IMPLEMENTASI SISTEM PEMANENAN TELUR PUYUH TERJADWAL BERBASIS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN KONVEYOR

Ah.Asroful Muabat[*1], Guntur Yanuar Astono[2]

[1,2,3]Program Studi Teknik Elektronika Kampus Kediri, Polinema Negeri Malang, Indonesia
Email: [1]asrofulmuabat123@email.ac.id, [2]guntur.yanuar@email.ac.id

Nomor Handphone : 085850255286

Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem pemanenan telur puyuh terjadwal berbasis mikrokontroler pada peternakan burung puyuh milik Bapak Edy Wijaya. Sistem dikembangkan untuk membantu proses pemanenan telur yang masih dilakukan secara manual melalui penerapan konveyor. Sistem menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama yang mengintegrasikan sensor laser untuk mendeteksi keberadaan telur, *load cell* untuk mengukur berat hasil panen dan sebagai fitur pengaman, RTC DS3231 untuk mengatur jadwal operasi, serta motor stepper NEMA 17 sebagai penggerak konveyor. Sistem juga terintegrasi dengan Firebase Realtime Database, *Google Spreadsheet*, dan dashboard monitoring untuk penyimpanan serta pemantauan data hasil panen. Metode penelitian menggunakan *Research and Development* (R&D). Hasil pengujian menunjukkan *load cell* memiliki akurasi 99,955% dengan rata-rata *error* 0,045%. Pengujian selama tujuh hari menghasilkan total panen 6,90 kg atau 627 butir telur, dengan rata-rata produksi 0,99 kg atau 89,6 butir per hari. Sistem menjalankan pemanenan dua kali sehari menggunakan konveyor dua fase dan berhenti otomatis apabila tidak ada telur terdeteksi selama satu menit atau berat mencapai 1,5 kg. Data hasil panen berhasil dicatat secara digital dan ditampilkan pada dashboard. Sistem mampu menjalankan pemanenan sesuai jadwal serta memudahkan pemantauan hasil panen.

Kata kunci: ESP32, *Internet of Things*, Konveyor, *Load Cell*, pemanenan telur puyuh.

Abstract

This study aimed to design and implement a scheduled quail egg harvesting system based on a microcontroller at Mr. Edy Wijaya's quail farm. The system was developed to assist the egg harvesting process, which is still performed manually, through the implementation of a conveyor system. The system uses an ESP32 as the main controller, integrating a laser sensor to detect the presence of eggs, a load cell to measure the harvested egg weight and provide a safety feature, an RTC DS3231 module to control the operating schedule, and a NEMA 17 stepper motor to drive the conveyor. The system is also integrated with Firebase Realtime Database, Google Spreadsheet, and a monitoring dashboard for data storage and harvest monitoring. The research employed the Research and Development (R&D) method. The test results showed that the calibrated load cell achieved an accuracy of 99.955% with an average error of 0.045%. Seven days of testing produced a total harvest of 6.90 kg or 627 eggs, with an average daily production of 0.99 kg or 89.6 eggs. The system performed harvesting twice a day using a two-phase conveyor mechanism and stopped automatically when no eggs were detected for one minute or when the weight reached 1.5 kg. Harvest data were successfully recorded digitally and displayed on the monitoring dashboard. The system was able to perform scheduled harvesting and facilitate harvest monitoring.

Keywords: ESP32, *Internet of Things, conveyor, load cell, quail egg harvesting.*

This work is an open access article and licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

1. PENDAHULUAN

Burung puyuh (*Coturnix japonica*) merupakan salah satu jenis unggas kecil yang banyak dibudidayakan di Indonesia karena memiliki tingkat produktivitas telur yang tinggi. Dalam kondisi pemeliharaan yang optimal, burung puyuh dapat mulai bertelur pada umur sekitar 40–41 hari dan menghasilkan hingga 250–300 butir telur per ekor per tahun [1]. Selain memiliki produktivitas yang tinggi, telur puyuh juga memiliki kandungan gizi yang cukup baik, antara lain protein sebesar 13,1% dan lemak sebesar 11,1%[2]. Kondisi tersebut menjadikan usaha peternakan puyuh memiliki potensi untuk terus dikembangkan.

Penelitian ini dilakukan di Peternakan Edy Wijaya yang memiliki populasi sekitar 3.000 ekor burung puyuh dengan hasil panen harian mencapai 26–30 kg. Proses pemanenan telur di peternakan tersebut masih dilakukan secara manual dengan mengambil telur satu per satu dari kandang[3]. Proses tersebut membutuhkan waktu sekitar satu jam dan bergantung pada tenaga kerja. Selain itu, proses pengumpulan telur secara manual berpotensi menyebabkan telur mengalami benturan atau kerusakan selama proses pemanenan.

Untuk membantu mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini menerapkan sistem pemanenan telur puyuh berbasis mikrokontroler menggunakan konveyor. Konveyor digunakan untuk memindahkan telur dari kandang menuju wadah penampungan[4]. Sistem menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama, motor stepper NEMA 17 dan driver TB6600 sebagai penggerak konveyor, sensor laser untuk mendeteksi keberadaan telur, serta *load cell* dan modul HX711 untuk mengukur berat hasil panen. Selain itu, teknologi *Internet of Things* (IoT) diterapkan untuk mendukung pencatatan dan pemantauan hasil panen secara digital.

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem yang dikembangkan. Tujuan penelitian ini adalah mengimplementasikan sistem pemanenan telur puyuh terjadwal berbasis mikrokontroler menggunakan konveyor serta mengevaluasi kinerja sistem dalam mendukung proses pemanenan, pengukuran berat hasil panen, dan pencatatan data secara digital.

2. METODE PENELITIAN

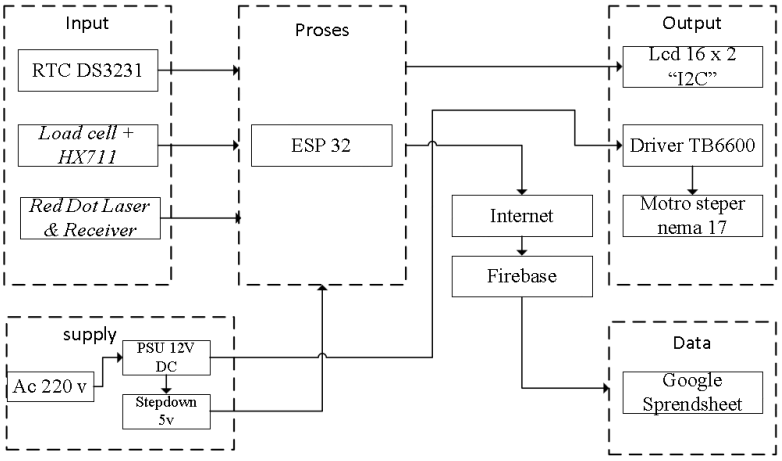
2.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang berfokus pada proses perancangan, pengembangan, implementasi, dan pengujian sistem. Metode ini digunakan untuk mengembangkan sistem pemanenan telur puyuh terjadwal berbasis mikrokontroler menggunakan konveyor. Tahapan penelitian meliputi observasi, identifikasi masalah, studi literatur, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi sistem, pengujian, serta analisis hasil.

Observasi dilakukan di Peternakan Edy Wijaya untuk mengetahui kondisi proses pemanenan telur yang masih dilakukan secara manual. Hasil observasi digunakan sebagai dasar dalam mengidentifikasi kebutuhan sistem. Selanjutnya, dilakukan perancangan mekanik konveyor, sistem elektronik, dan perangkat lunak. Sistem yang telah dirancang kemudian diimplementasikan dan diuji untuk mengetahui kinerja masing-masing komponen serta kinerja sistem secara keseluruhan.

2.2 Perancngan Sistem

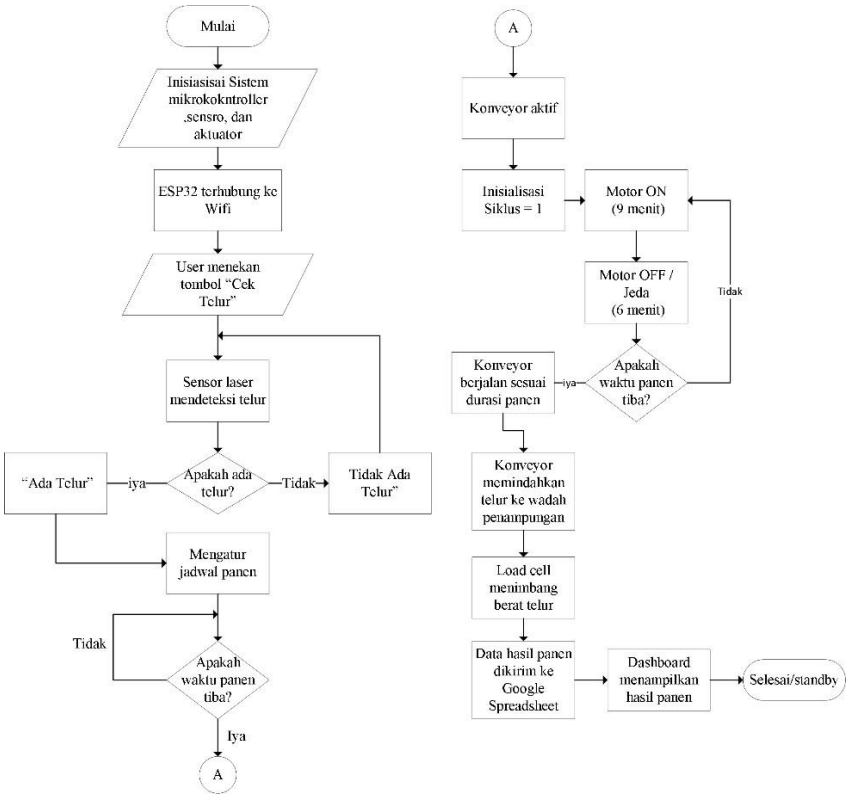
Sistem pemanenan telur puyuh dirancang menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama. Sistem mengintegrasikan motor stepper NEMA 17 dan driver TB6600 sebagai penggerak konveyor, sensor laser untuk mendeteksi keberadaan telur, serta sensor load cell dan modul HX711 untuk mengukur berat hasil panen. Pengaturan jadwal pemanenan menggunakan modul RTC DS3231. Data hasil penimbangan ditampilkan pada LCD dan dikirim ke Google Spreadsheet untuk pencatatan serta ditampilkan pada dashboard monitoring. Konveyor digunakan sebagai media pemindahan telur dari kandang menuju wadah penampungan. Telur yang telah terkumpul pada wadah penampungan ditimbang menggunakan load cell. Selain berfungsi sebagai alat ukur, load cell juga digunakan sebagai fitur pengaman untuk menghentikan konveyor ketika berat hasil panen mencapai batas yang telah ditentukan.



Gambar 1 Diagram blok sistem pemanenan telur puyuh.

2.3 Prinsip Kerja Sistem dan Pengujian Sistem

Sistem bekerja berdasarkan jadwal pemanenan yang telah ditentukan. Ketika waktu pemanenan tiba, ESP32 mengaktifkan motor stepper melalui driver TB6600 untuk menggerakkan konveyor. Proses pemanenan dilakukan dalam dua siklus. Pada siklus pertama, konveyor beroperasi selama lima menit untuk memindahkan telur dari kandang menuju wadah penampungan.Pada siklus kedua, sensor laser digunakan untuk mendeteksi keberadaan telur pada bagian akhir jalur konveyor. Konveyor tetap beroperasi selama telur masih terdeteksi dan akan berhenti apabila tidak terdapat telur yang terdeteksi selama satu menit. Telur yang terkumpul pada wadah penampungan kemudian diukur menggunakan sensor load cell. Sistem juga menerapkan batas berat sebagai fitur pengaman untuk menghentikan konveyor apabila berat hasil panen telah mencapai batas yang ditentukan.



Gambar 2 flowchart sistem

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dirancang. Pengujian meliputi pengujian sensor load cell, sensor laser, sistem konveyor, penjadwalan, serta pencatatan data hasil

panen. Pengujian load cell dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan timbangan digital untuk mengetahui tingkat akurasi dan error. Pengujian sensor laser dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi keberadaan telur. Selain itu, pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menjalankan proses pemanenan sesuai jadwal, memindahkan telur menggunakan konveyor, mengukur berat hasil panen, dan mencatat data secara digital.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan hardware

Realisasi sistem mencakup perangkat keras berupa panel kontrol (ESP32, driver TB6600, PSU, RTC), unit konveyor dengan wadah penampungan berlaser cell di dasarnya, serta perangkat lunak berupa aplikasi Kodular untuk pengaturan jadwal dan dashboard berbasis Google Apps Script untuk pemantauan. Gambar 3 memperlihatkan hasil implementasi panel kontrol pada kandang di lokasi peternakan



Gambar 3 Hasil Rancangan Alat di Kandang

3.2 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan load cell yang telah dikalibrasi terhadap timbangan digital sebagai referensi pada delapan variasi beban. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Hasil Penguian Sensor Load Cell

Hasil Pengujian				
NO	Berat Benda	Sensor Load Cell (Kg)	Timbangan Digital (Kg)	Eror (%)
1	1500	1498	1500	0,41
2	1000	999	1000	0,20
3	500	499	500	0,20
4	300	300	300	0
5	250	250	250	0
6	200	200	200	0
7	100	100	100	0
8	50	49	50	0,20
Rata-Rata			0,13%	

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh rata-rata error sebesar 0,13% dengan error terbesar 0,41% terjadi pada beban 1500 gram, sedangkan pada beban 300 gram ke bawah pembacaan sensor sudah sesuai dengan timbangan digital (error 0%). Tingkat akurasi sensor secara keseluruhan mencapai 99,87%, menunjukkan bahwa load cell yang telah dikalibrasi layak digunakan sebagai instrumen pengukuran berat hasil panen pada sistem yang dikembangkan.

3.3 Pengujian Sensor Laser dan Modul RTC

Pengujian sensor laser dilakukan pada tujuh kondisi (ada telur dan tidak ada telur). Seluruh percobaan menunjukkan hasil deteksi yang sesuai dengan kondisi sebenarnya (Tabel 3), membuktikan sensor bekerja andal berdasarkan prinsip pemutusan sinar sebagai indikator masuk/keluarnya telur pada jalur konveyor.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Laser

NO	Kondisi Sensor	Pembacaan Sensor	Status
1	Ada Telur	Ada Telur	Berhasil
2	Ada Telur	Ada Telur	Berhasil
3	Tidak Ada Telur	Tidak Ada Telur	Berhasil
4	Tidak Ada Telur	Tidak Ada Telur	Berhasil

Pengujian modul RTC DS3231 dilakukan dengan membandingkan durasi ON/OFF konveyor terprogram terhadap durasi aktual (Tabel 4). Seluruh dari empat percobaan menunjukkan durasi aktual yang sama persis dengan durasi terjadwal, membuktikan RTC mampu menjadi acuan waktu yang akurat dan stabil bagi penjadwalan pemanenan.

Tabel 3 Hasil Pengujian Modul RTC DS3231

NO	Jam	Kondisi	Durasi Terjadwal	Durasi Aktual	Status
1	09.00	ON	9 menit	9 menit	Berhasil
2	09.09	OFF	6 menit	6 menit	Berhasil
3	09.15	ON	9 menit	9 menit	Berhasil
4	09.24	OFF	6 menit	6 menit	Berhasil

3.4 Analisa Torsi dan Kecepatan Motor Konveyor

Analisis torsi menunjukkan kebutuhan torsi minimal konveyor pada beban maksimal 1,5 kg adalah 0,41 N.m, jauh di bawah torsi keluaran motor stepper NEMA 17 setelah reduksi gearbox dan pulley (5,59 N.m), sehingga motor memiliki daya dukung yang lebih dari cukup untuk mempertahankan sinkronisasi langkah tanpa slip. Pengujian kecepatan dilakukan pada tiga variasi microstep menggunakan tachometer (Tabel 5); semakin besar microstep, semakin rendah kecepatan namun semakin halus pergerakannya.

Tabel 4 Hasil Uji Kecepatan Motor Steper

Microstep	RPM Teoritis	RPM Tachometer	Keterangan
1/4	36 rpm	29 rpm	-
1/8	18 rpm	12 rpm	Konfigurasi Terpilih
1/16	9 rpm	6 rpm	-

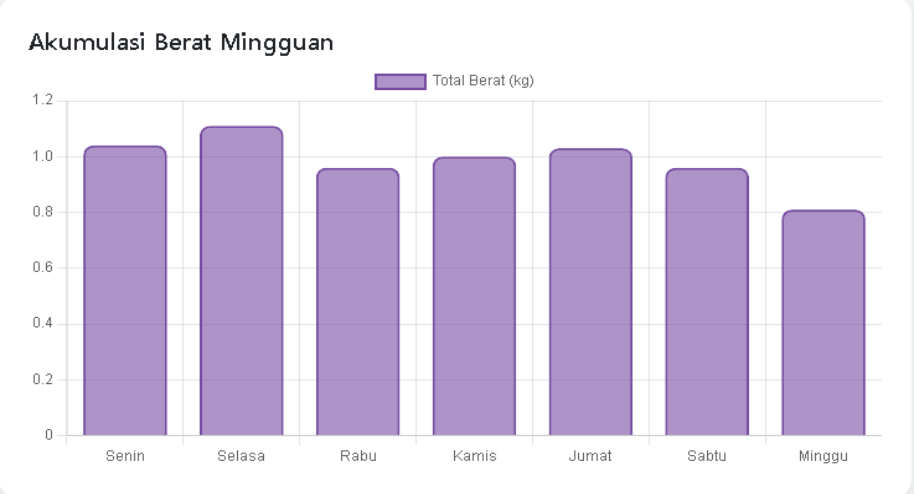
Konfigurasi microstep 1/8 dipilih sebagai operasi sistem karena memberikan keseimbangan terbaik antara kecepatan konveyor (12 rpm) dan kestabilan gerakan, dengan waktu tempuh telur dari ujung konveyor hingga wadah penampungan sekitar 5 menit — cukup lambat untuk mencegah benturan yang dapat memecahkan telur.

3.5 Hasil Pemantauan Panen Harian

Pemantauan dilakukan selama tujuh hari dengan dua kali panen per hari (pagi dan sore). Rekap hasil panen ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 5 Hasil Panen Harian Selama Satu Minggu (Total : 6,90 kg / 627 butir)

Hari	Panen pagi (g)	Panen Sore (g)	Total Harian	Jumlah Telur
Senin	793	243	1,04 kg	94 butir
Selasa	812	302	1,11 kg	101 butir
Rabu	742	214	0,96 kg	87 butir
Kamis	812	179	0,99 kg	90 butir
Jumat	849	185	1,03 kg	94 butir
Sabtu	715	243	0,95 kg	87 butir
Minggu	625	187	0,81 kg	74 butir



Gambar 4 Grafik Akumulasi Berat MIngguan Pada Dashboard

Total panen selama satu minggu mencapai 6,90 kg (627 butir), dengan rata-rata harian 0,99 kg atau 89,6 butir (±89,6% dari populasi 100 ekor). Hasil panen pagi secara konsisten mendominasi dengan kontribusi 77,5% dari total panen, dibandingkan sesi sore yang hanya 22,5%, dengan rasio berkisar 3:1 hingga 4:1. Tren panen meningkat dari Senin ke Selasa, sedikit menurun pada Rabu, meningkat kembali hingga Jumat, kemudian menurun konsisten hingga mencapai titik terendah pada Minggu. Penurunan yang cukup signifikan pada akhir pekan diduga berkaitan dengan salah satu sekat kandang yang berisi puyuh yang telah memasuki fase afkir (akhir masa produktif), sehingga menurunkan kontribusi produksi telur secara keseluruhan.

3.6 Pengujian Sistem secara Keseluruhan

Pengujian siklus kerja konveyor dan sensor laser dilakukan pada tujuh kali putaran dengan variasi kondisi telur susulan pada Siklus 2 (tanpa telur susulan, satu-dua telur berdekatan, hingga telur yang masuk mendekati batas waktu cutoff). Seluruh percobaan menunjukkan durasi Siklus 1 yang konsisten (5 menit), deteksi sensor laser yang tepat pada seluruh kondisi termasuk kasus kritis mendekati waktu cutoff, serta pengiriman data berat ke LCD dan Google Spreadsheet yang berhasil pada seluruh percobaan. Pengujian fitur pengaman beban berlebih pada empat variasi penambahan beban menunjukkan motor konveyor berhenti otomatis pada kisaran 1501-1510 gram, dengan selisih (overshoot) 1-10 gram dari ambang batas 1500 gram akibat toleransi presisi pembacaan sensor. Rekapitulasi seluruh pengujian sistem ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 6 Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

NO	Parameter Pengujian	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Sensor Laser	Mampu mendeteksi keberadaan telur pada seluruh kondisi	Berhasil
2	Sensor Load Cell	Error rata-rata 0,13% (akurasi 99,87%)	Berhasil
3	Modul RTC DS3231	Penjadwalan konveyor sesuai program	Berhasil
4	Motor Stepper+TB6600	Kecepatan stabil pada microstep 1/8 (12 rpm)	Berhasil
5	Konveyor Dua Siklus	Siklus 1 & 2 konsisten pada 7 percobaan	Berhasil
6	Dashboard & Google Sheets	Data tampil real-time	Berhasil

Secara keseluruhan, integrasi sensor laser, load cell, RTC DS3231, ESP32, mekanisme konveyor dua siklus, jalur komunikasi cadangan RX/TX, dan dashboard menghasilkan sistem terpadu yang mampu menjalankan proses pengambilan, penimbangan, pencatatan, dan pemantauan hasil panen telur puyuh secara otomatis. Fitur pengaman beban dan jalur komunikasi cadangan RX/TX turut meningkatkan keandalan sistem dalam kondisi gangguan jaringan, sehingga tujuan penelitian dapat dikatakan tercapai. Meskipun demikian, jumlah percobaan pengujian sistem keseluruhan masih tergolong terbatas sehingga diperlukan pengujian lanjutan dengan variasi kondisi yang lebih luas untuk merepresentasikan kondisi operasional jangka panjang secara lebih menyeluruh.

4. KESIMPULAN

Sistem pemanenan telur puyuh terjadwal berbasis mikrokontroler ESP32 dengan konveyor telah berhasil dirancang dan diimplementasikan di peternakan Bapak Edy Wijaya, menggabungkan sensor laser sebagai pendeteksi telur, motor stepper NEMA 17 dengan driver TB6600 sebagai penggerak konveyor, load cell sebagai pengukur berat sekaligus fitur pengaman beban berlebih, modul RTC DS3231 sebagai pengatur jadwal dua kali sehari (pagi dan sore), serta jalur komunikasi RX/TX sebagai cadangan apabila koneksi Wi-Fi terganggu. Load cell yang telah dikalibrasi mencapai akurasi 99,87% dengan rata-rata error hanya 0,13%, sedangkan pengaturan microstep 1/8 pada driver TB6600 memberikan keseimbangan terbaik antara kecepatan dan kestabilan gerakan konveyor sehingga meminimalkan risiko kerusakan telur. Sistem Internet of Things berhasil diterapkan untuk mengirim data berat hasil panen dari ESP32 melalui Firebase dan Google Apps Script ke Google Spreadsheet, yang kemudian ditampilkan pada dashboard web sehingga peternak dapat memantau hasil panen tanpa pencatatan manual.

Hasil pemantauan panen selama satu minggu menunjukkan total panen 6,90 kg atau 627 butir telur, setara rata-rata 0,99 kg atau 89,6 butir per hari, dengan hasil panen pagi yang secara konsisten lebih dominan dibandingkan sore. Penurunan hasil panen pada akhir pekan diduga terkait usia produktif sebagian populasi puyuh yang telah memasuki fase afkir. Pengujian sistem secara keseluruhan menunjukkan siklus kerja konveyor dan fitur pengaman beban berlebih berjalan konsisten dengan toleransi presisi 1-10 gram di atas ambang 1500 gram, sehingga sistem yang dirancang mampu menjalankan proses pemanenan, pengukuran berat, pengamanan beban, pencatatan, dan pemantauan hasil panen sesuai tujuan penelitian. Pengembangan lebih lanjut, seperti deteksi kondisi telur, penambahan kapasitas basis data historis, dan penghitungan otomatis jumlah telur, dapat menjadi arah penelitian selanjutnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] M. A. Wahyuningrum, B. Bakrie, and H. Fahroji, “Bobot Produksi Telur Burung Puyuh (Coturnix-coturnix japonica) dengan Pemberian Larutan Daun Kelor,” *J. Ilm. Respati*, vol. 11, no. 1, pp. 24–32, 2020, doi: 10.52643/jir.v11i1.846.

[2] Q. A. Razak, R. Faridah, and B. Syamsuryadi, “Performans Reproduksi Puyuh Petelur Setelah Penambahan Tepung Kunyit (Curcuma longa L.) dalam Pakan,” *Tarjih Trop. Livest. J.*, vol. 01, no. 1, pp. 8–14, 2021.

[3] F. Yansyah, E. Damayanti, K. Cimahi, K. Cimahi, and J. Barat, “Perancangan Sistem Konveyor Otomatis Berbasis PLC dan IoT untuk Deteksi serta Penghitungan Telur Menggunakan Sensor Infrared,” vol. 13, no. 3, 2025.

[4] E. D. Remon Hans Wijanarko, F Trias Pontia W, “Prototipe Penghitting Jumlah Barang Pada Konveyor Menggunakan Radio Frequency Identification (Rfid),” 2016.