

SISTEM CERDAS BERBASIS IOT UNTUK PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN FAKTOR PRODUKTIVITAS AYAM RAS PETELUR

Athiyah¹, Rahmad Era Sugiarto², Ryan Afryandi³, Johardio Eka Putra Ariv⁴, Lukie Perdanasari⁵

¹ Teknik Informatika, Politeknik Negeri Jember

^{2,3,4} Teknik Komputer, Politeknik Negeri Jember

⁵ Bisnis Digital, Politeknik Negeri Jember

Jl. Mastrip PO BOX 164, Jember, Jawa Timur, Indonesia

athiyahsetiawan@gmail.com

ABSTRAK

Produktivitas ayam merupakan hal krusial bagi peternak ayam ras petelur khususnya yang berorientasi profit. Produktivitas ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti lingkungan dan nutrisi. Apabila kondisinya tidak ideal, maka tingkat produktivitas ayam dapat menurun sehingga mengurangi profit peternak. Dalam studi kasus di peternakan Gumukmas, Kabupaten Jember, ditemukan masalah terkait pemeliharaan faktor-faktor produktivitas tersebut. Sehingga, aplikasi Rizfarm dikembangkan untuk menjadi solusi. Rizfarm merupakan aplikasi *mobile* berbasis android yang dapat memantau dan mengendalikan faktor-faktor produktivitas dari jarak jauh. Rizfarm dibangun dengan metode *prototype* yang melalui tahapan *Communication*, *Quick plan*, *Modelling quick design*, *Construction of prototype*, dan *Delivery and feedback*. Rizfarm menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai kendali utama perangkat *Internet of Things* (IoT) serta *framework* Flutter sebagai dasar pembangunan aplikasi *mobile*. Sistem IoT dan *mobile* saling terhubung dengan internet menggunakan Firebase sebagai basis data sehingga seluruh data dapat diakses melalui aplikasi *mobile* Rizfarm. Oleh karena itu, aplikasi Rizfarm telah layak untuk digunakan agar dapat memudahkan peternak menjaga berbagai faktor penentu produktivitas ayam mereka dengan lebih mudah.

Kata kunci : : Ayam Ras Petelur, Flutter, Internet of Things, Produktivitas, Prototype

1. PENDAHULUAN

Dalam kegiatan bisnisnya, peternak ayam memprioritaskan produktivitas untuk mendapat profit yang sesuai. Terdapat berbagai faktor yang dapat mempengaruhi tingkat produktivitas ayam seperti faktor lingkungan serta manajemen pemberian nutrisi (pakan dan minum). Lingkungan kandang yang ideal terbagi dalam tiga kondisi, yaitu dari suhu dan kelembapan udara, serta kadar amonia. Kondisi ideal kandang memiliki suhu di antara 18-28°C [1], apabila suhu melebihi batas normal tersebut, ayam akan mengalami *heat stress* bahkan menyebabkan kematian.

Persentase kelembapan udara yang ideal pada kondisi kandang berada di antara 67-88% [2], apabila kondisi terlalu lembab maka kadar amonia yang berbahaya dari penumpukan ekskreta ayam juga akan meningkat. Kadar amonia yang lebih dari 20ppm [3] dapat mengganggu sistem pernapasan dan metabolisme ayam. Tingginya kadar ammonia juga dapat membahayakan peternak.

Apabila kadar amonia pada kandang sangat tinggi mencapai lebih dari 50ppm dapat menyebabkan iritasi pada mata, hidung serta tenggorokan [4].

Sedangkan dalam faktor nutrisi, terdiri dari dua parameter, yaitu pakan yang harus diberikan rutin 2-3 kali dalam sehari [5] dan air minum dalam kondisi bersih dengan kadar pH berada diantara 6.5-8.5 [6].

Dalam penelitian ini, studi kasus dilakukan di salah satu peternakan ayam di wilayah Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember, yang memiliki masalah dalam menjaga berbagai faktor yang

mempengaruhi produktivitas ayam. Beberapa masalah tersebut yakni lokasi peternakan di daerah pesisir yang cenderung memiliki suhu tinggi terutama saat siang hari membuat ayam rentan mengalami *heat stress* karena tidak mampu beradaptasi dengan tingginya suhu tersebut. Selain itu, akses menuju kandang yang dipersulit jarak dan cuaca hujan mempengaruhi frekuensi pemberian pakan dan mengurangi asupan nutrisi, serta penumpukan kadar gas amonia dari ekstrata ayam yang tidak rutin dibersihkan karena masih dilakukan pembersihan secara manual.

Penanganan faktor-faktor tersebut telah dijalankan dalam beberapa penelitian. Penelitian dari Saputra [7] menggunakan *interface* dari aplikasi Blynk untuk membantu pemantauan dan pengendalian suhu serta kelembapan udara pada kandang ayam boiler. Penanganan kondisi suhu dan kelembapan yang masih dilakukan secara konvensional menjadi latar belakang dibuatnya perangkat IoT berbasis mikrokontroler ESP8266 NodeMCU. Sistem tersebut mampu menjaga suhu kandang pada batas 32°C dan kelembapan 60% pada usia ayam 1 sampai 6 hari. Penelitian tersebut memberikan saran untuk menambahkan sensor gas amonia agar dapat memantau kadar gas amonia pada kandang yang disebabkan oleh penumpukan kotoran ayam.

Berdasarkan masalah pada subjek studi kasus dan hasil dari penelitian sebelumnya, dibuatlah sistem IoT berbasis mikrokontroler ESP32 Devkit v1 yang terintegrasi dengan aplikasi *mobile* berbasis android. Sistem IoT menjadi alat pemantauan dan pengendalian

terhadap alat yang digunakan di kandang dan menggunakan *framework* Flutter sebagai dasar pembangunan aplikasi. Keseluruhan konsep tersebut terpadu dalam sistem yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu aplikasi Rizfarm

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Try Hadyanto dan Muhammad Faishol Amrullah pada tahun 2022, telah menerapkan teknologi IoT pada sistem pemantauan dan pengendalian lingkungan kandang. Penelitian yang berjudul “Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan pada Kandang Anak Ayam Broiler Berbasis *Internet of Things*”, menggunakan ESP32 untuk mengirimkan data dari sensor ke antarmuka web. Sistem tersebut dilengkapi dengan sensor DHT11 yang digunakan untuk memantau kondisi suhu dan kelembapan udara pada kandang serta *solid state relay* untuk mengontrol lampu pemanas dan kipas. Hasil pengujian menunjukkan jika sistem yang dibuat dapat menjaga suhu kandang tetap stabil pada rentang 29-30 dan kelembapan 60% terutama pada kandang ayam yang berusia 7-14 hari[8].

Betania Putri Br Ginting, Aulia Desy Nur Utomo pada tahun 2024, menerapkan metode *prototype* dalam penelitian yang berjudul “Monitoring Penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas pada Budidaya Peternakan Bebek (Studi Kasus: Ternak Bebek Pak Gita Kecamatan Kalimanah, Kabupaten Purbalingga)”. Dalam penelitian tersebut dilakukan lima tahapan metode *prototype* yakni *communication*, *quick plan*, *modelling quick design*, pembentukan *prototype* serta *development*, *delivery and feedback*. Adapun hasil yang diperoleh yakni sistem monitoring kondisi kandang bebek berbasis IoT yang dapat memantau suhu dan kelembapan udara, kadar gas ammonia serta kadar pH air secara *real-time*. Apabila data yang diperoleh dari sensor melebihi batas yang telah ditetapkan, sistem akan mengirimkan notifikasi kepada pemilik melalui pesan WhatsApp. Berdasarkan hasil penelitian ini, peningkatan produksi telur bebek dapat tercapai dibandingkan dengan kondisi sebelumnya [9].

2.1. Ayam Ras Petelur

Ayam ras petelur merupakan ayam ras yang dipelihara khusus untuk menghasilkan telur untuk bisa dikonsumsi. Terdapat dua jenis ayam ras petelur yakni tipe ringan yang umumnya dipelihara khusus untuk menghasilkan telur saja dan tipe medium yang dipelihara untuk menghasilkan telur dan daging. Ayam ras petelur dengan tipe ringan cenderung memiliki badan yang kecil dan ramping dibanding ayam petelur dengan tipe medium[10].

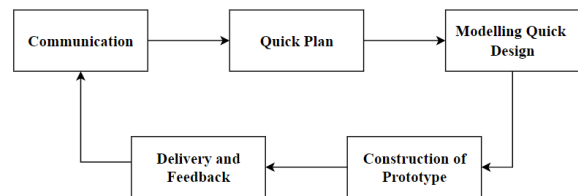
Fase umur ayam terbagi dalam tiga fase yakni fase *starter*, *grower* dan *layer*. Fase *starter* merupakan fase dimana ayam berumur 0-6 minggu. Selanjutnya, fase *grower* yakni ketika usia ayam mulai menginjak

7-14 minggu sedangkan fase *layer* merupakan fase kontrol pertumbuhan dan penyeragaman yakni ketika ayam berusia 15-80 minggu [11].

Pada fase *grower*, ayam memasuki fase produksi telur. Oleh karena itu pemeliharaan yang optimal pada fase ini sangat penting, ini mencakup pemeliharaan kandang dan nutrisi bagi ayam agar produksi telur dapat maksimal.

2.2. Metode Prototype

Metode *prototype* merupakan salah satu jenis metode pengembangan perangkat lunak yang terdiri atas lima tahapan.



Gambar 1. Tahapan Metode *Prototype*

Metode ini dimulai dengan tahap *communication* yang merupakan tahapan komunikasi dengan calon pengguna. Tahap berikutnya adalah *quick plan*, yang melibatkan proses perencanaan solusi berdasarkan hasil tahap sebelumnya. Selanjutnya, tahap *modelling quick design* merupakan tahapan pembuatan rancangan desain sesuai ide yang dikembangkan. Setelah itu, tahap *construction of prototype* dilakukan untuk membangun *prototype* serta melakukan penyempurnaan. Terakhir, tahap *delivery and feedback* yang merupakan tahap evaluasi dan perbaikan *prototype* [12].

Penerapan metode ini cocok diterapkan pada penelitian yang berfokus pada pembentukan solusi untuk mengatasi masalah calon pengguna karena sifatnya yang mementingkan kebutuhan user sehingga meningkatkan *user experience*[13].

2.3. Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul wifi serta Bluetooth 4.0. ESP32 cocok digunakan dalam berbagai macam implementasi alat-alat IoT karena penggunaan dayanya yang rendah namun tetap memiliki performa *Radio Frequency* (RF) yang tinggi. Terdapat berbagai jenis mikrokontroler ESP32 seperti ESP32 Devkit V1, ESP32 CAM yang terintegrasi dengan kamera dan wemos D1 R32 yang merupakan gabungan dari ESP32 dan Arduino Uno [14].



Gambar 2. Mikrokontroler ESP32

Pada mikrokontroler ESP32 terdapat dua push button yakni untuk melakukan reset dan flash. Jenis mikrokontroler ini terdiri atas 18 pin ADC untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital, 2 pin DAC untuk mengubah sinyal digital menjadi analog, 16 PWM (*Pulse Width Modulation*) output channels, 3 SPI interfaces, 3 UART interfaces, 2 I2C interfaces, 2 I2S interfaces serta 10 GPIO yang dapat digunakan untuk sensor sentuh kapasitif atau *Capacitive Touch Sensor* [15].

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini diterapkan metode pengembangan *prototype* yang terdiri dari lima tahapan. Metode ini dipilih karena waktu pengembangan sistem yang relatif singkat dan memudahkan proses pengembangan selanjutnya [16].

3.1. Tahap Communication

Merupakan tahapan awal untuk merumuskan masalah calon pengguna yang didapatkan dari hasil kegiatan wawancara maupun observasi pada objek permasalahan.

3.2. Tahap Quick Plan

Tahap selanjutnya yakni tahap perencanaan solusi dari permasalahan pengguna. Tahap ini mengumpulkan informasi solusi terbaik yang dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah pengguna.

3.3. Tahap Modelling Quick Design

Pada tahap ini dilakukan perancangan design dari solusi yang telah disepakati pada tahap sebelumnya. Pembuatan design ini mencakup analisis kebutuhan calon pengguna, perancangan design basis data dan perancangan design UI dari sistem yang akan dibuat.

3.4. Tahap Construction of Prototype

Pada tahap ini dilakukan pengimplementasian kode program sesuai dengan hasil perancangan design pada tahap sebelumnya. Hasil dari tahap ini merupakan aplikasi maupun sistem yang sudah di *assembly*.

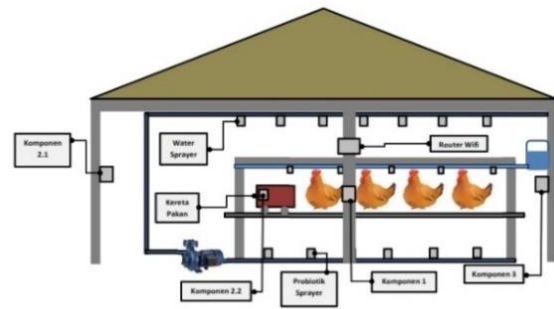
3.5. Tahap Development, Delivery and Feedback

Tahap terakhir merupakan tahap pengimplementasian hasil sistem pada pengguna dan pengujian untuk mendapatkan umpan balik setelah penerapan solusi yang diberikan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan Desain Sistem

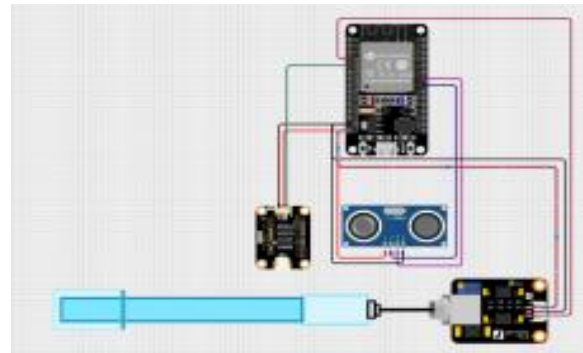
Dalam penelitian ini dilakukan perancangan desain sistem untuk ketiga bagian sistem IoT yang akan dipasang di kandang. Gambar 3 menggambarkan ilustrasi tata letak dari berbagai sistem pada kandang.



Gambar 3. Desain Keseluruhan Sistem Rizfarm

4.2. Sistem Pemantauan Kualitas Air Minum

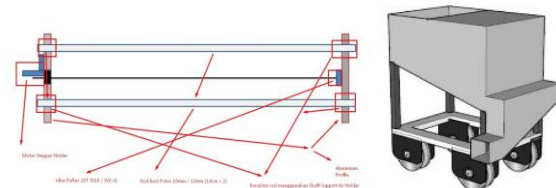
Sistem ini terdiri atas sensor pH untuk mendeteksi tingkat keasaman air minum dan sensor turbiditas untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air. Sedangkan, sensor ultrasonik untuk mengukur jumlah air yang tersisa pada wadah dengan mengukur jarak antara sensor dengan permukaan air pada wadah. Ketiga sensor tersebut saling terhubung dengan mikrokontroler ESP32.



Gambar 4. Desain Rangkaian Sistem Pemantauan Kualitas Air Minum

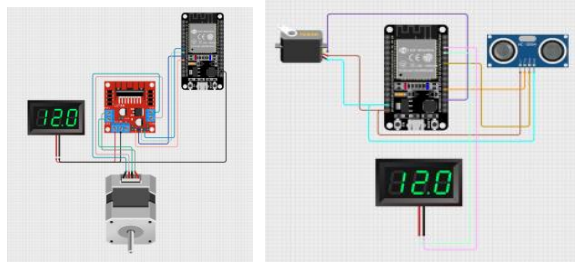
4.3. Sistem Automasi Pakan

Automasi pemberian pakan pada ayam memanfaatkan kereta *feeder* sebagai penampung yang akan bergerak pada rail sepanjang 15 meter sembari menjatuhkan pakan pada wadah pakan ayam.



Gambar 5. Desain Kereta dan Rail

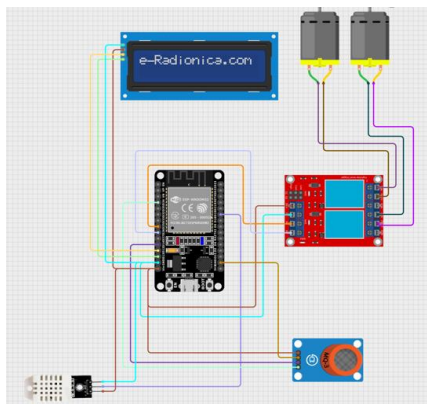
Kereta tersebut digerakkan menggunakan *Motor Stepper Nema23* dengan servo sebagai alat pembuka dan penutup jalur jatuhnya pakan. Bahan yang digunakan untuk pembuatan kereta merupakan plat seng dengan total volume pakan yang dapat ditampung kurang lebih $\pm 5\text{kg}$.



Gambar 6. Desain Rangkaian Sistem Automasi Pakan

4.4. Sistem Pemantauan Lingkungan Kandang

Bagian sistem ini terdiri atas sensor MQ-135 sebagai pendeteksi kadar gas ammonia serta sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan udara. Kedua sensor tersebut terhubung dengan mikrokontroler ESP32.



Gambar 7. Desain Rangkaian Sistem Pemantauan Lingkungan Kandang

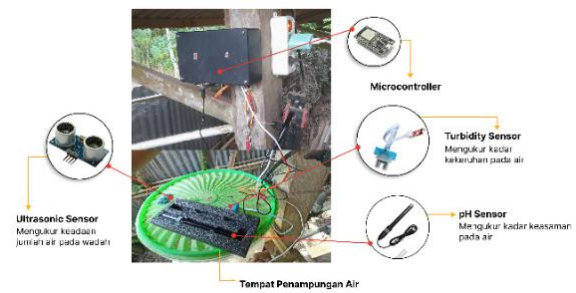
Pada sistem ini dilengkapi juga dengan LCD ukuran 16x2 untuk menampilkan data waktu, kadar amonia, suhu dan kelembapan udara secara *real-time*.

4.5. Hasil Pengembangan Sistem IoT

Keseluruhan sistem yang telah dirangkai kemudian dipadang pada kandang berukuran 18x20 meter. Pemasangan dilakukan dengan melakukan instalasi jaringan internet menggunakan *wireless* router TP-Link TL-WR820N kemudian dilanjutkan dengan pemasangan sistem utama.

4.6. Sistem Pemantauan Kualitas Air Minum

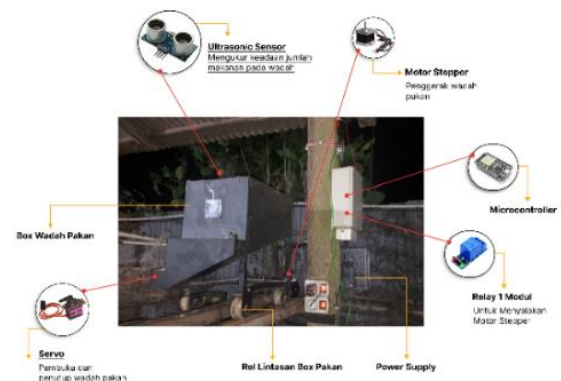
Bagian sistem ini dipasang di dekat wadah utama penyimpanan air minum. Seluruh rangkaian berisi mikrokontroler dan berbagai sensor dipasang dalam box plastik berukuran 18.5 x 11.5 x 6.5 cm. Terdapat juga pompa listrik 12v yang berguna untuk memompa air pada *water sprinkle*



Gambar 8. Hasil Pemasangan Sistem Pemantauan Kualitas Air Minum

4.7. Sistem Automasi Pakan

Terdapat dua bagian terpisah yang saling terhubung pada sistem ini. Bagian pertama adalah box utama yang ditempatkan pada sisi ujung kandang, didalam kotak tersebut berisi *Motor Stepper* Nema 23 yang berfungsi sebagai penggerak horizontal *timing belt*, Terdapat juga *power supply* yang terhubung dengan *Motor Stepper* Nema 23 diposisikan pada ujung kandang untuk mendukung kelistrikan sistem motor. Bagian kedua diletakkan pada kereta *feeder* yang memiliki sensor serta aktuatur yakni berupa *ultrasonic sensor* dan juga servo, kedua bagian tersebut memiliki fungsi utama dalam system ini yakni sensor ultrasonik untuk memantau sisa pakan secara *real-time*, serta servo yang berperan dalam mengatur pembukaan dan penutupan jalur distribusi pakan

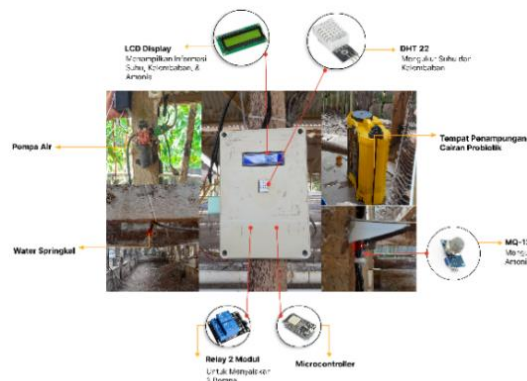


Gambar 9. Hasil Pemasangan Sistem Automasi Pakan

4.8. Sistem Pemantauan Lokasi Kandang

Bagian sistem ini mengintegrasikan wadah yang berisi cairan prebiotik dan juga wadah yang berisi air minum ayam. Keduanya menggunakan pompa listrik berdaya 12 V serta selang hidroponik berukuran 7mm yang digunakan sebagai pendistribusian cairan tersebut.

Kedua pompa ini dioperasikan secara otomatis berdasarkan kondisi amonia dan/atau suhu udara di dalam kandang, di mana aliran air dan cairan prebiotik akan diaktifkan ketika kadar amonia dan/atau suhu udara terdeteksi berada pada tingkat yang melebihi batas aman yang telah ditentukan.



Gambar 10. Hasil Pemasangan Sistem Pemantauan Lingkungan Kandang

Penyiraman dilakukan menggunakan *misting sprinkler* berukuran 7mm yang dipasang di sepanjang atap kandang untuk penyiraman air serta di bagian bawah kandang untuk penyiraman cairan prebiotik. Penyiraman air dengan metode ini ditujukan mendinginkan suhu panas pada kandang terutama saat siang hari untuk mencegah ayam mengalami *heat stress*. Sementara itu, penyiraman cairan prebiotik langsung ke ekskreta ayam digunakan untuk mengurangi kadar ammonia yang dihasilkan oleh penumpukan ekskreta dibawah kandang yang berbahaya baik bagi unggas maupun manusia.

4.9. Hasil Pengembangan Aplikasi Mobile

Aplikasi mobile rizfarm berfungsi sebagai alat pemantauan dan pengendalian jarak jauh. Dibangun dengan *framework* Flutter, aplikasi Rizfarm memiliki 4 (empat) fitur utama yakni;

4.10. Fitur Beranda

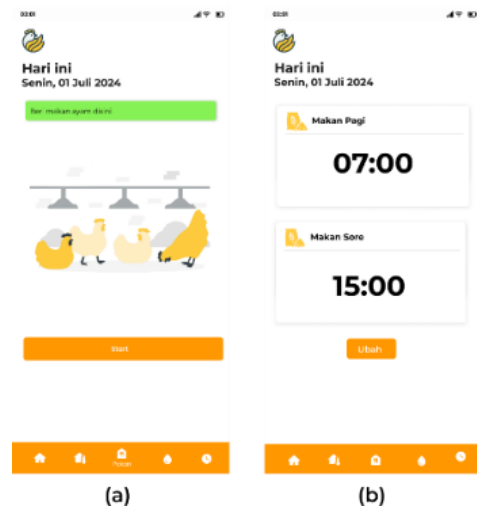
Merupakan halaman awal yang tampil ketika aplikasi dibuka. Halaman ini menampilkan *overview* data-data hasil pemantauan sensor-sensor yang terpasang pada kandang.



Gambar 11. Halaman Home

4.11. Fitur Pakan

Pada halaman pakan, pengguna dapat melakukan pemberian pakan jarak jauh secara manual dengan hanya menekan tombol *start*. Apabila tombol tersebut ditekan maka kereta *feeder* yang ada pada kandang akan secara otomatis bergerak memberikan pakan. Untuk menghentikan proses tersebut, pengguna dapat menekan tombol *Stop* yang tertera pada halaman tersebut. Selain itu, pengguna juga dapat mengatur jadwal pemberian pakan otomatis pada pagi dan sore hari sesuai preferensi melalui halaman jadwal yang tersedia.



Gambar 12. Halaman Pakan dan Jadwal

4.12. Fitur Minum

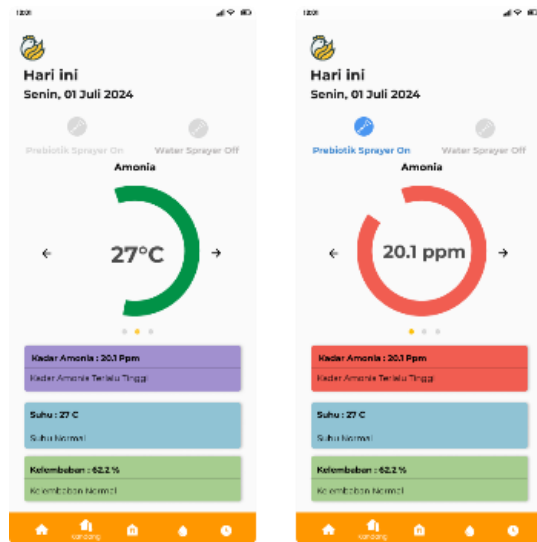
Pada halaman ini pengguna dapat memantau kondisi kualitas air minum melalui data yang tampil. Data tersebut mencakup tingkat kadar pH, tingkat kekeruhan air serta jumlah air yang tersisa pada wadah. Sehingga apabila kondisi air minum tidak memenuhi standar kelayakan, peternak dapat langsung membersihkan wadah dan menggantinya dengan air yang baru.



Gambar 13. Halaman Minum

4.13. Fitur Pemantauan Kondisi Kandang

Fitur ini memberikan kemudahan pengguna untuk memantau kondisi lingkungan kandang dengan menampilkan data kadar ammonia, suhu dan kelembapan udara secara *real-time* pada halaman aplikasi. Selain itu, pada halaman ini juga dilengkapi dengan indikator yang memberikan informasi status keaktifan *sprayer* air maupun prebiotik.



Gambar 14. Halaman Pemantauan Kandang

4.14. Pengujian

Dalam penelitian ini, setelah dilakukan pemasangan sistem pada lokasi kandang, kemudian dilakukan proses pengujian. Proses pengujian dimaksudkan untuk memastikan fungsionalitas aplikasi Rizfarm sudah berjalan sesuai dengan kebutuhan

Tabel 1. Pengujian Aplikasi Rizfarm

No	Fitur	Kasus Uji	Hasil yang Diharapkan
1.	Home Page	Tampilan data sensor	Menampilkan seluruh data sensor
2.	Pakan	Tombol Start	Menggerakkan kereta <i>feeder</i>
		Tombol Stop	Menghentikan kereta <i>feeder</i>
5.	Jadwal	Time Setting	Merubah jadwal pemberian pakan otomatis pagi dan sore
3.	Pemantauan Kandang	Sensor MQ-135	Menampilkan data kadar ammonia
		Sensor DHT22	Menampilkan data suhu dan kelembapan udara
4.	Minum	Sensor pH	Menampilkan data kadar pH air
		Sensor Turbiditas	Menampilkan data kekeruhan air
		Sensor Ultrasonik	Menampilkan data jumlah air tersisa

Dari keseluruhan fitur yang diuji, semua kasus uji berhasil bekerja dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh sistem telah terhubung dan berfungsi sesuai dengan kebutuhannya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pembuatan sistem Rizfarm menggunakan metode *prototype* berhasil menghasilkan sebuah sistem yang mengintegrasikan tiga sistem utama berbasis IoT dan aplikasi mobile sebagai media pemantauan dan pengendalian jarak jauh. Sistem pertama yakni pemantauan kualitas air minum yang memanfaatkan sensor pH, turbiditas dan ultrasonik mampu mendeteksi nilai kualitas air. Kedua adalah sistem automasi pakan yang dapat memberikan pakan secara otomatis dua hari sekali melalui wadah kereta pakan yang bergerak pada rail. Terakhir, sistem pemantauan kondisi kandang yang dapat mendeteksi kadar gas ammonia, suhu serta dan kelembapan udara pada kandang yang akan menyalakan *sprayer* air apabila suhu berada diatas dan *sprayer* prebiotik apabila kadar gas ammonia melebihi 20ppm. Ketiga sistem utama berhasil mengirimkan data Firebase sebagai basis data untuk kemudian ditampilkan pada aplikasi mobile. Seluruh sistem telah diuji fungsionalitasnya, dan hasil menunjukkan keseluruhan sistem berfungsi dengan baik sesuai dengan kebutuhannya. Setelah tahap evaluasi, disimpulkan adanya saran untuk pengembangan alat ini dengan menambahkan push notification sebagai fitur peringatan kepada pengguna jika terdapat kondisi yang tidak ideal di dalam kandang, sehingga pengguna tidak perlu memantau aplikasi secara terus-menerus. Fitur ini memastikan pengguna dapat segera mengambil tindakan saat diperlukan..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Arif Maulana, M. Kharis Maulana, F. Amaliah Dewi, E. Budihartono, and I. Pudja Harjana, "Monitoring dan Pengendalian Suhu pada Kandang Ayam di Peternakan Cemasewu Menggunakan Arduino Berbasis Android," Politeknik Harapan Bersama Tegal, 2021.
- [2] A. C. Luthfi, S. Suhardi, and E. C. Wulandari, "Produktivitas Ayam Petelur Fase Layer II dengan Pemberian Pakan Free Feeding Choice," *Tropical Animal Science*, vol. 2, no. 2, pp. 57–65, Nov. 2020, doi: 10.36596/tas.v2i2.370.
- [3] T. Susilo and F. David, "Sistem Pemantauan Gas Berbahaya pada Peternakan Ayam Berbasis Internet of Things," *IT-Explore: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 2, no. 3, pp. 247–257, Oct. 2023, doi: 10.24246/itexplore.v2i3.2023.pp247-257.
- [4] A. Aurellia Justiani, "Hubungan Paparan Gas Amonia Terhadap Gangguan Pernapasan pada Pekerja Peternakan Ayam," *Jurnal Medika Utama*, vol. 2, pp. 750–756, 2021, [Online]. Available: <http://jurnalmedikahutama.com>

- [5] A. Qurniawan *et al.*, “Analisis Produksi Ayam Petelur Fase Layer pada CV Surya Multi Farm di Kabupaten Bulukumba Sulawesi Selatan,” *Anoa: Journal of Animal Husbandry*, vol. 2, no. 1, pp. 56–63, Feb. 2023, doi: 10.24252/anoa.v2i1.35727.
- [6] P. M. Hasanah, “Analisis Kualitas Air Minum Peternakan Ayam Petelur di Kabupaten Jember Berdasarkan Tingkat Kepadatan Penduduk,” Politeknik Negeri Jember, Jember, 2024.
- [7] J. S. Saputra and S. Siswanto, “Prototype Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Kandang Ayam Broiler Berbasis Internet of Things,” *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, vol. 7, no. 1, Mar. 2020, doi: 10.30656/prosisko.v7i1.2132.
- [8] T. Hadyanto and M. F. Amrullah, “Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Kandang Anak Ayam Broiler Berbasis Internet of Things,” *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 3, no. 2, Aug. 2022, doi: 10.33365/jtst.v3i2.2179.
- [9] B. Putri Ginting and A. Desy Nur Utomo, “MONITORING PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IOT) DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI DAN PRODUKTIVITAS PADA BUDIDAYA PETERNAKAN BEBEK,” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 4, pp. 5843–5848, Jun. 2024, doi: 10.36040/jati.v8i4.10093.
- [10] R. Fadhlurrohman, D. F. Suarman, M. Zainal Umar, and Y. Atifah, “Pengaruh Faktor Lingkungan Terhadap Reproduksi Ayam Ras Petelur,” in *Seminar Nasional Biologi*, 2021, pp. 709–714.
- [11] Y. A. B. Saragih, B. Arifin, and D. A. H. Lestari, “Analisis Kelayakan Finansial Usaha Ternak Ayam Ras Petelur (Studi Kasus Takihara Farm) di Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan,” *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*, vol. 10, no. 1, p. 9, Feb. 2022, doi: 10.23960/jiia.v10i1.5644.
- [12] K. Widhiyanti and A. K. P. Atmani, “Penerapan Metode Prototyping Dalam Perancangan Interface Sistem Unggah Portofolio Penerimaan Mahasiswa Baru Diploma ISI Yogyakarta,” *Teknika*, vol. 10, no. 2, pp. 88–95, Jun. 2021, doi: 10.34148/teknika.v10i2.308.
- [13] Y. Wahyudin and D. N. Rahayu, “Analisis Metode Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Website: A Literatur Review,” *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 15, no. 3, pp. 26–40, Oct. 2020, doi: 10.35969/interkom.v15i3.74.
- [14] T. M. Raihan, “Sistem pemantauan kualitas air menggunakan Esp32 dengan Fuzzy Logic Sugeno Berbasis Android,” Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta, 2022.
- [15] A. Firdaus, “Analisis Sistem Pengunci Loker Otomatis Menggunakan RFID Dan Password Berbasis Lora,” Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Purwokerto, 2021.
- [16] L. Perdanasari *et al.*, “Pengukuran Karakteristik Lahan Berbasis Internet of Things,” *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 3, no. 3, pp. 169–175, Nov. 2021, doi: 10.35746/jtim.v3i3.170