

Sistem Monitoring Suhu Kandang Penetas Telur Menggunakan Arduino Berbasis Telegram Pada SMAN 16 Kab. Tangerang

Hayadi Hamuda^{1)*}, Anjar Setiawan²⁾

¹⁾Prodi Sistem Komputer, Universitas Pamulang, 42183, Indonesia

²⁾Program Studi Sistem Informasi, Universitas Pamulang, 42183, Indonesia

Jl. Pantura No.6, Kalodran, Kec. Walantaka, Kota Serang, Banten 42183

Email: dosen02886@unpam.ac.id

ABSTRAK

Stabilitas suhu merupakan faktor penting dalam menjaga kesehatan ayam petelur dan keberhasilan proses penetasan telur. Fluktuasi suhu dapat menyebabkan stres pada unggas dan menurunkan produktivitas. Kegiatan ini bertujuan mengembangkan sistem pengaturan suhu kandang dan penetasan telur berbasis Arduino ESP32 yang terintegrasi dengan Telegram dan LCD 16x2 di SMA Negeri 16 Kabupaten Tangerang. Sistem menggunakan sensor DS18B20 dan DHT22 untuk memantau suhu secara real-time, kemudian mengendalikan kipas atau pemanas melalui modul relai guna mempertahankan suhu pada rentang optimal. Metode yang digunakan meliputi perancangan, implementasi, dan pengujian sistem. Hasil Kegiatan menunjukkan bahwa sistem mampu memantau dan mengendalikan suhu secara otomatis dengan baik, meningkatkan efisiensi pengelolaan kandang, serta mengurangi kebutuhan pemantauan manual. Selain mendukung produktivitas peternakan, sistem ini juga menjadi media pembelajaran berbasis Internet of Things (IoT) bagi siswa. Hasil Kegiatan menunjukkan bahwa teknologi yang dikembangkan berpotensi menjadi solusi cerdas dan inovatif untuk pengelolaan peternakan modern.

Kata kunci: Arduino Esp32, DHT22, LCD 16x2, SMAN 16 Kabupaten Tangerang, Telegram

ABSTRACT

Temperature stability is an important factor in maintaining the health of laying hens and the success of the egg hatching process. Temperature fluctuations can cause stress in poultry and reduce productivity. This study aims to develop a cage temperature control system and egg hatching based on Arduino ESP32 integrated with Telegram and LCD 16x2 at SMA Negeri 16 Tangerang Regency. The system uses DS18B20 and DHT22 sensors to monitor temperature in real-time, then control fans or heaters through a relay module to maintain the temperature within the optimal range. The methods used include system design, implementation, and testing. The results of the study show that the system is able to monitor and control temperature automatically well, increasing the efficiency of cage management, and reducing the need for manual monitoring. In addition to supporting livestock productivity, this system also serves as an Internet of Things (IoT)-based learning medium for students. The results of the study indicate that the developed technology has the potential to be a smart and innovative solution for modern livestock management.

Keywords: Arduino Esp32, DHT22, LCD 16x2, SMAN 16 Tangerang Regency, Telegram

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah membuka peluang baru dalam penerapan sistem otomatisasi di berbagai bidang, termasuk peternakan. Salah satu aspek penting dalam peternakan unggas adalah pengendalian suhu kandang dan mesin penetas telur. Suhu yang tidak stabil dapat menyebabkan stres pada unggas, menurunkan produktivitas telur, serta mengurangi tingkat keberhasilan penetasan. Oleh sebab itu, diperlukan sistem pemantauan dan pengendalian suhu yang mampu beroperasi secara otomatis, memiliki tingkat akurasi tinggi, serta bisa dipantau dari jarak jauh.

Pada proses penetasan telur, suhu merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan perkembangan embrio. Suhu ideal untuk penetasan telur ayam berada pada kisaran 37–38°C, sedangkan masa inkubasi berlangsung sekitar 21 hari. Ketidaksesuaian suhu selama proses inkubasi dapat menyebabkan rendahnya daya tetas bahkan kegagalan penetasan. Selain itu, metode penetasan alami memiliki keterbatasan kapasitas karena seekor induk ayam hanya mampu mengerami beberapa telur dalam satu siklus. Kondisi ini menjadi tantangan bagi peternak dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi penetasan telur (Sari et al., 2022).

Penggunaan penetasan telur menjadi solusi untuk meningkatkan kapasitas dan keberhasilan penetasan. Dibandingkan metode alami, penetasan mampu menampung lebih banyak telur dan menghasilkan waktu penetasan yang lebih seragam (Nivika Tiffany Somantri et al., 2024). Namun, sebagian besar penetasan konvensional masih memerlukan pemantauan manual sehingga berpotensi menyebabkan ketidakteraturan suhu dan kelembapan. Karena itu, diperlukan sistem penetasan otomatis yang bisa mengontrol situasi lingkungan secara *real-time* dan memberikan informasi kepada pengguna secara cepat dan akurat (Askan et al., 2022).

Berbagai Kegiatan telah mengembangkan sistem pengaturan suhu berbasis mikrokontroler menggunakan sensor suhu dan kelembapan, aktuator, serta media tampilan digital (Faritzi, 2024). Salah satu platform yang banyak digunakan adalah Arduino ESP32 karena memiliki kemampuan pemrosesan yang baik, konektivitas Wi-Fi, serta mendukung implementasi IoT. Integrasi sensor DHT22, modul RTC, layar LCD 16x2, dan layanan pesan Telegram memungkinkan sistem melakukan pemantauan suhu secara *real-time* dan langsung mengirimkan notifikasi kepada pengguna saat terjadi perubahan kondisi lingkungan yang signifikan (Wulandari et al., 2023).

Berdasarkan permasalahan tersebut, tujuan dari kegiatan PkM hal ini bertujuan untuk mengenalkan serta mengimplementasikan sistem pemantauan suhu kandang penetasan telur berbasis Arduino ESP32 dan Telegram kepada siswa SMA Negeri 16 Kabupaten Tangerang. Sistem yang dikembangkan mampu memantau suhu secara otomatis, mengendalikan perangkat pemanas melalui relay, menampilkan informasi pada LCD, serta mengirimkan notifikasi melalui Telegram. Selain meningkatkan efisiensi pengelolaan penetasan telur, kegiatan ini juga memberikan pengalaman praktis kepada siswa dalam mempelajari penerapan mikrokontroler, sensor, dan teknologi IoT pada bidang peternakan modern. Dengan demikian, kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan literasi teknologi siswa sekaligus mendukung pengembangan sistem peternakan yang lebih cerdas, efektif, dan berkelanjutan.

2. Tinjauan Pustaka

Sistem kontrol suhu pada ruang penetasan telur dirancang untuk mempertahankan kondisi lingkungan pada rentang suhu yang optimal sehingga dapat meningkatkan tingkat keberhasilan penetasan dan memudahkan peternak dalam mengelola proses produksi unggas. Pengendalian suhu yang stabil mampu mengurangi risiko kegagalan penetasan yang disebabkan oleh perubahan suhu dan kelembapan yang tidak memenuhi standar. Oleh sebab itu, diperlukan sistem pemantauan yang bekerja secara otomatis dan bisa memberikan data kondisi penetasan kepada pengguna secara waktu nyata.

Kemajuan teknologi IoT membuka peluang penerapan sistem deteksi penetasan telur yang terintegrasi dengan layanan notifikasi jarak jauh. Sistem ini dapat mengirimkan informasi terkait

suhu, kelembapan, maupun kondisi penetasan secara otomatis kepada petugas melalui aplikasi Telegram. Pemanfaatan notifikasi otomatis membantu peternak dalam melakukan pengawasan tanpa harus berada di lokasi setiap saat, sehingga proses pemeliharaan menjadi lebih efektif dan efisien (Santosa, Sari and Sasongko, 2023). Kegiatan sebelumnya menunjukkan bahwa sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT mampu memantau kondisi penetasan secara *real-time* dengan tingkat presisi yang baik, sehingga dapat meningkatkan efektivitas pengawasan dan kinerja mesin penetas telur (Mamun et al., 2024).

Seiring dengan meningkatnya skala usaha peternakan unggas, kebutuhan terhadap sistem monitoring yang presisi dan terintegrasi makin signifikan. Pengelolaan data lingkungan kandang secara digital tidak hanya membantu peternak dalam memantau kondisi penetasan, tetapi juga meningkatkan profesionalisme layanan melalui pencatatan dan pelaporan yang lebih terstruktur. Integrasi Arduino ESP32 dengan platform Telegram memungkinkan penyampaian informasi secara cepat, akurat, dan *real-time* sehingga menunjang pengambilan keputusan yang lebih baik (Hamuda and Setiawan, 2025).

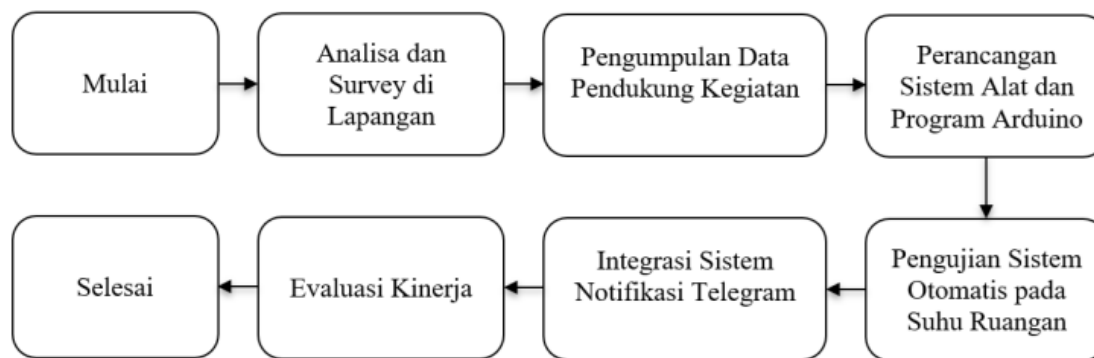
Dalam implementasinya, sistem monitoring penetasan telur memanfaatkan sensor suhu dan kelembapan seperti DHT11, DHT22, atau LM35 yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino ESP32. Sensor tersebut berfungsi untuk mengukur kondisi lingkungan penetasan, sedangkan aktuator digunakan untuk mengendalikan pemanas dan sistem sirkulasi udara secara otomatis. Penggunaan sensor digital memberikan kemudahan integrasi, tingkat akurasi yang baik, serta kemampuan pemantauan secara berkelanjutan. Dengan dukungan teknologi IoT, sistem ini diharapkan mampu meningkatkan keberhasilan penetasan telur, mengurangi kesalahan akibat pemantauan manual, dan mendukung modernisasi peternakan unggas berbasis teknologi (Isa and Iqbal, 2024)

3. Metodologi Pelaksanaan

Kegiatan PkM ini diselenggarakan di SMA Negeri 16 Kabupaten Tangerang yang berlokasi di Jl. Jayanti Residence, Jl. Gandasari No. 14, Kecamatan Jayanti, Kabupaten Tangerang, Banten 15610. Kegiatan berfokus pada penerapan sistem monitoring dan pengendalian suhu kandang penetas telur berbasis Arduino ESP32 yang ditujukan untuk meningkatkan efisiensi konsumsi energi listrik serta mendukung proses penetasan telur secara optimal.

Metode yang diterapkan adalah pendekatan kuantitatif, yakni kegiatan yang berlandaskan pada pengumpulan dan analisis data dalam bentuk angka secara objektif, terukur, logis, serta sistematis. Pendekatan ini memungkinkan evaluasi kinerja sistem berdasarkan parameter yang dapat diukur, seperti suhu, kelembapan, waktu respons sistem, dan efektivitas notifikasi yang dikirimkan melalui Telegram. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara statistik untuk menilai tingkat keberhasilan implementasi sistem (Ranjith Kumar et al., 2023).

Pelaksanaan kegiatan berlangsung selama periode dua bulan, mulai dari April sampai Mei 2025, dengan total waktu efektif sekitar delapan minggu. Tahapan kegiatan meliputi analisis kebutuhan dan survei lapangan, pengumpulan data pendukung, perancangan *hardware* dan *software* Arduino ESP32, pengujian sistem pengendalian suhu secara otomatis, integrasi notifikasi berbasis Telegram, serta evaluasi kinerja sistem. Seluruh tahapan dilakukan secara terstruktur agar sistem dapat dikembangkan dapat berfungsi dengan baik. Alur pelaksanaan kegiatan dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pelaksanaan Kegiatan

Pada kegiatan ini, serangkaian prosedur kerja disusun secara sistematis untuk mendukung pelaksanaan program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) serta memastikan tercapainya luaran yang telah ditetapkan. Prosedur kerja tersebut mencakup tahapan tahap perencanaan, identifikasi kebutuhan, desain dan implementasi sistem, pengujian, serta evaluasi hasil kegiatan. Setiap tahapan dirancang secara terstruktur agar proses pelaksanaan berjalan efektif, efisien, dan sesuai dengan tujuan kegiatan. Berikut adalah tahapan kegiatan yang dilaksanakan.

3.1. Analisa dan Survey di Lapangan

Evaluasi dan penilaian lapangan dilakukan melalui keterlibatan langsung di lokasi kegiatan yang telah ditentukan. Proses ini meliputi pengumpulan data dan informasi melalui observasi, wawancara, serta studi literatur untuk memperoleh gambaran kondisi lapangan secara menyeluruh. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dan diinterpretasikan guna mengidentifikasi permasalahan, kebutuhan, serta potensi solusi yang relevan. Hasil analisis tersebut menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi dan pelaksanaan kegiatan sehingga solusi yang dihasilkan sesuai dengan kondisi dan kebutuhan mitra.

3.2. Pengumpulan Data Pendukung Kegiatan

Pengumpulan data pendukung kegiatan dilakukan secara sistematis melalui pengumpulan dan konsolidasi berbagai dokumen internal maupun eksternal yang relevan. Kegiatan ini bertujuan memperoleh data yang valid dan komprehensif sebagai landasan dalam perencanaan dan pelaksanaan program. Dokumen yang dikumpulkan meliputi referensi ilmiah, data teknis, dokumentasi kegiatan, serta informasi lain yang mendukung pengembangan sistem. Seluruh data yang diperoleh dianalisis dan digunakan sebagai dasar dalam proses perencanaan, implementasi, monitoring, dan evaluasi kegiatan sehingga pelaksanaan program dapat berlangsung secara optimal dan sejalan dengan sasaran yang telah ditentukan.

3.3. Perancangan Sistem Alat dan Program Arduino

Perancangan sistem dilakukan melalui proses konseptualisasi dan penyusunan desain *hardware* beserta *software* yang terintegrasi. Di tahap ini, arduino ESP32 dirancang untuk mengelola proses monitoring dan pengendalian suhu secara otomatis sesuai dengan kebutuhan sistem penetasan telur. Perancangan mencakup integrasi sensor suhu dan kelembapan, modul relay, LCD 16x2, serta notifikasi berbasis Telegram. Tahap ini bertujuan menghasilkan sistem yang mampu beroperasi secara efektif, meningkatkan akurasi pemantauan, mengoptimalkan penggunaan energi listrik, serta mendukung proses penetasan telur secara lebih efisien dan terkontrol.

3.4. Pengujian Sistem Otomatis Pada Suhu Ruangan

Uji sistem dilaksanakan setelah proses perancangan dan implementasi rampung serta seluruh komponen terintegrasi secara optimal. Tahapan ini bertujuan memastikan *hardware* dan *software*

berjalan berdasarkan spesifikasi yang diharapkan. Evaluasi dilaksanakan pada lingkungan yang terkontrol dengan memantau respons sensor, aktuator, dan sistem notifikasi terhadap perubahan suhu di dalam kotak penetasan. Selain itu, dilakukan verifikasi terhadap akurasi pembacaan sensor, kinerja pengendalian suhu, serta keandalan sistem dalam menjalankan program secara otomatis. Hasil pengujian digunakan untuk mengevaluasi performa sistem dan memastikan bahwa seluruh fungsi berjalan secara optimal sebelum diterapkan pada lingkungan operasional.

3.5. Integrasi Sistem Notifikasi Telegram

Implementasi sistem dilakukan setelah seluruh data pendukung berhasil dikumpulkan dan dianalisis untuk memastikan bahwa rancangan yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan serta kondisi lapangan. Tahap ini mencakup pemasangan dan pengoperasian sistem kontrol suhu pada kandang penetas telur berbasis Arduino ESP32. Sistem dirancang untuk memantau dan mengendalikan suhu secara otomatis sehingga kondisi lingkungan tetap berada pada rentang yang optimal untuk proses penetasan. Melalui penerapan teknologi ini, pengaturan suhu dapat dilakukan secara lebih akurat dan efisien, sehingga membantu meningkatkan keberhasilan penetasan, mengurangi kebutuhan pemantauan manual, serta mengoptimalkan penggunaan energi listrik dan kinerja sistem secara keseluruhan.

3.6. Evaluasi Kinerja

Evaluasi kinerja sistem dilakukan pada tahap akhir dengan menganalisis seluruh hasil monitoring suhu kandang penetas telur yang diperoleh melalui sistem berbasis Arduino ESP32 dan notifikasi Telegram. Evaluasi ini bertujuan untuk menilai tingkat akurasi sensor, stabilitas pengendalian suhu, keandalan pengiriman notifikasi, serta efektivitas sistem dalam mendukung proses penetasan telur. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar untuk menyusun rekomendasi pengembangan dan penyempurnaan sistem di masa mendatang, baik dari aspek *hardware* maupun *software*. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan diharapkan dapat mendukung keberlanjutan usaha penetasan telur melalui pengelolaan yang lebih efektif, efisien, dan berbasis pemantauan *real-time*.

4. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan PkM ini dihadiri oleh 32 siswa, 12 guru, dan Kepala SMA Negeri 16 Kabupaten Tangerang, serta didukung oleh beberapa dosen dan mahasiswa dari Universitas Pamulang Kampus Kota Serang. Kegiatan dilaksanakan selama dua hari dengan rangkaian sesi teori dan praktik yang dirancang untuk meningkatkan pemahaman peserta mengenai penerapan teknologi IoT dalam sistem monitoring suhu kandang penetas telur.

Kegiatan dibuka oleh Hayadi Hamuda, Muhammad Fauzi Firdaus, dan Sugiyanti, yang memberikan pemaparan mengenai pentingnya pemanfaatan teknologi digital dan otomatisasi dalam bidang peternakan modern. Pada sesi teori, tim pelaksana menjelaskan secara komprehensif konsep dasar sistem monitoring dan pengendalian suhu berbasis Arduino ESP32, termasuk pengenalan sensor DHT22, aktuator, konektivitas jaringan, mikrokontroler, sumber daya listrik, serta implementasi teknologi IoT untuk monitoring secara waktu nyata melalui aplikasi Telegram. Selanjutnya, pada sesi praktikum, peserta diperkenalkan dengan berbagai komponen perangkat keras yang digunakan dalam sistem, kemudian diberikan kesempatan untuk melakukan perakitan, konfigurasi, dan pengujian sistem secara langsung. Siswa SMA Negeri 16 Kabupaten Tangerang terlibat aktif dalam setiap tahapan praktik, mulai dari pemasangan sensor, pemrograman Arduino ESP32, hingga pengujian notifikasi Telegram. Melalui kegiatan ini, peserta memperoleh pengalaman langsung dalam mengembangkan sistem monitoring suhu otomatis, sehingga dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan mereka dalam penerapan teknologi IoT pada bidang peternakan dan otomasi.

4.1. Hasil Pengumpulan Data

Proses data pada kegiatan ini dikumpulkan melalui beberapa tahapan untuk mendukung pengembangan sistem monitoring dan pengendalian suhu kandang penetas telur berbasis Arduino ESP32 di SMA Negeri 16 Kabupaten Tangerang. Pada tahap awal, data suhu dan kelembapan lingkungan dikumpulkan menggunakan sensor DHT22 yang terintegrasi dengan sistem. Sensor diuji secara berkelanjutan selama satu jam untuk mengevaluasi stabilitas pembacaan data, keandalan komunikasi, serta kinerja program yang telah dikembangkan. Selanjutnya, pengumpulan data kebutuhan pengguna dilakukan dengan cara observasi dan wawancara bersama pihak sekolah serta peserta kegiatan. Tahapan ini ditujukan untuk mengenali kebutuhan fungsional sistem, memahami permasalahan yang dihadapi dalam proses monitoring suhu, serta memperoleh masukan terkait implementasi teknologi yang sesuai dengan kondisi lapangan. Data yang diperoleh dari pengujian sensor dan wawancara kemudian digunakan sebagai dasar dalam perancangan, pengembangan, dan evaluasi sistem agar mampu memenuhi kebutuhan pengguna secara efektif. Proses kegiatan pengumpulan data ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Dokumentasi Kegiatan

Pada sesi pelatihan, tim penyelenggara menyampaikan materi secara komprehensif mengenai konsep, jenis, komponen, serta manfaat sistem monitoring dan pengendalian suhu berbasis Arduino ESP32. Materi yang diberikan mencakup prinsip kerja sistem deteksi suhu otomatis, penggunaan sensor DHT22 sebagai sensor suhu dan kelembapan, aktuator sebagai pengendali perangkat, mikrokontroler Arduino ESP32 sebagai pusat pemrosesan data, serta konektivitas jaringan yang memungkinkan notifikasi dikirim secara waktu nyata lewat aplikasi Telegram di smartphone pengguna.

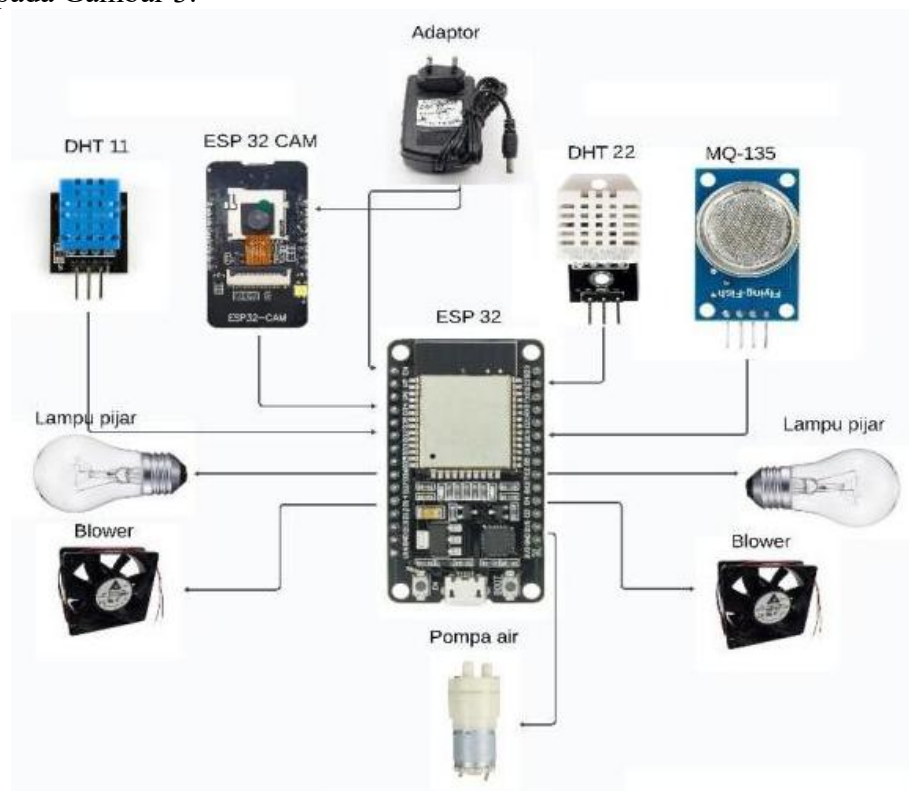
Setelah penyampaian materi, kegiatan dilanjutkan dengan sesi praktik yang diawali dengan pengenalan komponen *hardware* dan *software* yang diterapkan dalam sistem. Semua tahapan perakitan, konfigurasi, dan pengujian sistem dilakukan secara langsung oleh siswa/i SMA Negeri 16 Kabupaten Tangerang dengan pendampingan dari tim pelaksana. Melalui kegiatan ini, peserta tidak hanya memahami konsep teoritis, tetapi juga memperoleh pengalaman praktis dalam mengimplementasikan teknologi IoT guna pemantauan serta pengendalian suhu secara otomatis.

4.2. Rangkaian Mekanisme

Arduino ESP32-CAM merupakan modul mikrokontroler yang mengintegrasikan kemampuan pemrosesan data, konektivitas nirkabel, dan fitur kamera dalam satu perangkat yang ringkas. Modul ini dikembangkan berdasarkan keluarga ESP32 yang merupakan generasi lanjutan dari ESP8266, dengan peningkatan performa, kapasitas memori, dan fitur komunikasi. ESP32 memiliki arsitektur

dual-core processor, di mana satu inti prosesor dapat digunakan untuk menangani komunikasi Wi-Fi dan Bluetooth, sedangkan inti lainnya menjalankan program utama secara efisien.

Selain mendukung konektivitas Internet of Things (IoT), ESP32-CAM juga dilengkapi dengan kapasitas RAM dan memori yang memadai untuk pengolahan serta penyimpanan data. Kemampuan tersebut memungkinkan modul digunakan pada berbagai aplikasi monitoring dan otomasi, termasuk sistem pemantauan suhu secara *real-time* yang terintegrasi dengan layanan notifikasi. Dengan keunggulan konsumsi daya rendah serta performa yang andal, ESP32-CAM banyak dimanfaatkan untuk pengembangan sistem cerdas berbasis IoT. Bentuk fisik dan komponen utama modul ESP32-CAM dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Monitoring Kandang Penetasan Telur

Pada Gambar 3 Arduino mikrokontroler Esp32 sebagai otak dalam skema sistem bekerja sirkuit kandang pintar menggunakan desain prototipe dengan sensor DHT 11, DHT 22, MQ-135, dan Esp32-Cam sebagai *input* dengan lampu pijar dan blower kipas serta pompa air sebagai *output* yang integrasi ke mikrokontroler Esp32. Tiga sensor DHT 11, DHT 22 dan MQ-135 ditempatkan di kandang penetasan telur untuk mengontrol suhu kelembapan dan ESP32 CAM untuk memonitoring kondisi penetasan telur dengan kondisi baik. Semua proses akan dilacak secara *real-time* melalui server web. Setelah mendeteksi ambang batas data yang ditentukan, Esp32 akan menjalankan pemrosesan dan mengaktifkan output seperti lampu, blower, dan pompa air. ESP32-CAM merupakan mikrokontroler yang dilengkapi kamera 2MP terintegrasi, slot kartu microSD, serta komponen untuk memanfaatkan kabel radio eksternal (Hamuda, 2025). Modul Esp32-Cam dilengkapi dengan dukungan pustaka untuk menjalankan fungsi pengenalan wajah. Karakteristik ini mirip dengan fungsi WiFi dan Bluetooth, bersama dengan beberapa pin GPIO. Fitur utama Esp32-Cam adalah kameranya, OV2640 berfungsi sebagai sensor untuk kamera Esp32-Cam. OV2640 adalah sensor kamera 2MP inci perdana yang tersedia secara komersial di seluruh dunia sejak tahun 2003 dan merupakan chip kamera yang digunakan secara luas. Chip sensor foto ini, bersama dengan motor tekanan, sesuai untuk aplikasi kecil dan besar, termasuk sistem tertanam, deteksi objek, mainan, dan pengenalan wajah (Ullah *et al.*, 2024).

4.3. Desain Kandang

Pengujian sistem otomatis pada suhu ruangan menggunakan perangkat yang dilengkapi dengan sensor DHT22 untuk pengaturan suhu. Sensor-sensor ini dirancang untuk mengaktifkan kipas ketika suhu ruangan mencapai atau melebihi 38°C , dengan tujuan mengatur suhu pada tingkat yang telah ditentukan, dilihat pada gambar 4 adalah sketsa wadah komponen perternak telur.



Gambar 4. Tampilan Kandang Telur

Setiap lokasi dirancang untuk menjaga suhu optimal sebesar 37°C . Hasil yang tercatat menunjukkan bahwa pada Kotak Komponen Peternak Telur, suhu selama uji coba awal sesuai dengan rentang optimal; namun, pada uji coba berikutnya, suhu naik menjadi 38°C . Fluktuasi suhu ini menunjukkan bahwa meskipun sistem otomatis secara umum mendekati suhu optimal, masih ada potensi untuk peningkatan agar sistem dapat lebih andal mencapai dan mempertahankan suhu yang diinginkan.

4.4. Evaluasi Fungsi Sistem Komprehensif

Uji fungsi sistem komprehensif dilakukan selama 1 hari selama kegiatan berlangsung di SMAN 16 Kab. Tangerang, dengan suhu target yang bervariasi ditetapkan setiap 30 menit sesuai dengan persyaratan suhu telur dalam penetasan $37,30^{\circ}\text{C}$ dan suhu sekitar $38,10^{\circ}\text{C}$. Telur unggas ditempatkan di rak kayu di dalam penetasan. Lampu ditempatkan di bagian atas dan bawah untuk memastikan paparan cahaya ke semua area telur, sementara sensor dipasang di dalam penetasan untuk memantau suhu, kelembapan, dan pergerakan telur selama penetasan. Semua data suhu dan kelembapan, bersama dengan status penetasan telur, untuk pengujian yang dilakukan pada jam 08.00 menggunakan telur unggas sebanyak 6 buah. Telur ditempatkan di rak penetasan, setelah itu operator mengatur suhu diruangan penetasan secara otomatis, menaikkan suhu saat lampu menyala dan menurunkan suhu saat lampu mati pada interval yang teratur, dilihat pada gambar 5 ditemukan bahwa telur tersebut tetap utuh tanpa cacat.



Gambar 5. Pengujian Penetes Telur

Hasil pengujian penetasan selama periode penetasan selama satu hari diperoleh dari data yang dikumpulkan selama delapan jam, dengan pengukuran suhu dan kelembapan dilakukan setiap 30

menit. Durasi inkubasi meningkat dari 37,30°C menjadi 38,10°C dengan kelembapan relatif 56-57% RH. Hal ini sesuai dengan hasil yang diharapkan selama aktivitas, di mana pengguna menetapkan suhu target yang bervariasi setiap menit. Satu telur unggas menetas di penetasan pada pukul 13:30, pada suhu penetasan 38,10°C.

4.5. Aplikasi Notifikasi Pesan Telegram

Pengujian integrasi dilakukan untuk memastikan sistem dapat terhubung secara *real-time* ke Telegram. Program dikembangkan menggunakan bahasa C pada *software* Arduino IDE, sehingga sistem dapat terhubung dengan aplikasi Telegram. Hasil pengujian integrasi sistem dapat ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Notifikasi Aplikasi Telegram

Uji coba aplikasi telegram notifikasi yang komprehensif melibatkan kegiatan status relay, kipas, suhu, dan kondisi kelembaban pada kandang telur komponen yang dikembangkan. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan apakah sistem secara keseluruhan sesuai dengan kondisi aktual dari prototipe yang dibuat. Berdasarkan hasil pengujian yang dilihat pada Tabel 1. Sistem yang dikembangkan berfungsi secara efektif dan memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Tabel 1. Pemantauan Otomatis Suhu dan Kelembaban dengan Integrasi Pemberitahuan Telegram

No	Jam	Temperatur (°C)	Kondisi lampu	Kelembaban (%RH)	Status kipas
1	08.00	37,30	On	56	Off
2	08.30	37,30	On	56	Off
3	09.00	37,30	On	56	Off
4	09.30	38,10	On	57	Off
5	10.00	38,10	Off	57	Off
6	10.30	37,30	On	56	Off
7	11.00	38,10	On	57	Off
8	11.30	37,30	On	56	Off
9	12.30	38,10	Off	57	On
10	13.00	37,30	On	56	Off

No	Jam	Temperatur (°C)	Kondisi lampu	Kelembaban (%RH)	Status kipas
11	13.30	38,10	On	57	Off
12	14.00	37,30	On	56	Off
13	14.30	38,10	Off	57	On
14	15.00	37,30	On	56	Off
15	15.30	37,30	On	56	Off

Tabel 1 pengujian dilakukan di sekolah SMAN 16 Kab. Tangerang menyajikan pengukuran suhu dan kelembapan yang direkam menggunakan sensor DHT11 dan DHT22, dengan hasil yang ditampilkan di LCD dan monitor HP, serta data kontrol yang dikirim mikrokontroler ke lampu maupun kipas. Data diambil sebanyak 15 kali pada setiap 30 menit. Data awal menunjukkan suhu ruang penetasan sebesar 37,30°C dan 38,10°C. Lampu tetap menyala karena suhu belum memenuhi kisaran yang ditetapkan. Kelembapan ruang penetasan berada di angka 56-57%RH. Karena kelembapan melampaui kebutuhan, kipas dinonaktifkan. Pola ini juga tampak pada data berikutnya yang menunjukkan kemampuan operasi kontrol otomatis.

5. Kesimpulan

Kegiatan ini berkontribusi positif terhadap peningkatan pengetahuan dan pemahaman siswa SMA Negeri 16 Kabupaten Tangerang mengenai penerapan teknologi IoT dalam sistem monitoring dan pengendalian suhu kandang penetas telur berbasis Arduino ESP32. Melalui kegiatan teori dan praktik, siswa memperoleh pengalaman langsung dalam penggunaan sensor, mikrokontroler, aktuator, serta sistem notifikasi berbasis Telegram. Peningkatan kompetensi tersebut diharapkan dapat menjadi bekal dalam melanjutkan pendidikan maupun mengembangkan keterampilan di bidang teknologi dan otomasi. Dari aspek teknis, hasil pengujian menunjukkan bahwa semua komponen perangkat keras dan sensor beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Sistem dapat memonitor suhu dan kelembapan secara waktu nyata serta mengatur kondisi penetasan secara otomatis. Berdasarkan pengujian yang dilakukan selama satu hari dengan durasi pengamatan delapan jam, sistem berhasil mempertahankan suhu penetasan pada rentang yang telah ditetapkan pengguna, yaitu antara 37,30°C hingga 38,10°C, dengan tingkat kelembapan relatif berkisar 56–57% RH. Kondisi tersebut berada pada rentang optimal untuk proses inkubasi telur unggas.

Hasil tes memperlihatkan sistem mampu menjaga stabilitas lingkungan penetasan secara konsisten selama proses pemantauan. Pada pengamatan yang dilakukan pukul 13.30 WIB, dengan suhu inkubasi mencapai 38,10°C, proses penetasan telur berhasil terjadi sesuai dengan kondisi yang diharapkan. Temuan ini membuktikan bahwa sistem yang dikembangkan menunjukkan performa yang optimal dalam mendukung proses penetasan telur secara otomatis serta berpotensi diterapkan sebagai solusi teknologi yang efektif dalam kegiatan peternakan dan pembelajaran berbasis IoT.

Daftar Pustaka

- Askan, A., et al. (2022). Optimasi sistem kontrol mesin penetas telur menggunakan sensor suhu dan kelembapan udara. *Jurnal FORTECH*, 3(1), 1–6. <https://doi.org/10.56795/fortech.v3i1.101>
- Faritzi, I. (2024). Rancang bangun kandang pintar untuk ayam menggunakan ESP32 berbasis IoT. *Jurnal Teknika*, 18(2), 1–5.
- Hamuda, H. (2025). Rancang bangun sistem monitoring stok miniatur berbasis IoT menggunakan sensor ultrasonik dan load cell. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 14, 11–19. <https://doi.org/10.34010/n2yvsh27>
- Hamuda, H., & Setiawan, A. (2025). Integrasi sistem keamanan rumah pintar berbasis ESP32-CAM dan sensor PIR dengan notifikasi *real-time* melalui WhatsApp Bot. *SKANIKA: Sistem Komputer dan Teknik Informatika*, 8(2), 204–218.
- Isa, A. A. H., & Iqbal, M. T. (2024). Remote low-cost web-based battery monitoring system and

- control using LoRa communication technology. *Journal of Electronics and Electrical Engineering*, 3(1), 125–147. <https://doi.org/10.37256/jeee.3120244173>
- Kant, K., Jolfaei, A., & Moessner, K. (2024). IoT systems for extreme environments. *IEEE Internet of Things Journal*, 11(3), 3671–3675. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2023.3339396>
- Mamun, A. Al, et al. (2024). Developed an IoT-based smart solar energy monitoring system for environmental sustainability. In *2024 3rd International Conference on Advancement in Electrical and Electronic Engineering (ICAEEE 2024)*. <https://doi.org/10.1109/ICAEEE62219.2024.10561689>
- Nivika Tiffany Somantri, et al. (2024). Rancang bangun sistem pemantauan suhu dan kelembapan pada mesin tetas telur penyu berbasis IoT di penangkaran penyu Batu Hiu Pangandaran. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*, 23(1), 23–32. <https://doi.org/10.55893/jt.vol23no1.575>
- Ranjith Kumar, R., et al. (2023). Advances in batteries, battery modeling, battery management system, battery thermal management, SOC, SOH, and charge/discharge characteristics in EV applications. *IEEE Access*, 11, 105761–105809. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3318121>
- Santosa, R., Sari, P. A., & Sasongko, A. T. (2023). Sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis IoT (Internet of Things) pada gudang penyimpanan PT Sakafarma Laboratories. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis*, 5(4), 391–400. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v5i4.943>
- Sari, Y., et al. (2022). Sistem monitoring incubator penetasan telur berbasis NodeMCU dan Bot Telegram. *Jurnal Literasi Informatika*, 1(1), 1–8.
- Ullah, F., et al. (2024). Deep Trust: A novel framework for dynamic trust and reputation management in Internet of Things (IoT)-based networks. *IEEE Access*, 12, 87407–87419. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3409273>
- Wulandari, M., et al. (2023). Pemodelan pemantauan temperatur untuk penetasan *Eublepharis macularius* (Leopard Gecko) jantan berbasis Zigbee. *Tesla*, 25(2).
- Yalli, J. S., Hasan, M. H., & Badawi, A. (2024). Internet of Things (IoT): Origin, embedded technologies, smart applications, and its growth in the last decade. *IEEE Access*, 12, 1–26. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3418995>
- Yunus, Y. A., Satra, R., & Fattah, F. (2024). Sistem monitoring suhu pada penetasan penetas telur berbasis IoT. *Literatur Informatika & Komputer*, 1(4), 389–394.