menentukan tingkat kematangan buah. Apabila buah pisang terdeteksi telah mencapai tingkat kematangan yang ditentukan, sistem akan mengirimkan notifikasi dan informasi visual kepada pengguna melalui aplikasi Telegram secara otomatis. Dengan demikian, sistem ini memungkinkan proses pemantauan dan pengendalian pematangan buah pisang dilakukan secara real-time dan jarak jauh, sehingga dapat meningkatkan efektivitas serta kualitas hasil pematangan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian Terkait

- Berlian Bunga Sari dkk. (2024) mengembangkan prototipe sistem otomasi untuk memantau suhu dan mengatur tekanan gas pada ruang penyimpanan buah. Penelitian ini menekankan bahwa pengaturan suhu yang optimal berperan penting dalam mengurangi tingkat kerusakan buah selama penyimpanan.

Pemantauan suhu dilakukan secara otomatis dan hasilnya ditampilkan melalui layar LCD^[5].

- Ahmad Hafidzul Kahfi dkk. (2023) meneliti klasifikasi tingkat kematangan buah pisang berdasarkan karakteristik warna dan tekstur. Penelitian ini menunjukkan bahwa warna dan tekstur merupakan indikator utama kematangan pisang, yang dapat dianalisis menggunakan citra digital dan metode pengolahan citra untuk menghasilkan klasifikasi tingkat kematangan yang lebih objektif^[6].

- Suhendri dan Kusrini (2024) membahas pentingnya penentuan tingkat kematangan buah pisang terhadap kualitas, rasa, dan daya simpan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penilaian kematangan secara manual masih bersifat subjektif dan kurang konsisten karena dipengaruhi oleh faktor pencahayaan, persepsi manusia, dan perbedaan varietas pisang^[7].

- Muhammad Zakky Mubarak dkk. (2022) meneliti pengaruh berbagai metode pemeraman terhadap pematangan buah pisang dan nanas, seperti penggunaan karbit, vitamin C, serta kombinasi daun mangga dan daun pisang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap metode pemeraman menghasilkan perbedaan perubahan warna dan tekstur pada buah pisang, yang berpengaruh terhadap kualitas dan daya simpan buah^[8].

- Kunal Khawashi dkk. (2024) mengembangkan sistem ruang pemeraman pisang berbasis

Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian kondisi pemeraman secara jarak jauh. Sistem ini memudahkan petani dalam memantau suhu, gas pematangan, serta kondisi visual buah secara real-time melalui perangkat pintar^[9].

2.2. Landasan Teori

Pematangan buah pisang merupakan proses fisiologis yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan gas etilen, di mana pisang termasuk buah klimakterik yang memerlukan pengendalian kondisi agar kematangan berlangsung merata dan optimal. Penerapan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan proses pemantauan dan pengendalian kondisi ruang pematangan dilakukan secara otomatis dan real-time melalui integrasi sensor, mikrokontroler, dan aktuator. Sensor berfungsi mendeteksi parameter lingkungan, mikrokontroler mengolah data dan mengendalikan aktuator, sedangkan platform IoT digunakan untuk memantau dan mengevaluasi proses pematangan. Dengan sistem berbasis IoT, kualitas dan keseragaman pematangan buah pisang dapat ditingkatkan dibandingkan metode pematangan manual. [10][11][12]. Beberapa teori pendukung dari penelitian ini sebagai berikut:

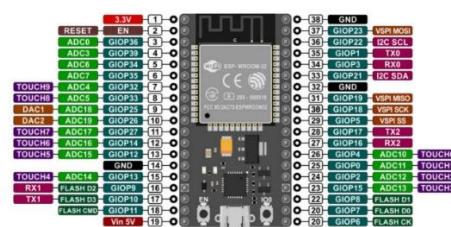
1. ESP32-Wrover-Dev

Mikrokontroler ESP32 memiliki unjuk kerja GPIO, KONEKTIVITAS, SLOT MICROSD, KAMERA,

CHIPSET. Penelitian ini juga membuktikan *Esp32-Cam* merupakan mikrokontroler pengembangan IoT (*internet of things*) yang terintegrasi kamera memiliki kemampuan pemrosesan gambar dan memungkinkan pengiriman data secara real time, penggunaan *Esp32-Cam* memberikan solusi hemat biaya, dan mudah di implementasikan^[13].

2. NodeMCU ESP32

Mikrokontroler ESP32 memiliki unjuk kerja GPIO, PWM, TIMER dan ADC terbaik apabila dibandingkan dengan jenis lainnya. Penelitian ini juga membuktikan *integrasi Free RTOS* pada Framework Arduino bisa berfungsi dengan optimal meskipun mikrokontroler berjalan pada 2 task yang berbeda di 2 core CPU yang bekerja secara pararel. Frekuensi switching digital output pada ESP32 mampu mencapai 3MHz, waktu konversi ADC hanya 5,7us dan DAC hanya 3,7us^[14]. Untuk lebih jelas lihat gambar 1



Gambar 1. NodeMCU ESP32

3. Sensor Warna

TCS3200 adalah sensor warna buatan perusahaan Texas Advanced Optoelectronic Solution (TAOS). Sensor ini mengubah cahaya warna menjadi frekuensi warna yang digunakan

untuk pendeksi suatu objek benda atau warna dari objek yang di monitor^[15].

4. Sensor Suhu dan Kelembapan (DHT22)

DHT22 termasuk sensor kelembapan kapasitif dan suhu mengukur elemen NTC yang terhubung ke kinerja tinggi 8-bit mikrokontroler, sehingga kualitas yang sangat baik, waktu respon super cepat, kemampuan anti-interferensi yang kuat dan sangat hemat biaya^[16].

5. Peltier

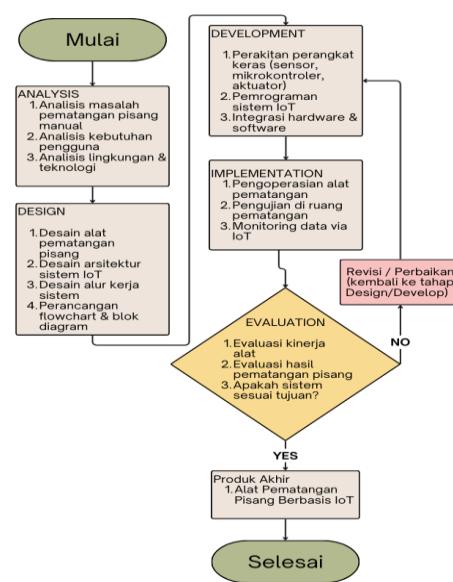
Peltier adalah komponen elektronik termoelektrik yang dapat menghasilkan perbedaan suhu antara dua sisinya ketika dialiri arus listrik. Komponen ini juga dikenal dengan nama Thermoelectric Cooler (TEC)^[17]. Penelitian ini mengembangkan sistem pematangan buah pisang berbasis Internet of Things (IoT) untuk memantau dan mengendalikan kondisi pematangan secara otomatis dan real-time, sehingga menghasilkan proses pematangan yang lebih merata, efisien, dan terkontrol dibandingkan metode konvensional^{[18][19][20][21][22]}.

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan atau *research and development* (R&D). Penelitian pengembangan (R&D) adalah penelitian yang digunakan untuk menghasilkan sebuah produk baru atau mengembangkan produk yang sudah ada^[19].

3.1. Tahapan Penelitian

Model pengembangan pada penelitian ini menggunakan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) yang bertujuan untuk mengembangkan dan menghasilkan produk media atau alat secara fisik (Lihat gambar 2).



Gambar 2 Flowchart ADDIE

Keterangan :

- Analysis: fokus pada kebutuhan dan permasalahan nyata.
- Design: menghasilkan rancangan alat & sistem IoT.
- Development: mewujudkan desain menjadi produk fisik.
- Implementation: alat digunakan dan diuji secara langsung.
- Evaluation: menilai kinerja alat dan kualitas hasil pematangan pisang.

3.2. Jenis dan Sumber Data yang Digunakan
Sumber data yang digunakan adalah data primer. Data primer yaitu sumber yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Pada penelitian ini, sumber data primer didapatkan dari observasi, wawancara, dan pengujian praktis.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Studi Literatur.

Sistem pematangan buah pisang dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, dan gas etilen yang menentukan kualitas serta daya simpan buah. Metode tradisional masih banyak digunakan, namun berisiko menurunkan mutu dan keamanan buah. Oleh karena itu, pengembangan sistem pematangan berbasis teknologi, termasuk IoT dan pengolahan citra, memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses pematangan secara otomatis, real-time, dan lebih aman.

2. Observasi

Observasi menunjukkan bahwa pematangan buah pisang masih banyak dilakukan secara tradisional tanpa pengendalian suhu dan kelembapan yang terukur, sehingga kematangan tidak merata dan daya simpan relatif singkat. Kondisi ini menegaskan perlunya sistem pematangan yang lebih terkontrol, otomatis, dan

efisien. Pada bagian ini terdapat perancangan, perkiran dan pengujian alat yang dibangun.

3.4. Perancangan Sistem

Dalam tahap rancangan untuk pengembangan alat ini terdiri dari berbagai bagian seperti sistem yang sedang berjalan, sistem baru, skema rangkaian.

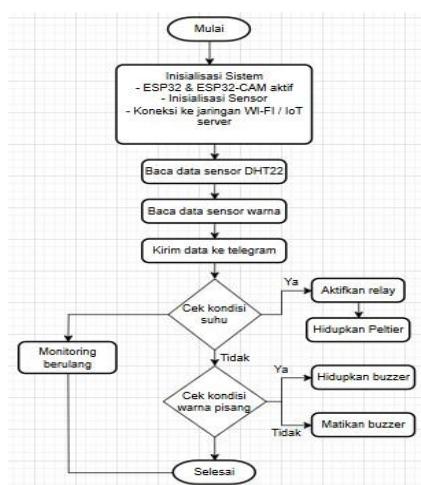
1. Sistem yang sedang berjalan sistem pematangan buah pisang secara manual dimana dilakukan dengan cara menyimpan pisang mentah di ruang tertutup seperti gudang, kardus, atau tumpukan jerami, kemudian ditambahkan bahan perangsang pematangan seperti karbit (CaC_2) atau etilen alami dari buah lain.



Gambar 3. Sistem yang sedang berjalan

2. Sistem Baru

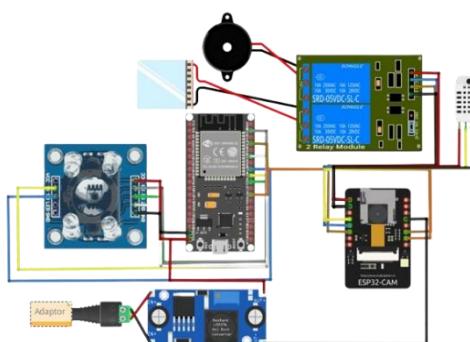
Sistem baru pematangan buah pisang dirancang untuk menggantikan metode manual yang tidak terkontrol.



Gambar 4. Sistem Baru

Proses dimulai dengan memasukkan pisang mentah ke ruang pematangan, kemudian sistem memantau kondisi lingkungan dan tingkat kematangan secara otomatis. Data diproses untuk menyesuaikan kondisi ruang hingga optimal, dan ketika buah telah matang, sistem mengirimkan notifikasi kepada pengguna secara real-time.

3. Skema Rangkaian



Gambar 5. Skema Rangkaian

Pada gambar skema rangkaian ini terdiri dari ESP32-Wrover-Dev, NodeMCU ESP32, sensor warna, sensor suhu dan kelembapan (DHT22), relay, buzzer, peltier, step down dan adaptor.

Bagian-bagian dari skema ini akan membentuk alat yang saling berhubungan dan bekerja sesuai dengan kebutuhan serta fungsi dan tujuan Sistem *Monitoring* pematangan pisang Berbasis IoT, serta integrasi ke dalam jaringan *Wi-Fi*.

3.5. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

1. ESP32-Wrover-Dev dan ESP32

ESP32-Wrover-Dev dan ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali dan komunikasi dalam sistem, memastikan bahwa semua alat yang terhubung dapat dikontrol dan dipantau secara efektif melalui aplikasi telegram. ESP32-Wrover-Dev dan ESP32 memiliki modul *Wi-Fi* bawaan yang memungkinkan perangkat untuk terhubung ke jaringan internet. Dengan ini, ESP32-Wrover-Dev dan ESP32 dapat mengirim dan menerima data dari dan ke aplikasi telegram untuk mengontrol alat dari jarak jauh.



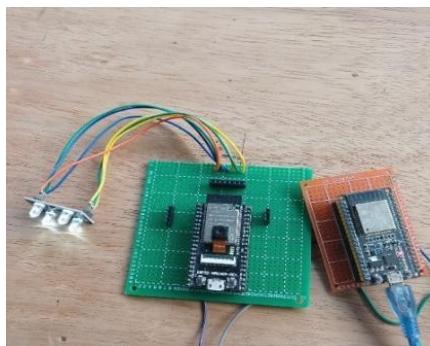
Gambar 6. Alat yang terhubung ke internet

2. Node MCU ESP32 dengan sensor warna

NodeMCU ESP32 berfungsi sebagai pengendali utama dalam sistem kendali alat. NodeMCU ESP32 menggunakan *Wi-Fi* untuk menerima perintah dan mengontrol sensor warna.

Tabel 1 Pin sensor warna

Pins Sensor Warna	Pins NodeMCU ESP32
VCC	5V
GND	GND
S1	18
S0	19
S3	23
S2	5
Aut	21



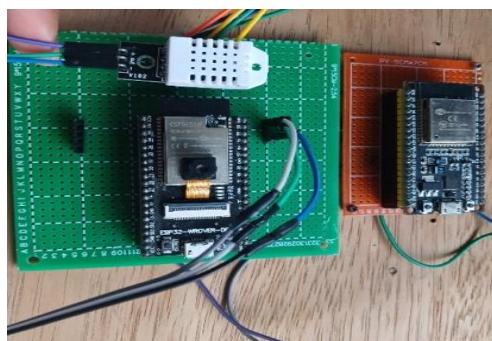
Gambar 7. NodeMCU ESP32 dan sensor warna

3. ESP32-CAM dengan sensor DHT22

ESP32-CAM berfungsi sebagai pengendali utama dalam sistem kendali alat. *ESP32-CAM* menggunakan *Wi-Fi* untuk menerima perintah dan mengontrol sensor suhu dan kelembapan(*DHT22*).

Tabel 2 Pin sensor water flow

Sensor Warna	ESP32-CAM Pins
VCC	5V
GND	GND
Aut	13



Gambar 8. ESP32-CAM dengan sensor DHT22

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian

Setelah semua komponen elektronika yang digunakan selesai dirancang, selanjutnya dilakukan pemasangan alat agar terlihat lebih rapi.

1. Pemasangan Body Alat

Pemasangan body alat tersebut pada box kayu yang berfungsi sebagai tempat terpasangnya komponen alat seperti *ESP32-CAM*, *ESP32*, *DHT22*, Buzzer, Peltier, Relay.



Gambar 9. Body Alat

2. Bentuk Alat Setelah Terpasang Pada Body

Berikut gambar alat setelah terpasang pada body, dimana sensor warna diatas dalam wadah box sebagai deteksi matang dan tidaknya pisang, *DHT22* disamping dalam box yang mendeteksi suhu dan kelembapan, relay sebagai penghubub listrik antara buzzer dan peltier. kemudian di dalam box terdapat mikrokontroler *ESP32*, *ESP32-CAM*.



Gambar 10. Alat Setelah Terpasang Pada Body

3. Sinkronisasikan Alat Dengan Telegram
Dalam tahapan ini, setelah semua komponen selesai disatukan dan di pasang pada bodynya kemudian proses selanjutnya adalah penyingkronan alat dengan *telegram*, apakah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak.



Gambar 11. Sinkron Alat Dengan *Telegram*

4. Perancangan Perangkat Lunak (Software)
Perancangan perangkat lunak menggunakan *Arduino IDE* sebagai media dalam memprogram kodingan. Untuk membuat program kodingan agar dapat berjalan sesuai yang diinginkan maka kita harus memasukkan terlebih dahulu *library*-

library yang dibutuhkan agar *Arduino IDE* dapat berfungsi dan program yang dibuat terhindar dari *error*. Kemudian setelah mendownload *library* selanjutnya memprogram kodingan dengan *Arduino IDE* kemudian diperlukan *Telegram* pada android sebagai *monitoring* yang digunakan untuk memantau air minum dan pakan ayam. Tampilan Setelah memprogram kodingan dengan *Arduino IDE* kemudian diperlukan *Telegram* pada android sebagai *monitoring* yang digunakan untuk memantau pemeraman buah pisang.



Gambar 12. Tampilan *Telegram*

4.2. Pembahasan

Untuk mengetahui kualitas dari alat, pengujian akan dilakukan selama tiga hari agar bisa membandingkan hasil dari tiga hari tersebut.

Hari/tanggal	Suhu	Kelembapan	Kondisi	Photo pisang
Senin, 13 Oktober 2025	31.70°C	87.90%	Belum matang	
Selasa, 14 Oktober 2025	30.90°C	88.50%	Belum Matang	
Rabu, 15 Oktober 2025	31.60°C	87.50%	Belum Matang	
Kamis, 16 Oktober 2025	29.30°C	92.90%	Matang	

Gambar 13. Hasil pengujian sensor warna dan DHT22

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada gambar di atas, sistem pematangan buah pisang berbasis Internet of Things (IoT) menunjukkan kinerja yang stabil dan berjalan sesuai dengan aturan serta parameter yang telah ditetapkan. Selama proses pengujian, sistem mampu mengontrol kondisi lingkungan ruang pematangan, seperti suhu dan kelembapan, secara otomatis dan terpantau melalui platform IoT secara real-time. Data hasil pengamatan memperlihatkan bahwa dalam rentang waktu empat hari, buah pisang mengalami proses pematangan yang merata dan optimal, ditandai dengan perubahan warna kulit yang seragam, tekstur buah yang lunak namun tidak lembek, serta aroma khas pisang matang. Selain itu, tidak ditemukan buah pisang yang mengalami pematangan berlebihan (overripe), yang menunjukkan bahwa sistem berhasil menjaga kestabilan proses pematangan sesuai dengan

kebutuhan buah. Hasil ini membuktikan bahwa sistem yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan kualitas dan keseragaman pematangan buah pisang dibandingkan dengan metode pematangan manual..

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari rancang bangun sistem pematangan buah pisang berbasis IoT ini adalah bahwa sistem berhasil dirancang untuk mengotomatisasi proses pemeraman pisang dengan menggabungkan berbagai sensor dan aktuator yang saling terintegrasi. Sensor DHT22 berfungsi untuk membaca suhu dan kelembapan di dalam ruang pemeraman secara real-time, sedangkan sensor warna digunakan untuk mendeteksi tingkat kematangan pisang berdasarkan perubahan warna kulit buah. Apabila suhu di dalam ruang pemeraman melebihi ambang batas yang telah ditentukan, modul peltier akan aktif sebagai penstabil suhu untuk menurunkan panas dan menjaga kondisi lingkungan agar tetap ideal bagi proses pemeraman. Selain itu, buzzer berfungsi sebagai alarm yang memberikan tanda saat pisang telah mencapai tingkat kematangan yang diinginkan, sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi buah tanpa harus memeriksa secara langsung. Sistem ini juga terhubung dengan platform IoT sehingga data suhu, kelembapan, dan tingkat kematangan dapat dipantau dari jarak jauh

melalui perangkat digital. Dengan demikian, sistem ini mampu meningkatkan efisiensi, menjaga kualitas buah, serta mengurangi ketergantungan pada proses manual yang selama ini tidak terukur dan kurang konsisten. Dengan adanya inovasi ini, pekerjaan petani menjadi lebih ringan karena dapat melakukan pengawasan jarak jauh melalui aplikasi Telegram sehingga efisiensi waktu dan tenaga lebih terjaga

6. Daftar Pustaka

- [1] S. Jurnal et al., "Teknologi Sebagai Kegiatan Manusia Dalam Era Modern Kehidupan Masyarakat Faisal Tamimi," *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 3, pp. 66–74, 2024, doi: <https://doi.org/10.61132/saturnus.v2i3.157>.
- [2] R. Efendi and D. Sagita, "Teknologi pertanian masa depan dan peranannya dalam menunjang ketahanan pangan," *Sultra J. Mech. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2022, doi: 10.54297/sjme.v1i1.297.
- [3] R. Megavity et al., *Teknologi Pertanian*, no. November. Padang, Sumatera Barat: PT Global Eksekutif Teknologi (Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022), 2022.
- [4] A. Sandi, "Sistem Pemantauan Tinggi Air Tandon Berbasis Web Studi Kasus Lingkungan Rumah Tangga Desa Selagik," *vol. 12, no. 2, pp. 83–87, 2024*, doi: <https://doi.org/10.31294/bi.v12i2.22990>.
- [5] W. I. K. Weny, Harianto, Berlian Bunga Sari, and Musayyanah, "Prototipe Otomasi Pemantauan Suhu Dan Pemberian Tekanan Gas Pada Pemeraman Pisang Cavendish," *Multinetics*, vol. 10, no. 1, pp. 83–92, 2024, doi: 10.32722/multinetics.v10i1.6694.
- [6] Ahmad Hafidzul Kahfi1, M. Hasan, and R. L. Hasanah, "Classification of Banana Ripeness Based on Color and Texture Characteristics," *J. Comput. Networks, Archit. High Perform. Comput.*, vol. 5, no. 1, pp. 148–159, 2023, doi: <https://doi.org/10.47709/cnahpc.v5i1.1985>.
- [7] S. Suhendri and K. Kusrini, "Systematic Literature Review : Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pisang," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 4, pp. 2379–2389, 2024, doi: <https://doi.org/10.70609/gtech.v8i4.5059>.
- [8] S. K. Mubarak, M.Z., Lailiyyah., H., Wahyuni, D.P., Aini, M., Rahayu, Y.S., & Dewi, "Pengaruh Cara Pemeraman terhadap Pematangan Buah Pisang dan Nanas," *Pros. SEMNAS BIO*, vol. 1, no. 2, pp. 541–552, 2021, doi: <https://doi.org/10.24036/prosemnasbio/vol1>.
- [9] K. Khawashi, S. Chakole, and A. M. Padole, "IOT based Banana Ripening Chamber Monitoring and Controlling Unit," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 12, no. 5, pp. 4638–4643, 2024, doi: 10.22214/ijraset.2024.62559.
- [10] I. Gunawan, H. Ahmadi, and M. R. Said, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Pemberi Pakan Otomatis Ayam Anakan Berbasis Internet Of Things (IoT)," *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 4, no. 2, pp. 151–162, 2021, doi: 10.29408/jit.v4i2.3562.
- [11] H. Mandala Putra, M. Nuzuluddin, T. Akbar, and A. Ahmadi, "Pelatihan Internet of Things (IoT) guna Meningkatkan Kompetensi Siswa SMKN 1 Pringgabaya," *J. Teknol. Inf. untuk Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 27–35, 2024, doi: 10.29408/jt.v2i1.26381.
- [12] N. Wijayanto, "Budidaya Pisang," *Budid. Pisang*, pp. 1–13, 2020, [Online]. Available: https://hortikultura.pertanian.go.id/wpcontent/uploads/2024/10/Buku-Pedoman-Budidaya-Pisang_watermark-2.pdf.
- [13] L. M. Silalahi, I. U. V. Simanjuntak, R. B. Rizki, and N. Fajri, "Penerapan Metode Haar Cascade terhadap Objek Botol menggunakan ESP32-Cam," *J. Pendidik.*

- dan Teknol. Indones., vol. 4, no. 6, pp. 269–276, 2024, doi: 10.52436/1.jpti.457.
- [14] F. Rohman, N. Nurhadi, and M. E. Martawati, "Unjuk Kerja GPIO, PWM, ADC dan Timer pada Mikrokontroler STM32F103, ESP32S dan ATMega328," *J. Eltek*, vol. 19, no. 2, pp. 73–79, 2021, doi: 10.33795/eltek.v19i2.295.
- [15] P. Narahawarin, B. G. Sudarsono, and J. Saputro, "Rancang bangun alat penyortir buah jeruk Berdasarkan warna dengan sensor TCS3200 Jurnal Sains dan Teknologi Widyaloka," *J. Sains dan Teknol. Widyaloka*, vol. 1, pp. 213–217, 2022, doi: <https://doi.org/10.54593/jstekwid.v1i2.106>.
- [16] F. Saputra, D. R. Suchendra, and M. I. Sani, "Implementasi Sistem Sensor Dht22 Untuk Menstabilkan Suhu Dan Kelembapan Berbasis Mikrokontroller Nodemcu Esp8266 Pada Ruangan," *Proceeding Appl. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 1977–1984, 2020, doi.org/10.47709/cnahpc.v5i1.2020.
- [17] N. P. Puspita and M. Yusfi, "Desain dan Implementasi Sistem Pendingin Berbasis Peltier TEC 12706 dengan Pemantauan Jarak Jauh Melalui Aplikasi Blynk pada Smartphone," *J. Fis. Unand*, vol. 14, no. 1, pp. 8–14, 2025, doi: 10.25077/jfu.14.1.8-14.2025.
- [18] U. Pratiwi and Z. Irayani, "Prototipe Alat Pengujian Gelombang dengan Buzzer Generator Frekuensi Sebagai Alternatif Pengusir Tikus," *J. Fis. Unand*, vol. 12, no. 4, pp. 526–533, 2023, doi: 10.25077/jfu.12.4.526-533.2023.
- [19] M. Harahap, "Perancangan Perangkat Lunak Teks Editor Bahasa C Menggunakan Metode Lexical Analyzer," vol. 1, no. 1, pp. 13–16, 2022, [Online]. Available: <https://journal.grahamitra.id/index.php/buai>
- [20] D. M. S. Khairul Umurani^{1*}, Rahmatullah², Muharnif M³, Sri Asfiati⁴, "Pembuatan Alat Pelipat Baju Otomatis Berbasis Arduino Uno Untuk UMKM Laundry Khairul," vol. 8, no. 1, pp. 97–106, 2025, doi: <https://doi.org/10.30596/rmme.v8i1.22371>.
- [21] A. Fitriansyah, Fifit, "Penggunaan Telegram Sebagai Media Komunikasi Dalam Pembelajaran Online," *J. Hum. Bina Sarana Inform.*, vol. 20, no. Cakrawala-Jurnal Humaniora, p. 113, 2020, [Online]. Available: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/cakrawala>.
- [22] A. Sutanti, M. K. MZ, M. Mustika, and P. Damayanti, "Rancang Bangun Aplikasi Perpustakaan Keliling Menggunakan Pendekatan Terstruktur," *Komputa J. Ilm. Komput. dan Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–8, 2020, doi: 10.34010/komputa.v9i1.3718