

IMPLEMENTASI MONITORING SISTEM SORTASI BUAH JERUK BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT) UNTUK MENENTUKAN UKURAN BUAH JERUK

Eko Pranoto¹⁾ Bintang Wijaya Tri Nugroho²⁾ Mokhammad Syafaat³⁾
¹⁻³⁾Polteknik Angkatan Darat

E - mail : sapisuper12112020@gmail.com¹⁾ bintangwijaya030796@gmail.com²⁾
syafaatarh96@gmail.com³⁾

IMPLEMENTASI MONITORING SISTEM SORTASI BUAH JERUK BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT) UNTUK MENENTUKAN UKURAN BUAH JERUK

Abstrak: Proses sortasi pascapanen buah jeruk di tingkat petani masih banyak dilakukan secara manual, sehingga rentan terhadap ketidakkonsistenan data dan pemborosan tenaga kerja. Penelitian ini mengimplementasikan sistem monitoring sortasi buah jeruk berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memanfaatkan sensor proximity untuk mendeteksi jumlah buah dan sensor load cell untuk mengukur berat buah secara otomatis. Data hasil pembacaan sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32 dan dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi ke Firebase Realtime Database, kemudian ditampilkan secara real-time melalui aplikasi Android yang dikembangkan menggunakan platform Kodular. Pengujian dilakukan terhadap empat skenario kategori buah yaitu Kecil, Sedang, Besar, dan campuran. Evaluasi kinerja komunikasi data menggunakan parameter Quality of Service (QoS) berdasarkan standar TIPHON menunjukkan rata-rata delay sebesar 0,34 detik dan nilai packet loss sebesar 0%. Hasil pengujian membuktikan bahwa sistem monitoring yang dikembangkan mampu menampilkan data hasil sortasi secara real-time dengan komunikasi data yang stabil dan dapat diandalkan oleh pengguna.

Kata kunci: ESP32, Firebase, *Internet of Things*, Kodular, Monitoring Sortasi Buah Jeruk.

PENDAHULUAN

Komoditas buah jeruk menempati posisi yang cukup strategis dalam sektor hortikultura Indonesia, ditandai oleh kenaikan volume produksi yang terus berlangsung dari tahun ke tahun. Data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Malang mencatat peningkatan produksi jeruk dari 26,8 ton pada tahun 2019 menjadi 50,5 ton pada tahun 2020 (Maulana, 2024). Di balik meningkatnya hasil panen tersebut terdapat tantangan nyata pada tahap penanganan pascapanen, terutama proses

penyortiran buah berdasarkan ukuran dan berat sebelum produk dipasarkan kepada konsumen.

Proses sortasi yang masih banyak dilakukan secara manual memiliki sejumlah keterbatasan, di antaranya durasi kerja yang panjang, potensi kesalahan penghitungan dan penimbangan akibat faktor kelelahan, serta ketidakkonsistenan hasil sortasi antar operator (Siregar et al., 2024). Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan ketidaksesuaian data hasil sortasi serta

menurunkan efisiensi pengelolaan hasil panen secara keseluruhan.

Seiring dengan perkembangan teknologi pada era Industri 4.0, teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang nyata untuk menjawab permasalahan tersebut. Sistem monitoring berbasis IoT memungkinkan pemantauan data secara *real-time* dari jarak jauh melalui perangkat *smartphone*, sehingga pengguna dapat memperoleh informasi hasil panen tanpa harus melakukan pengamatan langsung pada alat (Ardana et al., 2024). Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas integrasi sensor *proximity* dan sensor *load cell* dalam sistem sortasi buah otomatis, namun sebagian besar masih belum mengintegrasikan sistem monitoring berbasis IoT yang memungkinkan pemantauan *real-time* melalui perangkat mobile.

Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem monitoring hasil sortasi buah jeruk berbasis IoT yang mengintegrasikan mikrokontroler ESP32, *Firebase* sebagai platform penyimpanan data berbasis *cloud*, serta aplikasi Android yang dikembangkan menggunakan platform Kodular sebagai antarmuka monitoring. Sistem ini diharapkan mampu menampilkan informasi jumlah dan berat buah jeruk pada setiap kategori mutu secara *real-time*, sehingga proses pengelolaan hasil panen

dapat dilakukan secara lebih efektif dan terkontrol.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) yang dijalankan secara eksperimental. Seluruh kegiatan mulai dari perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, hingga pengujian kinerja dilaksanakan di Laboratorium Elektronika Poltekad Kodiklatad, Kota Batu, Jawa Timur.

Variabel bebas dalam penelitian ini meliputi data pembacaan sensor *proximity* saat buah jeruk melewati area deteksi dan data berat buah dari sensor *load cell* yang dikonversi melalui modul HX711. Sementara itu, variabel terikat mencakup klasifikasi mutu buah jeruk berdasarkan SNI 3165:2009, jumlah buah yang terdeteksi oleh sistem, serta waktu respons pengiriman data dari ESP32 ke *Firebase* hingga ditampilkan pada aplikasi monitoring.

Tahapan penelitian mencakup enam fase berurutan: (1) analisis kebutuhan sistem, (2) studi literatur dan pengumpulan data, (3) perancangan sistem perangkat keras dan perangkat lunak, (4) implementasi sistem, (5) pengujian dan evaluasi, serta (6) analisis hasil dan penarikan kesimpulan. Pengujian sistem dilakukan dalam empat skenario yaitu kategori Kecil, Sedang, Besar, dan kondisi campuran. Evaluasi kinerja komunikasi data menggunakan parameter *Quality of Service* (QoS) meliputi *delay* dan *packet loss*

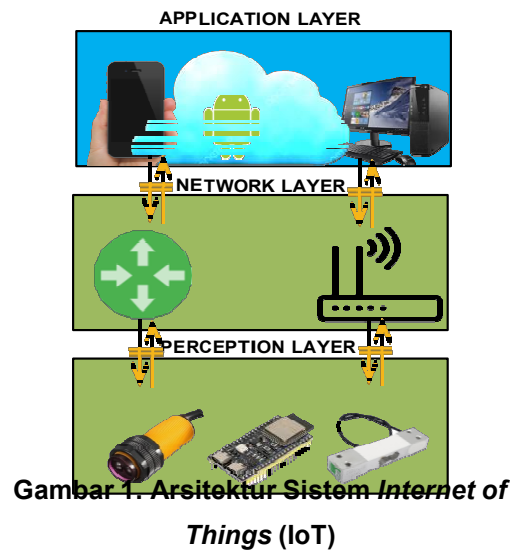
berdasarkan standar TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*).

PERANCANGAN DESAIN SISTEM

a. Arsitektur Sistem IoT

Arsitektur sistem monitoring yang dirancang mengadopsi model tiga lapisan (*Three Layer IoT Architecture*). Lapisan persepsi (*Perception Layer*) terdiri dari sensor *proximity* dan sensor *load cell* yang berfungsi mengumpulkan data fisik dari buah jeruk. Lapisan jaringan (*Network Layer*) memanfaatkan modul Wi-Fi terintegrasi pada ESP32 dan modem 4G LTE sebagai media transmisi data menuju cloud. Lapisan aplikasi (*Application Layer*) diwujudkan dalam bentuk aplikasi Android berbasis Kodular yang menampilkan data kepada pengguna secara *real-time*.

ESP32 berperan sebagai perangkat *edge computing* yang melakukan pra-pemrosesan data sebelum dikirim ke *cloud*. Data yang dikirimkan ke *Firebase* disinkronkan secara otomatis kepada seluruh klien yang terhubung sehingga informasi jumlah dan berat buah jeruk pada setiap kategori mutu dapat dipantau pengguna tanpa memerlukan proses refresh manual pada aplikasi. Arsitektur sistem *Internet of Things* (IoT) diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur Sistem Internet of Things (IoT)

b. Perancangan Dashboard Aplikasi Kodular

Aplikasi monitoring dikembangkan menggunakan platform Kodular dengan pendekatan pemrograman berbasis blok (*block programming*) tanpa memerlukan penulisan kode yang kompleks. Aplikasi terdiri dari tiga halaman utama yang saling terhubung, yaitu *splash screen*, halaman *login*, dan halaman *dashboard* monitoring.

Splash screen merupakan tampilan awal yang muncul ketika aplikasi pertama kali dijalankan. Halaman ini dirancang dengan tema buah jeruk sebagai identitas visual yang mencerminkan fungsi utama aplikasi. Durasi tampilan *splash screen* diatur menggunakan komponen *clock* pada platform Kodular yang dikonfigurasi selama 3000 milidetik atau setara tiga detik. Setelah durasi tersebut terpenuhi, *clock* secara otomatis menonaktifkan diri dan memicu perpindahan halaman menuju halaman login. Tampilan

halaman *splash screen* diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan halaman *splash screen*

Halaman *login* berfungsi sebagai gerbang keamanan sistem yang memastikan hanya pengguna yang berwenang dapat mengakses fitur monitoring. Halaman ini terdiri dari dua kolom masukan yaitu kolom *username* dan kolom *password*, serta satu tombol *login* untuk memproses autentikasi. Logika autentikasi dirancang menggunakan blok kondisional *if-then-else* pada Kodular.

Apabila *username* dan *password* yang dimasukkan sesuai, sistem mengarahkan pengguna menuju halaman *dashboard* monitoring. Sebaliknya, sistem menampilkan notifikasi pesan kesalahan "*Username dan Password Salah*" sehingga pengguna dapat mengetahui bahwa data yang dimasukkan tidak valid. Tampilan halaman login diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Halaman *Login*

Halaman *dashboard* monitoring merupakan halaman utama aplikasi yang dapat diakses setelah proses *login* berhasil. Halaman ini menampilkan data hasil sortasi buah jeruk dalam format tabel list yang terdiri dari empat baris kategori mutu yaitu Kecil, Sedang, Besar, dan Lainnya. Setiap baris kategori menampilkan dua informasi utama yaitu jumlah buah yang terdeteksi oleh sensor *proximity* dan total berat buah yang diperoleh dari sensor *load cell*. Data diperbarui secara otomatis setiap kali terjadi perubahan pada *Firestore* melalui mekanisme "*Get Value*" sehingga informasi yang tersaji selalu mencerminkan kondisi aktual sistem sortasi tanpa memerlukan proses *refresh* manual. Selain itu, halaman *dashboard* juga dilengkapi dengan fitur perhitungan nilai ekonomi, di mana pengguna dapat memasukkan harga jual per kilogram secara

manual dan sistem secara otomatis menghitung serta menampilkan total harga berdasarkan berat buah pada masing-masing kategori. Tampilan halaman *dashboard* monitoring diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Tampilan Halaman *Dashboard* Monitoring

HASIL PENELITIAN

a. Hasil Monitoring Sistem Secara *Real-Time*

Pengujian sistem monitoring dilakukan dengan memasukkan sampel buah jeruk ke dalam sistem sortasi pada empat skenario pengujian. Sensor *proximity* mendeteksi jumlah buah yang melewati sistem sedangkan sensor *load cell* mengukur berat buah secara otomatis. Data hasil pengukuran dikirimkan ke *Firebase* dan ditampilkan pada *dashboard* monitoring secara *real-time*. Rekapitulasi hasil monitoring sistem sortasi jeruk pada seluruh skenario pengujian diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Monitoring Sistem Sortasi Jeruk

Kategori Ukuran	Jumlah (Pcs)	Berat (g)	Harga/kg (Rp)	Total Harga (Rp)
Kecil	15	804,42	13.000	10.457
Sedang	12	941,67	15.000	14.125
Besar	5	1.010,95	20.000	20.218
Lainnya	0	0	0	0
Campuran	(Kecil) 15	835,79	13.000	10.865
	(Sedang) 8	1.045,54	15.000	15.683
	(Besar) 5	854,09	20.000	17.801

b. Hasil Pengujian *Quality of Service* (QoS)

Pengujian *Quality of Service* (QoS) dilakukan untuk mengevaluasi kinerja komunikasi data dari mikrokontroler ESP32 menuju *Firebase* hingga data berhasil

ditampilkan pada *dashboard* monitoring. Parameter QoS yang diuji meliputi *delay* dan *packet loss* dengan mengacu pada standar TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*) sebagai acuan kategorisasi kualitas jaringan.

Standar TIPHON membagi kualitas jaringan ke dalam empat tingkatan berdasarkan nilai *delay* dan *packet loss* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Kategorisasi QoS Berdasarkan TIPHON

Kategori	Delay (ms)	Packet Loss (%)
Sangat Baik	< 150	0
Baik	150 – 300	0 – 3
Cukup	300 – 450	3 – 15
Buruk	> 450	> 15

Hasil pengujian *delay* diperlihatkan pada Tabel 3 dan hasil pengujian *packet loss* pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil pengujian *delay*

Waktu Kirim	Waktu Tampil Dashboard	Delay (detik)	Rata-Rata (detik)
20.00,00	20.00,32	0,32	0,34
20.15,00	20.15,41	0,41	
20.30,00	20.30,28	0,28	
21.00,00	20.00,36	0,36	

Tabel 4. hasil pengujian *packet loss*

Percobaan ke-	Data Dikirim (Pcs)	Data Diterima (Pcs)	Packet Loss (%)
Kecil	15	15	0%
Sedang	12	12	0%
Besar	5	5	0%
Lainnya	0	0	0%
Campuran	28	28	0%

PEMBAHASAN

a. Analisis Kinerja Sistem Monitoring

Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 1, sistem monitoring sortasi buah jeruk berbasis IoT berhasil menjalankan fungsi utama yaitu mengklasifikasikan buah berdasarkan kategori mutu, mengukur berat

secara otomatis, serta menghitung estimasi nilai ekonomi dari setiap kategori. Sensor *load cell* mampu mengukur berat buah dengan cukup akurat pada setiap kategori, sehingga data berat yang tercatat sesuai dengan kondisi aktual buah yang diuji.

Pengujian per kategori menunjukkan bahwa sistem berhasil menyortir 15 buah kecil dengan total berat 804,42 gram (nilai ekonomi Rp10.457), 12 buah sedang dengan berat 941,67 gram (Rp14.125), serta 5 buah besar dengan berat 1.010,95 gram (Rp20.218). Tidak ditemukan buah yang masuk ke kategori lainnya, mengindikasikan seluruh sampel berhasil diklasifikasikan ke dalam salah satu dari tiga kategori utama. Kategori besar menghasilkan nilai ekonomi tertinggi meskipun jumlah buahnya paling sedikit, hal ini sesuai dengan karakteristik pasar buah jeruk di mana ukuran buah yang lebih besar cenderung memiliki nilai jual yang lebih tinggi.

Pada pengujian kondisi campuran, sistem berhasil mengklasifikasikan total 28 buah dari tiga kategori yang dimasukkan secara bersamaan, dengan total nilai ekonomi mencapai Rp43.629. Hasil ini membuktikan bahwa sistem memiliki kemampuan kerja yang stabil pada kondisi penggunaan sesungguhnya yang lebih beragam.

b. Analisis Quality of Service (QoS)

Berdasarkan data pada Tabel 3, nilai *delay* yang tercatat pada setiap pengujian

berkisar antara 0,28 detik hingga 0,41 detik. Rata-rata *delay* dihitung menggunakan persamaan *mean* dari keempat data pengujian yang valid, sehingga diperoleh nilai rata-rata sebesar 0,34 detik atau setara dengan 340 milidetik. Berdasarkan standar QoS menurut TIPHON, nilai *delay* yang berada pada rentang 300–450 ms dikategorikan sebagai Cukup, dengan sebagian besar pengujian menunjukkan nilai di bawah 400 ms. Variasi nilai *delay* yang terjadi dipengaruhi oleh kondisi jaringan internet pada saat pengiriman data dilakukan. Nilai *delay* tersebut masih berada dalam batas yang dapat diterima untuk mendukung proses monitoring *real-time*, mengingat pembaruan data pada *dashboard* aplikasi tetap dapat diterima pengguna dengan waktu tunda yang tidak mengganggu proses pengamatan.

Berdasarkan data pada Tabel 4, hasil pengujian *packet loss* menunjukkan bahwa seluruh data yang dikirimkan oleh sistem berhasil diterima tanpa ada kehilangan data pada semua skenario pengujian. Nilai *packet loss* sebesar 0% pada setiap percobaan mengindikasikan bahwa sistem komunikasi data yang dibangun memiliki tingkat keandalan yang tinggi dalam menjaga integritas data selama proses pengiriman dari ESP32 menuju *Firestore*. Berdasarkan standar QoS menurut TIPHON, nilai *packet loss* 0% masuk ke dalam kategori Sangat Baik, yang berarti tidak terjadi gangguan

transmisi data sama sekali pada sistem yang dikembangkan.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem monitoring sortasi buah jeruk berbasis IoT dengan tiga capaian utama. Pertama, sistem berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan mengintegrasikan sensor *proximity*, sensor *load cell*, mikrokontroler ESP32, *Firestore*, serta aplikasi Android berbasis Kodular dalam satu sistem yang terintegrasi dan mampu bekerja secara *real-time*. Kedua, sistem mampu mengirimkan dan menyimpan data hasil sortasi ke *Firestore* melalui jaringan internet dengan baik, sehingga data dapat diakses dan ditampilkan pada aplikasi monitoring tanpa memerlukan proses *refresh* manual. Ketiga, evaluasi QoS menunjukkan rata-rata *delay* sebesar 0,34 detik dan *packet loss* 0%, yang membuktikan bahwa komunikasi data pada sistem berjalan stabil dan dapat diandalkan untuk mendukung proses monitoring pascapanen secara *real-time*.

Untuk pengembangan lebih lanjut, sistem dapat ditingkatkan dengan menambahkan parameter kualitas visual buah menggunakan teknologi pengolahan citra (*image processing*), memperluas pengujian QoS pada variasi kondisi jaringan yang berbeda seperti jaringan seluler 4G dan 5G, serta mengintegrasikan fitur notifikasi otomatis pada aplikasi monitoring guna

meningkatkan kemudahan pemantauan bagi pengguna.

REFERENCES

- Maulana, M. F., Susilowati, D., Sudjoni, N., & Agustus, S. (2024). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PRODUKSI USAHA TANI JERUK (Citrus. 12(5).
- Siregar, C. A., Siregar, A. M., & Amri, A. F. (2024). Rancang Bangun Mesin Buah Sortir Jeruk Berdasarkan Ukuran Standart Buah Jeruk dengan Kapasitas Penyortiran 500kg/Jam. 7.
- Ardana, I. W. R., Suardani, L. G. P., Wardana, I. N. K., & Putra, I. G. P. M. E. (2024). Internet of Things (IoT)—Based Fruit Sorting Results Monitoring System. In A. A. N. G. Sapteka, I. G. L. M. Parwita, I. K. Wiratama, F. Moi, K. W. Widantha, E. Septevany, D. A. I. C. Dewi, W. E. Mariani, & R. N. Fakhrurozi (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Sustainable Green Tourism Applied Science—Engineering Applied Science 2024 (ICoSTAS-EAS 2024)* (Vol. 249, pp. 664–671). Atlantis Press International BV. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-587-4_74