

PROTOTIPE OTOMATIS PAKAN AYAM DALAM KANDANG BATERAI SERTA PEMANTAUAN SUHU DAN SISA PAKAN BERBASIS IOT

Hafizh Izzuddin¹, Heru Supriyono²

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura,
Sukoharjo 57102, Indonesia

Email korespondensi: hafizhizzuddin120@gmail.com

Abstrak. Sebagian besar peternak ayam di Indonesia masih menggunakan metode konvensional dalam pemberian pakan, pemantauan suhu kandang, serta pengecekan sisa pakan di dalam tampungan. Cara ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain membutuhkan tenaga kerja manual, berisiko keterlambatan pemberian pakan, serta kurang akurat dalam pemantauan kondisi kandang. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan prototipe otomatisasi pakan ayam dalam kandang baterai yang dilengkapi dengan sistem pemantauan suhu dan sisa pakan berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor DHT22 untuk pemantauan suhu, dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian sisa pakan. Modul RTC DS3231 digunakan sebagai penentu jadwal pemberian pakan secara otomatis. Distribusi pakan dilakukan dengan motor DC ber-*encoder* dan motor servo sebagai aktuator pembuka-tutup saluran pakan. Antarmuka pengguna memanfaatkan Telegram Bot sebagai media kontrol dan *monitoring* jarak jauh secara *real-time*, serta LCD I2C untuk tampilan informasi lokal. Metode penelitian meliputi studi literatur, perancangan, realisasi perangkat keras dan lunak, pengujian fungsional, serta analisis kinerja sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat bekerja secara terintegrasi dan efektif. Rata-rata *error* pengukuran sensor suhu sebesar 1,006%, sensor ultrasonik 2,78%, motor dc yang dilengkapi *encoder* 3,38%, dan selisih pakan 1,56%. Dengan performa tersebut, sistem dinilai mampu meningkatkan efisiensi operasional peternakan dan mengurangi kesalahan manusia. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis dan ekonomis untuk diterapkan dalam skala peternakan kecil hingga menengah.



Kata kunci: Internet of Things (iot), pakan otomatis, nodemcu esp32, motor encoder, motor servo.

PENDAHULUAN

Peternakan merupakan salah satu sektor penting dalam penyediaan pangan nasional setelah pertanian. Produk peternakan seperti daging dan telur ayam memiliki peran strategis dalam memenuhi kebutuhan gizi masyarakat, terutama sebagai sumber protein hewani. Ayam menjadi pilihan utama masyarakat karena ketersediaannya yang luas, waktu panen yang relatif singkat, harga yang terjangkau, dan rasanya yang digemari. Menurut Gunawan dkk (2021), peternak secara aktif terus berupaya meningkatkan kualitas dan produktivitas ternak demi menghasilkan produk unggulan dengan nilai jual tinggi. Ketersediaan protein hewani dari ayam juga berkontribusi besar dalam mendukung ketahanan pangan serta upaya peningkatan kualitas hidup masyarakat (Ramadanti & Muslih, 2022).

Namun, pencapaian produktivitas yang optimal tidak dapat dilepaskan dari proses pemberian pakan yang tepat. Pakan merupakan komponen utama yang sangat memengaruhi pertumbuhan dan kesehatan ayam. Pemberian pakan yang kurang berkualitas, tidak terjadwal dengan baik, atau dalam jumlah yang tidak sesuai dapat menyebabkan berbagai permasalahan seperti stres, penurunan nafsu makan, gangguan metabolisme, bahkan peningkatan angka kematian ayam (Gusdiansyah dkk, 2024; Edwan dkk, 2020). Sayangnya, di Indonesia sebagian besar peternakan ayam, khususnya skala kecil hingga menengah, masih dikelola secara konvensional. Proses pemberian pakan, pemantauan suhu kandang, dan pengecekan ketersediaan pakan masih dilakukan secara manual. Hal ini tidak hanya menyulitkan dari segi tenaga kerja, tetapi juga menurunkan efisiensi operasional. Ketergantungan pada tenaga manusia menyebabkan tingginya risiko keterlambatan dalam pemberian pakan, potensi terjadinya kesalahan takaran, dan sulitnya melakukan pemantauan yang konsisten, terutama jika jumlah populasi ayam dalam kandang cukup besar (Surahman dkk, 2021).

Seiring dengan kemajuan teknologi, muncul berbagai solusi inovatif yang dapat diintegrasikan ke dalam dunia peternakan, salah satunya melalui penerapan *Internet of Things (IoT)* dan sistem otomatisasi. *IoT* merupakan konsep di mana perangkat-perangkat elektronik dapat saling terhubung melalui jaringan internet untuk saling bertukar data secara *real-time*. Dalam dunia peternakan, teknologi ini memungkinkan adanya sistem pemantauan dan pengendalian yang tidak lagi mengharuskan kehadiran fisik peternak di kandang. Penggunaan sensor dan *mikrokontroler* memungkinkan sistem bekerja secara otomatis untuk memantau suhu kandang, ketersediaan pakan, serta menjadwalkan



pemberian pakan secara akurat dan efisien. Kemajuan ini memberikan dampak positif terhadap efisiensi dan efektivitas pengelolaan peternakan modern (Bangun, 2023). Data dari sensor dapat dikirimkan ke *server* dan ditampilkan melalui *dashboard* berbasis *website* atau aplikasi *smartphone*, sehingga seluruh proses dapat dipantau dari jarak jauh (Ariani dkk, 2019).

Penelitian-penelitian terdahulu telah membuktikan potensi teknologi ini. Radana & Abidin (2023) berhasil merancang prototipe sistem pemberi pakan ayam otomatis menggunakan *ESP8266*, dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketersediaan pakan dan motor *servo* sebagai katup buka-tutup. Sistem ini dikendalikan melalui aplikasi *smartphone* yang menampilkan status dan jadwal pemberian pakan. Sujono & Hanafi (2023) juga merancang sistem berbasis *Arduino Mega 2560* yang mengintegrasikan sensor ultrasonik *HC-SR04*, motor *DC*, *belt conveyor*, *driver L298N*, dan *buzzer*. Sistem tersebut mampu bekerja secara otomatis berdasarkan pembacaan sensor dan mendistribusikan pakan sesuai takaran yang ditentukan. Sementara itu, Shankar dkk (2023) mengembangkan sistem pemberi pakan otomatis berbasis *Arduino ATmega2560* dengan modul *RTC*, sensor ultrasonik, *LCD*, dan *buzzer*. Sistem mampu menjadwalkan pemberian pakan berdasarkan waktu yang telah ditentukan, dengan sistem kontrol yang mengacu pada ukuran wadah dan usia ayam. Notifikasi berbentuk suara dikeluarkan jika pakan habis, yang bertujuan untuk mengingatkan peternak secara otomatis.

Berdasarkan latar belakang dan inspirasi dari berbagai penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe alat otomatisasi pakan ayam berbasis *IoT* dengan fitur penjadwalan dan *reset* pemberian pakan, serta pemantauan suhu dan sisa pakan secara *real-time*. Sistem ini dirancang menggunakan *NodeMCU ESP32* sebagai *mikrokontroler* utama karena keunggulannya dalam konektivitas *Wi-Fi* dan efisiensi pemrosesan. Motor *DC* dengan *encoder* dan *driver L298N* digunakan untuk mengatur distribusi pakan, sementara motor *servo* berfungsi sebagai katup otomatis. Sensor *DHT22* digunakan untuk membaca suhu kandang, sedangkan sensor ultrasonik *HC-SR04* digunakan untuk mendeteksi ketinggian sisa pakan.

Sistem ini juga dilengkapi dengan antarmuka *web-based dashboard* yang memungkinkan peternak memantau dan mengontrol sistem dari jarak jauh melalui *smartphone* atau perangkat lainnya. Dengan sistem otomatisasi ini, peternak dapat menghemat waktu, mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja manual, serta meningkatkan akurasi dan ketepatan waktu dalam pemberian pakan. Penelitian ini penting dilakukan mengingat kebutuhan modernisasi dalam pengelolaan peternakan unggas semakin mendesak. Dengan mengadopsi teknologi otomatisasi dan *IoT*, sistem ini diharapkan



dapat menjadi solusi yang adaptif dan berkelanjutan untuk mendukung transformasi digital di sektor peternakan ayam menuju sistem budidaya unggas yang efisien, mandiri, dan berbasis teknologi.

METODE

1. Tahapan Penelitian

Gambar 1 merupakan gambar dari flowchart tahapan penelitian, tahapan penelitian pada pembuatan alat ini dimulai dengan studi literatur sebagai tahap awal. Kegiatan ini bertujuan untuk mengkaji dan memahami berbagai referensi terkait sistem pemberian pakan otomatis, sistem *monitoring* berbasis IoT, serta pengendalian motor DC dengan *encoder* dan motor servo menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32. Selain itu, dilakukan pula penelusuran terhadap pemanfaatan sensor ultrasonik untuk pengukuran ketinggian pakan dan sensor suhu DHT22 dalam sistem *monitoring* suhu lingkungan. Studi literatur ini penting untuk menjadi dasar dalam proses perancangan dan implementasi alat.



Gambar 1. *Flowchart* Tahapan Penelitian

Tahap penelitian yang kedua adalah perancangan alat, yang mencakup perancangan keseluruhan sistem kerja, termasuk skema rangkaian elektronik, rancangan kendali logika, serta desain alur komunikasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Dalam tahap ini, ditentukan pula penggunaan modul RTC DS3231 sebagai penjadwalan waktu, Telegram Bot sebagai sistem kendali dan *monitoring* jarak jauh, serta desain interaksi antara sensor, aktuator, dan mikrokontroler. Selain itu, dibuat *flowchart* dan diagram blok untuk menggambarkan logika kerja sistem secara menyeluruh.



Tahapan penelitian yang ketiga yaitu tahap realisasi alat. Pada tahapan ini, dilakukan perakitan komponen elektronik seperti motor DC dengan *encoder*, *driver* motor L298N, motor servo, sensor DHT22, sensor ultrasonik HC-SR04, LCD I2C, dan RTC DS3231 ke dalam rangkaian sesuai dengan desain yang telah dibuat. Mikrokontroler ESP32 diprogram dengan menggunakan bahasa C menggunakan aplikasi Arduino IDE untuk menjalankan seluruh fungsi sistem, termasuk pembacaan sensor, kendali aktuator, penjadwalan otomatis, dan integrasi komunikasi dengan Telegram Bot.

Tahapan penelitian keempat merupakan pengujian alat. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan yang dirancang, mulai dari pembacaan data sensor suhu dan ketinggian pakan, kontrol motor dc dengan *encoder* dan motor servo, hingga pengiriman notifikasi melalui Telegram. Pengujian juga dilakukan terhadap fitur penjadwalan otomatis berdasarkan jam yang ditentukan menggunakan RTC, serta memastikan bahwa sistem dapat mendeteksi batas minimal sisa pakan dan mengirimkan peringatan secara otomatis. Jika ditemukan kesalahan atau gangguan selama proses pengujian, maka dilakukan evaluasi dan perbaikan baik pada sisi perangkat keras maupun perangkat lunak hingga alat berfungsi dengan baik.

Tahap penelitian kelima yaitu pengambilan data. Data yang dikumpulkan berasal dari hasil pengujian sistem, termasuk suhu kandang yang terpantau oleh sensor DHT22, persentase sisa pakan yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik, respon aktuator terhadap perintah Telegram, serta keberhasilan sistem dalam menjalankan jadwal pemberian pakan otomatis. Pengambilan data dilakukan secara berulang untuk memastikan konsistensi dan akurasi sistem dalam berbagai kondisi.

Tahap akhir dari penelitian ini adalah analisis hasil dan penyusunan laporan. Data yang telah dikumpulkan dianalisis untuk mengevaluasi performa sistem secara menyeluruh, baik dari segi ketepatan pembacaan sensor, keandalan komunikasi IoT, hingga efektivitas sistem dalam mendistribusikan pakan ayam secara otomatis. Seluruh hasil analisis kemudian dituangkan dalam laporan penelitian yang mencakup latar belakang, landasan teori, metode, implementasi, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran pengembangan sistem di masa mendatang.

2. Persiapan Alat dan Bahan

Perancangan prototipe otomatisasi pakan ayam berbasis IoT bertujuan menguji kemampuan sistem dalam pemberian pakan otomatis, pemantauan suhu kandang, serta sisa pakan secara *real-time*. Sistem ini juga mendukung penjadwalan pakan dan notifikasi melalui Telegram Bot. Oleh karena itu, diperlukan sejumlah komponen seperti



mikrokontroler, sensor, aktuatur, dan display, yang saling terintegrasi. Adapun alat dan bahan yang digunakan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Jumlah
NodeMCU ESP32	1
Motor DC + <i>Encoder</i>	1
<i>Driver</i> Motor L298N	1
Motor Servo	1
Sensor Ultrasonik HC-SR04	1
Sensor DHT22	1
RTC DS3231	1
LCD I2C 16x2	1
Tombol Push Button	1
Kabel Jumper	1
<i>Breadboard</i> / PCB	1
Power Supply 12V	1
<i>Stepdown</i>	1
Modem Wifi	1
Tang	1
Solder	1

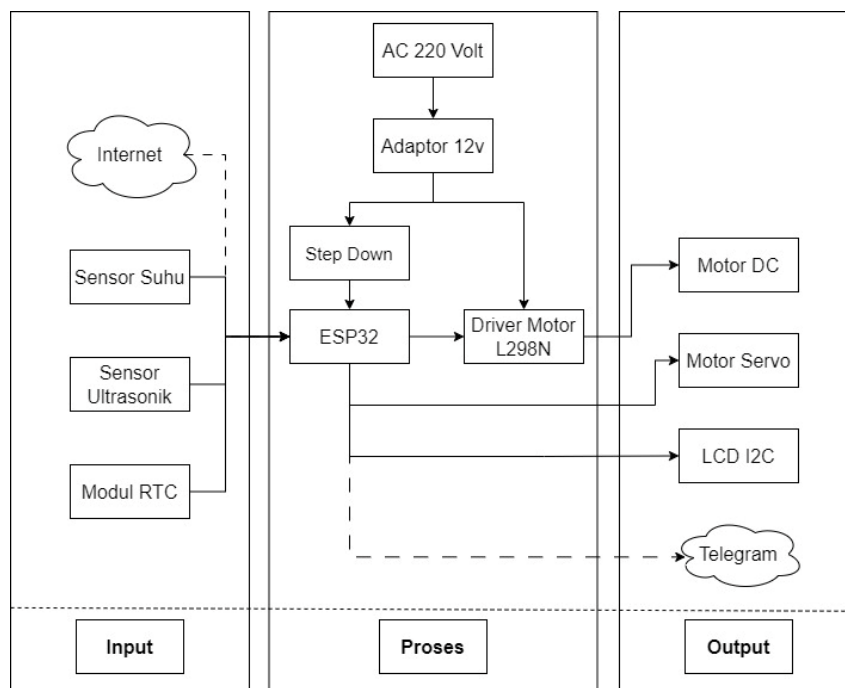
Perancangan sistem ini memerlukan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak untuk mendukung fungsionalitas otomatisasi pakan ayam berbasis IoT. Selain alat dan bahan pada Tabel 1, peneliti juga menggunakan beberapa perangkat lunak, yaitu



Arduino IDE untuk pemrograman mikrokontroler, Fritzing untuk desain rangkaian, EasyEDA untuk mendesain jalur rangkaian, Excel untuk analisis data, serta Telegram sebagai antarmuka IoT.

3. Blok Diagram

Blok diagram pada Gambar 2 menunjukkan sistem otomatisasi pakan ayam berbasis IoT yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Sistem ini terhubung ke Telegram Bot untuk pemantauan jarak jauh. Komponen utama meliputi RTC DS3231 untuk penjadwalan, motor DC dengan *encoder* dan servo untuk distribusi pakan, sensor ultrasonik untuk mendeteksi sisa pakan, sensor DHT22 untuk membaca suhu kandang, serta LCD I2C sebagai penampil informasi secara lokal.



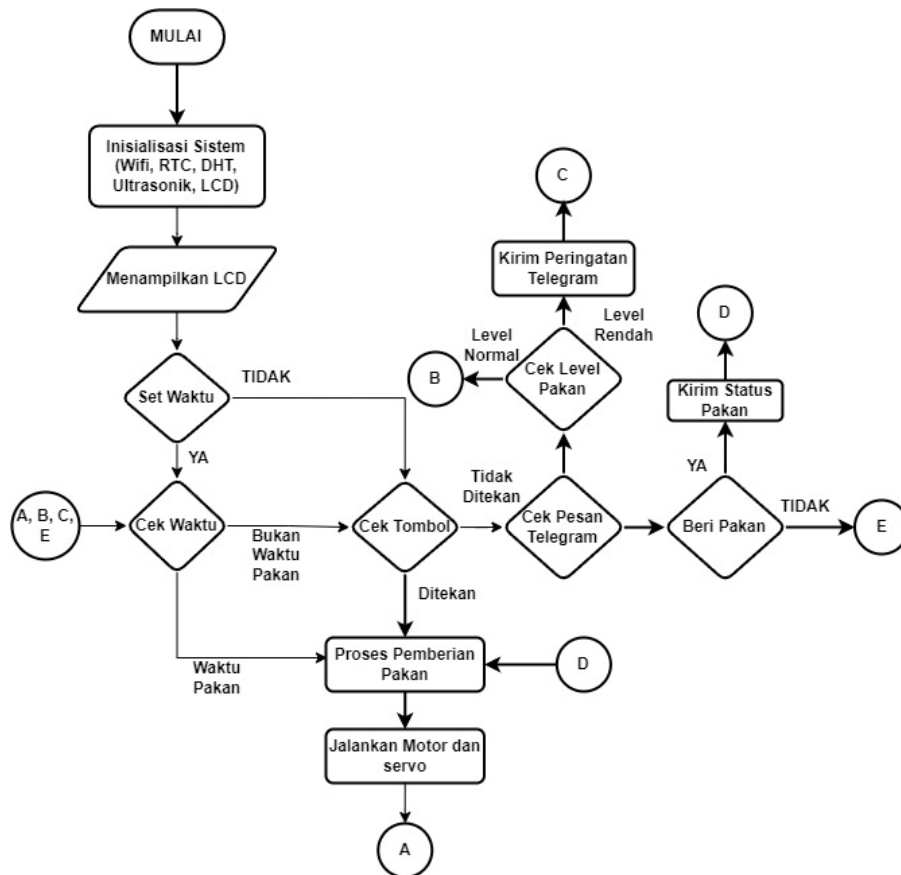
Gambar 2. Blok Diagram Sistem

4. Flowchart Sistem

Gambar 3 adalah flowchart dari sistem otomatisasi pakan ayam berbasis IoT. Alur program dimulai dari inisialisasi sistem oleh ESP32, koneksi WiFi, Telegram Bot, sensor suhu DHT22, dan sensor ultrasonik. Selanjutnya, sistem akan membaca data suhu dan jarak secara berkala. Data ini digunakan untuk menentukan status isi pakan dan suhu kandang, serta ditampilkan pada LCD dan dikirim ke pengguna melalui Telegram. Jika waktu saat ini sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan atau tombol manual ditekan,



maka sistem akan mengaktifkan motor dan servo untuk proses pemberian pakan otomatis. Sistem juga memantau jika isi pakan dalam tampungan di bawah ambang batas, maka notifikasi dikirim melalui Telegram. Program terus berjalan dalam *loop* untuk memantau dan mengeksekusi perintah dari pengguna dan kondisi sensor secara *real-time*. Flowchart ini menggambarkan proses kerja sistem secara keseluruhan mulai dari inialisasi hingga pemberian pakan dan notifikasi kondisi.



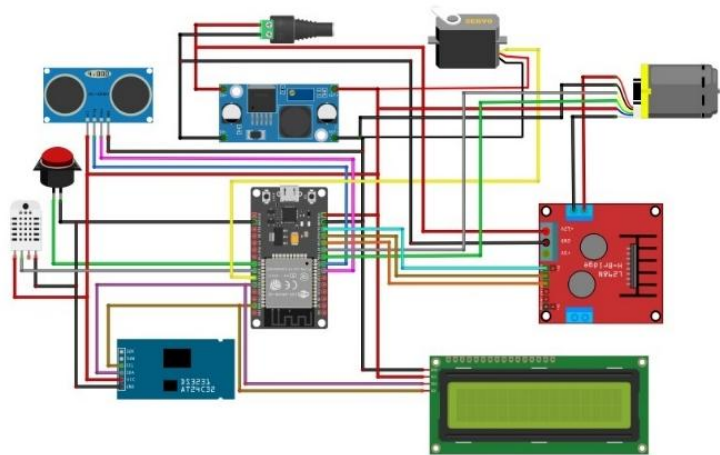
Gambar 3. Flowchart Sistem

5. Perancangan Hardware

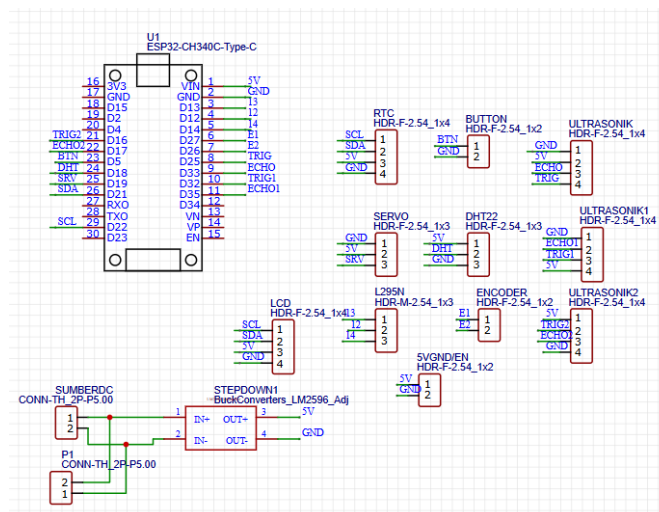
Gambar 4 merupakan *wiring* diagram dari rangkaian sistem otomatisasi pakan ayam berbasis IoT yang digunakan dalam penelitian. Mikrokontroler utama yang digunakan adalah NodeMCU ESP32 yang berperan sebagai pusat kendali seluruh komponen. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi sisa pakan dalam tampungan, sedangkan sensor DHT22 digunakan untuk memantau suhu lingkungan kandang. RTC DS3231 berfungsi sebagai penentu waktu penjadwalan pemberian pakan secara otomatis. Motor DC dengan *encoder* digunakan untuk mendistribusikan pakan secara akurat, yang



dikendalikan melalui driver L298N, sementara servo motor berfungsi sebagai katup buka-tutup pakan. Seluruh status sistem, termasuk suhu dan jadwal, ditampilkan pada LCD I2C 16x2. Untuk pemberian pakan secara manual, sistem dilengkapi *push button* meskipun tidak menggunakan resistor eksternal karena memanfaatkan *pull-up internal* dari ESP32. Rangkaian ini juga dilengkapi dengan modul *step down* untuk menyesuaikan tegangan dari sumber utama agar aman bagi semua komponen. Selain itu, sistem ini terhubung ke jaringan internet dan menggunakan Bot Telegram sebagai antarmuka kendali jarak jauh untuk pemantauan serta kontrol sistem secara *real-time*. Rangkaian ini dirancang agar tetap bekerja stabil dalam kondisi operasional kandang yang berubah-ubah. Keseluruhan sistem dioptimalkan untuk mendukung efisiensi dan kemudahan pengelolaan pakan secara modern.

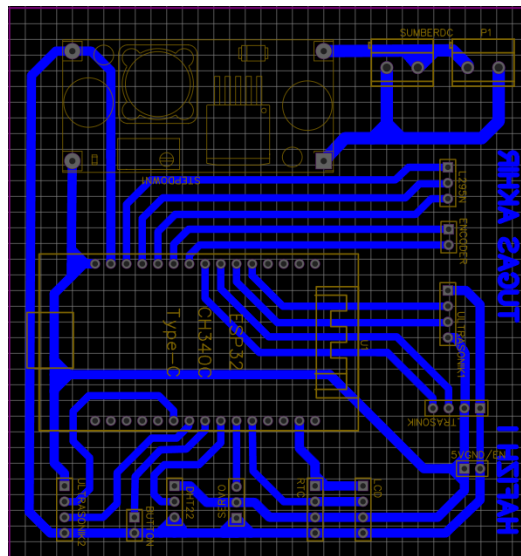


Gambar 4. Wiring Diagram



Gambar 5a. Schematic PCB





Gambar 5b. *Board PCB*

Perancangan tata letak rangkaian elektronik dilakukan menggunakan perangkat lunak EasyEDA. Visualisasi skematik rangkaian PCB ditampilkan pada Gambar 5a, sedangkan tata letak jalur pada papan PCB ditunjukkan pada Gambar 5b. Desain ini bertujuan untuk mempermudah integrasi koneksi antar komponen serta memastikan bahwa hubungan antara pin mikrokontroler ESP32 dan seluruh komponen lainnya tersusun secara efisien dan presisi. Penataan jalur dan konektor pada layout PCB disusun secara sistematis guna mendukung stabilitas dan kelancaran operasional sistem secara menyeluruh.

6. Pengujian Sistem

Setelah proses perancangan dan perakitan sistem otomatisasi pemberian pakan ayam berbasis IoT selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah pengujian sistem secara menyeluruh untuk memastikan seluruh komponen berfungsi sesuai dengan rancangan dan dapat diandalkan dalam kondisi operasional nyata. Pengujian diawali dengan memverifikasi pembacaan suhu menggunakan sensor DHT22, di mana data yang ditampilkan pada LCD dibandingkan dengan termometer digital untuk mengukur akurasi. Selanjutnya, dilakukan pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur sisa pakan dalam tampungan, dengan membandingkan pembacaan jarak sensor terhadap pengukuran manual menggunakan penggaris. Pengujian motor DC dengan *encoder* dilakukan untuk memastikan motor mampu berputar dalam durasi dan arah yang sesuai saat diaktifkan oleh perintah otomatis atau manual. Motor servo juga diuji untuk memastikan gerakan membuka dan menutup katup pakan berfungsi dengan lancar. Fungsi RTC DS3231 diuji dengan mengatur waktu penjadwalan dan memastikan



pakan keluar secara otomatis sesuai jadwal. Terakhir pengujian sistem komunikasi dilakukan dengan mengirimkan perintah melalui Telegram Bot seperti /start, /status, dan /jadwal, lalu memastikan respon diterima dan dieksekusi oleh alat secara *real-time*.

7. Pengujian *Error* Pada Sensor

Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dari sensor-sensor yang digunakan dalam sistem, yaitu sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur sisa pakan dalam tampungan dan sensor DHT22 untuk membaca suhu kandang. Pengujian dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor pada alat dengan alat ukur referensi, seperti penggaris untuk sensor ultrasonik dan termometer digital untuk sensor suhu. Data dari sensor diuji secara individual dan dibandingkan dengan hasil pengukuran manual. Selisih nilai antara sensor dan alat ukur referensi dihitung sebagai nilai *error*, yang menunjukkan tingkat deviasi pengukuran dari alat terhadap standar.

7.1. Nilai Selisih Parameter

Untuk mengetahui deviasi antara nilai pengukuran sensor dan alat ukur referensi, digunakan rumus selisih nilai. Perhitungan ini bertujuan untuk melihat perbedaan absolut dari hasil yang diperoleh oleh sistem terhadap nilai yang dijadikan acuan. Rumus selisih dapat dinyatakan dalam Persamaan (1).

$$\text{Selisih} = \text{Nilai Aktual} - \text{Nilai Referensi} \quad (1)$$

7.2. Nilai Persentase *Error*

Setelah mendapatkan nilai selisih, langkah berikutnya adalah menghitung persentase *error* untuk menilai tingkat kesalahan relatif terhadap nilai referensi. Persentase *error* ini berguna untuk mengevaluasi stabilitas dan konsistensi sensor dalam menghasilkan data yang mendekati nilai sebenarnya. Rumusnya ditunjukkan dalam Persamaan (2).

$$\%Error = (\text{Selisih} / \text{Nilai Referensi}) \times 100\% \quad (2)$$

7.3. Nilai Rata-Rata *Error*

Untuk mengetahui keakuratan sistem secara keseluruhan, dilakukan perhitungan rata-rata dari seluruh nilai *error* yang diperoleh. Nilai rata-rata *error* ini menggambarkan sejauh mana sistem mampu memberikan hasil yang mendekati nilai referensi dalam berbagai kondisi pengujian. Semakin kecil nilai rata-rata *error*, maka semakin tinggi



tingkat presisi dan keandalan sistem. Oleh karena itu, nilai ini menjadi acuan penting dalam mengevaluasi performa keseluruhan sistem. Perhitungannya dirumuskan dalam Persamaan (3).

$$\text{Rata-rata Error} = \text{Total Semua Error} / \text{Jumlah Pengujian} \quad (3)$$

7.4. Nilai Kapasitas Pakan

Nilai kapasitas pakan menunjukkan persentase isi pakan yang tersisa dalam wadah berdasarkan hasil pembacaan sensor ultrasonik. Perhitungan kapasitas ini dilakukan dengan membandingkan jarak yang terukur oleh sensor terhadap tinggi tampungan pakan yang telah diketahui. Semakin kecil jarak yang terbaca oleh sensor, maka semakin besar kapasitas pakan yang tersisa. Perhitungan ini berguna untuk menentukan waktu pengisian ulang pakan secara tepat. Selain itu, nilai kapasitas pakan juga dapat dijadikan sebagai parameter kontrol dalam sistem otomatisasi pemberian pakan. Dengan demikian, sistem dapat bekerja secara efisien tanpa menunggu pakan benar-benar habis. Perhitungannya dirumuskan dalam Persamaan (4).

$$\text{Kapasitas Pakan} = \frac{\text{Jarak maks} - \text{Jarak terukur}}{\text{Jarak maks} - \text{Jarak min}} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

Jarak maks = jarak saat tampungan kosong.

Jarak min = jarak saat tampungan penuh.

Jarak terukur = jarak sensor ke permukaan pakan saat pengukuran.

HASIL

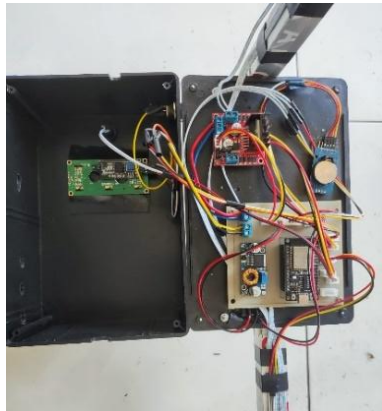
1. Hasil Perancangan

1.1. Tampilan Alat

Perangkat keras pada sistem ini menggunakan rangka utama dari besi hollow aluminium berukuran 1x1 cm dan besi L sebagai rel motor distribusi, dengan dimensi keseluruhan 100 cm x 50 cm x 80 cm. Sistem dikendalikan oleh NodeMCU ESP32 yang ditempatkan dalam sebuah *box* plastik berukuran 14,5 cm x 21,5 cm x 8,5 cm, yang juga menampung komponen pendukung seperti rangkaian catu daya, modul RTC DS3231, dan koneksi sensor. Sensor DHT22, sensor ultrasonik HC-SR04, LCD I2C, dan tombol input manual dipasang di bagian luar *box* agar mudah diakses pengguna. Motor DC dengan *encoder*



berfungsi untuk mengatur distribusi pakan, sementara servo motor mengatur katup buka/tutup pakan. Seluruh sistem ini dirancang untuk bekerja secara otomatis dan dapat dipantau melalui Telegram Bot secara *real-time* dan juga melalui tampilan LCD I2C. Gambar 6a hingga Gambar 6g berikut menunjukkan tampilan fisik dari alat otomatisasi pakan ayam yang telah dirancang. Setiap sisi alat, baik bagian dalam *box*, depan, samping, dan atas kandang, didokumentasikan untuk memperjelas struktur fisik dari sistem yang telah dibangun.



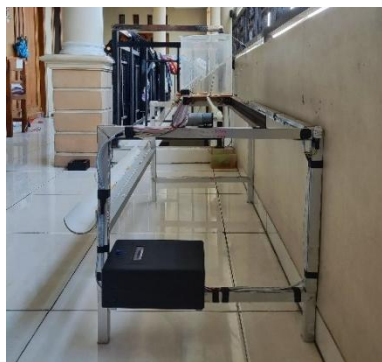
Gambar 6a. Bagian dalam *box* rangkaian



Gambar 6b. Bagian Depan *Box* Rangkaian



Gambar 6c. tampak depan alat (tanpa kandang)



Gambar 6d. Tampak samping kanan



Gambar 6e. Tampak samping kiri





Gambar 6f. Tampak samping kanan dengan kandang



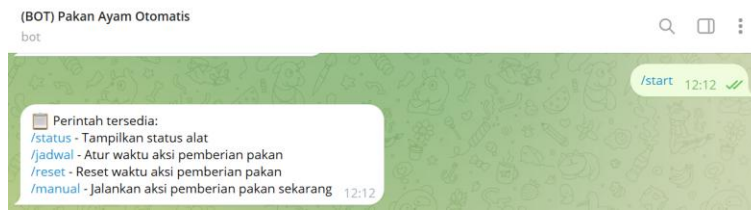
Gambar 6g. Tampak samping kiri dengan kandang

1.2. Tampilan Bot Telegram

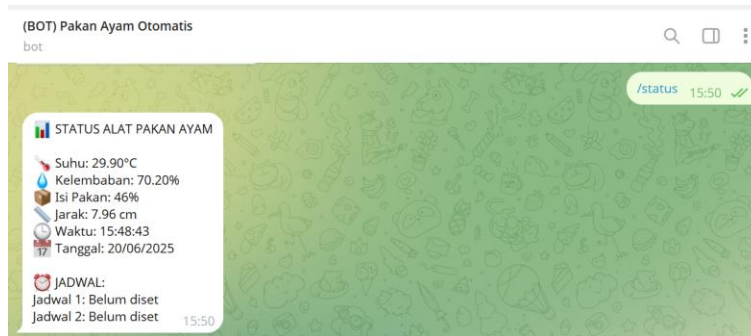
Pada sistem ini, *Internet of Things* (IoT) diimplementasikan melalui platform Telegram Bot sebagai antarmuka utama antara pengguna dan alat. Telegram Bot berfungsi untuk memantau pembacaan sensor suhu kandang dan sisa pakan, serta mengendalikan distribusi pakan ayam secara *real-time*. Melalui perintah teks seperti `/start`, `/status`, `/jadwal`, `/manual` dan `/reset`, pengguna dapat mengakses informasi kondisi alat, mengatur jadwal pemberian pakan, serta mengaktifkan sistem secara otomatis tanpa perlu hadir secara fisik. Notifikasi juga dikirimkan secara otomatis apabila suhu melebihi ambang batas atau pakan dalam tampungan hampir habis, sehingga alat dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh dengan praktis dan efisien.

Gambar 7 menunjukkan antarmuka komunikasi antara pengguna dan sistem melalui Bot Telegram. Sistem ini memudahkan kontrol dan pemantauan proses pemberian pakan ayam, baik secara otomatis maupun manual. Melalui perintah `/status`, pengguna dapat melihat kondisi terkini berupa jadwal pakan, suhu kandang, dan sisa pakan dalam tampungan secara *real-time*. Perintah `/jadwal` digunakan untuk mengatur waktu pemberian pakan otomatis, yang akan disimpan dalam RTC dan dijalankan setiap hari sesuai waktu yang ditentukan. Sementara itu, perintah `/reset` berfungsi menghapus jadwal yang tersimpan, dan `/manual` digunakan untuk menjalankan proses pemberian pakan secara langsung. Setiap perintah yang dikirim akan direspon oleh sistem dengan notifikasi yang informatif, memastikan pengguna tetap terhubung dan dapat mengontrol alat dari jarak jauh dengan mudah.





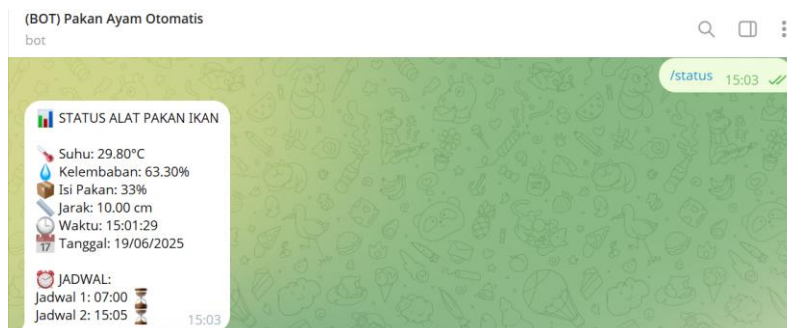
Gambar 7a. Tampilan awal Bot Telegram



Gambar 7b. Tampilan Bot Telegram ketika pengecekan status



Gambar 7c. Tampilan Bot Telegram ketika penjadwalan pemberian pakan

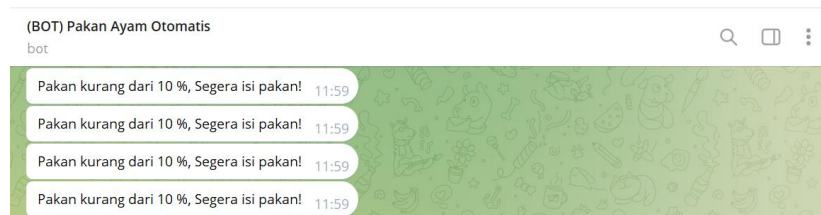


Gambar 7d. Tampilan Bot Telegram ketika pengecekan status setelah penjadwalan





Gambar 7e. Tampilan Bot Telegram ketika pemberian pakan manual



Gambar 7f. Tampilan Bot Telegram ketika kapasitas pakan kurang dari 10%

PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk menilai kinerja sistem dalam membaca data dari berbagai sensor serta memastikan seluruh fitur berfungsi sebagaimana mestinya. Pengujian difokuskan pada validasi pembacaan sensor suhu (DHT22) dan sensor ultrasonik yang digunakan untuk mengukur sisa pakan, serta pemantauan hasil secara langsung melalui platform Telegram. Selain itu, pengujian juga mencakup evaluasi terhadap kendali motor penggerak tampungan pakan yang dilengkapi *encoder*, serta mekanisme buka-tutup saluran pakan menggunakan servo. Sistem turut diuji untuk memastikan bahwa proses pemberian pakan otomatis dapat berjalan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan melalui modul RTC DS3231, dan seluruh perintah yang dikirim melalui Telegram dapat diproses dengan benar. Setiap skenario diuji berdasarkan akurasi sensor, presisi pergerakan mekanik, responsivitas terhadap perintah manual dan otomatis, serta ketepatan sistem dalam menjalankan proses pemberian pakan secara efisien dan tepat waktu.

1.1. Pengujian Sensor Suhu DHT22

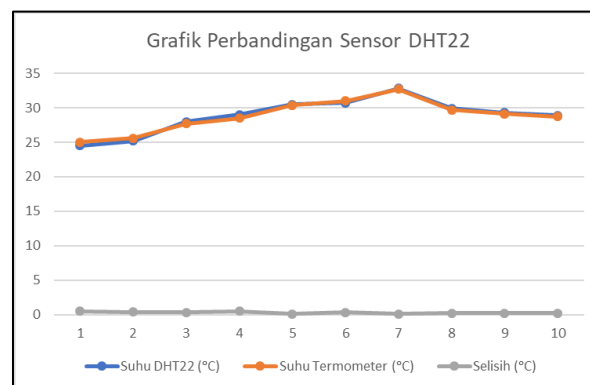
Pengujian sensor suhu DHT22 dilakukan untuk memastikan bahwa sensor mampu memberikan data suhu yang akurat dan konsisten sesuai dengan kondisi lingkungan kandang. Sensor DHT22 mengukur suhu udara dan kelembapan secara digital, sehingga hasil pembacaan dapat langsung dibandingkan dengan alat ukur suhu standar (termometer digital). Hasil pengujian suhu ditampilkan pada Tabel 2, yang membandingkan pembacaan suhu dari sensor DHT22 dengan alat ukur standar



(termometer) serta menghitung selisih dan persentase *error*-nya. Pada gambar 8a. merupakan Grafik yang memperlihatkan suhu yang terbaca oleh kedua alat serta selisihnya. Untuk dokumentasi pada saat pengukuran terdapat pada gambar 8b.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor DHT22 dengan Alat ukur

No	Waktu Pengujian	Suhu DHT22 (°C)	Suhu Termometer (°C)	Selisih (°C)	Error (%)
1	06.00 WIB	24,5	25	0,5	2,00
2	07.30 WIB	25,2	25,6	0,4	1,56
3	09.00 WIB	28	27,7	0,3	1,08
4	10.30 WIB	29	28,5	0,5	1,75
5	12.00 WIB	30,5	30,4	0,1	0,33
6	13.30 WIB	30,7	31	0,3	0,97
7	15.00 WIB	32,8	32,7	0,1	0,31
8	17.00 WIB	29,9	29,7	0,2	0,67
9	19.00 WIB	29,3	29,1	0,2	0,69
10	21.00 WIB	28,9	28,7	0,2	0,70
Rata-rata selisih suhu (°c) dan <i>error</i> (%)				0,28	1,006



Gambar 8a. Grafik Perbandingan Sensor dengan Alat Ukur





Gambar 8b. Dokumentasi Pengujian Sensor DHT22

Pengujian sensor suhu DHT22 dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaannya terhadap termometer standar pada sepuluh waktu pengukuran berbeda. Hasil menunjukkan bahwa suhu yang terbaca oleh DHT22 memiliki selisih yang kecil terhadap termometer acuan, dengan rata-rata selisih sebesar $0,28^{\circ}\text{C}$ dan rata-rata error sebesar $1,006\%$. Nilai selisih terbesar tercatat $0,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan error maksimum mencapai $2,00\%$, yang masih berada dalam batas toleransi pengukuran suhu. Grafik perbandingan menunjukkan bahwa tren suhu yang terbaca oleh DHT22 mengikuti pola yang hampir identik dengan termometer, sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor ini memiliki akurasi dan konsistensi yang baik. Dengan hasil tersebut, sensor DHT22 layak digunakan dalam sistem pemantauan suhu pada aplikasi otomatisasi peternakan, karena mampu memberikan data yang cukup akurat dan stabil. Selain itu, sensor ini memiliki waktu respon yang cepat dan konsumsi daya yang rendah, menjadikannya cocok untuk sistem monitoring berbasis IoT. Kinerja yang stabil pada berbagai kondisi lingkungan memperkuat keandalannya dalam penggunaan jangka panjang.

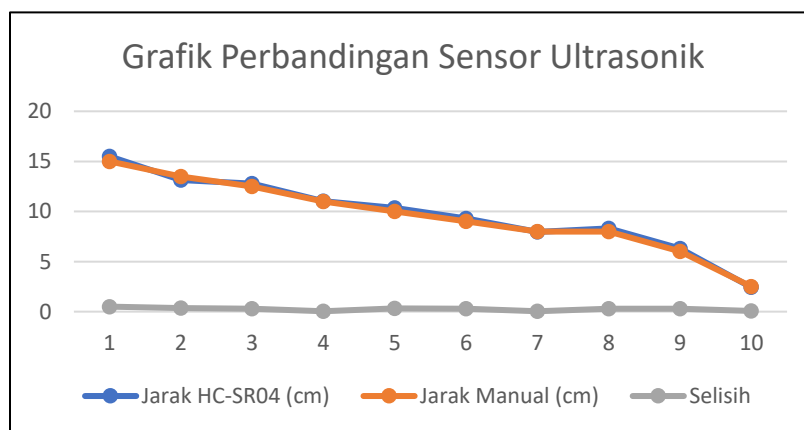
1.2. Pengujian Sensor Ultrasonic HC-SR04

Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan untuk menilai tingkat keakuratan dan keandalan sensor dalam mengukur jarak permukaan pakan di tampungan. Proses pengujian melibatkan perbandingan hasil pembacaan sensor dengan pengukuran manual menggunakan penggaris sebagai alat ukur referensi. Pengujian dilakukan berulang kali pada berbagai ketinggian pakan guna memastikan bahwa data yang diperoleh sensor sesuai dengan data pengukuran manual. Perbedaan antara kedua hasil pengukuran tersebut dianalisis untuk menghitung nilai *error* serta rata-ratanya sebagai indikator performa sensor pada sistem. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 3, sedangkan perbandingan grafik antara hasil sensor dan alat ukur serta selisih kedua sensor dapat dilihat pada Gambar 9.



Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik dengan Alat Ukur

No	Tinggi Pakan (cm)	Jarak HC-SR04 (cm)	Jarak Manual (cm)	Selisih	Error (%)
1	0	15,5	15	0,5	3,33
2	1,5	13,15	13,5	0,35	2,59
3	2,5	12,79	12,5	0,29	2,32
4	4	11,04	11	0,04	0,36
5	5	10,34	10	0,34	3,40
6	6	9,3	9	0,3	3,33
7	7	7,96	8	0,04	0,50
6	7	8,3	8	0,3	3,75
9	9	6,3	6	0,3	5,00
10	12,5	2,42	2,5	0,08	3,20
Rata-rata selisih jarak (cm) dan Error (%)				0,254	2,78



Gambar 9. Grafik Perbandingan Sensor Ultrasonik dengan Alat Ukur

Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan dengan membandingkan pembacaan jarak yang dihasilkan sensor terhadap pengukuran manual menggunakan penggaris, pada berbagai tingkat ketinggian pakan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 memberikan nilai yang cukup mendekati data manual, dengan rata-rata selisih



sebesar 0,254 cm dan nilai *error* rata-rata sebesar 2,78%. Selisih terbesar sebesar 0,5 cm dan *error* tertinggi mencapai 5,00% terjadi pada pengukuran ke-9, sedangkan selisih terkecil yaitu 0,04 cm ditemukan pada pengukuran ke-4 dan ke-7. Grafik perbandingan antara hasil sensor dan pengukuran manual menunjukkan bahwa tren data kedua metode mengikuti pola yang hampir serupa, dengan garis selisih yang relatif stabil dan kecil di seluruh rentang pengujian. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 memiliki akurasi dan konsistensi yang baik dalam mendeteksi jarak, sehingga layak digunakan untuk pemantauan tinggi pakan secara otomatis dalam sistem peternakan berbasis IoT. Untuk konversi nilai jarak sensor ultrasonic menjadi persen terdapat pada tabel 4, serta dokumentasi pada saat pengujian sensor ultrasonic terdapat pada gambar 10.

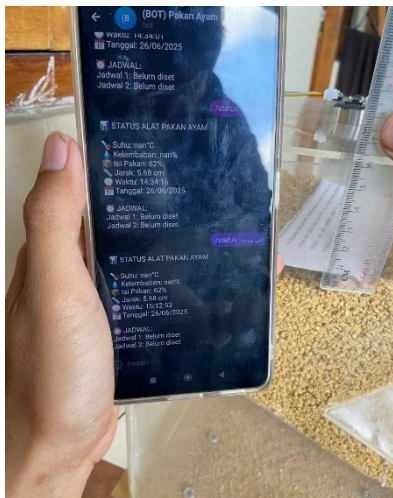
Tabel 4. Konversi jarak sensor ultrasonik (cm) ke isi pakan (%)

No	Jarak HC-SR04 (cm)	Jarak Manual (cm)	Kapasitas Pakan Perhitungan Sensor (%)	Kapasitas Pakan Perhitungan Manual (%)	selisih (%)	Error (%)
1	15	15	0,00	0	0	0
2	13,46	13,5	12,32	12	0,32	2,67
3	12,47	12,5	20,24	20	0,24	1,20
4	11,04	11	31,68	32	0,32	1,00
5	10,17	10	38,64	40	1,36	3,40
6	9,3	9	45,60	48	2,4	5,00
7	7,96	8	56,32	56	0,32	0,57
8	8,3	8	53,60	56	2,4	4,29
9	6,3	6	69,60	72	2,4	3,33
10	2,5	2,5	100,00	100	0	0
Rata-rata selisih kapasitas pakan (%) dan error (%)					0,98	2,15

Pengujian ini bertujuan untuk mengonversi hasil pembacaan jarak dari sensor ultrasonik HC-SR04 menjadi estimasi kapasitas pakan dalam bentuk persentase (%), berdasarkan rumus pada persamaan (4). Berdasarkan Tabel 4, diketahui bahwa semakin kecil jarak



pembacaan sensor terhadap permukaan pakan, maka semakin tinggi persentase kapasitas pakan. Misalnya, pada jarak 15,5 cm (pakan kosong), kapasitas tercatat 0%, sedangkan pada jarak 2,42 cm, kapasitas mencapai 83,87%. Pola ini menunjukkan hubungan yang konsisten dan proporsional antara jarak dan volume pakan. Dengan menggunakan tinggi tampungan sebagai referensi konversi, metode ini memungkinkan pemantauan isi pakan secara kuantitatif dan efisien. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 dapat dimanfaatkan secara efektif untuk memperkirakan tingkat ketersediaan pakan dalam sistem pemantauan otomatis berbasis IoT.



Gambar 10. Dokumentasi Pengujian Sensor Ultrasonik

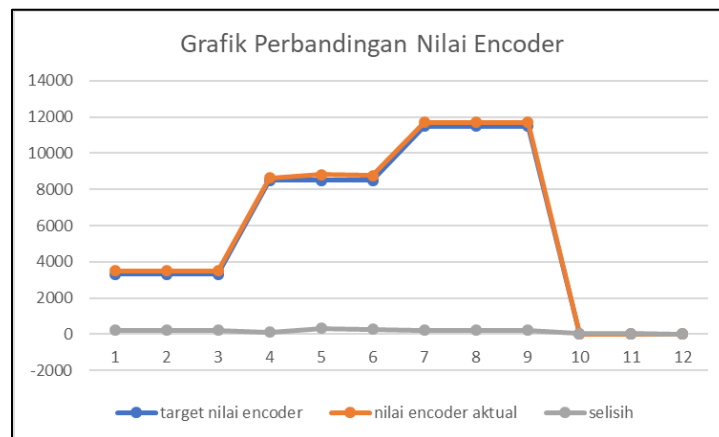
1.3. Pengujian Motor DC Encoder

Pengujian motor DC yang dilengkapi dengan encoder dilakukan untuk mengevaluasi akurasi dan konsistensi pergerakan tampungan pakan dalam sistem. Encoder berfungsi sebagai sensor umpan balik untuk mendeteksi jumlah putaran motor, yang berpengaruh langsung terhadap posisi akhir tampungan pakan di sepanjang rel. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan perintah pergerakan berdasarkan jumlah pulsa encoder, kemudian dibandingkan dengan pembacaan pulsa encoder saat berhenti. Hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui tingkat ketepatan gerak dan selisih nilai encoder. Pengujian ini juga membantu memastikan bahwa sistem dapat menghentikan pergerakan pada posisi yang diinginkan dengan stabil. Keakuratan ini sangat penting untuk menjamin pakan terdistribusi secara merata dan tepat sesuai kebutuhan. Tabel 5 merupakan hasil pengujian Motor DC Encoder, sedangkan grafik perbandingannya terletak pada Gambar 11.



Tabel 5. Hasil Pengujian Motor DC Encoder

No	Posisi Pakan	Target Nilai Encoder	Nilai Encoder Aktual	Selisih	Error(%)
1	Pertama	3300	3504	204	6,2
2	Pertama	3300	3506	206	6,2
3	Pertama	3300	3509	209	6,3
4	Kedua	8500	8620	120	1,4
5	Kedua	8500	8823	323	3,8
6	Kedua	8500	8763	263	3,1
7	Ketiga	11500	11712	212	1,8
8	Ketiga	11500	11710	210	1,8
9	Ketiga	11500	11715	215	1,9
10	Keempat	5	10	5	100,0
11	Keempat	5	10	5	100,0
12	Keempat	5	-5	10	200,0
Rata-Rata Selisih Dan Error (%)				165,2	36,04



Gambar 11. Grafik Perbandingan Motor DC dengan Encoder



Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5 dan grafik Gambar 11, sistem motor DC yang dikendalikan dengan encoder menunjukkan performa yang cukup baik dalam mencapai target posisi pakan, dengan rata-rata error sebesar 36,04% dan rata-rata selisih 165,2. Posisi pakan pertama menunjukkan error tertinggi sekitar 6,3%, kemungkinan akibat ketidakseimbangan awal sistem mekanik seperti gesekan roda bearing, kelonggaran timing belt, atau tarikan pulley yang kurang tepat. Akurasi meningkat pada posisi pakan kedua dan ketiga dengan error yang lebih rendah, bahkan mencapai 1,4% pada posisi kedua, menandakan sistem semakin stabil setelah motor bergerak beberapa saat. Sementara itu, pada posisi keempat, meskipun nilai target sangat kecil yaitu 5, terjadi error yang sangat tinggi hingga 200% karena pada tahap ini motor bergerak mundur untuk kembali ke posisi awal, sehingga nilai pulsa encoder berkurang atau menjadi negatif, berbeda dengan tiga percobaan sebelumnya yang bergerak maju dan menambah pulsa, hal ini menyebabkan selisih yang relatif besar terhadap target kecil tersebut, sehingga menghasilkan error persen yang tampak tinggi meskipun posisi fisik sebenarnya cukup akurat.

1.4. Pengujian Servo

Pengujian mekanisme servo dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam membuka dan menutup saluran pakan secara otomatis. Servo digunakan untuk menggerakkan pintu atau katup pada tampungan pakan, yang memungkinkan pakan mengalir saat terbuka dan tertutup rapat saat tidak digunakan. Pengujian dilakukan dengan memberikan perintah buka dan tutup secara berulang, kemudian diamati apakah sudut pergerakan servo sesuai dengan yang diharapkan dan apakah mekanisme buka-tutup dapat berfungsi dengan baik. Keberhasilan pengujian ditentukan dari keluarnya pakan saat servo membuka dan tidak adanya aliran pakan saat servo menutup. Pada hasil pengujian servo dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Servo

No	Perintah Servo	Sudut Target (°)	Gerakan Servo (Aktual)	Pakan Keluar	Status Kinerja
1	Buka	70	Terbuka	Ya	Berfungsi Baik
2	Tutup	95	Tertutup	Tidak	Berfungsi Baik



3	Buka	70	Terbuka	Ya	Berfungsi Baik
4	Tutup	95	Tertutup	Tidak	Berfungsi Baik
5	Buka	70	Terbuka	Ya	Berfungsi Baik
6	Tutup	95	Tertutup	Tidak	Berfungsi Baik
7	Buka	70	Terbuka	Ya	Berfungsi Baik
8	Tutup	95	Tertutup	Tidak	Berfungsi Baik

Berdasarkan data pada Tabel 6, dapat disimpulkan bahwa sistem aktuasi menggunakan motor servo bekerja dengan baik dalam merespon perintah buka dan tutup sesuai sudut target yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan dengan dua variasi sudut, yaitu 70° untuk membuka dan 95° untuk menutup saluran pakan. Dari delapan pengujian, seluruh perintah servo berhasil dijalankan dengan tepat, di mana kondisi gerakan aktual selalu sesuai dengan perintah yang diberikan. Hal ini juga didukung oleh indikator keluarnya pakan, yang hanya terjadi saat servo berada pada posisi terbuka, sedangkan pada posisi tertutup tidak terjadi aliran pakan. Status kinerja dari semua pengujian menyatakan bahwa servo berfungsi dengan baik tanpa ada kesalahan atau kegagalan mekanis. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi antara perintah sistem dan respon servo sudah optimal serta mampu menjamin proses buka-tutup saluran pakan berjalan secara otomatis dan andal, sesuai dengan kebutuhan sistem pemberian pakan ayam otomatis yang dirancang dalam prototipe ini.

1.5. Pengujian RTC

Pengujian ini dilakukan untuk memverifikasi bahwa sistem dapat menjalankan proses pemberian pakan secara otomatis sesuai dengan jadwal waktu yang telah ditentukan melalui modul RTC DS3231. Sistem dirancang agar setiap kali waktu aktual pada RTC sesuai dengan waktu yang telah diprogram sebagai jadwal pemberian pakan, maka proses pemberian pakan akan berjalan secara otomatis tanpa campur tangan pengguna.



Hasil pengujian efektivitas modul RTC dalam menjalankan penjadwalan pemberian pakan secara otomatis dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian RTC

No	Jadwal Pakan	Waktu dari RTC	Waktu Sebenarnya	Pakan Diberikan	Status
1	07.00	07.00	07.02	Ya	Berhasil
2	16.00	16.00	16.02	Ya	Berhasil
3	07.00	07.00	07.01	Ya	Berhasil
4	16.00	16.00	16.02	Ya	Berhasil
5	07.00	07.00	07.02	Ya	Berhasil
6	16.00	16.00	16.03	Ya	Berhasil
7	07.00	07.00	07.01	Ya	Berhasil
8	16.00	16.00	16.04	Ya	Berhasil

Berdasarkan Tabel 7, dapat diketahui bahwa pengujian modul RTC DS3231 berjalan dengan baik dan akurat dalam mengatur jadwal pemberian pakan otomatis sesuai waktu yang telah ditentukan. Waktu dari RTC menunjukkan kecocokan dengan jadwal pakan yang telah diprogram, dan hanya terdapat perbedaan waktu aktual sebesar 1–4 menit dari waktu yang diharapkan. Perbedaan ini masih tergolong wajar dan tidak memengaruhi proses pemberian pakan secara signifikan, karena seluruh percobaan berhasil memberikan pakan tepat setelah waktu yang ditentukan tercapai. Hal ini menunjukkan bahwa modul RTC DS3231 memiliki presisi yang cukup tinggi dalam menjaga sinkronisasi waktu secara konsisten. Selain itu, seluruh status pengujian menunjukkan hasil “Berhasil,” yang berarti sistem mampu mendeteksi waktu secara akurat dan menjalankan perintah pemberian pakan dengan andal.

1.6. Pengujian Jumlah Pakan yang Diberikan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah jumlah pakan yang diberikan oleh sistem pemberi pakan otomatis sesuai dengan kebutuhan harian ayam dalam kandang baterai. Dalam pengujian ini, pakan yang dikeluarkan oleh sistem diukur menggunakan timbangan digital setelah proses distribusi selesai. Hasil pengukuran kemudian

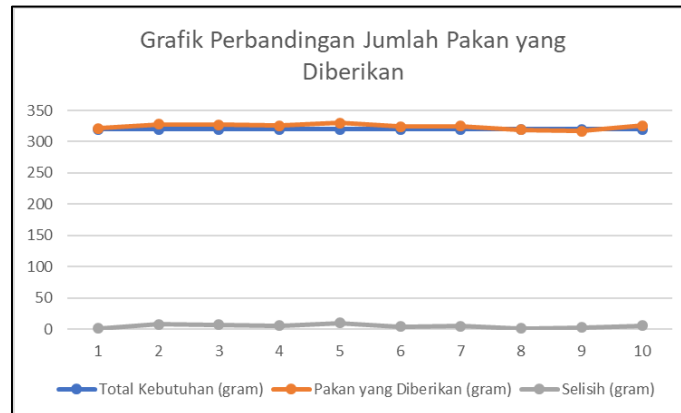


dibandingkan dengan standar kebutuhan pakan harian ayam yang direkomendasikan, misalnya 80 gram per ekor per hari untuk ayam dewasa. Data ini digunakan untuk menilai keakuratan distribusi pakan dan menyesuaikan waktu buka servo atau jumlah motor berhenti untuk mencapai pakan ideal. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 8, sedangkan untuk grafik perbandingan jumlah pakan yang diberikan dengan kebutuhan pakan dan selisihnya terdapat pada gambar 12, untuk dokumentasi pengujian jumlah pakan yang diberikan terdapat pada gambar 13.

Tabel 8. Hasil Pengujian Jumlah Pakan yang Diberikan

No	Jumlah Ayam	Kebutuhan Pakan / Ekor (gram)	Total Kebutuhan (gram)	Pakan yang Diberikan (gram)	Selisih (gram)	Error (%)
1	4	80	320	321	1	0,31
2	4	80	320	328	8	2,44
3	4	80	320	327	7	2,14
4	4	80	320	326	6	1,84
5	4	80	320	330	10	3,03
6	4	80	320	324	4	1,23
7	4	80	320	325	5	1,54
8	4	80	320	319	1	0,31
9	4	80	320	317	3	0,95
10	4	80	320	326	6	1,84
Rata-rata selisih jumlah pakan (gram) dan Error (%)					5,1	1,56





Gambar 12. Grafik Perbandingan Jumlah Pakan yang Diberikan



Gambar 13. Dokumentasi Pengujian Jumlah Pakan yang Diberikan

Berdasarkan data pada Tabel 8 dan grafik Gambar 12 mengenai pengujian jumlah pakan yang diberikan, sistem menunjukkan performa yang cukup baik dalam mendistribusikan pakan sesuai kebutuhan. Pada setiap percobaan, jumlah ayam tetap sebanyak 4 ekor dengan kebutuhan pakan masing-masing 80 gram, sehingga total kebutuhan pakan sebesar 320 gram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pakan yang diberikan berkisar antara 317 gram hingga 330 gram, dengan selisih maksimum sebesar 10 gram dan minimum sebesar 1 gram. Persentase *error* tertinggi tercatat sebesar 3,03% dan yang terendah 0,31%, dengan rata-rata *error* sebesar 1,56%. Grafik perbandingan menunjukkan garis yang hampir sejajar antara total kebutuhan dan pakan yang diberikan, menandakan konsistensi distribusi pakan oleh sistem. Selisih yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh faktor mekanis seperti ketidaksempurnaan pada sistem pembuangan pakan atau getaran yang menyebabkan jumlah pakan melebihi atau kurang dari target. Namun, secara keseluruhan sistem dapat dikatakan berfungsi dengan baik dalam mengatur jumlah pakan yang diberikan mendekati kebutuhan aktual ayam.



1.7. Penguji Bot Telegram

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan fungsi komunikasi antara alat dan pengguna melalui Telegram Bot berjalan dengan baik. Pengujian meliputi respon sistem terhadap perintah yang valid, penanganan perintah tidak dikenal, serta kestabilan respon saat koneksi internet melemah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespon perintah dengan cepat dan akurat sesuai fungsi yang diinginkan. Hasil lengkap dari pengujian Telegram Bot tersebut disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengujian Bot Telegram

No	Perintah Dikirim	Respon yang Diharapkan	Respon Terkirim	Waktu Respon (detik)	Status
1	/start	Menampilkan menu utama atau sapaan awal	Sesuai	4,3	Berhasil
2	/status	Menampilkan suhu, isi pakan, jadwal, dan waktu	Sesuai	1,2	Berhasil
3	/jadwal	Melakukan penjadwalan pakan pada alat	Sesuai	3,1	Berhasil
4	/manual	Menjalankan distribusi pakan secara manual	Sesuai	5,1	Berhasil
5	/reset	Mereset penjadwalan pakan	Sesuai	4,4	Berhasil
6	/xyz123	Tidak merespon	Sesuai	0	Tidak Berhasil



KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa prototipe otomatisasi pakan ayam dalam kandang baterai dengan pemantauan suhu dan sisa pakan berbasis *Internet of Things* (IoT) berhasil dikembangkan dan berjalan sesuai dengan fungsinya. Sistem ini mampu memberikan pakan secara otomatis berdasarkan waktu yang dijadwalkan melalui RTC DS3231 dan dapat dikendalikan jarak jauh menggunakan Telegram Bot. Pengukuran suhu menggunakan sensor DHT22 menunjukkan rata-rata *error* sebesar 1,006%, sedangkan pengukuran sisa pakan dengan sensor ultrasonik memiliki rata-rata *error* 2,78%. Distribusi pakan yang dikendalikan oleh motor DC dengan *encoder* menunjukkan rata-rata *error* sebesar 3,38%, sementara motor servo berfungsi secara optimal dalam mekanisme buka-tutup saluran pakan. Selain itu, sistem juga mampu memberikan jumlah pakan mendekati kebutuhan aktual ayam, dengan rata-rata *error* sebesar 1,56%. Dengan hasil tersebut, sistem ini dinilai efektif, akurat, dan dapat meningkatkan efisiensi operasional serta memberikan solusi praktis bagi peternak ayam dalam proses pemberian pakan secara otomatis dan *real-time*.

Untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Optimasi Motor dan Sistem Penggerak.

Meskipun telah menggunakan motor DC JGA25-370 dengan *encoder* dan sistem penggerak berbasis GT2 timing belt *open-loop*, disarankan untuk mengganti ke sistem *closed-loop* agar menghasilkan kontrol posisi yang lebih akurat. Selain itu, pemilihan pulley GT2 dengan diameter lebih besar supaya dapat meningkatkan performa pergerakan.

2. Peningkatan Desain Tampungan Pakan.

Saat ini, distribusi pakan masih lebih dominan mengalir dari bagian tengah tampungan. Disarankan untuk mengoptimalkan desain tampungan agar seluruh pakan dapat diturunkan secara merata ke seluruh saluran, sehingga distribusi pakan menjadi lebih efisien dan tidak tersisa di bagian tertentu.

3. Penggunaan Sensor Berat untuk Pengukuran Sisa Pakan.

Sensor ultrasonik yang digunakan memiliki batasan dalam hal akurasi karena hanya membaca jarak vertikal. Untuk peningkatan presisi, disarankan menggunakan sensor *load cell* atau sensor berat digital agar pengukuran volume pakan dapat dikonversi secara



langsung menjadi satuan massa (gram), sehingga hasil *monitoring* menjadi lebih akurat dan representatif terhadap kondisi aktual.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga dan para sahabat beliau. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menerima banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta atas doa, dukungan moril, serta semangat yang tiada henti selama proses studi hingga penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Heru Supriyono, S.T., M.Sc., Ph.d. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berarti sejak awal penelitian hingga penulisan skripsi ini.
3. Seluruh dosen dan staf pengajar di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta atas ilmu dan wawasan yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
4. Rekan-rekan seperjuangan di kos Pandawa, yaitu Al, Satria, Jefri, Helmi, Harry, Aji, Brian, serta teman-teman lain yang turut memberikan bantuan, ide, dan semangat selama proses perancangan alat hingga penyusunan skripsi.
5. Komunitas Robot Research UMS yang telah memberikan dukungan fasilitas, pembelajaran, dan motivasi selama penelitian berlangsung.
6. Seluruh teman angkatan Teknik Elektro 2021 atas kerja sama, kebersamaan, dan semangat yang menjadi bagian penting dalam perjalanan akademik penulis.

Semoga segala bentuk bantuan dan kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan terbaik dari Allah SWT. Aamiin.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ariani, F., Vandika, A. Y., & Widjaya, H. (2019). Implementasi alat pemberi pakan ternak menggunakan iot untuk otomatisasi pemberian pakan ternak. *Explore: Jurnal Sistem Informasi dan Telematika*, 10(2), 90-98
- [2] Bangun, I. F. B. (2023). Sistem pengendali sistem pintu otomatis berbasis mikrokontroler atmega 8535. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik (JUPRIT)*, 2(1), 167–172. <https://doi.org/10.55606/juprit.v2i1.1256>
- [3] Edwan, E., Abu Qassem, M., Abu Al-Roos, S., Elnaggar, M., Ahmed, G., & Ahmed, A. S. (2020). Design and implementation of monitoring and control system for a poultry farm. *2020 International Conference on Promising Electronic Technologies (ICPET)*, Jerusalem, Palestine, 44-49.
- [4] Gunawan, I., Ahmadi, H., & Said, M. R. (2021). Rancang bangun sistem monitoring dan pemberi pakan otomatis ayam anakan berbasis *Internet of Things (IoT)*. *Infotek : Jurnal Informatika dan Teknologi*, 4(2), 151–162. <https://doi.org/10.29408/jit.v4i2.3562>
- [5] Gusdiansyah, Z., Baharun, A., & Rahmi, A. (2024). Studi kasus : Manajemen pakan ayam petelur di male karya prima pasir kerud farm , kabupaten cianjur , jawa barat. *Karimah Tauhid*, 3(6), 6946–6952. <https://doi.org/10.2963-590X>
- [6] Radana, A. J. I., & Abidin, R. Z. (2023). *Prototype* sistem pemberi pakan ternak ayam otomatis menggunakan esp8266. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(6), 3732–3738. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i6.7301>
- [7] Ramadanti, E., & Muslih, M. (2022). Penerapan data mining algoritma k-means clustering pada populasi ayam petelur di Indonesia. *RABIT: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, 7(1), 1-7. <https://doi.org/10.1234/rabit.v7i1.12345>
- [8] Shankar, A. G., Anandh, B. A., Nandakumar, P., Deepa, R., & S. Sumbramani. (2023). Automatic food feeder for poultry industry using arduino. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 10(2), 1732–1736.
- [9] Sujono, & Hanafi, A. (2023). Rancang bangun mesin pakan ayam otomatis berbasis mikrokontroler. *Exact Papers in Compilation (EPiC)*, 5(3), 8–13. <https://doi.org/10.32764/epic.v5i3.930>
- [10] Surahman, A., Aditama, B., Bakri, M., & Rasna, R. (2021). Sistem pakan ayam otomatis berbasis *Internet of Things*. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, 2(1), 13. <https://doi.org/10.33365/jtst.v2i1.1025>

