

# SMART POULTRY WAKE-UP SYSTEM BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK MENUNJANG NAFSU MAKAN DAN KESEHATAN AYAM

<sup>1</sup>Nur Azhary Iriawan Eka Putra, <sup>2</sup>Alyah Mustika, <sup>3</sup>Ammar Aiman, <sup>4</sup>Fauziah, <sup>5</sup>Ismindari

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup>politeknik Bosowa

<sup>5</sup>e-mail: ismindari@politeknikbosowa.ac.id

## Abstrak

Peternakan unggas modern menghadapi tantangan dalam menjaga aktivitas dan kesehatan ayam, terutama pada malam hari ketika aktivitas fisik menurun dan nafsu makan menurun. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan menguji Smart Poultry Wake-Up System berbasis mikrokontroler sebagai sistem alarm otomatis untuk menstimulasi ayam agar lebih aktif. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimental, memanfaatkan Arduino Nano, modul RTC DS3231, relay, dan buzzer 24V. Sistem diprogram untuk mengaktifkan buzzer pada waktu tertentu (00:00, 02:00, 04:00, dan 06:00) guna membangunkan ayam secara berkala. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengaktifkan buzzer sesuai jadwal yang diprogram, baik secara serempak maupun bergiliran, tanpa keterlambatan waktu. Seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak bekerja dengan baik dan stabil. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem alarm otomatis ini dapat diandalkan sebagai solusi sederhana namun efektif untuk menunjang aktivitas ayam. Untuk pengembangan ke depan, sistem ini dapat ditingkatkan dengan penambahan sensor lingkungan dan integrasi IoT guna meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas pengawasan.

**Kata kunci:** Smart Poultry; Arduino; RTC DS3231; buzzer; sistem alarm otomatis

## Abstract

Modern poultry farming faces challenges in maintaining the activity and health of chickens, particularly at night when physical movement decreases and appetite declines. To address this issue, this study aims to design and test a microcontroller-based Smart Poultry Wake-Up System as an automatic alarm system to stimulate chickens to become more active. This research uses a quantitative method with an experimental approach, utilizing Arduino Nano, RTC DS3231 module, relay, and a 24V buzzer. The system is programmed to activate the buzzer at specific times (00:00, 02:00, 04:00, and 06:00) to periodically wake the chickens. The test results show that the system successfully activated the buzzer according to the programmed schedule, both simultaneously and sequentially, without time delays. All hardware and software components functioned properly and stably. The conclusion of this study indicates that the automatic alarm system is a reliable and practical solution to support chicken activity. For future development, the system can be enhanced by adding environmental sensors and integrating IoT to improve monitoring efficiency and flexibility.

**Keywords:** Smart Poultry; Arduino; RTC DS3231; buzzer; automatic alarm system

## 1. PENDAHULUAN

Peternakan unggas merupakan sektor penting dalam pertanian karena berkontribusi besar terhadap produksi pangan dan stabilitas ekonomi global. Namun, industri ini masih menghadapi berbagai tantangan, antara lain menjaga kondisi lingkungan yang optimal, memantau kesehatan ternak, serta memastikan kesejahteraan unggas. Tantangan tersebut,

apabila tidak diatasi dengan baik, dapat menurunkan produktivitas, meningkatkan angka kematian, dan menimbulkan kerugian ekonomi. Sebagai solusi, integrasi teknologi pintar berbasis mikrokontroler mulai banyak dikembangkan. Penelitian ini memperkenalkan *Smart Poultry Wake-Up System*, sebuah sistem berbasis mikrokontroler yang dirancang untuk memantau dan mengelola perilaku serta kesehatan unggas secara efektif. Sistem ini berfokus pada faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi kesehatan dan produktivitas, seperti suhu, kelembapan, kadar amonia, dan intensitas cahaya. Tingginya kadar amonia dapat memicu gangguan pernapasan pada ayam, sementara ketidakseimbangan suhu dan kelembapan berpotensi menimbulkan stres yang berdampak pada penurunan tingkat pertumbuhan. [1–3].

Sistem hanya memantau parameter lingkungan untuk memastikan lingkungan yang kondusif bagi unggas sehingga alarm menjadi salah satu pilihan untuk menjaga kondisi ayam yang terindikasi malas bergerak. Jika tingkat suhu lingkungan naik, *blower* aktif secara otomatis untuk menjaga lingkungan yang nyaman bagi ayam [4]. Perilaku unggas merupakan cerminan penting dari kondisi kesehatan dan kesejahteraannya. Aktivitas sederhana seperti makan, beristirahat, atau merawat diri sebenarnya menyimpan informasi berharga mengenai kesejahteraan kawanannya secara keseluruhan. Dalam beberapa tahun terakhir, kemajuan teknologi telah membuka peluang baru bagi para peneliti untuk memantau perilaku unggas secara lebih akurat. Perangkat seperti akselerometer tri-aksi mampu merekam pola pergerakan unggas, kemudian data tersebut dianalisis menggunakan metode komputasi berbasis *clustering* untuk mengidentifikasi perilaku dasar sekaligus mendeteksi penyimpangan dari pola normal [5]. Lebih jauh lagi, teknik *deep learning* telah berhasil diterapkan untuk mengenali perilaku spesifik pada ayam petelur, seperti berdiri, berbaring, makan, maupun merawat diri. Algoritma mutakhir seperti YOLO v5 bahkan menunjukkan akurasi tinggi dalam pengenalan perilaku, sehingga memungkinkan pemantauan secara *real time* sekaligus deteksi dini perilaku abnormal yang berpotensi menjadi indikasi adanya masalah kesehatan [6].

Jaringan saraf konvolusional (Convolutional Neural Network/CNN) telah dimanfaatkan untuk memantau tingkat aktivitas unggas sekaligus mendeteksi perilaku yang berpotensi membahayakan, seperti mencekik atau menumpuk, yang dapat merugikan kesejahteraan kawanannya [7]. Menjaga kesehatan unggas sangatlah krusial, baik untuk mencegah wabah penyakit maupun memastikan keberlanjutan usaha peternakan. Namun, metode pemantauan tradisional yang mengandalkan observasi manual dinilai kurang efisien karena memakan waktu dan rentan terhadap kesalahan manusia. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, berbagai sistem berbasis kecerdasan buatan (AI) telah dikembangkan. Sistem ini mampu memantau kesehatan unggas melalui parameter fisiologis dan perilaku, antara lain pola gerakan, vokalisasi, dan suhu tubuh [8,9]. Analisis vokalisasi, khususnya, menjadi salah satu metode non-invasif yang menjanjikan. Dengan memanfaatkan *Tiny Machine Learning* (TinyML) pada perangkat tepi berdaya rendah, peneliti berhasil menganalisis vokalisasi ayam guna mendeteksi tanda-tanda awal ketidaknyamanan atau penyakit. Model TinyML bahkan mampu mengklasifikasikan kondisi emosi unggas—seperti ketidaknyamanan, kelaparan, maupun kepuasan—dengan tingkat akurasi tinggi, meskipun dalam lingkungan yang bising [10]. Selain vokalisasi, teknologi *computer vision* dan *deep learning* juga telah diterapkan untuk deteksi penyakit serta pemantauan indikator kesehatan unggas. Misalnya, model berbasis CNN digunakan untuk mengidentifikasi penyakit seperti flu burung, sekaligus memantau parameter penting seperti suhu tubuh dan berat badan yang menjadi indikator kesehatan kritis [8,11]. Sistem ini memungkinkan peternak untuk memantau kondisi lingkungan, menerima peringatan untuk pembacaan abnormal, dan mengontrol aktuator seperti kipas dan pengumpan dari jarak jauh. Otomatisasi tugas-tugas seperti memberi makan dan minum juga telah dieksplorasi, dengan sistem yang dirancang untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya dan mengurangi tenaga kerja manual. Misalnya, sistem pemberian pakan otomatis dapat diprogram untuk mengeluarkan pakan pada waktu tertentu, memastikan bahwa unggas menerima nutrisi yang cukup sambil meminimalkan limbah [2,4].

Penelitian mengenai penerapan teknologi cerdas dalam peternakan unggas telah berkembang pesat, khususnya pada aspek pemantauan kesehatan dan perilaku ayam

menggunakan sensor lingkungan, akselerometer, visi komputer, serta teknik *deep learning*. Berbagai studi sebelumnya lebih banyak berfokus pada:

1. Pemantauan lingkungan kandang (suhu, kelembapan, kadar amonia, dan intensitas cahaya) untuk mencegah stres dan meningkatkan produktivitas ayam,
2. Analisis perilaku unggas menggunakan sensor gerak atau *computer vision* guna mendeteksi pola aktivitas dan potensi penyakit,
3. Deteksi kesehatan berbasis AI, seperti analisis vokalisasi, pengenalan penyakit menggunakan CNN, atau pemantauan berat badan dan suhu tubuh.

Meskipun berbagai pendekatan tersebut terbukti bermanfaat, terdapat celah penelitian (*research gap*) yang belum banyak dieksplorasi, yaitu:

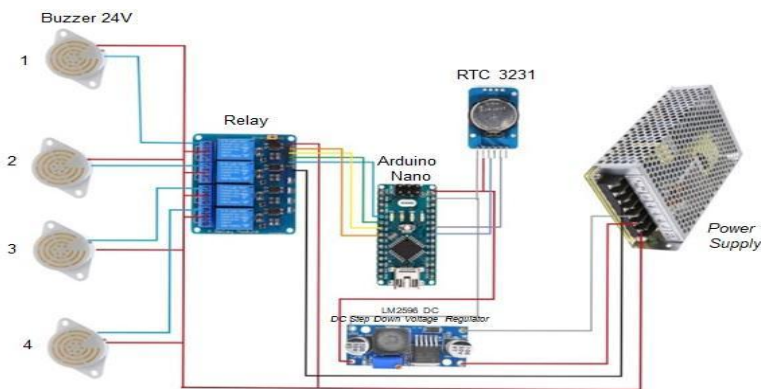
1. Minimnya sistem yang secara khusus dirancang untuk mempengaruhi pola aktivitas unggas di pagi hari guna meningkatkan nafsu makan. Sebagian besar penelitian masih berfokus pada deteksi pasif (*monitoring*) ketimbang intervensi aktif yang dapat menstimulasi perilaku makan,
2. Kurangnya integrasi antara mikrokontroler dengan sistem pengendalian perilaku ayam. Penelitian terdahulu dominan menggunakan sensor untuk pemantauan data, namun belum banyak yang memanfaatkan mikrokontroler untuk mengatur pencahayaan, suara, atau rangsangan lain sebagai *wake-up system* yang berdampak langsung pada peningkatan asupan pakan,
3. Aspek kesehatan dan produktivitas yang dikaitkan dengan pola bangun dan makan ayam masih jarang dikaji. Padahal, keteraturan aktivitas bangun pagi dan peningkatan nafsu makan sangat berpengaruh pada pertumbuhan, imunitas, serta keberlanjutan produksi ayam pedaging maupun petelur,
4. Keterbatasan penelitian pada solusi yang sederhana, terjangkau, dan dapat diimplementasikan oleh peternak skala kecil-menengah. Sebagian besar studi lebih menitikberatkan pada teknologi canggih berbasis AI atau *computer vision* yang membutuhkan biaya tinggi dan infrastruktur rumit.

Dengan demikian, penelitian ini berupaya mengisi celah tersebut melalui pengembangan *Smart Poultry Wake-Up System* berbasis mikrokontroler, yang tidak hanya berfungsi untuk memantau kondisi lingkungan, tetapi juga secara aktif menstimulasi perilaku makan unggas melalui pengaturan cahaya, suara, maupun alarm terprogram. Pendekatan ini diharapkan mampu mendukung kesehatan ayam, meningkatkan efisiensi pakan, dan memberikan solusi yang lebih aplikatif bagi peternak.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dimana validasi waktu *real time* proses membangunkan ayam menjadi parameter keberhasilan penelitian. Fase desain penelitian melibatkan Rangkaian skematik pada **Gambar 1**, dan *flowchart* penelitian pada **Gambar 2**.

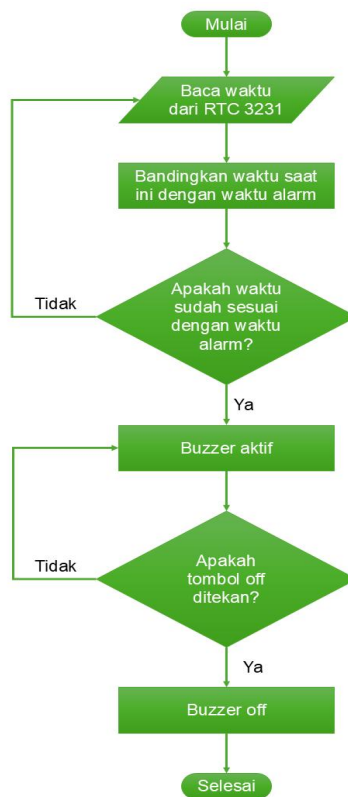
Rangkaian Skematik *Smart Poultry Wake-Up System* ditampilkan pada **Gambar 1** berikut:



Gambar 1. Rangkaian Skematik Smart Poultry Wake-Up System

Gambar 1 mendeskripsikan rangkaian skematik sistem alarm otomatis berbasis Arduino Nano dengan modul RTC DS3231 sebagai pengatur waktu. Sumber daya utama berasal dari *power supply*, yang diturunkan tegangannya menggunakan modul LM2596 (*DC step-down voltage regulator*) agar sesuai dengan kebutuhan Arduino dan komponen lainnya. Arduino terhubung ke modul *relay 4-channel* yang berfungsi sebagai sakelar elektronik untuk mengontrol empat *buzzer 24V* secara terpisah. Setiap *relay* akan mengaktifkan satu *buzzer* sesuai dengan jadwal yang ditentukan oleh RTC. Dengan konfigurasi ini, sistem mampu menyalakan *buzzer* pada waktu-waktu tertentu secara otomatis dan terprogram dengan presisi tinggi.

Adapun prosedur penelitian dijabarkan pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Flowchart Smart Poultry Wake-Up System

**Gambar 2** merupakan proses kerja sistem alarm otomatis berbasis mikrokontroler yang dirancang untuk membangunkan ayam di malam hari guna meningkatkan aktivitas dan nafsu makan. Sistem dimulai dengan membaca waktu aktual dari modul RTC DS3231, lalu membandingkannya dengan waktu alarm yang telah diprogram. Jika waktu saat ini sesuai dengan waktu alarm, *buzzer* akan diaktifkan secara otomatis sebagai sinyal untuk membangunkan ayam. Selanjutnya, sistem akan memeriksa apakah tombol telah ditekan oleh pengguna; jika tombol ditekan, *buzzer* akan dimatikan, namun jika tidak, *buzzer* akan tetap aktif. Setelah proses ini selesai, sistem akan kembali ke awal untuk terus memantau waktu dan menjalankan alarm sesuai jadwal yang ditentukan.

Adapun tahapan penelitian selanjutnya yang dilakukan dalam penelitian ini secara bertahap:

1. Membuat desain program mikrokontroler Arduino yang digunakan untuk mengontrol sistem *buzzer* otomatis berbasis waktu dengan RTC DS3231 dengan cara:
  - a. Library dan Inisialisasi,
  - b. Deklarasi pin untuk relay,
  - c. Setup awal,
  - d. Pengaturan mode pin dan waktu,
  - e. Pengaturan nilai awal relay,
2. Menampilkan bagian *loop()* dari kode Arduino, yang merupakan inti dari proses pengaktifan *buzzer* berdasarkan waktu dari modul RTC DS3231,
  - a. Fungsi *loop()*,
  - b. Mengambil komponen waktu,
  - c. Logika pemicu *buzzer*,
  - d. Menyalakan *buzzer*,
  - e. Mematikan *buzzer*
3. Penambahan logika untuk membunyikan *buzzer* secara bergantian, tidak sekaligus.
  - a. Kondisi waktu masih sama,
  - b. Serial *output* dan *delay*,
  - c. *Buzzer* menyala secara bergantian.

**Tabel 1** merupakan skenario pengujian *buzzer* yang telah disesuaikan dengan pemrograman *real time* dari waktu bangun ayam.

*Tabel 1. Skenario pengujian Buzzer*

Skenario	<i>Buzzer</i>	Alarm Berbunyi	Hasil
1	ON	00:00	Berbunyi/Tidak Berbunyi
2	ON	02:00	Berbunyi/Tidak Berbunyi
3	ON	04:00	Berbunyi/Tidak Berbunyi
4	ON	06:00	Berbunyi/Tidak Berbunyi

Pengujian sistem alarm berbasis *buzzer* dilakukan dalam empat skenario berbeda untuk mengevaluasi keakuratan dan keandalannya dalam merespon waktu yang telah diprogram. Pada skenario pertama hingga keempat, akan diuji coba apakah alarm berbunyi atau tidak. Keberhasilan pengujian ini akan menunjukkan bahwa sistem alarm mampu menjalankan fungsi pemicu waktu dengan baik dan dapat diandalkan untuk kebutuhan pengingat atau pengontrol otomatis berbasis waktu.

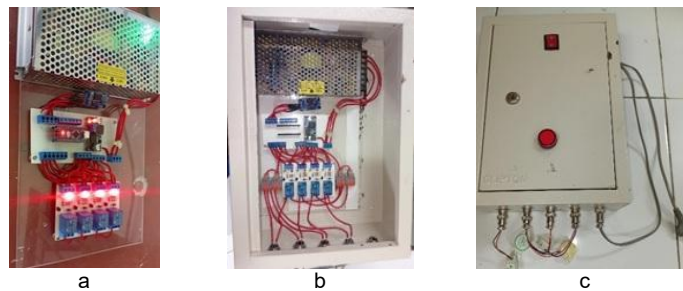
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem alarm otomatis berbasis Arduino Nano yang dikendalikan oleh modul RTC DS3231 serta dikombinasikan dengan *relay* dan *buzzer* 24V. Sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan bunyi secara otomatis pada waktu-waktu tertentu yang telah diprogram sebelumnya. Melalui serangkaian pengujian

yang dilakukan pada pukul 00:00, 02:00, 04:00, dan 06:00, hasil menunjukkan bahwa sistem berhasil mengaktifkan *buzzer* sesuai jadwal baik secara bersamaan maupun secara bergiliran. Pada bab ini akan dibahas secara rinci mengenai hasil pengujian, respon sistem terhadap waktu pemicu, serta analisis kinerja perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan.

**3.1. Hasil pengujian dan Analisis kinerja perangkat keras dan perangkat lunak,**

Gambar 3 berikut merupakan pengujian skenario kinerja dari sistem



**Gambar 3.** Skenario kinerja a. Fungsionalitas RTC DS3231, lampu indikator, driver relay, dan power supply, b. Wiring perangkat keras, c. Panel control.

Pengujian awal sistem ditunjukkan pada Gambar 3.a, yang menampilkan proses pengujian fungsionalitas beberapa komponen utama, yaitu RTC DS3231, lampu indikator, *driver relay*, dan *power supply*. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen dapat bekerja secara optimal sebelum sistem dirangkai secara keseluruhan. Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa semua komponen tersebut berfungsi dengan baik, tanpa ditemukan gangguan atau ketidaksesuaian fungsi. Selanjutnya, pada Gambar 3.b diperlihatkan proses *wiring* atau perangkaian kabel, yang merupakan tahap krusial dalam pembangunan sistem. Teknik perencanaan dan pemasangan kabel yang tepat sangat menentukan kerapihan, keamanan, serta keandalan sistem secara keseluruhan, sehingga diperlukan ketelitian dalam proses ini untuk menghindari kesalahan sambungan yang dapat mengganggu fungsi sistem. Gambar 3.c menunjukkan sebuah panel kontrol dengan beberapa konektor *output*, sakelar utama, dan tombol *push button*.



**Gambar 4.** Skenario kinerja perangkat lunak, a. Inisialisasi RTC DS3231, b. Fungsionalitas loop, c. Membunyikan buzzer secara bergantian

Gambar 4.a, kode ini memanggil *library Wire* (komunikasi I2C) dan *RTClib* untuk berkomunikasi dengan modul RTC DS3231. Objek `rtc` dibuat untuk mengakses waktu dari RTC. Deklarasi Pin untuk *relay* dimana Pin 2 sampai 5 digunakan untuk mengontrol empat buah *relay* yang akan mengaktifkan masing-masing *buzzer*. Pada setup awal, serial digunakan untuk *debugging* melalui serial monitor. Pengaturan mode pin dan waktu menjadikan semua pin *buzzer* sebagai *output*. Pengaturan nilai awal *relay* karena *relay* aktif rendah, maka *buzzer* dimatikan dengan memberikan sinyal 'HIGH' ke pin *relay*. Fungsi utamanya adalah menginisialisasi RTC dan mengecek apakah berfungsi, mengatur pin-pin digital untuk

mengontrol *relay*, dan memastikan *buzzer* dalam keadaan 'OFF' saat sistem pertama kali menyala.

Gambar 4.b, menampilkan bagian `loop()` dari kode Arduino. Fungsi `loop()` akan berjalan berulang-ulang terus menerus. `rtc.now()` mengambil waktu saat ini dari RTC DS3231 dan disimpan ke variabel `now`. Pengambilan komponen waktu, baris ini memisahkan waktu sekarang menjadi jam, menit, dan detik untuk memudahkan pemrosesan. Logika pemicu *buzzer* Baris ini adalah kondisi utama jika waktu sekarang adalah 00:00:00, 02:00:00, 04:00:00, atau 06:00:00, maka *buzzer* akan diaktifkan. Perintah menyalakan *buzzer* `LOW` menyalakan *relay* (aktif rendah), yang berarti keempat *buzzer* menyala bersamaan. `delay(5000)` berarti *buzzer* menyala selama 5 detik. Setelah 5 detik, *buzzer* dimatikan dengan memberi sinyal `HIGH` ke masing-masing *relay*. *Coding* ini memantau waktu secara *real-time*, Jika waktu sekarang adalah tepat pukul 00:00:00, 02:00:00, 04:00:00, atau 06:00:00, maka *buzzer* akan menyala selama 5 detik. Setelah itu *buzzer* dimatikan lagi.

Gambar 4.c merupakan skenario skenario *coding* membunyikan *buzzer* secara bergantian, bukan sekaligus sama seperti Gambar 4.b, sistem akan aktif hanya saat waktu tepat pada jam tertentu (00:00:00, 02:00:00, dst). Serial *output* dan *delay* menampilkan pesan di Serial Monitor sebagai indikator bahwa alarm telah aktif, lalu menunggu 1 detik sebelum mulai menyalakan *buzzer*. *Buzzer* akan menyala secara bergantian, setiap *buzzer* menyala selama 1 detik secara bergiliran, dari *buzzer* 1 hingga *buzzer* 4. `LOW` menyalakan *relay* maka *buzzer* aktif. `HIGH` menonaktifkan *relay* sehingga *buzzer* menjadi *off*. Pola ini menciptakan efek urutan atau giliran bunyi (*sequential alarm*), bukan serempak.

**Tabel 2** adalah skenario pengujian *buzzer* dimana alarm berbunyi sesuai dengan pengaturan waktu.

**Tabel 2.** Pengujian Buzzer.

Skenario	Buzzer	Alarm Berbunyi	Hasil
1	ON	00:00	Berbunyi
2	ON	02:00	Berbunyi
3	ON	04:00	Berbunyi
4	ON	06:00	Berbunyi

Hasil penelitian pada tabel 2 menunjukkan skenario pengujian sistem alarm menggunakan *buzzer* yang diaktifkan pada waktu-waktu tertentu. Setiap skenario menguji apakah sistem dapat mengeluarkan bunyi (*buzzer ON*) pada waktu yang telah ditentukan. Keempat skenario menunjukkan bahwa *buzzer* berhasil berbunyi (*ON*) pada waktu yang berbeda, yaitu pukul 00:00, 02:00, 04:00, dan 06:00. Semua skenario menghasilkan status "*Valid*", yang menandakan bahwa sistem berhasil memproses dan menjalankan alarm sesuai waktu yang diatur. Hal ini menunjukkan bahwa:

1. Fungsi *timer* atau pemicu waktu dalam sistem bekerja dengan akurasi dan keandalan,
2. Rangkaian kendali *buzzer* telah berfungsi dengan baik dalam merespon perintah waktu secara otomatis,
3. Tidak ditemukan *error* atau keterlambatan aktivasi *buzzer* dalam skenario yang diuji.

Secara keseluruhan, hasil ini memperlihatkan bahwa sistem alarm otomatis berhasil mendeteksi dan merespons waktu yang telah diprogram, sehingga dapat diandalkan dalam aplikasi pemantauan waktu atau sistem pengingat otomatis.

### 3.2. Respon sistem terhadap waktu pemicu.

Tabel 3. berikut merupakan pengujian respon sistem terhadap waktu pemicu dengan 2 skenario *buzzer* menyala secara serempak dan bergantian.

**Tabel 3.** Pengujian respon sistem terhadap waktu pemicu.

Skenario	Waktu Pemicu	Jenis Respon	Status <i>Buzzer</i>	Durasi Aktif	Hasil
1	00:00	Serempak	<i>Buzzer</i> 1-4 menyala	5 detik	Valid
2	02:00	Serempak	<i>Buzzer</i> 1-4 menyala	5 detik	Valid
3	04:00	Bergantian	<i>Buzzer</i> 1-4 menyala berurutan	1 detik per <i>buzzer</i>	Valid
4	06:00	Bergantian	<i>Buzzer</i> 1-4 menyala berurutan	1 detik per <i>buzzer</i>	Valid

Sistem diuji untuk menanggapi waktu secara *real time*, dan semua kondisi menghasilkan respon yang akurat tanpa keterlambatan.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil pengujian yang telah dilakukan pada pukul 00:00, 02:00, 04:00, dan 06:00, sistem berhasil mengaktifkan *buzzer* sesuai waktu pemicu baik secara serempak maupun bergantian. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi fungsi utamanya dengan akurasi waktu tinggi dan stabilitas operasional. Beberapa capaian penting dalam penelitian ini antara lain keberhasilan komunikasi RTC dan mikrokontroler, keandalan *relay driver* dalam mengendalikan *buzzer*, serta validasi logika program pada skenario waktu yang telah ditentukan. Ke depan, sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan sensor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan cahaya, serta integrasi dengan aplikasi IoT untuk pemantauan jarak jauh dan otomatisasi yang lebih cerdas. Pengembangan ini diharapkan dapat mendukung manajemen peternakan unggas yang lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soelistiano FA, Indrianto A, Anshori MA, Adriansyah MNR. IoT Based Poultry Cage Quality Monitoring System. *West Sci Interdiscip Stud.* 2024;02(09):1780–6.
- [2] K C K, Subedi K, Sharma S, Paneru P. IoT based Smart Poultry Management System. *J ISMAC.* 2024;6(1):39–53.
- [3] Surateno S, Kautsar S, Entikaria Rachmanita R, Anwaludin A, Adhiyatma M, Tri Hertawamati R, et al. Smart Control and Monitoring System for Closed Poultry House based on IoT. *Int J Appl Sci Smart Technol [Internet].* 2024;6(1):25–40. Available from: <https://e-journal.usd.ac.id/index.php/IJASST/article/view/7079>
- [4] Edwan E, Qassem MA, Al-Roos SA, Elnaggar M, Ahmed G, Ahmed AS, et al. Design and implementation of monitoring and control system for a poultry farm. In: *Proceedings - 2020 International Conference on Promising Electronic Technologies, ICPET 2020 [Internet].* *ieeexplore.ieee.org;* 2020. p. 44–9. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9319365/>
- [5] J Z, Y X, S C, C H, X J. Poultry health monitoring method and system. 2015. p. 1–15.
- [6] Wang F, Cui J, Xiong Y, Lu H. Application of deep learning methods in behavior recognition of laying hens. *Front Phys.* 2023;11(February):1–10.
- [7] Yang X, Bist R, Paneru B, Chai L. Monitoring activity index and behaviors of cage-free hens with advanced deep learning technologies. *Poult Sci [Internet].* 2024;103(11):104193. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104193>
- [8] Kalita AJ, Subba M, Adil S, Wani MA, Beigh YA, Shafi M. Application of artificial intelligence and machine learning in poultry disease detection and diagnosis: A review. *Lett Anim Biol.* 2024;05(1):1–6.
- [9] Shwetha V, Maddodi BS, Laxmi V, Kumar A, Shrivastava S. Latest Trend and Challenges



- in Machine Learning– and Deep Learning–Based Computational Techniques in Poultry Health and Disease Management: A Review. *J Comput Networks Commun.* 2024;2024.
- [10] Srinivasagan R, El Sayed MS, Al-Rasheed MI, Alzahrani AS. Edge intelligence for poultry welfare: Utilizing tiny machine learning neural network processors for vocalization analysis. *PLoS One* [Internet]. 2025;20(1):e0316920. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0316920>
- [11] Umurungi SN, Ufitikirezi J de DM, Zoubek T, Bumbálek R, Kuneš R, Šramhauser K, et al. Leveraging the potential of convolutional neural networks in poultry farming: a 5-year overview. *Worlds Poult Sci J* [Internet]. 2025;81(1):3–34. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00439339.2024.2440102>