

Otomatisasi Pakan Minum dan Monitoring Kelembaban Udara pada Kandang Ayam berbasis *IoT*

Agustinus Yasvin Nahak^{1)*}, Yoseph P.K Kelen²⁾, Budiman Baso³⁾, Willy Sucipto⁴⁾

¹⁾²⁾³⁾⁴⁾Universitas Timor

Sasi KM 7, Kefamenanu, Indonesia

¹⁾agustinusnahak75@gmail.com

²⁾yosepkelen@unimor.ac.id

³⁾budimanbaso@gmail.com

⁴⁾willysucipto21@gmail.com

Article history:

Received 28 March 2024;
Revised 01 April 2024;
Accepted 19 April 2024;
Available online 20 Agustus 2024

Keywords:

Automatic drinking and feed
DHT22
Internet of Things
Microcontroller
Node MCU
RTC DS3231

Abstract

Industri peternakan merupakan suatu usaha yang berkembang sangat pesat dengan permintaan yang tinggi terutama pada peternakan unggas seperti ayam broiler. Salah satu metode yang umum digunakan oleh peternak unggas adalah melalui cara manual seperti pemantauan suhu serta penyediaan pakan dan minum. Kondisi fisik lingkungan yang dapat membuat ayam tidak nyaman, seperti suhu dan kelembaban udara. Bagi ayam skala unggas, hal ini dapat menyebabkan hasil panen yang buruk. Oleh karena itu, karena kondisi lingkungan yang sering berubah, pemilik ayam harus rajin memeriksa kandang ayamnya untuk memastikan kondisi ayamnya dalam keadaan baik. Saat pemilik ternak sedang bepergian, hal ini membuat kandang tidak dapat dipantau secara terus menerus. Perkembangan teknologi mikrokontroler saat ini merupakan bidang yang berkembang pesat yang melibatkan pengendalian sistem elektronik yang terkoneksi melalui internet atau biasa disebut *Internet of Things (IoT)* yang bisa dimonitoring melalui *handphone* atau laptop. Terdapat solusi untuk mengatasi masalah tersebut, peneliti bertujuan untuk mengembangkan sistem otomatisasi pakan minum dan monitoring kelembaban udara pada ayam berbasis *IoT*. Sistem ini yang mampu mempermudah peternak untuk memonitoring kelembaban pada kandang serta memberikan pakan minum secara otomatis dari jarak dekat maupun jauh yang dapat dikontrol melalui *handphone*. Sehingga efektivitas dan efisiensi produksi ayam broiler, baik kualitas maupun kuantitas dapat ditingkatkan.

I. PENDAHULUAN

Industri peternakan merupakan sektor yang berkembang pesat dengan permintaan yang melambung tinggi, terlebih khusus pada peternakan unggas seperti ayam broiler. Peternakan unggas mencakup semua proses yang terlibat dalam pemeliharaan unggas untuk tujuan pangan, khususnya ayam broiler. Produksi ayam di seluruh dunia telah mengalami pertumbuhan substansial selama 50 tahun terakhir untuk memenuhi permintaan konsumen global saat ini [1]. Banyak peternak Mereka melakukan segala yang mereka bisa untuk meningkatkan kualitas ternak mereka.[2]. Peternak ayam biasanya menggunakan metode manual, seperti mengecek suhu dan ketersediaan pakan [3]. Suhu lingkungan sekitar sangat berpengaruh bagi pertumbuhan ayam untuk tercapainya produksi yang optimal. Agar sirkulasi udara berjalan dengan lancar, ventilasi yang baik sangat penting dalam kandang ayam. Untuk menjamin pertumbuhan dan mencegah kelaparan, ayam juga membutuhkan pasokan makanan (pakan) dan air yang tepat waktu dan tepat. Selain itu, kondisi fisis lingkungan ayam dapat membuatnya tidak nyaman, seperti suhu dan kelembaban udara. Perubahan-perubahan ini dapat menyebabkan stres bagi ayam jika berlangsung cukup lama. Hal ini dapat menyebabkan hasil panen yang buruk untuk ayam skala peternakan. Karena kondisi fisik lingkungan yang sering berubah, pemilik ayam harus sering mengecek kandang ayam mereka untuk memastikan bahwa ayam-ayam mereka dalam kondisi baik [4]. Oleh karena itu, dibutuhkan penjadwalan pemberian pakan minum otomatis.

* Corresponding author

Penerapan teknologi di bidang peternakan dapat membantu masyarakat dalam meningkatkan produktivitas ternak. Teknologi memungkinkan pelaksanaan tugas menjadi lebih efektif dan efisien. Teknologi elektronik dan komputer telah mengalami kemajuan yang signifikan, salah satunya adalah mikrokontroler. Kemajuan teknologi mikrokontroler saat ini merupakan bidang yang berkembang pesat yang melibatkan pengendalian sistem elektronik yang terkoneksi melalui internet atau biasa disebut *Internet of Things (IoT)*. Dengan teknologi ini, pengguna dapat mengontrol perangkatnya kapanpun dan dimanapun selama mereka terkoneksi dengan internet.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Otomatisasi

Otomasi adalah penciptaan dan penerapan teknologi untuk memantau dan mengendalikan produk, serta memberikan produk dan layanan (*International Society of Automation*). Otomasi juga dapat diartikan sebagai proses yang secara otomatis mengelola operasi dan perlengkapan mekanik atau elektronika yang berfungsi sebagai pengganti manusia untuk melihat dan membuat keputusan [5]. Dari penjelasan yang disampaikan dapat dikatakan bahwa otomatisasi merupakan implementasi teknologi dengan meminimalkan keterlibatan manusia sehingga mewujudkan pemanfaatan berbagai sistem kendali terhadap pengoperasian peralatan.

B. Monitoring

Menurut referensi [6], Monitoring berarti pengamatan, pemeriksaan, pengendalian, dan pengoreksian aktivitas yang hendak diketahui. Sistem monitoring juga disebut sebagai upaya sistematis untuk menetapkan kinerja standar untuk perencanaan untuk merancang sistem umpan balik informasi; tujuan dari sistem ini adalah untuk membandingkan kinerja aktual dengan standar yang telah ditentukan [7].

C. Internet of Things (IoT)

Menurut [8], *Konsep Internet of Things* bertujuan untuk memanfaatkan konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus, yang memungkinkan sensor dan aktuator jaringan menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya untuk mengumpulkan data dan mengatur kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin bekerja sama dan bahkan menggunakan informasi baru secara mandiri. Kevin Ashton pertama kali muncul dengan gagasan *Internet of Things* pada tahun 1999 dalam salah satu presentasinya. Banyak perusahaan besar, seperti Intel, Microsoft, dan Oracle, kini mulai berinvestasi dalam *Internet of Things*. [9]

D. Node MCU

Node MCU adalah Platform *IoT open source* ini menggunakan Lua sebagai bahasa skripnya. Firmware dan kit pengembangannya bersifat *open source*, membantu pembuatan prototipe produk IoT hanya dengan beberapa baris skrip Lua. Hal ini menggunakan banyak proyek *open source*, seperti lua-cjson, dan dibangun di atas ESP8266 SDK 1.4, yang didasarkan pada proyek Elua. *Firmware* yang berjalan pada *chip* Wi-Fi ESP8266 dan perangkat keras yang didasarkan pada modul ESP-12 [10].

E. RTC DS3231

RTC (*Real Time Clock*) adalah chip jam elektronik yang dapat menghitung waktu secara akurat (dari detik hingga tahun) dan dapat menyimpan data waktu secara *realtime*. Karena pengoperasiannya yang real-time, setelah proses penghitungan waktu selesai, data keluaran segera ditransfer ke perangkat lain melalui sistem antarmuka [11].

F. DHT22

DHT22 adalah *chip* suhu relatif tunggal dan berbagai sensor yang terdiri dari modul yang dikalibrasi oleh *output* digital. Sensor DHT22 terdiri dari dua bagian: modul suhu dan sensor kelembaban kapasitif. Sensor kapasitif jenis kelembaban bekerja berdasarkan perubahan kapasitas kapasitor ketika ada objek di area deteksinya, yang berarti ada molekul air di udara. Dpilihnya sensor DHT22 karena rentang pengukurannya yang luas, mulai dari kelembapan 0 hingga 100% dan suhu antara -40 hingga 125 derajat Celcius. Diharapkan bahwa spesifikasi ini akan memberikan data yang akurat kepada *user* [11].

G. LCD 16x2

(*Luquid Crystal Digital*) atau LCD adalah komponen elektronika yang dapat menampilkan data pembacaan sensor melalui tampilan karakter, huruf, atau grafik. LCD dapat dipasang pada sistem dan membantu menampilkan data pembacaan sensor. Lapisan LCD 16x2 terdiri dari campuran organik yang terletak antara lapisan kaca bening dan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan. LCD ini dapat menampilkan 32 karakter yang terdiri dari 2 baris, dengan 16 karakter per baris. LCD ini beroperasi menggunakan sistem dot matriks [11].

H. Motor Servo

Motor servo merupakan suatu perangkat atau motor penggerak yang dikembangkan dengan sistem kendali umpan balik *loop* tertutup, Agar dapat diatur dan dipastikan posisi sudut poros keluaran motor dapat ditentukan. Motor servo terdiri dari motor DC, serangkaian roda gigi, rangkaian kontrol, dan potensiometer. Rangkaian roda gigi yang dipasang pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi pada motor servo.[12].

I. Power Supply

Power supply juga dikenal sebagai catu daya, adalah komponen *hardware* di dalam komputer yang berfungsi untuk memberikan daya. Komponen ini biasanya berbentuk persegi dan ditemukan di *chasing* komputer. Pada dasarnya Catu daya membutuhkan pasokan listrik yang kemudian dikonversi menjadi energi untuk mengoperasikan perangkat elektronik. Cara kerjanya cukup mudah yaitu mengubah arus AC menjadi arus DC yang kemudian dikonversi menjadi daya atau energi yang diperlukan oleh komponen komputer seperti CD Room, motherboard, Hardisk, dan lainnya [13].

J. Mini Water Pump

Untuk mengalirkan air dari titik rendah ke titik tinggi melalui media pipa diperlukan suatu alat yang disebut pompa air. Pompa air digunakan Untuk menyiram tanaman agar kelembaban tanah di sekitar tanaman menjadi basah/lembab [14]. Pada penelitian ini, alat ini digunakan untuk mengisi air pada wadah minum kandang ayam.

K. Module MOSFET IRF520

MOSFET adalah inti dari IC (*Integrated Circuit*) bernama IRF520n. Dirancang dan dibuat menjadi perangkat driver dengan satu chip yang berisi 4 gerbang terminal: Source (S), Gate (G), Drain (D), dan Body (B). Modul MOSFET IRF520 ini dirancang untuk menyederhanakan penggunaan transistor MOSFET IRF520. Driver mempunyai waktu peralihan yang tinggi, artinya peralihan dari rendah ke tinggi dan sebaliknya, ini sangat cepat, sehingga cocok untuk mengendalikan peralihan tegangan tinggi dengan PWM dari mikrokontroler atau Arduino [15].

L. Stepdown LM2596

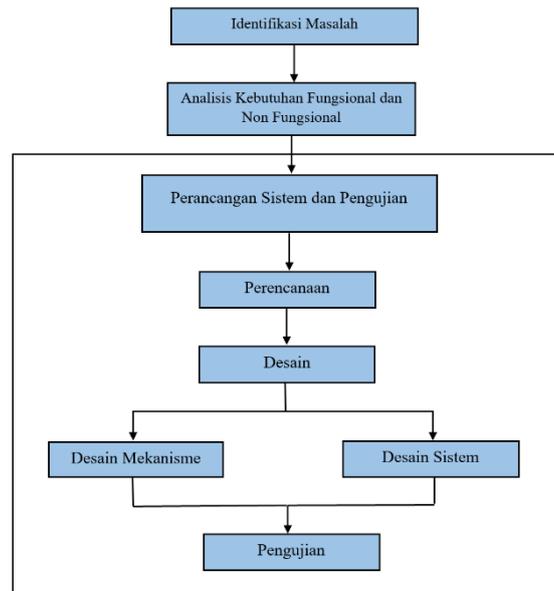
Modul LM2596 mampu menurunkan tegangan DC maksimum hingga 3A dalam rentang DC 3,2V-46V, dengan perbedaan input-output minimum 1,5V DC. Salah satu keunggulan utama modul step-down LM2596 adalah tegangan keluarannya tetap konstan (stabil) meskipun tegangan masukan berfluktuasi, dan keluarannya dapat diatur menggunakan potensiometer[16].

III. METHODS

Pada penelitian ini peneliti menerapkan jenis penelitian terapan yang bertujuan untuk merancang sistem Otomatisasi Pakan Minum Dan Monitoring Kelembapan Udara Pada Kandang Ayam Berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan mikrokontroler Node MCU.

Dalam pengembangan sistem otomasi, metode yang digunakan yakni rekayasa rancang bangun. Metode rekayasa rancang bangun adalah serangkaian kegiatan yang terdiri dari perencanaan, perancangan, pembangunan, dan penerapan proses atau produk. Melalui metode ini akan dihasilkan modifikasi baru berupa proses atau produk, sehingga menghasilkan alat otomasi terstruktur yang fokus pada setiap tahapan proses.

Pada gambar. 1 berikut menunjukkan tahapan penelitian yang akan dilakukan peneliti dari awal hingga akhir.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah (*Problem Identification*)

Pada tahap ini, peneliti menentukan masalah yang akan diselidiki. Salah satunya peternak unggas melakukan cara manual seperti pemantauan suhu serta penyediaan pakan dan minum. Saat pemilik ternak sedang bepergian, hal ini membuat kandang tidak dapat dipantau secara terus menerus.

2. Analisis Kebutuhan Fungsional dan Non Fungsional

Sebelum memulai perancangan alat, tujuannya adalah menemukan kebutuhan. Dalam proses merancang sistem ini, adapun komponen yang diperlukan secara fungsional dan non fungsional. Kebutuhan fungsional meliputi komponen elektronik berupa Node MCU, RTC DS3231, dan DHT22. Kemudian komponen mekanik terdiri dari motor servo, dan *mini water pump*.

3. Perancangan Sistem

Untuk membuat prototipe *Internet of Things (IoT)* yang dikendalikan oleh mikrokontroler, proses perancangan sistem dan pengujian dimulai dengan melakukan seluruh proses perencanaan sistem. Setelah itu, proses desain sistem dibagi menjadi dua bagian, yakni desain mekanisme dan desain sistem. Desain mekanisme bertujuan untuk mengembangkan alur dan cara kerja sistem yang akan dirancang. Perancangan mekanisme meliputi perancangan diagram blok beserta cara kerja sistem kandang ayam yang dijelaskan menggunakan *flowchart*. Sedangkan proses desain sistem bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai desain kandang ayam yang akan dikembangkan. Perancangan sistem meliputi perancangan mekanik rangka kandang ayam menggunakan *software* Sketchup, perancangan rangkaian elektronik menggunakan *software* Fritzing, dan perancangan *coding* kandang ayam menggunakan *software* Arduino IDE.

4. Pengujian

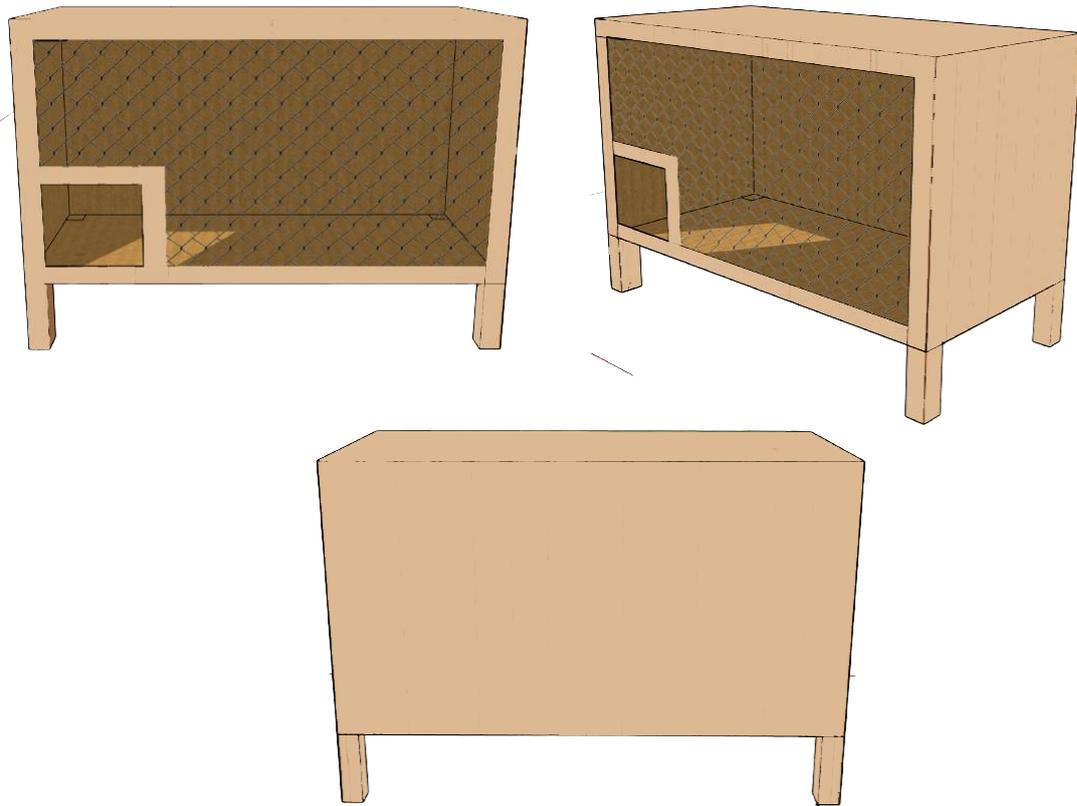
Pengujian sistem diperlukan untuk mengetahui bagaimana Sistem yang dirancang dapat beroperasi dengan lancar sesuai yang diharap berdasarkan parameter tertentu. Pengujian seperti Node MCU yang berfungsi untuk menerima *realtime clock* dari sensor waktu (RTC DS3231) dan sensor suhu (DHT22) untuk monitoring kelembapan udara.

IV. RESULTS

A. Perancangan Mekanik

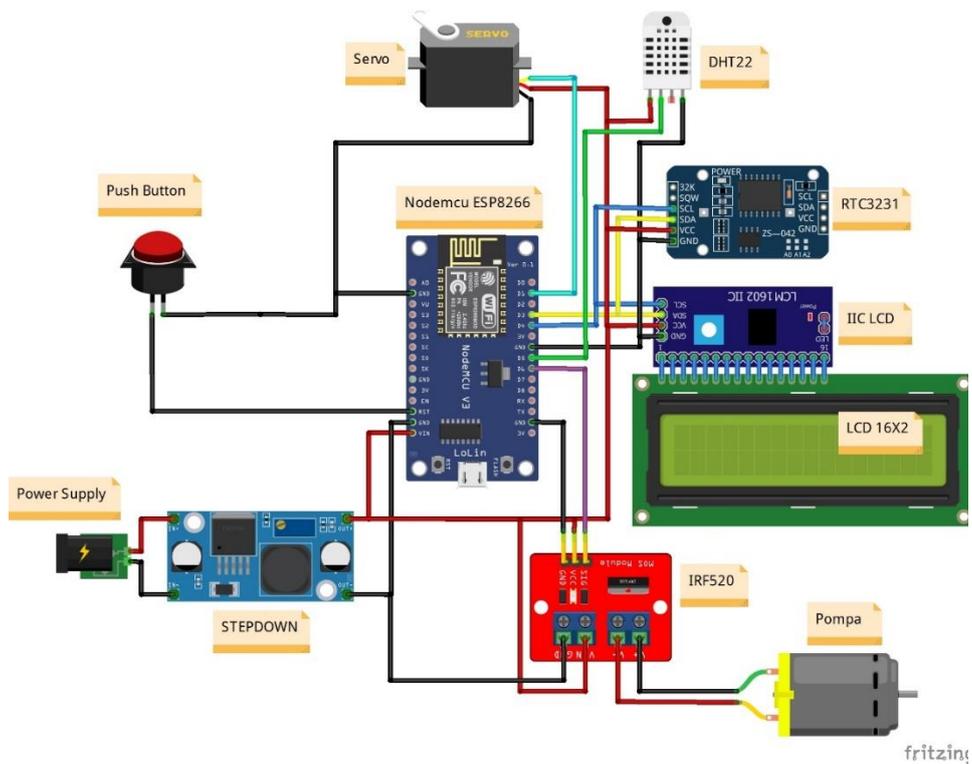
Perancangan mekanik rangka kandang ayam yang dibutuhkan yaitu kayu balok, triplek, kawat besi, paku 5cm dan 2cm. Ukuran rangka kandang ayam dengan panjang 1 m, lebar 70 cm, dan tinggi 70 cm. Kandang ayam ini berbentuk balok, dengan bagian depan menggunakan kawat sehingga berongga.

Model kandang ayam:



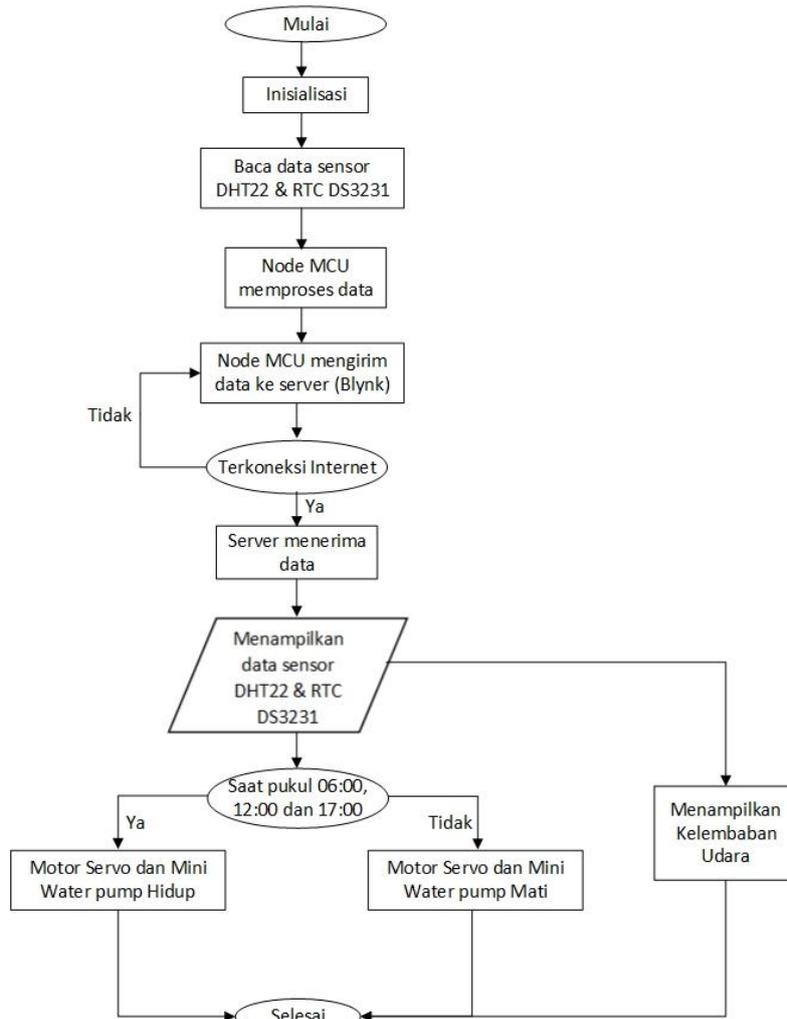
Gambar 2 Bangunan Kandang Ayam Tampak Depan, Belakang dan Samping

B. Perancangan Rangkaian Elektronik



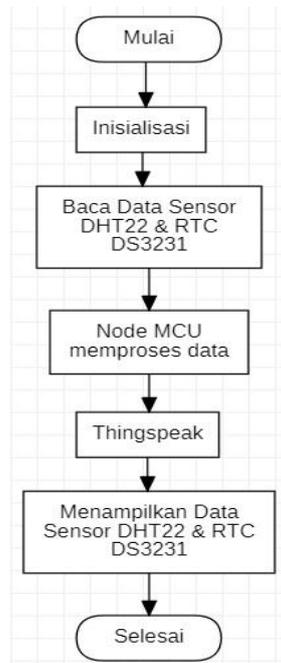
Gambar. 3 Desain Rangkaian Elektronik

C. Cara Kerja Sistem Kandang Ayam Berbasis *Internet of Things (IoT)*



Gambar 4 Alur kerja sistem

Pada gambar 4 menunjukkan proses cara kerja sistem otomatisasi pakan minum dan monitoring kelembaban udara pada Kandang ayam *broiler* berbasis *Internet of Things (IoT)*. Peralatan elektronik dihidupkan untuk memulai proses. Selanjutnya, sensor kelembaban (DHT22) dan sensor waktu dibaca dan diproses oleh mikrokontroler Node MCU untuk menampilkan waktu *realtime* (RTC DS3231). Setelah data sensor dibaca, modul wifi (ESP8266) ditanam di dalam Node MCU dan didistribusikan ke server (blynk). Setelah memeriksa kondisi koneksi internet, kemudian Node MCU membaca data dari sensor dan dikirm ke server. Jika koneksi internet berhasil, server akan menerima data dari sensor yang dibaca oleh Node MCU. Proses pengiriman data akan berulang apabila sensor tidak terkoneksi internet. Proses berlanjut dengan menampilkan hasil dari sensor DHT22 berupa angka kelembaban udara. Tujuan dari monitoring kelembaban sebagai informasi agar pengguna bisa mengetahui suhu ruangan kandang, dan jika suhu menurun, pengguna bisa menindaklanjuti dengan menghangatkan kandang. Kemudian pada saat sensor RTC DS3231 menunjukkan waktu pukul 06:00, 12:00, dan 17:00, maka *Node MCU* akan memerintahkan dengan menggerakkan Motor Servo dan menyalakan *Mini Water Pump* sesuai dengan waktu yang ditentukan.



Gambar 5 Proses penampilan data

Seperti pada gambar 5 diatas, untuk proses pengambilan data dari sensor saat diterima, data ini akan langsung ditampilkan di web server (Blynk) secara *realtime* sesuai dengan hasil pembacaan sensor.

D. Hasil Pengujian Alat dan Sensor

Proses pengujian sistem secara keseluruhan prosesnya melibatkan penggabungan semua komponen elektronik, perangkat keras, perangkat lunak, dan proses pemberian pakan minum dan monitoring kelembaban udara kandang ayam, selanjutnya data dikirim, diterima, dan ditampilkan di *server*. Pengujian alat bertujuan untuk mengetahui rangkaian alat agar dapat bekerja dengan baik sesuai harapan.

1. Pengujian Pakan dan Minum Otomatis

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketika 50 gram pakan turun butuh berapa detik motor servo terbuka.

TABEL 1
 PENGUJIAN BERAT PAKAN

No	Pengujian	Waktu (detik)	Berat (gram)	Jumlah anak ayam
1	Ke 1	5	49 gram	10 ekor
2	Ke 2	5	50 gram	10 ekor
3	Ke 3	5	57 gram	10 ekor
4	Ke 4	5	47 gram	10 ekor
5	Ke 5	5	55 gram	10 ekor
6	Ke 6	5	52 gram	10 ekor
7	Ke 7	5	53 gram	10 ekor
8	Ke 8	5	58 gram	10 ekor
9	Ke 9	5	52 gram	10 ekor
10	Ke 10	5	54 gam	10 ekor
	Rata-Rata		52,5 gram	10 ekor

Dalam pengujian motor servo diatas, pakan yang turun memiliki berat yang berbeda dengan rata-rata 52,5 gram, dan jika ingin dalam sekali turun 50 gram, maka dibutuhkan 5 detik servo terbuka dan bisa 10 ekor anak ayam menghabiskan pakan tersebut. Kemudian pengujian minum otomatis membutuhkan 5 detik juga untuk mengisi wadah air minum.



Gambar. 6 Mekanik pakan dan minum otomatis

V. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian pembuatan sistem otomatisasi pakan minum dan monitoring kelembaban udara, alat ini menjalankan keseluruhan sistem otomasi, meliputi pemberian pakan ayam, minum dan monitoring kelembaban udara. Mulai dari Node MCU dilakukan proses upload program dan pengiriman data ke server. Status pengujian berhasil terkirim. Lalu sensor DHT22 dapat membaca kelembaban dan ditampilkan melalui LCD 16x2. Setelah itu sensor RTC DS3231 dapat menampilkan *realtime clock*. Yang terakhir ada motor servo dan *mini water pump* yang bergerak sesuai waktu yang ditentukan.

Dapat disimpulkan setiap komponen alat ini dapat bekerja dengan baik. Hasil uji alat dan sensor ditunjukkan pada table 2 dibawah ini.

TABEL 2
 HASIL UJI ALAT DAN SENSOR

No	Nama perangkat	Pengujian	Status		Hasil
			Berhasil	Gagal	
1	Node MCU	- Upload program - Kirim data ke server	✓	-	Nyala
2	Senosr DHT22	Ambil nilai suhu dan kelembaban	✓	-	Nyala
3	Sensor RTC DS3231	Tampilkan <i>realtime clock</i>	✓	-	Nyala
4	LCD 16x2	Menampilkan informasi	✓	-	Nyala
5	Motor Servo	Bergerak	✓	-	Nyala
6	Mini Water Pump	Hidup dan tidak	✓	-	Nyala

VI. KESIMPULAN

Dengan menggunakan *Internet of Things (IoT)*, prototipe kandang ayam broiler dapat bekerja secara otomatis. Hal ini memudahkan bagi pengguna jika sedang tidak secara terus menerus memantau kandangnya. Program yang dirancang dengan konsep ini juga dapat melakukan hal-hal yang diharapkan, seperti mengupload data ke *server*, menampilkan data kelembaban, dan menampilkan waktu secara *realtime*. Node MCU sudah dilengkapi juga dengan *module wifi*, yang memudahkan pengiriman data monitoring server dan mengontrol keadaan kandang ayam dari mana saja dan kapan saja selama pengguna terkoneksi dengan jaringan internet.

Dengan merujuk pada hasil yang telah diuraikan pada kesimpulan di atas, sistem pemberi pakan minum dan monitoring kelembaban udara ini masih jauh dari sempurna. Ada beberapa saran yang dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut, seperti menambahkan sensor *ultrasonic HC-SR04* untuk pengukur ketinggian air minum dan pakan di wadah, sehingga jika air dan pakan masih banyak maka tidak perlu dilakukan pengisian lagi. Kemudian menambahkan sensor water level yang berfungsi untuk melakukan mengecek ketinggian air minum yang ditempatkan dalam wadah. Dan terakhir menambahkan penghangat kandang ayam berupa lampu. Jika kelembaban udara meningkat, maka lampu akan menyala sehingga suhu ruangan dapat hangat kembali agar ayam tidak kedinginan.

REFERENCES

- [1] J. S. Saputra and S. Siswanto, "PROTOTYPE SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN PADA KANDANG AYAM BROILER BERBASIS INTERNET OF THINGS," *PROSISKO J. Pengemb. Ris. Dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 7, no. 1, Mar. 2020.
- [2] R. Ramadhan, A. Maulana, and D. Rochadi, "Pengaruh Media Pembelajaran Visual Tiga Dimensi (Sketch Up) Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Pelajaran Macam-Macam Pekerjaan Konstruksi Kayu," *J. PenSil*, vol. 7, no. 1, pp. 35–44, Feb. 2018.
- [3] I. Gunawan, H. Ahmadi, and M. Ramdani Said, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Pemberi Pakan Otomatis Ayam Anakan Berbasis Internet of Things (IoT)," *Infotek J. Inform. Dan Teknol.*, vol. 4, no. 2, pp. 151–162, Jul. 2021.
- [4] M. F. Muta'arif, M. Mujtahid, B. E. Bari, and M. Evita, "Sistem Kendali Peternakan Jarak Jauh Berbasis Internet of Things (IoT)," p. 5, 2017.
- [5] OKTARIAWAN, Imran, et al. Pembuatan sistem otomasi dispenser menggunakan mikrokontroler arduino mega 2560. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2013, 1.2.
- [6] D. Wijanarko and S. Hasanah, "MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN MENGGUNAKAN SMS GATEWAY PADA PROSES FERMENTASI TEMPE SECARA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER," *J. Inform. Polinema*, vol. 4, no. 1, p. 49, Nov. 2017.
- [7] F. Nurul Aulia, M. Huda, and Y. Febian S, "PENERAPAN SISTEM MONITORING, PEMBERIAN PAKAN DAN MINUM OTOMATIS PADA PETERNAKAN AYAM BOILER BERBASIS WEMOS D1," 2021.
- [8] Y. Efendi, "INTERNET OF THINGS (IOT) SISTEM PENGENDALIAN LAMPU MENGGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS MOBILE," vol. 4, no. 1, p. 8, 2018.
- [9] E. D. J. M. Corbafo, Y. P. K. Kelen, B. Baso, and W. Sucipto, "RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN DAN MONITORING SUHU SERTA KONTROL LAMPU KANDANG AYAM BROILER BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," *SMART TECHNO Smart Technol. Inform. Technopreneurship*, vol. 5, no. 2, pp. 10–16, 2023.
- [10] D. P. A. R. Hakim, A. Budijanto, and B. Widjanarko, "Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis Smartphone ANDROID," *J. IPTEK*, vol. 22, no. 2, pp. 9–18, Feb. 2019.
- [11] J. Jamal and T. Thamrin, "Sistem Kontrol Kandang Ayam Closed House Berbasis Internet Of Things," *Voteteknika Vocat. Tek. Elektron. Dan Inform.*, vol. 9, no. 3, p. 79, Sep. 2021.
- [12] F. D. Putra, A. Sularsa, and D. R. Suchendra, "IMPLEMENTASI PENGONTROL PAKAN TERNAK MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS ARDUINO UNO".
- [13] H. R. Safitri, "Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Dan Pengganti Air Aquarium Otomatis Berbasis Arduino Uno," vol. 7, no. 1, 2019.
- [14] Wardani, A., & Lhaksana, K. M. (2018). Purwarupa perangkat IoT untuk smart greenhouse berbasis mikrokontroler. *eProceedings of Engineering*, 5(2).
- [15] Al Khaledi, Muhammad Taufik, Nasri Nasri, and Hanafi Hanafi. "RANCANG BANGUN SISTEM RUMAH PINTAR MENGGUNAKAN PLATFORM GOOGLE FIREBASE BERBASIS IoT (INTERNET of THINGS)." *Jurnal TEKTR0 6.2* (2022): 194-202.
- [16] Zega, Y. A. J. S., Narasiang, B., & Sompie, S. R. (2022). Alat Monitoring Pemakaian Listrik Menggunakan Arduino Uno.