

Prototipe Alat Monitoring dan Penghitung Hasil Panen Berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan Tampilan *Real-Time* pada Aplikasi Android

Destia Afitri^{1*}, Ma'rifatul Munawaroh¹, Arini Rosa Sinensis¹, Thoha Firdaus¹

¹ Prodi Pendidikan Fisika, Universitas Nurul Huda, Sukaraja Buay Madang, Oku Timur, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i1.1692>

Article Info:

Received : 16 Desember 2025
Revised : 10 Januari 2026
Accepted : 25 Januari 2026
Published : 13 Februari 2026

Correspondence:

Destia Afitri

Phone:

Abstract: The agriculture and aquaculture sector has adopted the concept of smart farming based on the Internet of Things (IoT) to monitor and control the cultivation environment with precision. However, the efficiency achieved in the pre-harvest phase is often stopped in the post-harvest phase, especially in yield counting activities. The manual calculation process is highly inefficient and prone to human error, which has a direct impact on logistics management and agribusiness profitability. To overcome these inefficiencies, this study proposes the design and implementation of an automated crop yield counting system that integrates Image Processing and IoT technologies. The system is designed to use cameras and image processing algorithms to accurately detect and calculate the quantity of crops. The calculated data is sent to the IoT cloud platform for real-time storage and access through the Android mobile app. The hardware framework includes microcontrollers such as the ESP32/ESP8266, which have proven reliable in other IoT monitoring systems. The expected result of this study is a prototype system that is able to calculate crop yields with a high level of accuracy and speed that far exceeds manual methods. The Android app implementation provides an intuitive monitoring and control interface, allowing users to access historical and real-time data at any time. The main contribution of this research is to bridge the digitalization gap in the post-harvest phase, as well as provide fast, accurate, and digitized solutions to support comprehensive precision agriculture management.

Keywords: Internet of Things (IoT); Image Processing; Automatic Harvest Counting; Real-Time Monitoring; Android Applications.

Citation: Afitri, D., Munawaroh, M., Sinensis, A. R., & Firdaus, T. (2026). Prototipe Alat Monitoring dan Penghitung Hasil Panen Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Tampilan Real-Time pada Aplikasi Android. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(1), 442–445. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i1.1692>

Pendahuluan

Perkembangan pesat teknologi informasi telah memicu lahirnya era Internet of Things (IoT), yaitu paradigma yang menghubungkan objek fisik melalui jaringan internet untuk melakukan pertukaran data secara otomatis dan berkelanjutan [3]. Potensi IoT dalam merevolusi berbagai sektor industri sangat besar, ditunjukkan oleh proyeksi jumlah perangkat terhubung secara global yang diperkirakan mencapai puluhan miliar unit dan menjadi fondasi utama Revolusi Industri 4.0 [3], [7]. Sektor pangan, khususnya pertanian dan akuakultur, merupakan salah satu bidang yang paling

merasakan dampak positif dari adopsi teknologi IoT melalui penerapan konsep pertanian cerdas (smart farming) [1], [8].

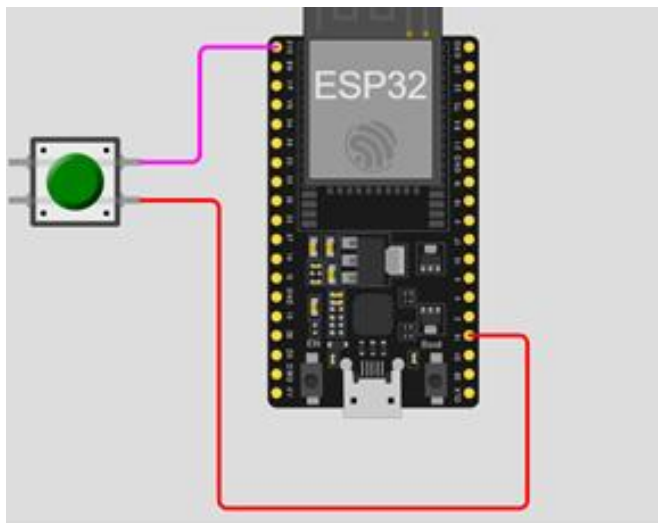
Konsep ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian parameter lingkungan budidaya, seperti suhu, kelembaban, dan nutrisi, secara presisi dan real-time guna meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha tani [1], [9]. Keberhasilan sistem smart farming tersebut didukung oleh pengembangan aplikasi berbasis mobile, terutama Android, yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk memvisualisasikan data sensor, melakukan analisis kondisi lapangan, serta

Email: Destiaafitri23@gmail.com

mengendalikan sistem dari jarak jauh [2], [10]. Meskipun implementasi IoT telah meningkatkan efisiensi pada fase pra-panen, masih terdapat celah kritis pada fase pasca-panen, khususnya dalam kegiatan penghitungan hasil panen.

Metode penghitungan tradisional yang mengandalkan tenaga manusia terbukti tidak efisien, memakan waktu, dan rentan terhadap kesalahan manusia (*human error*), sehingga berdampak langsung pada manajemen logistik, penentuan harga jual, serta evaluasi profitabilitas usaha pertanian [1], [6]. Selain itu, tantangan pengembangan sistem IoT juga mencakup kurangnya standarisasi dan interoperabilitas perangkat yang dapat menghambat integrasi sistem secara menyeluruh [3].

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa integrasi sensor inframerah dan ultrasonik dengan mikrokontroler berbasis IoT mampu meningkatkan akurasi sistem deteksi dan inventarisasi [4], [5], [6]. Namun, untuk objek hasil panen yang memiliki bentuk dan ukuran tidak seragam, teknologi pengolahan citra (*image processing*) dinilai lebih efektif dalam meningkatkan ketepatan penghitungan [7], [8]. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi prototipe alat monitoring dan penghitung hasil panen otomatis berbasis IoT dan *image processing* yang terintegrasi dengan platform cloud serta aplikasi Android untuk menampilkan data secara real-time, sehingga diharapkan mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan digitalisasi pengelolaan hasil panen dalam mendukung pertanian presisi secara komprehensif [2], [9], [10].



Gambar 1. Perancangan sistem

Metode

Pendekatan Pengembangan dan Arsitektur Sistem. Penelitian ini menerapkan metode pengembangan prototipe (*prototyping*) yang meliputi

tahapan identifikasi kebutuhan, perancangan, realisasi, dan validasi. Arsitektur sistem dibangun atas tiga lapisan fungsional: lapisan penginderaan, jaringan, dan aplikasi. Pada lapisan penginderaan, mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai unit edge computing utama karena spesifikasi prosesor dual-core dan RAM yang mumpuni untuk menjalankan algoritma pemrosesan citra secara lokal [1]. Lapisan jaringan berfungsi sebagai infrastruktur komunikasi nirkabel yang menjembatani pengiriman data dari ESP32 ke Firebase Realtime Database sebagai platform cloud [1]. Terakhir, lapisan aplikasi berupa antarmuka Android berbasis Java/Kotlin menyediakan visualisasi data riwayat dan pemantauan real-time bagi pengguna [2].

Integrasi Perangkat Keras dan Algoritma Pengolahan Citra. Sistem ini mengintegrasikan modul kamera (OV2640) untuk akuisisi citra objek hasil panen yang tidak homogen. Untuk meningkatkan efisiensi energi, sensor inframerah digunakan sebagai pemicu (*trigger*) pengambilan gambar sekaligus parameter pembandingan (*cross-check*) akurasi [2], [6]. Algoritma pengolahan citra yang diimplementasikan pada sisi edge meliputi tahapan Grayscale, Gaussian Blur, dan Adaptive Thresholding untuk segmentasi objek, yang dilanjutkan dengan deteksi kontur untuk menghitung kuantitas unit hasil panen. Melalui pemrosesan di sumber data, beban bandwidth internet dapat direduksi karena sistem hanya mengirimkan data numerik hasil penghitungan ke cloud.

Konektivitas Hibrida dan Mekanisme Validasi Guna mengatasi ketidakstabilan sinyal di area pertanian, aplikasi Android dirancang dengan kemampuan operasional ganda (*hibrida*). Sistem melakukan sinkronisasi otomatis dengan Firebase saat daring dan beralih ke koneksi jaringan lokal (LAN) serta local caching saat luring untuk menjaga integritas data [2]. Keandalan sistem diuji melalui pengujian fungsionalitas (*black box testing*) untuk memverifikasi kinerja setiap komponen [2]. Selain itu, pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil otomatis sistem terhadap penghitungan manual menggunakan metrik Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Standar Deviasi [6]. Terakhir, pengujian kinerja real-time dilakukan untuk mengukur latensi transmisi data guna memastikan responsivitas sistem dalam manajemen logistik hasil panen [2].

Hasil dan Diskusi

Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai unit pemrosesan pusat dalam implementasi perangkat keras dan terhubung dengan modul kamera OV2640 dan sensor inframerah. Perangkat kerasnya memiliki prosesor dual-core dengan kecepatan clock hingga 240 MHz dan kapasitas RAM yang lebih besar, yang sangat penting untuk menangani beban komputasi algoritma

pemrosesan citra pada sisi tepi. Mekanisme pemicuan otomatis adalah cara sistem ini berfungsi. Untuk mendeteksi kehadiran objek, sensor inframerah ditempatkan secara strategis pada jalur conveyor. Mikrokontroler menerima sinyal interupsi dari objek yang memutus pancaran inframerah. Sinyal ini mengaktifkan modul kamera untuk mengambil gambar. Metode ini secara signifikan meningkatkan efisiensi operasional dengan mengurangi penggunaan energi dan memori karena algoritma pengolahan gambar hanya beroperasi saat terdeteksi objek, bukan secara terus-menerus.



Gambar 2. Flowchart Logika Alat Monitoring Dan Penghitung Hasil Panen Berbasis *Internet Of Things* (Iot)

Realisasi Prototipe Sistem

Pengujian Sensor Inframerah dan Transmisi Data ke Firebase

Untuk memastikan sinkronisasi yang selaras antara perangkat keras dan platform cloud, pengujian fungsionalitas sistem dilakukan menggunakan metode Black Box Testing. Mekanisme pemicu sensor inframerah pada jalur conveyor memulai proses ini, mengirimkan sinyal interupsi ke ESP32 untuk mengaktifkan kamera OV2640 saat objek terdeteksi. Langkah ini sangat efisien dan menghindari pemrosesan gambar yang berlebihan. Selanjutnya, data yang dihasilkan dari perhitungan algoritma edge computing dikirim ke Firebase Realtime Database melalui protokol Wi-Fi. Pengujian yang dilakukan untuk memastikan integritas paket data tanpa kehilangan informasi dilakukan.

Puncak integrasi ini adalah sinkronisasi secara real-time pada aplikasi Android; kemampuan instan Firebase memungkinkan pengguna menerima notifikasi pembaruan nilai secara otomatis tanpa perlu meminta ulang secara manual, memastikan bahwa ekosistem secara keseluruhan berjalan secara responsif dan stabil. Pengujian akurasi dilakukan dengan menggunakan 8

unit objek nyata dalam 8 kali percobaan untuk menguji konsistensi sistem. Data hasil pengujian disajikan pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Data hasil pengujian akurasi

<u>Percobaan</u>	<u>Objek Nyata</u>	<u>Deteksi Sistem</u>	<u>Selisih (Error)</u>	<u>Persentase Kesalahan (%)</u>
1	8	4	4	50%
2	8	5	3	37,50%
3	8	6	2	25%
4	8	4	4	50%
5	8	3	5	62,50%
6	8	6	2	25%
7	8	4	4	50%
8	8	7	1	12,50%
Rata-rata MAPE				39,06%



Gambar 3. Gambar Produk

Berdasarkan data pada Tabel 1, terlihat adanya tren di mana jumlah objek yang terdeteksi oleh sistem cenderung lebih rendah dibandingkan dengan jumlah objek nyata. Fenomena ini mengindikasikan bahwa selain faktor kecepatan conveyor, kondisi pencahayaan dan tumpukan objek (*overlapping*) memegang peranan kritis dalam akurasi deteksi. Secara teknis, algoritma *Contour Detection* bekerja dengan mengidentifikasi batas terluar dari intensitas piksel yang kontras. Apabila terdapat objek yang saling berhimpitan atau bertumpuk, sistem akan membaca batas luar dari kumpulan objek tersebut sebagai satu kontur tunggal, sehingga terjadi pengurangan jumlah hitungan secara signifikan.

Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan prototipe alat penghitung hasil panen otomatis yang mengintegrasikan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan *Image Processing*. Berdasarkan pengujian sebanyak 8 kali percobaan, sistem mencapai tingkat akurasi rata-rata sebesar **60,94%** dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar **39,06%** dan standar deviasi **1,35**. Meskipun akurasi sempat mencapai titik tertinggi sebesar **87,5%**, fluktuasi data tetap terjadi akibat faktor dinamika mekanis di lapangan.

Analisis menunjukkan bahwa kecepatan conveyor yang tinggi menciptakan jendela waktu lintasan objek yang sangat singkat, yaitu hanya sekitar dua detik. Hal

ini menjadi tantangan bagi algoritma *Grayscale* dan *Gaussian Blur* pada mikrokontroler ESP32 untuk melakukan deteksi kontur secara konsisten dan akurat dalam waktu yang sangat terbatas. Namun, dari sisi ketahanan sistem informasi, implementasi konektivitas hibrida (LAN dan *local caching*) terbukti sangat efektif dalam menjaga integritas data. Mekanisme ini memastikan data hasil panen tetap tersimpan secara *real-time* dan tidak hilang meskipun terjadi gangguan sinyal internet atau masalah sinkronisasi pada platform Firebase. Sebagai langkah pengembangan di masa depan, diperlukan optimasi pada koordinasi antara kecepatan mekanik *conveyor* dengan kapasitas komputasi *edge*, serta peningkatan *frame rate* pada modul kamera untuk memperkuat stabilitas akurasi deteksi objek

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Nurul Huda atas dukungan fasilitas dan sarana prasarana yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan serta Program Studi Pendidikan Fisika atas bimbingan dan dukungan akademik yang telah diberikan. Penelitian ini dilaksanakan tanpa dukungan pendanaan khusus dari lembaga pendanaan pemerintah, swasta, maupun nirlaba. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi secara langsung maupun tidak langsung dalam perancangan, pengembangan, serta pengujian prototipe alat monitoring dan penghitung hasil panen berbasis Internet of Things (IoT) ini.

Referensi

- E. E. K. Senoo, E. Akansah, L. Mendonça, dan M. Aritsugi, "Monitoring and Control Framework for IoT, Implemented for Smart Agriculture," *Sensors*, vol. 23, no. 5, p. 2714, Mar. 2023.
- Helmy, F. Rahmasari, A. Nursyahid, T. A. Setyawan, dan A. S. Nugroho, "Analisis Kinerja Aplikasi Pemantauan dan Pengendalian Smart Agriculture Berbasis Android," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, vol. 11, no. 1, pp. 23-30, Feb. 2022.
- Z. Ariyandi, Taufiq, dan Nunsina, "Design of an Internet of Things (IoT)-Based Fish Feeder System Using an Android Application," *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)*, vol. 9, no. 4, pp. 1593-1601, Agt. 2025.
- M. R. Ariwibowo, J. Juhaeriyah, E. A. Nugroho, dan R. Mutaqim, "IoT-Based Smart Security System Using Infrared Sensor as Motion Detector," *Information Technology Engineering Journals (ITEJ)*, vol. 8, no. 1, pp. 42-48, Jul. 2023.
- Nazuarsyah, U. Muzakir, Mukhroji, R. Ginting, dan R. Munadi, "Sistem Identifikasi Menggunakan RFID dan Sensor Infrared Berbasis IoT Terhadap Pengembangan Kampus Pintar," *Cyberspace: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 7, no. 2, pp. 109-117, Okt. 2023.
- M. Batara dan V. S. Yosephine, "Alat Pendeteksi Stok Barang Berbasis IoT untuk UMKM dengan Sensor Ultrasonik dan Inframerah," *Journal of Integrated System (JIS)*, vol. 7, no. 1, pp. 63-74, Jun. 2024.
- P. Liakos, P. Busato, D. Moshou, S. Pearson, dan D. Bochtis, "Machine Learning in Agriculture: A Review," *Sensors*, vol. 18, no. 8, pp. 1-29, 2019.
- A. Kamilaris dan F. X. Prenafeta-Boldú, "Deep Learning in Agriculture: A Survey," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 147, pp. 70-90, 2019.
- M. Ayaz, M. Ammad-Uddin, Z. Sharif, A. Mansour, dan E. M. Aggoune, "Internet-of-Things (IoT)-Based Smart Agriculture: Toward Making the Fields Talk," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 129551-129583, 2019.
- S. Wolfert, L. Ge, C. Verdouw, dan M.-J. Bogaardt, "Big Data in Smart Farming - A Review," *Agricultural Systems*, vol. 153, pp. 69-80, 2021.