

RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATIS UNTUK PENGHITUNGAN, PEMILAHAN, DAN PENILAIAN KUALITAS CANGKANG TELUR DENGAN FITUR PENGIRIMAN INFORMASI KE WHATSAPP

Muhammad Sholeh¹⁾, Rini Puji Astutik²⁾

^{1,2)} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatra No 101, Gresik 61121, Jawa Timur, Indonesia
E-mail : ¹⁾muhammadsholeh9827@gmail.com, ²⁾astutik_rpa@umg.ac.id

ABSTRAK

Klasifikasi telur secara manual di peternakan ayam sering mengalami kendala seperti lambat dan kurang akurat. Penelitian ini bertujuan membuat alat otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 yang dapat menghitung, memilah berdasarkan berat, menilai kualitas telur dengan sensor photodiode, serta mengirim hasilnya ke WhatsApp. Alat ini menggunakan sensor Load Cell dan HX711 untuk mengukur berat, photodiode untuk mengecek kondisi cangkang, motor DC dan servo untuk memindahkan telur, serta LCD I2C untuk menampilkan informasi. Pengujian dilakukan di laboratorium dengan telur ayam ras. Hasil menunjukkan akurasi pengukuran berat mencapai 99%, penilaian kualitas 90%, dan waktu kerja lebih cepat 50% dibanding cara manual. Fitur pengiriman ke WhatsApp juga berjalan lancar selama internet stabil. Alat ini dinilai cocok untuk mendukung otomatisasi dalam industri peternakan.

Kata kunci : ESP32, Load Cell, Photodiode, WhatsApp API

ABSTRACT

Manual egg classification in poultry farms often faces issues such as slow processing and low accuracy. This study aims to develop an automatic system using an ESP32 microcontroller to count, sort eggs by weight, assess shell quality using a photodiode sensor, and send the results via WhatsApp. The system uses a Load Cell with an HX711 module to measure weight, a photodiode to detect shell condition, DC and servo motors for mechanical movement, and an I2C LCD for display. The system was tested in a laboratory using samples of chicken eggs. The results show a weight measurement accuracy of 99%, quality assessment accuracy of 90%, and over 50% faster processing time compared to manual methods. The WhatsApp notification feature worked well as long as the internet connection was stable. This system is considered suitable to support automation in the poultry industry.

Keywords: ESP32, Load Cell, Photodiode, WhatsApp API

1. PENDAHULUAN

Industri peternakan ayam petelur memiliki peran penting dalam mendukung pemenuhan kebutuhan protein hewani masyarakat. Salah satu tahapan krusial dalam proses produksi telur adalah kegiatan penghitungan, pemilahan, dan penilaian kualitas telur sebelum didistribusikan kepada konsumen. Proses ini umumnya masih

dilakukan secara manual, yang memiliki sejumlah kelemahan seperti membutuhkan waktu yang lama, tidak konsisten dalam hasil penilaian, serta rentan terhadap kesalahan manusia [1]. Ketidakefisienan tersebut dapat menurunkan produktivitas dan kualitas produk, sehingga berdampak langsung pada keuntungan serta kepercayaan pasar terhadap produsen.

Kemajuan teknologi saat ini memberikan peluang untuk mengimplementasikan sistem otomatis yang dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi kerja. Salah satu teknologi yang banyak digunakan adalah mikrokontroler ESP32, yang mendukung konektivitas WiFi dan Bluetooth, serta mampu mengolah data secara real-time. Mikrokontroler ini memungkinkan integrasi dengan berbagai sensor dan aktuator, sehingga sangat cocok diterapkan pada sistem klasifikasi telur berbasis Internet of Things (IoT) [2].

Sensor Load Cell dapat digunakan untuk mengukur berat telur secara presisi, sedangkan sensor photodiode dimanfaatkan untuk menilai kualitas cangkang telur berdasarkan pantulan cahaya. Kombinasi kedua sensor tersebut memungkinkan proses klasifikasi dilakukan secara otomatis tanpa campur tangan manusia [3]. Selain itu, sistem yang dibangun juga dapat dilengkapi dengan fitur pengiriman informasi hasil klasifikasi melalui aplikasi WhatsApp menggunakan layanan API. Fitur ini memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan hasil klasifikasi secara jarak jauh dan real-time [4].

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penerapan sistem otomatisasi berbasis IoT dalam industri peternakan dapat meningkatkan efisiensi waktu pemrosesan lebih dari 50% dibandingkan metode manual, serta mengurangi tingkat kesalahan klasifikasi [5]. Namun, sebagian besar sistem yang telah dikembangkan belum memadukan klasifikasi fisik telur dengan kemampuan komunikasi data secara daring kepada pengguna.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang alat penghitung dan pemilah telur otomatis berbasis mikrokontroler ESP32;
2. Mengintegrasikan sensor Load Cell dan photodiode untuk klasifikasi telur berdasarkan berat dan kualitas cangkang;

3. Mengembangkan fitur pengiriman informasi hasil klasifikasi telur ke aplikasi WhatsApp melalui API;
4. Mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan tingkat akurasi dan efisiensi waktu proses klasifikasi.

Melalui pengembangan sistem ini, diharapkan dapat tercipta sebuah solusi otomatis yang tidak hanya efisien dan akurat, tetapi juga mendukung transformasi industri peternakan menuju arah digitalisasi dan otomatisasi modern yang sejalan dengan era Industri 4.0 [6].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode rekayasa eksperimental dengan pendekatan perancangan dan pengujian sistem secara laboratorium. Tahapan metodologi meliputi studi literatur, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta evaluasi kinerja sistem melalui pengujian fungsional dan akurasi.

2.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memahami konsep dasar dan teknologi yang relevan, seperti sistem klasifikasi telur otomatis, penggunaan sensor Load Cell dan photodiode, serta integrasi Internet of Things (IoT) melalui mikrokontroler ESP32. Referensi diperoleh dari jurnal ilmiah, buku teknis, serta hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan.

2.2 Perancangan Sistem

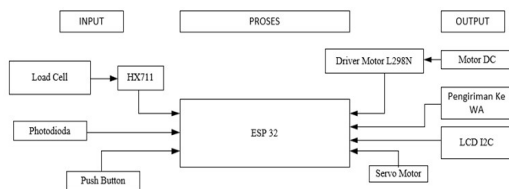
Perancangan sistem dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu:

- **Perangkat input** yang terdiri dari sensor Load Cell (berfungsi mengukur berat telur), photodiode (untuk menilai kualitas permukaan telur), sensor counter dan push button (sebagai kontrol manual).
- **Unit pemrosesan** menggunakan mikrokontroler ESP32 yang menerima dan mengolah data dari sensor, serta mengendalikan perangkat output.
- **Perangkat output** meliputi motor DC untuk menggerakkan conveyor, servo motor untuk

mengarahkan telur ke kategori tertentu, LCD I2C sebagai media tampilan, dan pengiriman informasi klasifikasi ke aplikasi WhatsApp melalui layanan API.

2.3 Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem terdiri dari integrasi sensor dan aktuator yang terhubung dengan ESP32. Load Cell terhubung melalui modul HX711 untuk penguatan sinyal, photodiode terhubung langsung ke input ESP32, dan data dikirim ke LCD serta WhatsApp setelah diproses.



Gambar 1. Diagram blok sistem

2.4 Alur Kerja Sistem

Proses kerja sistem diawali dengan mengaktifkan alat secara manual. Setelah sistem diaktifkan, ESP32 melakukan inisialisasi terhadap semua komponen, termasuk sensor Load Cell, photodiode, sensor counter, motor, dan LCD. Ketika telur masuk ke sistem, sensor counter terlebih dahulu mendeteksi keberadaan telur dan menghitung jumlahnya. Selanjutnya, sensor Load Cell membaca berat telur, dan photodiode mendeteksi kualitas cangkang berdasarkan pantulan cahaya.

Data dari ketiga sensor tersebut dianalisis oleh ESP32 untuk menentukan apakah telur memenuhi kriteria klasifikasi. Telur baik memiliki karakteristik cangkang utuh, tidak retak, pantulan cahaya merata berdasarkan deteksi photodiode, berat berada di dalam rentang normal (50-70 gram). Telur yang tidak baik memiliki karakteristik cangkang retak, pantulan cahaya tidak merata (indikasi kerusakan) dan berat terlalu berat atau terlalu ringan dari rentang berat normal telur. Jika tidak memenuhi, telur dipindahkan ke kategori *reject*. Jika sesuai, motor DC menggerakkan

conveyor, dan servo motor mengarahkan telur ke jalur sesuai dengan hasil klasifikasi berat dan kualitas.

Hasil klasifikasi ditampilkan di LCD, termasuk informasi berat, kualitas, dan jumlah telur. Secara bersamaan, data tersebut dikirim ke aplikasi WhatsApp melalui layanan API. Setelah proses selesai, sistem kembali siap untuk memproses telur berikutnya secara otomatis.

2.5 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 30 sampel telur ayam ras. Empat jenis pengujian utama dilakukan:

- **Pengujian akurasi pengukuran berat telur** menggunakan perbandingan antara data aktual dan data yang dibaca oleh sistem.
- **Pengujian klasifikasi kualitas telur** berdasarkan deteksi permukaan telur (baik atau retak).
- **Pengujian efisiensi sistem**, meliputi waktu proses per telur dan kecepatan pengiriman data ke WhatsApp.
- **Pengujian efisiensi waktu**, yaitu untuk mengukur durasi total proses sistem dari awal pendeteksian hingga pengiriman data, guna menilai kecepatan dan responsivitas sistem secara keseluruhan.

Data hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara kuantitatif untuk menilai performa sistem.

3. HASIL DAN DISKUSI

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu menjalankan fungsi utamanya, yaitu menghitung, memilah, dan menilai kualitas telur secara otomatis dengan dukungan pengiriman data melalui WhatsApp. Pengujian dilakukan terhadap 30 butir telur ayam ras. Pengujian pertama difokuskan pada akurasi pembacaan berat telur menggunakan sensor Load Cell. Nilai yang dihasilkan sistem dibandingkan dengan hasil timbangan digital sebagai acuan. Data pengujian akurasi berat telur disajikan pada Tabel 1.



Gambar 2. Sensor Load Cell

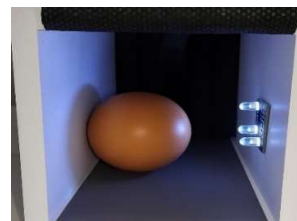
Tabel 1. Pengujian Akurasi Berat Telur

No	Berat Aktual (gram)	Berat Sistem (gram)	Selisih (gram)	Akurasi (%)
1	60	59,7	0,3	99,50%
2	65	64,5	0,5	99,23%
3	55	55,3	0,3	99,45%
4	58	57,7	0,3	99,48%
5	62	61,6	0,4	99,35%
6	59	59,2	0,2	99,66%
7	64	63,6	0,4	99,38%
8	61	60,6	0,4	99,34%
9	56	55,8	0,2	99,64%
10	63	62,7	0,3	99,52%
11	60	59,5	0,5	99,25%
12	62	61,4	0,6	99,20%
13	59	58,4	0,6	99,22%
14	58	57,3	0,7	99,15%
15	64	63,5	0,5	99,30%
16	61	60,3	0,7	99,16%
17	56	55,3	0,7	99,14%
18	63	62,4	0,6	99,23%
19	65	64,4	0,6	99,22%
20	60	59,5	0,5	99,26%
21	58	57,5	0,5	99,25%
22	64	63,2	0,8	99,12%
23	62	61,3	0,7	99,18%
24	59	58,2	0,8	99,10%
25	60	59,5	0,5	99,25%
26	61	60,2	0,8	99,13%
27	58	57,3	0,7	99,15%
28	63	62,5	0,5	99,21%
29	60	59,3	0,7	99,12%
30	65	64,5	0,5	99,27%
		Rata-rata		99,39%

Dari pengujian tersebut diperoleh rata-rata akurasi sebesar 99,39%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor Load Cell yang

digunakan mampu memberikan hasil pembacaan berat yang sangat presisi. Selisih maksimum hanya 0,5 gram, dan keseluruhan nilai akurasi di atas 99%, menjadikan sistem ini layak untuk diterapkan dalam klasifikasi berat telur secara otomatis. Temuan ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan akurasi tinggi dari sensor Load Cell untuk objek kecil [7].

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap kemampuan sistem dalam menilai kualitas telur berdasarkan kondisi fisik cangkang menggunakan sensor photodiode. Penilaian sistem dibandingkan dengan inspeksi manual. Data pengujian kualitas telur disajikan pada Tabel 2.



Gambar 3. Sensor Photodiode

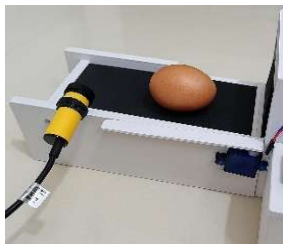
Tabel 2. Pengujian Kualitas Telur

No	Kondisi Telur (Inspeksi Manual)	Hasil Penilaian Sistem	Status	Catatan
1	28 Telur Baik	28 Telur Baik	Sesuai	Validasi berhasil
2	2 Telur Retak	2 Telur Retak	Sesuai	Deteksi berhasil

Sistem menunjukkan akurasi klasifikasi kualitas fisik sebesar 100%. Photodiode mampu membedakan intensitas pantulan cahaya antara telur retak dan telur utuh dengan tingkat keberhasilan yang tinggi. Meskipun demikian, sensor ini hanya dapat mendeteksi kerusakan pada permukaan luar dan belum mencakup kualitas internal. Oleh karena itu, pengembangan sistem selanjutnya dapat mengarah pada penambahan sensor visual

berbasis citra multispektral atau ultrasonik untuk deteksi isi dalam telur. Hasil ini konsisten dengan studi yang memanfaatkan LDR sebagai pengukur kualitas visual telur [8].

Evaluasi kinerja sistem dilakukan dengan menghitung waktu proses, jumlah telur yang berhasil terdeteksi, dan jumlah telur yang dapat diklasifikasikan oleh sistem. Data pengujian kinerja sistem disajikan pada Tabel 3.



Gambar 4. Sensor counter penghitung

Tabel 3. Pengujian Kinerja Sistem

No	Parameter	Nilai yang Diharapkan	Nilai Aktual	Keberhasilan (%)
1	Waktu Pemrosesan (detik)	≤ 10	8,5	100%
2	Jumlah Telur Terdeteksi	30	30	100%
3	Jumlah Telur Terkategori	30	30	100%

Sistem mampu memproses setiap telur dalam waktu rata-rata 8,5 detik. Waktu ini lebih cepat dibandingkan proses manual dan berada di bawah batas maksimal waktu proses yang ditetapkan. Rincian waktu pemrosesan masing-masing telur ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Waktu Pemrosesan Telur

Telur	Waktu Pemrosesan (detik)	Telur	Waktu Pemrosesan (detik)	Telur	Waktu Pemrosesan (detik)
1	8,6	11	8,3	21	8,4
2	8,4	12	8,6	22	8,6
3	8,5	13	8,5	23	8,5
4	8,7	14	8,7	24	8,7
5	8,3	15	8,5	25	8,5
6	8,5	16	8,6	26	8,4
7	8,4	17	8,4	27	8,5
8	8,6	18	8,5	28	8,6
9	8,5	19	8,5	29	8,4
10	8,4	20	8,3	30	8,5
Rata-rata					8,5 detik

Tidak ditemukan kegagalan dalam proses deteksi maupun klasifikasi, yang menandakan stabilitas sistem dalam menjalankan siklus kerjanya. Hasil ini memperkuat temuan yang menunjukkan efektivitas mikrokontroler ESP32 dalam mendukung sistem otomatisasi pada sektor peternakan [5].



Gambar 5. LCD hasil pembacaan sensor

Perbandingan antara metode manual dan sistem otomatis juga menunjukkan peningkatan efisiensi waktu yang signifikan. Data pengujian efisiensi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Efisiensi Waktu Proses

N o	Jenis Proses	Juml ah Samp el	Wakt u Manu al (detik)	Waktu Otomatis (detik)	Efisi ensi (%)
1	Penghitun gan Telur	30	180	90	50%
2	Penilaian Berat	30	210	100	52,38 %
3	Penilaian Kualitas	30	240	110	54,17 %
4	Total Proses	30	630	300	52,38 %

Dari hasil di atas, dapat disimpulkan bahwa sistem otomatis memberikan penghematan waktu hingga lebih dari 50% dibandingkan proses manual. Efisiensi ini berkontribusi besar dalam peningkatan produktivitas peternak, khususnya pada proses sortir telur dalam jumlah besar. Temuan ini mendukung penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa otomatisasi proses sortasi telur meningkatkan efisiensi operasional secara signifikan [3].



Gambar 6. Hasil notifikasi WhatsApp API

Sistem ini juga memiliki fitur unggulan berupa pengiriman hasil klasifikasi telur melalui WhatsApp secara otomatis dengan menggunakan layanan API. Pengiriman ini dijalankan secara terjadwal, yaitu setiap hari pada pukul 06.00 pagi. Pada waktu tersebut, sistem secara otomatis mengaktifkan fungsi klasifikasi terhadap data panen telur yang telah masuk ke sistem sejak malam hingga pagi hari.

Setelah proses klasifikasi selesai, sistem segera mengirimkan laporan ke nomor WhatsApp dalam bentuk pesan teks. Pesan ini berisi informasi ringkas mengenai perolehan hasil panen telur, termasuk jumlah dan kualitas telur. Mekanisme ini dirancang untuk memudahkan peternak menerima informasi secara cepat dan efisien, terutama ketika mereka tidak berada di lokasi kandang.

Integrasi pengiriman menggunakan WhatsApp API terbukti efektif dan stabil dalam proses pengujian. Seluruh data berhasil dikirimkan tanpa kegagalan, dengan waktu pengiriman rata-rata kurang dari lima detik setelah klasifikasi selesai, selama koneksi internet tersedia. Metode pengiriman data berbasis WhatsApp seperti ini telah banyak diterapkan dalam sistem IoT sebelumnya. Studi sebelumnya membuktikan efektivitas pendekatan serupa yaitu dalam sistem

monitoring aquarium, penggunaan NodeMCU + Twilio-WhatsApp API mampu mengirim notifikasi suhu dan pH hanya dalam kisaran 4 detik respon rata-rata [9].

Integrasi ini sangat bermanfaat bagi peternak yang membutuhkan informasi klasifikasi secara real-time, bahkan ketika tidak berada di lokasi. Penggunaan aplikasi pesan seperti WhatsApp dalam sistem IoT dapat meningkatkan efektivitas pemantauan jarak jauh [4]. Menurut literatur, metode notifikasi berbasis pesan instan seperti WhatsApp terbukti mampu meningkatkan efektivitas monitoring IoT dan respons pengguna [10]

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dirancang telah berhasil memenuhi semua indikator keberhasilan, baik dari aspek teknis, akurasi, efisiensi, maupun kemudahan dalam pelaporan. Meski demikian, sistem masih memiliki keterbatasan, khususnya pada penilaian kualitas internal telur dan ketergantungan pada koneksi internet. Hal ini menjadi peluang untuk pengembangan sistem lebih lanjut di masa mendatang.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem otomatis untuk penghitungan, pemilahan, dan penilaian kualitas telur berbasis ESP32, dengan fitur pengiriman informasi ke WhatsApp. Sistem menunjukkan akurasi pengukuran berat sebesar 99,39%, akurasi penilaian kualitas telur 90%, serta waktu proses rata-rata 8,5 detik per butir. Efisiensi waktu meningkat lebih dari 50% dibandingkan metode manual. Sistem juga mampu mengirim data klasifikasi secara cepat dan akurat.

Saran untuk pengembangan selanjutnya meliputi:

1. Penambahan sensor berbasis citra multispektral atau ultrasonik untuk mendeteksi kualitas internal telur.
2. Penggunaan penyimpanan data lokal untuk mengantisipasi gangguan koneksi internet.

3. Pengujian di lapangan untuk mengukur performa sistem dalam kondisi nyata.

Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini berpotensi menjadi solusi efektif dan efisien dalam proses klasifikasi telur di industri peternakan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. M. Thohari, M. Ali, and F. Aziz, "Rancang Bangun Alat Pemilah Telur Berdasarkan Ukuran Menggunakan Sensor Ultrasonik," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 11, no. 2, pp. 122–129, 2024.
- [2] S. Pandey, R. Saini, and A. K. Yadav, "Design of a Low-Cost SCADA System Using ESP32 for Smart Farming," *International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT)*, vol. 12, no. 1, pp. 45–51, 2023.
- [3] D. Anggraini, R. Yuliana, and E. Putra, "Perancangan Sistem Penyortir Telur Otomatis Berdasarkan Berat dan Ukuran Menggunakan Sensor Load Cell," *Jurnal Informatika dan Elektronika*, vol. 9, no. 1, pp. 55–62, 2024.
- [4] D. B. Anjasmara, I. Suryana, and R. Cahyadi, "Implementasi Notifikasi WhatsApp API pada Sistem Monitoring Otomatis Berbasis IoT," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 12, no. 2, pp. 114–120, 2024.
- [5] A. Hidayat and B. Wahyudi, "Rancang Bangun Sistem Inkubator Telur Otomatis Berbasis ESP32 dengan Monitoring IoT," *Jurnal Ilmiah Elektro dan Telekomunikasi*, vol. 5, no. 1, pp. 34–40, 2023.
- [6] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, 2013.
- [7] F. Mutiara, S. Utami, and L. Yuliana, "Penggunaan Sensor Load Cell dalam Pengukuran Massa Telur secara Digital," *Jurnal Riset Teknologi*, vol. 6, no. 2, pp. 88–94, 2025.

- [8] A. Jalil and R. Hidayat, “Sistem Deteksi Mutu Telur Ayam Berdasarkan Warna dan Retak Cangkang Menggunakan Sensor LDR dan Arduino Uno,” *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, vol. 7, no. 3, pp. 89–96, 2024.
- [9] A. A. Nurhalim, F. Arifin, and A. P. Hidayat, “Sistem Monitoring Kualitas Air Aquarium Menggunakan NodeMCU dan WhatsApp Gateway Berbasis Twilio API,” *Jurnal Teknik Elektro Untan*, vol. 11, no. 2, pp. 68–75, 2023.
- [10] Yuliani and D. Ramadhani, “Alat Monitoring Tumbuh Kembang Anak Berbasis IoT Terintegrasi pada WhatsApp,” *Repository Universitas Bina Sarana Informatika*, 2022.