RANCANG BANGUN INKUBATOR TELUR OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN KAPASITAS 300 BUTIR

Danu Dwi Rahmanto[1], Hayik Lana Amri Rasyada[2], Amin Budi Raharjo[3], Dwi Novianto[4]

[1,2,3,4]*Universitas Tidar*
E-mail : [1]danu.dwi.rahmanto@students.untidar.ac.id,
[2]hayyik.lana.amri.rasyada@students.untidar.ac.id, [3]amin.budi.raharjo@students.untidar.ac.id,
[4]nopi_jte@untidar.ac.id

ABSTRAK

Inkubator telur otomatis berkapasitas 300 butir berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan stabilitas suhu dan kelembaban serta efisiensi monitoring pada peternakan skala kecil hingga menengah. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan tahapan perancangan sistem, pengembangan perangkat keras dan lunak, integrasi platform cloud, serta pengujian kinerja. Sistem menggunakan Arduino sebagai pengendali utama, sensor DHT11 untuk membaca suhu dan kelembaban, modul WiFi sebagai media komunikasi data, serta aktuator berupa heater, kipas, dan motor pembalik telur dengan metode kontrol ON–OFF. Data dikirim secara real-time ke ThingSpeak dan dilengkapi notifikasi otomatis melalui Telegram untuk mendukung pemantauan jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan suhu inkubator mampu dipertahankan pada rentang optimal 34°C–38°C dengan fluktuasi rendah. Akurasi sensor menunjukkan selisih suhu maksimum ±0,2°C dan kelembaban ±1% dibandingkan alat referensi. Sistem monitoring memiliki delay transmisi rata-rata sekitar 1 detik sehingga tidak mengganggu kontinuitas data. Secara keseluruhan, sistem terbukti stabil, andal, dan efektif dalam meningkatkan keberhasilan penetasan serta meminimalkan kesalahan manusia melalui monitoring berbasis cloud secara real-time.

Keywords : *Inkubator, Telur Otomatis, IOT*

ABSTRAK

This study aims to design and develop an automatic egg incubator with a capacity of 300 eggs based on the Internet of Things (IoT) to improve temperature and humidity stability as well as monitoring efficiency for small to medium-scale poultry farms. The research method used is Research and Development (R&D), which includes system design, hardware and software development, cloud platform integration, and system performance testing. The system uses Arduino as the main controller and a DHT11 sensor to measure temperature and humidity. A WiFi module is utilized as the data communication medium, while actuators consisting of a heater, fan, and egg turning motor are controlled using an ON–OFF control method. Monitoring data are transmitted in real-time to the ThingSpeak platform and equipped with automatic notifications via Telegram to support remote monitoring by users. The testing results show that the incubator temperature can be maintained within the optimal range of 34°C–38°C with low fluctuation levels. The sensor accuracy test indicates a maximum temperature difference of ±0.2°C and humidity difference of ±1% compared to the reference instrument. The monitoring system has an average transmission delay of approximately 1 second, which does not interfere with the continuity of data transmission. Overall, the developed system proved to be stable, reliable, and effective in improving egg hatching success rates while minimizing human error through real-time cloud-based monitoring.

Keywords : *Egg Incubator, Internet of Things (IoT), Real-Time Monitoring, Arduino, Hatchery Automation.*

PENDAHULUAN

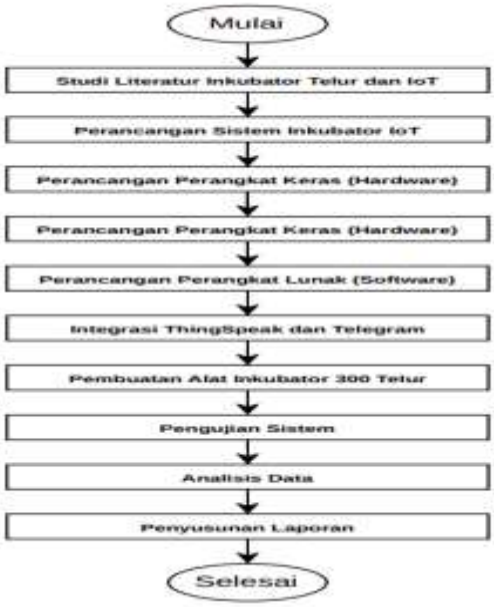
Industri peternakan sebagai subsektor yang memiliki peran krusial dalam pemenuhan kebutuhan yang ada pada masyarakat akan protein hewani, merupakan faktor kunci dalam pertumbuhan sektor pertanian(Azizah, 2022). Peran strategis ini tidak hanya menyediakan pangan yang sehat, tetapi juga mendorong pertumbuhan ekonomi secara nasional melalui pembukaan lapangan pekerjaan baru, mengimprovisasi nilai tambah komoditas, dan meningkatkan pendapatan petani. Oleh karena itu, menjaga ketahanan pangan dan mendorong pengembangan pertanian yang komprehensif sangat bergantung pada keberlanjutan dan modernisasi produksi ternak dalam agribisnis. Untuk mengoptimalkan nilai jual komoditas, pengembangan ini harus didukung tidak hanya oleh unsur-unsur budi daya (*on-farm*) tetapi juga dengan memperkuat rantai pasok dan sektor pengolahan hilir yang efisien. Bebek merupakan salah satu unggas yang dibudidayakan secara luas oleh masyarakat Indonesia. Meskipun sektor unggas bebek memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pasokan protein hewani nasional dalam bentuk daging dan telur, sistem agribisnisnya masih menghadapi hambatan yang signifikan akibat kurangnya integrasi yang efektif(Azizah, 2022). Kekurangan integrasi ini, yang mencakup sektor hulu (pembibitan dan pakan), sektor hilir (pengolahan dan pemasaran), serta faktor-faktor pertanian, berpotensi membatasi daya saing produk bebek di pasar dan menghambat efisiensi produksi. Untuk sepenuhnya memanfaatkan potensi subsektor ini, intervensi pemerintah dan strategi pengembangan yang berfokus pada penguatan rantai pasok dan integrasi vertikal perlu dilakukan.

Pengendalian suhu dan kelembapan sangat penting untuk keberhasilan penetasan telur.dengan kisaran suhu ideal 36°C-38°C, dan sistem otomatis dapat secara efektif mempertahankan kondisi ini untuk meningkatkan tingkat penetasan(Saputra et al., 2023). Kondisi lingkungan yang tidak stabil mencegah perkembangan embrio(Karsid, 2024). Karena perubahan suhu dan kelembapan yang signifikan dapat mengganggu aktivitas metabolik fisiologis telur, sangat penting agar kedua kondisi lingkungan ini tetap stabil. Sementara suhu yang sangat rendah akan secara drastis memperlambat laju pembelahan sel, suhu yang sangat tinggi mungkin mempercepat penguapan air dan menyebabkan dehidrasi embrio.

Herlina & Lumban Batu, (2025) menjelaskan bahwa inkubator konvensional kesulitan mempertahankan kontrol suhu yang tepat, terutama dalam kondisi lingkungan yang bervariasi, dengan fluktuasi suhu melebihi ±0,3°C dan membutuhkan waktu 27 menit untuk mencapai titik pengaturan suhu target. Perkembangan teknologi yang lebih canggih dan adaptif, termasuk ntegrasi *Internet of Things* (IoT), diperlukan akibat keterbatasan teknis pada sistem konvensional. Perangkat dapat dengan cepat mengubah parameter untuk menjaga parameter yang stabil di dalam inkubator dengan memanfaatkan sistem kontrol otomatis dan *Internet of Things*. Selain itu, teknologi ini memungkinkan pemantauan jarak jauh secara *real-time*, yang memungkinkan operator menggunakan *smartphone* untuk mengambil tindakan pencegahan segera tanpa harus berada secara fisik di peternakan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan perancangan sistem (*system design*). Metode ini dipilih karena penelitian berfokus pada pengembangan dan pengujian alat inkubator telur berbasis Internet of Things (IoT).



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Studi Literatur Inkubator Telur dan IoT

Studi literatur dilakukan untuk memahami prinsip kerja inkubator telur serta penerapan IoT dalam sistem monitoring otomatis. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa inkubator berbasis mikrokontroler mampu menjaga kestabilan suhu dan kelembaban sehingga meningkatkan daya tetas telur secara signifikan (Karsid, 2024) Selain itu, integrasi IoT memungkinkan pemantauan suhu dan kelembaban secara real-time melalui internet sehingga pengguna dapat melakukan pengawasan jarak jauh (Rahayu & Styawati, 2024). Literatur tersebut menjadi dasar dalam menentukan spesifikasi sistem yang dirancang.

2. Perancangan Sistem Inkubator IoT

Perancangan sistem dilakukan dengan membuat diagram blok yang terdiri atas sensor, mikrokontroler, aktuator, modul komunikasi, dan platform cloud. Sistem dirancang menggunakan arsitektur tiga lapis IoT (perception layer, network layer, application layer) yang umum digunakan dalam sistem monitoring berbasis internet (Septiawan et al., 2023).

3. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras yang digunakan meliputi: Arduino Uno sebagai pengendali utama, DHT11 sebagai sensor suhu dan kelembaban, Modul WiFi ESP8266, Heater (lampu pijar), Kipas sirkulasi, Motor servo pembalik telur Pemilihan komponen didasarkan pada penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kombinasi Arduino dan sensor suhu-kelembaban cukup efektif dalam sistem penetasan otomatis (Karsid, 2024).

4. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan metode kontrol ON-OFF. Sistem membaca data sensor secara periodik, membandingkan dengan nilai setpoint, lalu mengaktifkan atau menonaktifkan heater dan kipas sesuai kondisi lingkungan. Metode ini dinilai cukup stabil untuk inkubator skala kecil hingga menengah (Septiawan et al., 2023).

5. Integrasi ThingSpeak dan Telegram

Data suhu dan kelembaban dikirim ke platform cloud ThingSpeak untuk divisualisasikan dalam bentuk grafik.Selain itu, sistem mengirim notifikasi otomatis melalui bot Telegram jika suhu atau kelembaban keluar dari batas normal. Integrasi ini meningkatkan efisiensi monitoring tanpa harus berada di lokasi inkubator (Tiyas et al., 2025).

6. Pembuatan Alat Inkubator 300 Telur

Inkubator dirancang berbentuk kabinet tertutup dengan sistem distribusi udara merata. Kapasitas 300 telur dipilih untuk skala usaha kecil-menengah guna meningkatkan produktivitas peternak.

7. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa rata-rata dan simpangan baku. Persentase daya tetas dihitung menggunakan rumus:

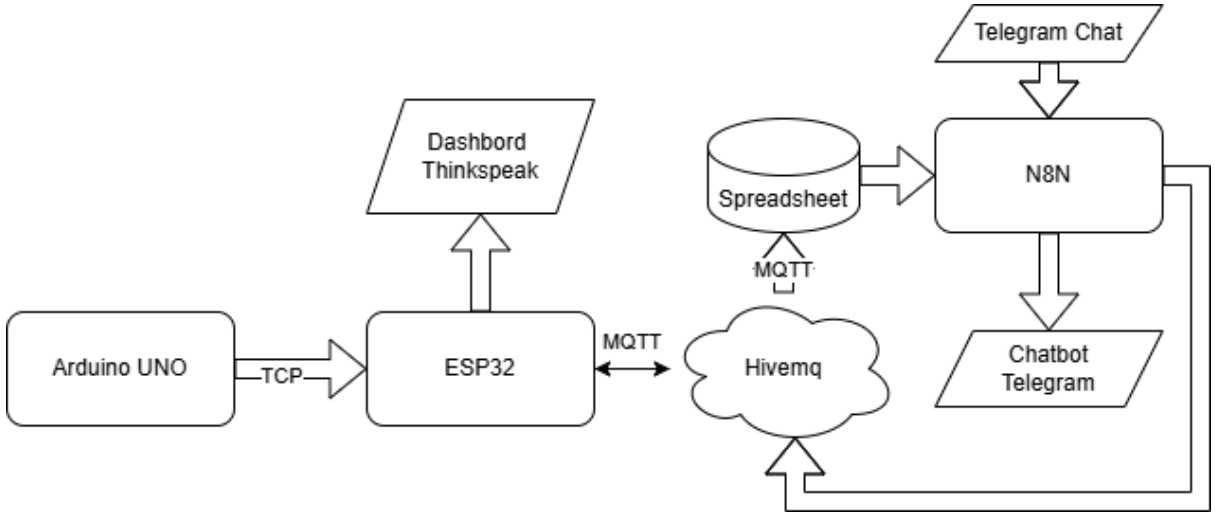
$$\text{Daya Tetas} = \frac{Jumlah\ telur\ menetas}{jumlah\ telur\ fertil} \text{ X } 100\%$$

Pendekatan analisis ini juga digunakan dalam penelitian inkubator IoT sebelumnya (Aginta et al., 2023).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perancangan Sistem

Arsitektur Sistem Inkubator IoT

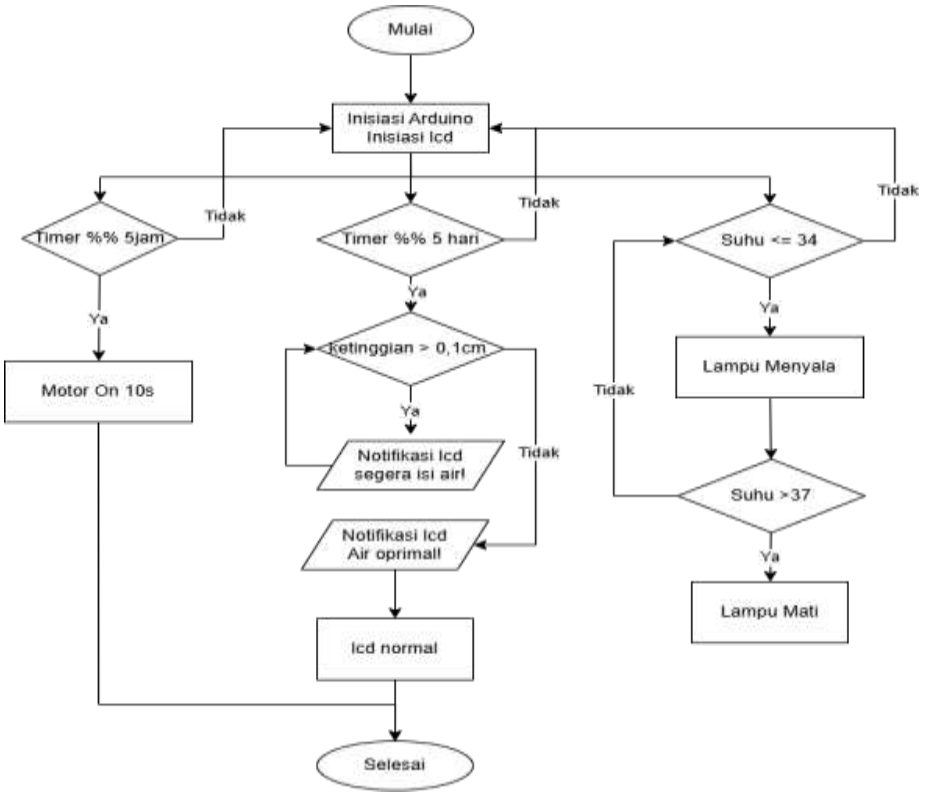


Gambar 2. Arsitektur Sistem Inkubator IoT

Pada sistem ini, Arduino UNO berfungsi sebagai unit akuisisi dan pemrosesan awal data sensor, yang selanjutnya dikirimkan ke ESP32 melalui komunikasi TCP untuk diteruskan ke

broker HiveMQ menggunakan protokol MQTT dengan mekanisme publish–subscribe. Data yang terdistribusi kemudian dimanfaatkan oleh beberapa layanan, yaitu ThingSpeak sebagai media visualisasi data secara real-time, spreadsheet sebagai sarana pencatatan dan penyimpanan data historis, serta N8N sebagai platform automasi yang terintegrasi dengan chatbot Telegram untuk penyampaian notifikasi jarak jauh. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai perangkat monitoring lokal, tetapi telah berkembang menjadi sistem terintegrasi berbasis cloud yang mendukung komunikasi data secara real-time, penyimpanan terpusat, serta mekanisme peringatan otomatis berbasis jaringan.

Flowchart Sistem Inkubator



Gambar 3. Flowchart Sistem Inkubator

Inkubator memiliki alur kerja sistem kontrol otomatis berbasis Arduino UNO R4 Wifi yang mengintegrasikan inisialisasi perangkat, pengendalian suhu, pengaturan motor periodik, serta monitoring ketinggian air dengan notifikasi pada LCD. Sistem diawali dengan proses inisialisasi Arduino dan LCD, kemudian menjalankan pengecekan berbasis waktu, di mana setiap interval 5 jam motor diaktifkan selama 10 detik untuk fungsi mekanis tertentu, serta evaluasi berkala setiap 5 hari. Selanjutnya, sistem memantau ketinggian air dan memberikan notifikasi apabila kondisi tidak memenuhi batas yang ditentukan. Pada sisi kontrol suhu, mekanisme ON–OFF diterapkan dengan menyalakan lampu saat suhu ≤ 34°C dan mematikannya ketika suhu > 37°C guna menjaga kestabilan termal. Secara keseluruhan, sistem bekerja secara siklik dengan logika keputusan berbasis kondisi untuk memastikan parameter operasional tetap berada dalam rentang yang ditetapkan.

Desain Inkubator



Gambar 4. Desain Inkubator

Sistem penetas telur berbasis kabinet kayu bertingkat yang dirancang sebagai ruang tertutup untuk menjaga stabilitas suhu dan kelembaban selama proses inkubasi. Material kayu berfungsi sebagai isolator termal guna meminimalkan kehilangan panas, sementara jendela transparan pada bagian depan memungkinkan observasi kondisi internal tanpa mengganggu kestabilan lingkungan inkubasi. Struktur bertingkat mengindikasikan peningkatan kapasitas penetasan serta distribusi panas yang lebih merata. Selain itu, integrasi dua panel surya sebagai sumber energi menunjukkan penerapan konsep sistem mandiri berbasis energi terbarukan, sehingga meningkatkan efisiensi operasional dan memungkinkan penggunaan pada daerah dengan keterbatasan akses listrik.

Pengujian

Pengujian Sensor DHT11

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor atas

DHT11		Hygrometer	
Suhu(c)	Kelembapan(%)	Suhu(c)	Kelembapan(%)
34,1	92	34,1	92
35,2	95	35	95
36,3	91	36,2	91
37,4	86	37,5	85
38	83	38,0	83
38	79	38,0	79
36,4	78	36,4	79
35,2	84	35,1	83
34,7	90	34,6	90
34,2	93	34,3	92
35,2	95	35,1	94

36,3	91	36,3	90
36,9	87	36,9	87
37,5	83	37,5	83
38	81	38,0	81
37,4	78	37,6	78
35,6	82	35,8	82
34,7	87	34,7	87
34,2	92	34,1	91
34,7	94	34,8	94

Error	
Suhu (%)	Kelembapan (%)
0,00	0,00
0,57	0,00
0,28	0,00
0,27	1,18
0,00	0,00
0,00	0,00
0,00	1,27
0,28	1,20
0,29	0,00
0,29	1,09
0,28	1,06
0,00	1,11
0,00	0,00
0,00	0,00
0,00	0,00
0,53	0,00
0,56	0,00
0,00	0,00
0,29	1,10
0,29	0,00

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Bawah

DHT11		Hygrometer	
Suhu(c)	Kelembapan(%)	Suhu(c)	Kelembapan(%)
36,9	68	36,7	70
36,9	68	36,9	68
37	69	37	68
37	69	37,2	69
37,1	69	37,2	69
37,1	68	37,3	69
37,1	68	37,3	68

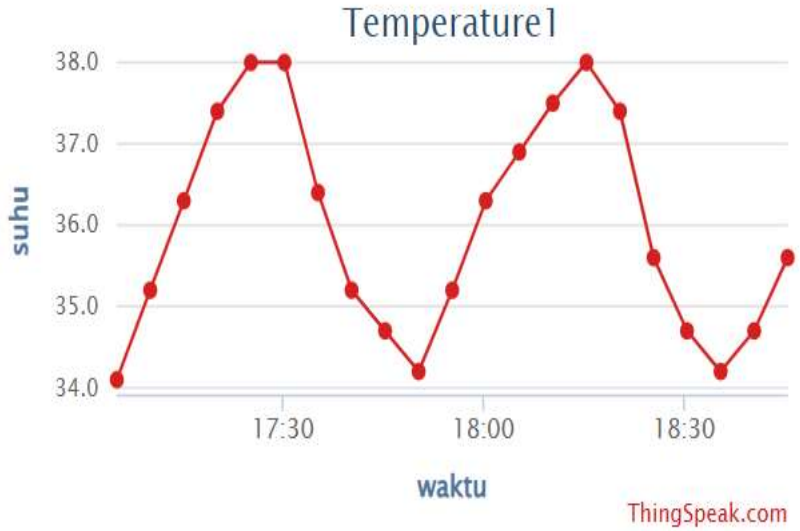
37,2	68	37,4	68
37,2	68	37,3	68
37,2	68	37,3	69
37,2	68	37,3	68
37,2	68	37,2	68
37,2	68	37,2	68
37,2	68	37,2	68
37,2	68	37,2	67
37,2	68	37,3	68
37,2	68	37,2	68
37,2	68	37,3	68
37,2	68	37,2	68
37,2	68	37,2	68

Error	
Suhu (%)	Kelembapan (%)
0,27	0,00
0,05	0,25
0,14	0,35
0,00	0,38
0,22	0,49
0,13	0,64
0,00	0,31
0,27	0,32
0,11	0,27
0,03	0,50
0,03	0,01
0,00	0,01
0,05	0,01
0,00	0,25
0,00	0,04
0,00	0,56
0,00	0,28
0,08	0,49
0,16	0,01
0,19	0,38

Data pengukuran menunjukkan bahwa selisih suhu antara DHT11 dan referensi maksimum sekitar ±0,2 °C, sedangkan selisih kelembaban relatif hanya sekitar ±1% (kebanyakan nilai persentase kelembaban benar-benar sama atau berbeda 1%). Misalnya, ketika suhu aktual bervariasi dari ~34 hingga 38 °C, pembacaan DHT11 nyaris identik dengan alat hygrometer (perbedaan suhu tidak lebih dari 0,2 °C) dan kelembaban relatif berfluktuasi hingga 95%, dengan

selisih bacaan ≤1%. Hasil ini mengindikasikan konsistensi tinggi antara sensor DHT11 dan referensi standar. Temuan serupa dilaporkan dalam literatur; sebuah studi membandingkan DHT11 dengan sensor lainnya dan menemukan akurasi pengukuran suhu ~97,2%, serta analisis kesalahan menunjukkan DHT11 mampu menghasilkan data yang sangat konsisten dengan kondisi sebenarnya di dalam ruang inkubator. Dengan demikian, sensor DHT11 memberikan pembacaan suhu dan kelembaban secara stabil dan dapat diandalkan dalam rentang operasi inkubator, mendukung tujuan kestabilan sistem.

Pengujian Monitoring ThingSpeak



Gambar 5. Pengujian Monitoring ThingSpeak

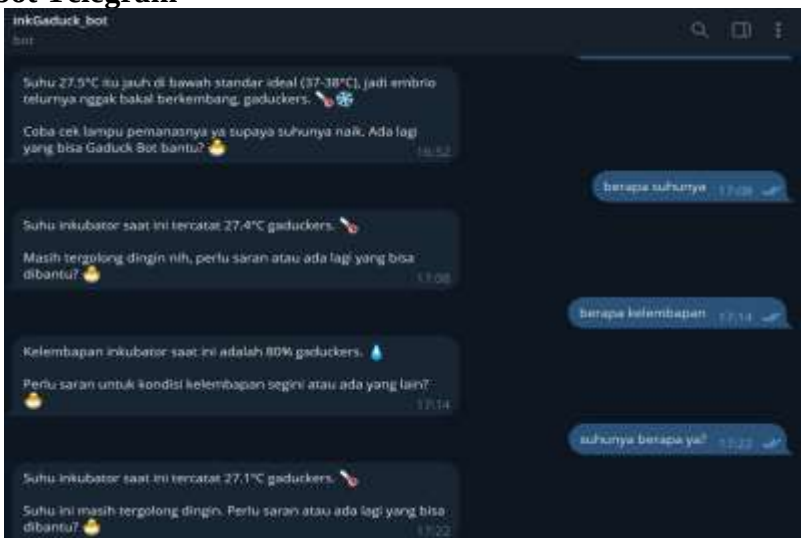
Tabel 3. Hasil Pengujian Monitoring ThingSpeak

Waktu	Delay (s)
2026-03-01 17:05:13 WIB	(-)
2026-03-01 17:10:13 WIB	(-)
2026-03-01 17:15:14 WIB	1
2026-03-01 17:20:15 WIB	1
2026-03-01 17:25:16 WIB	1
2026-03-01 17:30:17 WIB	1
2026-03-01 17:35:18 WIB	1
2026-03-01 17:40:19 WIB	1
2026-03-01 17:45:20 WIB	1
2026-03-01 17:50:21 WIB	1
2026-03-01 17:55:22 WIB	1
2026-03-01 18:00:23 WIB	1
2026-03-01 18:05:24 WIB	1
2026-03-01 18:10:25 WIB	1
2026-03-01 18:15:26 WIB	1
2026-03-01 18:20:27 WIB	1

2026-03-01 18:25:29 WIB	2
2026-03-01 18:30:28 WIB	1
2026-03-01 18:35:30 WIB	2
2026-03-01 18:40:31 WIB	1

Hasil pengujian pemantauan menunjukkan bahwa data berhasil dikirim setiap interval (misalnya setiap beberapa menit); kolom *Delay* menunjukkan latensi transmisi mayoritas sekitar 1 detik, dengan beberapa lonjakan hingga 2 detik (pada pengiriman tertentu) yang kemungkinan disebabkan kondisi jaringan. Variasi delay ini terbilang kecil dan tidak mengganggu kontinuitas monitoring. Selain itu, sistem dilengkapi mekanisme notifikasi melalui *Telegram*. Pendekatan serupa dijumpai pada literatur, di mana platform IoT (misalnya Thinger.io) diintegrasikan dengan pesan instan untuk alert kondisi abnormal. Dengan modul Telegram Bot, sistem dapat mengirimkan pemberitahuan segera ke pengguna jika parameter suhu atau kelembaban melebihi batas yang ditentukan. Integrasi ini memungkinkan pengawasan inkubator secara real-time: data dikirim dan divisualisasikan di ThingSpeak, sekaligus notifikasi otomatis mengingatkan bila terjadi anomali (misalnya suhu terlalu rendah/tinggi), mempercepat respons pengguna terhadap kondisi kritis

Pengujian Chatbot Telegram



Gambar 6. Pengujian Chatbot Telegram

Pengujian chatbot Telegram menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan dan menjawab pertanyaan yang diperlukan *User*. Fitur ini meningkatkan keandalan sistem karena pengguna dapat segera mengetahui kondisi abnormal tanpa harus memantau dashboard secara terus-menerus. Integrasi IoT ini memberikan nilai tambah signifikan dibandingkan inkubator konvensional karena memungkinkan pemantauan jarak jauh secara real-time.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, inkubator telur otomatis berkapasitas 300 butir berbasis Internet of Things (IoT) telah berhasil direalisasikan dan berfungsi sesuai dengan

tujuan penelitian. Sistem mampu mengintegrasikan sensor suhu dan kelembaban DHT11, mikrokontroler sebagai unit kendali, aktuator pemanas, serta sistem monitoring berbasis cloud dalam satu kesatuan yang terstruktur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu inkubator dapat dipertahankan dalam rentang optimal penetasan dengan kestabilan yang baik, sedangkan kelembaban berada pada kisaran yang mendukung proses perkembangan embrio. Selain itu, sistem monitoring berbasis ThingSpeak mampu menampilkan data secara real-time dengan delay transmisi yang rendah, serta didukung notifikasi otomatis melalui Telegram yang responsif terhadap perubahan parameter. Secara keseluruhan, sistem menunjukkan kinerja yang stabil, andal, dan layak diterapkan pada skala peternakan kecil hingga menengah sebagai solusi inkubator modern berbasis IoT.

Pengembangan selanjutnya dapat difokuskan pada peningkatan akurasi sensor menggunakan tipe dengan presisi lebih tinggi, penerapan metode kontrol suhu berbasis PID untuk meminimalkan fluktuasi, penambahan kamera internal untuk monitoring visual tanpa membuka inkubator, serta pengembangan aplikasi mobile terintegrasi guna meningkatkan kemudahan akses dan interaksi pengguna terhadap sistem.

DAFTAR PUSTAKA

Aginta, R., Fauzi, A., & Syari, M. A. (2023). Rancang bangun inkubator penetasan telur bebek berbasis Internet of Things (IoT). *Indonesian Journal of Science, Technology and Humanities*. https://doi.org/10.60076/ijstech.v2i3.848

Azizah, S. (2022). Sistem Agribisnis Usaha Ternak Itik di Desa Slorok Kecamatan Doko Kabupaten Blitar. *AgriHumanis: Journal of Agriculture and Human Resource Development Studies*, *3*(1), 13–20. https://doi.org/10.46575/agrihumanis.v3i1.131

Herlina, H., & Lumban Batu, F. (2025). Optimasi Sistem Pendingin pada Inkubator Mikrobiologi Menggunakan Teknologi Termal dari Teknik Mesin. *All Fields of Science Journal Liaison Academia and Sosiety*, *5*(2), 150–162. https://doi.org/10.58939/afosj-las.v5i2.1036

Karsid, K. (2024). Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban Udara pada Alat Penetas Telur Menggunakan Arduino Uno. *Elektriese: Jurnal Sains Dan Teknologi Elektro*, *14*(01), 25–32. https://doi.org/10.47709/elektriese.v14i01.3734

Karsid. (2024). Sistem kontrol suhu dan kelembaban udara pada alat penetas telur menggunakan Arduino Uno. *Elektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, *14*(1), 25–32. https://doi.org/10.47709/elektriese.v14i01.3734

Rahayu, U. P., & Styawati. (2024). Rancang bangun sistem monitoring inkubator telur otomatis berbasis IoT. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*. https://doi.org/10.52436/1.jpti.907

Saputra, M., Sigit Setya Wiwaha, Satria Luthfi Hermawan, Anang Dasa Nofvowan, & Hanifiyah Darna Fidya Amaral. (2023). MESIN PENETAS OTOMATIS UNTUK BUDIDAYA AYAM BANGKOK. *Jurnal Pengabdian Polinema Kepada Masyarakat*, *10*(1), 41–47. https://doi.org/10.33795/jpkm.v10i1.3044

Septiawan, K., dkk. (2023). Sistem monitoring dan kontrol alat penetas telur ayam berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro Uniba*. https://doi.org/10.36277/jteuniba.v9i2.1260

Tiyas, A. W., Erwanto, D., & Yanuartanti, I. (2025). Peningkatan akurasi sensor suhu dan kelembaban DHT11 dengan kalibrasi suhu berbasis IoT pada platform ThingSpeak. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia, 5*(3), 625–633. https://doi.org/10.52436/1.jpti.709