

Pemanfaatan Narrowband IoT (NB-IoT) dalam Peningkatan Produktivitas Peternakan melalui Monitoring Otomatis

Arif Rakhman¹, Achmad Sutanto^{2*}, Rudi Hernowo³

^{1,2} Program Studi D3 Teknik Komputer, Politeknik Harapan Bersama, Tegal

³ PT. Anugrah Teknologi Ternak

^{1,2} Jln. Mataram, Kota Tegal, 52147, Indonesia, ³ Jln. Sinaragung No. 702 Kota Semarang
email: ¹cakrakirana7@gmail.com, ²achmadsutanto@gmail.com, ³rudi.hernowo@gmail.com

Abstract – The rapid advancements in Narrowband IoT (NB-IoT) technology present significant opportunities for creating innovative products that can be implemented in daily life. One of these innovative products is the utilization of NB-IoT for monitoring cage conditions, maintenance, and boosting livestock productivity under challenging conditions that are difficult to manually control. This study aims to design an automated system capable of maintaining ideal cage conditions, including temperature, humidity, levels of ammonia (NH₃ and CO₂), as well as providing feed/water to livestock automatically and periodically. The research methodology involves the integration of various sensors mounted on a microcontroller, such as temperature sensors, humidity sensors, ammonia sensors, water level sensors, and pH sensors. The program executed by this microcontroller is connected to a control panel, and through the internet network, control and monitoring can be carried out using mobile and desktop devices. The test results indicate that this system is capable of providing ease in controlling the chicken coop for owners and workers, maintaining poultry health, and increasing livestock product yields from 97.17% of harvested poultry to 98.263%, with a decrease in the mortality rate from 2.830% to 1.737%. Overall, the utilization of NB-IoT technology in this research provides a positive impact on livestock management, offering an automated solution that enhances efficiency and productivity in the agricultural sector.

Abstrak – Kemajuan pesat dalam teknologi Narrowband IoT (NB-IoT) saat ini memberikan peluang besar untuk menciptakan produk inovatif yang dapat diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu produk inovatif ini adalah penggunaan NB-IoT untuk memonitor kondisi kandang, menjaga perawatan, serta meningkatkan produktivitas peternakan dalam kondisi yang sulit dikontrol secara manual. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem otomatis yang mampu menjaga kondisi kandang tetap ideal, termasuk suhu, kelembaban, kadar amonia (NH₃ dan CO₂), serta memberikan pakan/minum kepada hewan ternak secara otomatis dan berkala. Metode penelitian ini melibatkan penggunaan berbagai sensor yang terpasang pada sebuah mikrokontroler, seperti sensor suhu, sensor kelembaban, sensor amonia, sensor level air, dan sensor pH. Program yang dijalankan oleh mikrokontroler ini terhubung ke sebuah panel kontrol, dan melalui jaringan internet, pengendalian dan pemantauan dapat dilakukan melalui perangkat mobile dan webapps di desktop. Hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan kemudahan dalam mengontrol kandang ayam bagi pemilik dan pekerja, menjaga kesehatan unggas, serta meningkatkan hasil produk peternakan dari

97,17% unggas terpanen menjadi 98,263% dengan penurunan jumlah kematian dari 2,830% menjadi 1,737%. Secara keseluruhan, penggunaan teknologi NB-IoT dalam penelitian ini memberikan dampak positif dalam mengelola peternakan, dengan adanya solusi otomatis yang dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas peternakan.

Kata Kunci – Mikrokontroler, Peternakan, Kandang Otomatis Aplikasi Android, Panel Kontrol

I. PENDAHULUAN

Perkembangan populasi global dan permintaan akan sumber daya pangan yang semakin meningkat menempatkan tekanan besar pada sektor peternakan untuk memproduksi sumber daya protein dengan efisien.[1] Dalam upaya memenuhi kebutuhan tersebut, teknologi telah memainkan peran krusial dalam mengoptimalkan pengelolaan peternakan, mulai dari pengendalian lingkungan, kesejahteraan hewan, hingga manajemen pakan. Teknologi NB-IoT[2][3], sebagai bagian dari Internet of Things (IoT), telah menjadi sorotan karena potensinya untuk memberikan solusi berbasis data yang akurat dan terintegrasi dalam pengelolaan peternakan.

Pemanfaatan NB-IoT untuk memonitor dan mengatur kondisi kandang memberikan beberapa keuntungan signifikan. Pemantauan yang akurat terhadap suhu, kelembaban, dan tingkat amonia menjadi kunci dalam menjaga kesehatan dan produktivitas hewan ternak. Selain itu, kemampuan untuk memberikan pakan dan minum secara otomatis melalui sistem yang terkoneksi membantu mengoptimalkan pola makan dan konsumsi air, yang berdampak langsung pada pertumbuhan dan produksi hewan ternak.[4]

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang, mengembangkan, dan menguji sistem otomatis berbasis NB-IoT yang mampu memantau, mengontrol, dan mengoptimalkan kondisi kandang serta memberikan pakan dan minum kepada hewan ternak. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi dampak penggunaan teknologi NB-IoT dalam meningkatkan produktivitas peternakan dan mengurangi risiko terkait pengelolaan lingkungan kandang.

Pada kenyataannya, usaha peternakan ayam tidak semudah yang terlihat, ada beberapa kondisi yang menyebabkan produksi daging di peternakan ayam kurang optimal, selain pemilihan bibit unggul, termasuk pemilihan lingkungan hidup yang sesuai untuk ternak, kondisi suhu dan

*) penulis korespondensi: Achmad Sutanto
email: achmadsutanto@gmail.com

kelembaban kandang, pemberian pakan yang tepat, serta kondisi kebersihan kandang sendiri untuk menjaga kesehatan dan pengendalian ternak[5]. Berdasarkan uraian di atas, dalam penelitian ini sistem kandang ayam pintar berbasis teknologi NB-IoT diharapkan dapat memudahkan pemilik dan pekerja dalam memantau kondisi ternak sehingga diharapkan hasil produksi dapat meningkat.

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) dalam konteks peternakan. Misalnya, penelitian terkait pemantauan lingkungan kandang menggunakan sensor suhu dan kelembaban telah mengidentifikasi pentingnya pemeliharaan kondisi lingkungan yang optimal untuk kesejahteraan hewan ternak.[6] Selain itu, beberapa penelitian telah menggali potensi pemberian pakan otomatis melalui sistem terhubung untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pakan dan pertumbuhan ternak.[4]

Penelitian sebelumnya tentang pemantauan lingkungan berbasis Internet of Things untuk pertanian pintar[7] menyatakan bahwa penerapan IoT untuk pemantauan lingkungan pertanian pintar adalah solusi yang dapat digunakan oleh para petani untuk mengetahui kondisi lingkungan ternak. Jika lingkungan buruk, akan berdampak buruk juga. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Ariani dkk., 2019[8] menyatakan bahwa akurasi dalam memberi pakan ternak merupakan hal yang perlu diperhatikan. Akurasi dalam memberi pakan merujuk pada efisiensi waktu, kuantitas, dan lainnya yang memengaruhi stabilitas sistem. Penerapan teknologi IoT dalam pemberian pakan ternak menjadi alternatif dalam mengatasi efektivitas pemeliharaan ternak.

Penelitian lain dalam pengolahan data menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel (WSN) untuk memantau dan mengendalikan operasi peternakan ayam. Sistem ini dioperasikan untuk mengontrol suhu dan kelembaban, tangki pakan dan air, serta bobot pakan.[9]

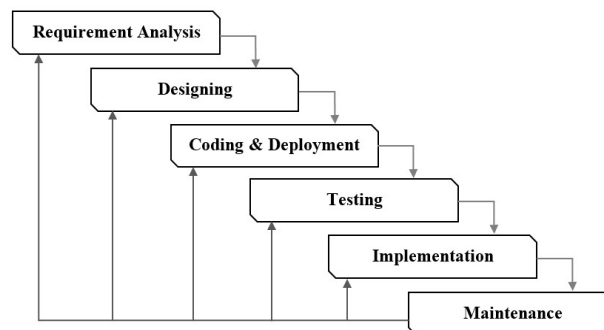
Penelitian yang dilakukan oleh Habibie, tentang pengendalian suhu untuk desain prototipe kandang ayam pintar berbasis logika Fuzzy menggunakan parameter usia ayam dan kelembaban kandang sebagai masukan dalam menentukan aturan Fuzzy. Dalam penelitian ini, saat kelembaban meningkat sementara usia ayam tetap, respons suhu kandang mengalami penurunan.[10] Sementara itu, penelitian lain dalam sistem pemantauan dan pertanian pintar untuk ayam broiler berbasis IoT menggunakan Wemos D1 dan DHT11 dengan mengirim masukan dari DHT11 ke mikrokontroler dan ditampilkan melalui aplikasi smartphone.[11] Dengan memanfaatkan teknologi IoT, para petani dapat dibantu dalam proses pemeliharaan ternak yang lebih baik untuk menjaga dan meningkatkan produktivitas ternak di Indonesia.[12]

III. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode penelitian model waterfall. Waterfall Model merupakan suatu

model pengembangan perangkat lunak yang termasuk dalam model Sequential Development Life Cycle (SDLC) atau siklus hidup pengembangan berurutan.[13] Model ini adalah suatu model pengembangan sistem yang sering disebut sebagai model urutan linear atau umumnya disebut alur kehidupan[14]. Model waterfall SDLC Pemanfaatan Narrowband IoT (NB-IoT) dalam Peningkatan Produktivitas Peternakan melalui Monitoring Otomatis dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gbr. 1 SDLC Model Waterfall [14]

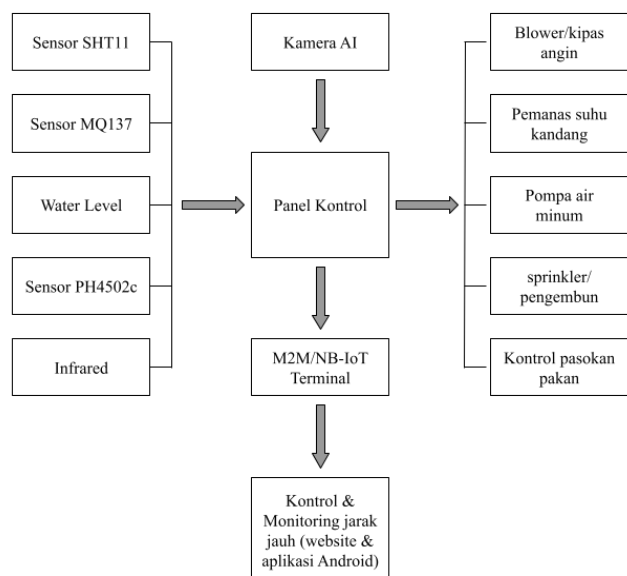
- *Requirement Analysis*, bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang persyaratan sistem melalui diskusi, observasi, survei, dan wawancara.
- *Designing*, bertujuan untuk memodelkan sistem perangkat keras yang diperlukan sesuai dengan data yang diperoleh pada tahap *Requirement Analysis*.
- *Coding dan Deployment*, bertujuan untuk mengubah hasil perancangan menjadi suatu sistem kandang ayam pintar.
- *Testing*, bertujuan untuk mencoba dan menganalisis sistem yang telah dikembangkan.
- *Implementation*, bertujuan untuk menerapkan sistem yang telah dibangun agar dapat digunakan oleh pengguna.
- *Maintenance*, bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem yang digunakan oleh pengguna dan memperbaikinya jika langkah ini diperlukan.

B. Perancangan Sistem

Dalam dunia peternakan unggas, terdapat 2 jenis kandang yang umum digunakan, yaitu kandang dengan sistem terbuka (*open house*) dan kandang dengan sistem tertutup (*close house*). Penelitian ini berfokus pada kandang dengan sistem tertutup dengan beberapa keunggulan, antara lain:

- Tingkat keberhasilan yang lebih tinggi
- Dapat meminimalkan hama atau penyakit dari luar yang masuk melalui udara, serta pengambilan pakan yang tidak terkontrol.

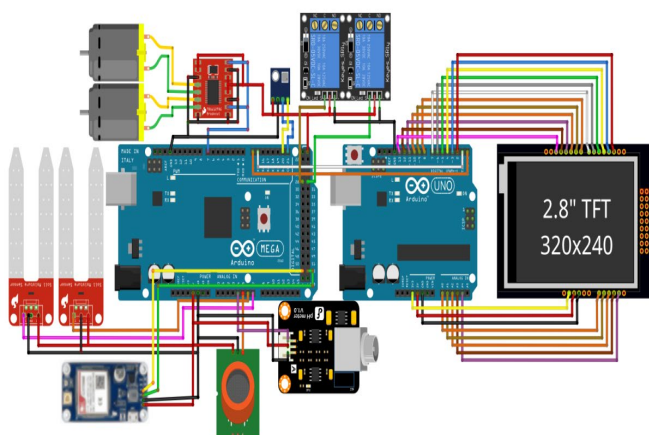
Perancangan sistem *monitoring* otomatis kandang dengan pemanfaatan NB-IoT pada penelitian ini disajikan pada diagram blok gambar 2.



Gbr. 2 Gambar Perancangan Sistem Kandang dengan Monitoring Otomatis

Berdasarkan gambar di atas, dapat dijelaskan bahwa sistem ini bekerja dengan melakukan pembacaan beberapa sensor seperti temperature, pH, kelembaban, tingkat ketinggian ketersediaan air dan juga kadar ammonia di udara. Kemudian hasil pembacaan sensor dimuat sebagai input untuk menentukan aksi yang harus dilakukan agar kondisi kandang dan lingkungan peternakan sesuai.

Adapun perancangan sirkuitnya adalah seperti gambar 3 sebagai berikut.



Gbr. 3 Sirkuit Perancangan

Perancangan yang dibuat ini mengumpulkan input data untuk mengatur suhu dan kelembaban di dalam kandang, mengukur tingkat amonia, mengendalikan persediaan pakan dan air minum, serta memantau perkembangan berat hewan ternak di dalam kandang. Proses awal dalam mendeteksi kondisi lingkungan kandang dilakukan dengan mengambil data masukan dari sensor SHT, MQ137, level air, PH4502c, dan sensor inframerah. Status pembacaan informasi ditampilkan pada layar TFT sederhana berukuran 320x240 dan mikrokontroler mengirimkan informasi tersebut ke server melalui jaringan seluler NB-IoT.

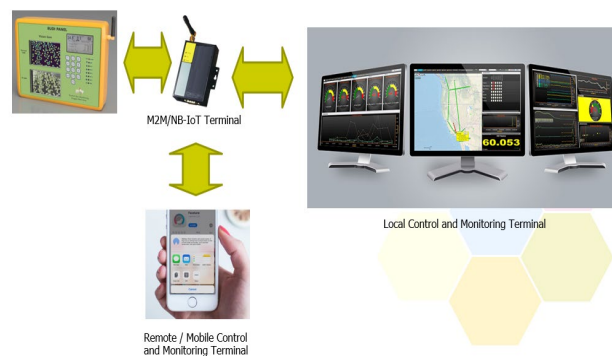
C. Implementasi Sistem

Pada tahap ini, rencana dan desain sistem yang telah dikembangkan diwujudkan menjadi sebuah sistem nyata yang dapat berfungsi diantaranya pembangunan mikrokontroler dan perangkat keras. Ini melibatkan pemasangan sensor-sensor suhu, kelembaban, amonia dan sensor lain yang telah dipilih.



Gbr. 4 Implementasi Desain dalam Prototype

Setelah perancangan perangkat-perangkat keras sensor dan papan mikrokontroler serta perancangan software untuk control dan monitoring, selanjutnya adalah perancangan konektivitas perangkat-perangkat tersebut agar dapat diakses jarak jauh dengan jaringan NB-IoT. Cara kerjanya adalah data yang akan diperoleh pada sistem mikrokontroler kemudian ditransmisikan melalui terminal NB-IoT agar dapat diterima, dibaca dan pengguna dapat melakukan kontrol maupun monitoring sistem pada kandangnya.



Gbr.5 Konektivitas NB-IoT

Ketika sistem telah terpasang dan terhubung ke jaringan, uji coba dilakukan untuk memastikan bahwa sensor-sensor berfungsi dengan baik, data dapat dikumpulkan dengan akurat, dan perangkat dapat mengirim data ke panel kontrol. Visualisasi isplay panel kontrol dapat dilihat pada Gambar 6. Selanjutnya, sistem diuji dalam situasi yang meniru kondisi nyata di kandang ternak. Ini termasuk mengatur kondisi suhu, kelembaban, dan pakan/minum secara otomatis untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.



Gbr. 6 Tampilan Panel Kontrol pada Kandang Pembesaran

D. Pengujian

Pendekatan pengujian pada penelitian ini menggunakan metode blackbox, yakni sebuah sistem pengujian yang dilakukan dengan cara pengujian fungsionalitas faktor-faktor input yang dimasukkan dan juga output yang dihasilkan.[15]

Pengujian dilakukan pada setiap sensor yang terpasang, dimulai dari sensor suhu dan kelembaban selama 8 hari mulai tanggal 10 Agustus 2023 sampai dengan 18 Agustus 2023 dengan rentang waktu pada pukul 20.56 WIB sampai dengan 22.59 WIB. Sample data yang diambil tersaji pada tabel I.

TABEL I
TABEL HASIL PENGUJIAN SENSOR SUHU DAN KELEMBABAN

Tanggal	Suhu	Kelembaban
10/08/2023 21:06	30,5659	47,2
10/08/2023 22:06	30,4752	47,8
11/08/2023 20:56	30,5659	52,7
11/08/2023 22:06	30,4752	52,5
13/08/2023 20:56	29,6589	54,1
13/08/2023 22:56	29,7496	55,3
14/08/2023 20:56	29,7496	55,4
14/08/2023 22:56	29,1147	56,7
16/08/2023 22:54	28,7519	52,5
17/08/2023 20:54	28,2077	57,7
17/08/2023 22:54	27,21	59,7
18/08/2023 20:54	27,21	59,6
18/08/2023 21:14	27,3914	57,4
18/08/2023 21:24	27,1193	58,1
18/08/2023 22:54	27,0286	59,6

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel I, diperoleh nilai pada field data yang diuji selama 8 hari mulai dari tanggal 10 Agustus 2023 sampai dengan 18 Agustus 2023 dengan rentang waktu pada pukul 20.55 WIB sampai dengan 22.54 WIB didapatkan suhu rata-rata 28,88 °C dan kelembaban normal dengan rata-rata 55,08 sesuai dengan standar ROSS BROILER MANAGEMENT 2002[16].

Pengujian pada sensor amonia dilakukan pencatatan berdasarkan data yang diperoleh. Sistem dirancang agar berjalan sesuai dengan program yang tertanam di mikrokontroler untuk menjaga kadar ammonia pada kandang dibawah 5 ppm. Tabel II berikut menunjukkan nilai kadar amonia dan aktuasi hasil yang terjadi pada kipas:

TABEL II
TABEL HASIL PENGUJIAN SENSOR AMONIA

Tanggal	Amoniak
10/08/2023 20:56	0,744
10/08/2023 22:56	0,824
11/08/2023 20:56	3,49
11/08/2023 22:56	3,681
13/08/2023 20:56	2,808
13/08/2023 22:56	3,49
14/08/2023 20:56	9,03
14/08/2023 22:56	7,171
15/08/2023 22:56	22,017
16/08/2023 20:54	2,845
17/08/2023 20:54	4,115
17/08/2023 22:54	2,884
18/08/2023 22:54	1,421

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel II, diperoleh nilai pada field data yang diuji selama 8 hari mulai dari tanggal 10 Agustus 2023 sampai dengan 18 Agustus 2023 dengan rentang waktu pada pukul 20.55 WIB sampai dengan 22.54 WIB didapatkan kelembaban antara 0,744 hingga 22,017. Menurut FARMSCO, kandang ayam broiler idelanya harus kurang dari 10 ppm[17] dan terlihat dari grafik ada kenaikan kelembaban pada tanggal 15 Agustus 2023 mencapai 22 ppm. setelah diketahui telursi ternyata disebabkan karena alas sekam terlalu tipis sedangkan umur ayam sudah lima hari dan di hari berikutnya dilakukan penebalan alas dari sekam padi dan hasil pengamatan amoniak mulai turun ke normal kembali yaitu kurang dari 10 ppm.

Pengujian lain yang dilakukan yakni pada sistem komunikasi NB-IoT. Pada pengujian ini, dilakukan proses pencatatan lamanya waktu pengiriman data dan ukuran data yang ditransmisikan dari mikrokontroler ke server (ubidots.com) dalam satu waktu berupa nilai ping, upload, download dan delay. Berikut adalah data yang diperoleh dari hasil rekap yang dilakukan.

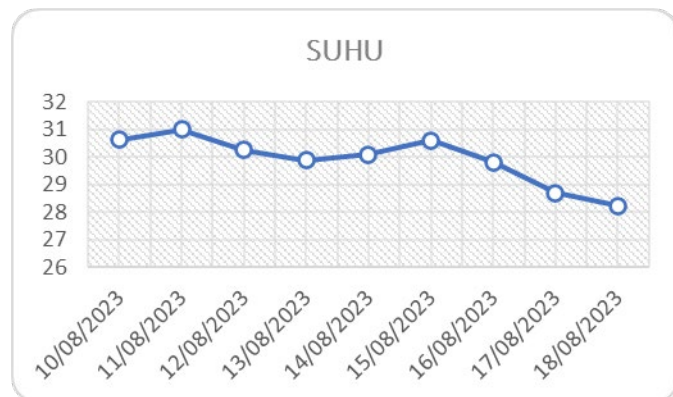
TABEL III
TABEL HASIL PENGUJIAN KONEKSI NB-IOT

No	Ping	Download	Upload	Delay
1	6845 ms	164 kbps	126 kbps	7694 ms
2	6845 ms	164 kbps	126 kbps	7694 ms
3	6845 ms	164 kbps	126 kbps	7694 ms
4	6845 ms	164 kbps	126 kbps	7694 ms
5	6845 ms	164 kbps	126 kbps	7694 ms
6	6845 ms	164 kbps	126 kbps	7694 ms
7	6845 ms	164 kbps	126 kbps	7694 ms

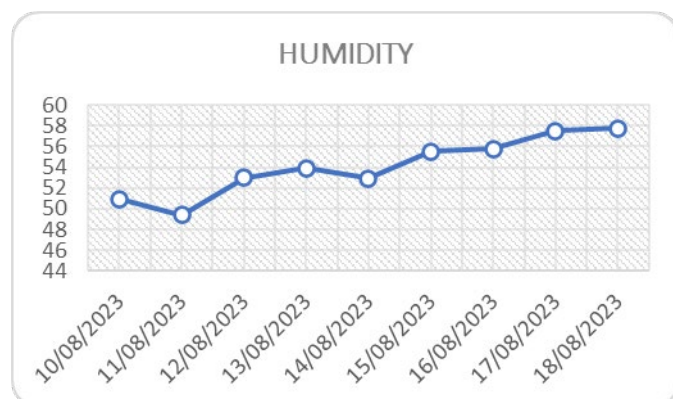
Data pengujian yang ditunjukkan pada tabel III merupakan hasil rekap yang dilakukan pada satu waktu sehingga rata-rata data yang dihasilkan adalah sama, yang pertama adalah nilai ping yang didapat sebesar 6845ms, kemudian nilai download yang diperoleh sebesar 164kbps, lalu nilai upload yang di dapat adalah sebesar 126kbps dan yang terakhir adalah nilai delay sebesar 7694ms.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pasca beberapa tahap perancangan sistem dan setelah dilakukannya pengujian beberapa komponen uji menggunakan metode blackbox dengan melakukan pengukuran suhu, kelembabatan, uji kadar amoniak serta pengujian koneksi NB-IoT hasil yang didapatkan adalah bahwa pengujian sensor suhu dan kelembaban menunjukkan angka yang fluktuatif namun tetap pada rentang normal suhu dan kelembaban yang diperlukan dalam kandang ternak sesuai standar Ross Broiler Management. Fluktuasi tersebut disajikan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gbr. 7 Tampilan Grafik Pengukuran Suhu



Gbr. 8 Tampilan Grafik Pengukuran Kelembaban

Dalam pengukuran kadar amoniak sempat didapati kondisi yang tidak ideal, dimana kadar amoniak terlalu tinggi yaitu diatas 10 ppm. Hal tersebut disebabkan karena alas sekam terlalu tipis sehingga kelembaban tidak terserap dengan baik. Akan tetapi setelah alas sekam ditebalkan, hasil pengukuran kadar amoniak mulai turun dan berangsur-angsur normal.

Dengan adanya penerapan sistem ini di kandang peternakan ayam broiler dapat lebih memaksimalkan monitoring dan perlakuan kontrol terhadap kandang sehingga hasil produktivitas peternakan lebih maksimal. Gambar 9 dan Gambar 10 berikut menunjukkan perbandingan hasil peternakan sebelum dan sesudah implementasi sistem di kandang peternakan ayam broiler PT. Anugerah Teknologi Ternak yang beralamat di Jl. Pesantren, Bojong, Prupuk Utara, Kecamatan Margasari, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah 52463.

Kinerja Peternak		Aktual	Standard	Selisih
Jumlah Panen (Ekor)		29,151		
Jumlah Panen (Kg)		55,128.50		
BW		1.89		
FCR Hasil Panen		1.466	1.722	(0.256)
Deplesi (%)		2.83	6.20	3.37
Rata2 Umur Pemeliharaan		31.85		
IP		393		
Konsumsi		Rp.		Rp/Kg
DOC	30,000 Ekor	229,050,000		4,155
Pakan	80,800 Kg	618,138,000		11,213
OVK	64.00 Unit	1,583,780		29
Prestasi	200 x 55,128.5 Kg	11,025,700		200
Penjualan Ayam Besar		859,797,480		15,596
		55,128.5 Kg	986,549,946	17,895

Gbr. 9 Data Perolehan Panen Sebelum Penggunaan Sistem

Kinerja Peternak		Aktual	Standard	Selisih
Jumlah Panen (Ekor)		29,479		
Jumlah Panen (Kg)		52,094.00		
BW		1.77		
FCR Hasil Panen		1.468	1.692	(0.224)
Deplesi (%)		1.74	6.00	4.26
Rata2 Umur Pemeliharaan		31.25		
IP		379		
Konsumsi		Rp.		Rp/Kg
DOC	30,000 Ekor	248,550,000		4,771
Pakan	76,450 Kg	617,888,250		11,861
OVK	96.00 Unit	2,131,580		41
Prestasi	200 x 52,094.0 Kg	10,418,800		200
Penjualan Ayam Besar		878,988,630		16,873
		52,094.0 Kg	997,766,755	19,153

Gbr. 10 Data Perolehan Panen Setelah Sistem

Kedua gambar diatas menampilkan dengan jumlah DOC yang sama yakni 30.000 ekor bibit ayam, jumlah yang terpanen sebelum implementasi adalah 29.151 ekor (97,170%), sedangkan total terpanen setelah implementasi yaitu 29.479 ekor (98,263%). Dengan kata lain, deplesi angka kematian unggas menurun dari angka 0.256% menjadi 0.224%.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pembahasan mengenai pemanfaatan narrowband IoT (NB-IoT) dalam peningkatan produktivitas peternakan melalui monitoring otomatis diatas dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Praktek peternakan ayam skala besar memerlukan monitoring kondisi yang serius untuk mengurangi resiko kegagalan panen
2. Sistem yang dibuat pada penelitian ini telah dapat membantu memberikan informasi kondisi suhu, kelembaban dan kadar amoniak kepada pengguna
3. Pengguna dapat memantau kondisi kandang peternakannya dari jauh melalui jaringan internet dengan pemanfaatan NB-IoT dan melihat status kondisi tersebut melalui tampilan aplikasi yang dapat diakses di browser maupun aplikasi mobile.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan/ memberikan dukungan terkait dengan penelitian ini, terkhusus kepada manajemen PT. Anugerah Teknologi Ternak, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hanny P. Muliany, *Outlook Daging Ayam tahun 2016*. Jakarta: Pusat data dan Sistem Informasi Pertanian, 2016.
- [2] P. R. Widhi, "Apakah NB-IoT itu?," *Linkedin.com*, 2019. <https://www.linkedin.com/pulse/apakah-nb-iot-itu-panji-ryan-widhi>.
- [3] S. Lawson, "NarrowBand IoT standard for machines moves forward," *3gpp.org*, 2015. <https://www.computerworld.com/article/2984928/narrowband-iot-standard-for-machines-moves-forward.html>.
- [4] I. Gunawan, H. Ahmadi, and M. R. 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, 2021, [Online]. Available: <https://dx.doi.org/10.29408/jit.v4i2.3562> e-ISSN.
- [5] T. R. M. Saputra, M. Syaryadhi, and R. Dawood, "Penerapan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things Pada Kandang Ayam Untuk Memantau dan Mengendalikan Operasional Peternakan Ayam," *ResearchGate*, no. October, pp. 1–8, 2017.
- [6] T. Hadyanto and M. F. Amrullah, "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Kandang Anak Ayam Broiler Berbasis Internet of Things," *J. Teknol. dan Sist. Ternak*, vol. 3, no. 2, 2022, doi: 10.33365/jtst.v3i2.2179.
- [7] Munsi, M. S. Febriadi, and N. Saubari, "Environmental Monitoring Berbasis Internet of Things Untuk Peternakan Cerdas," *Jukung (Jurnal Tek. Lingkungan)*, vol. 5, no. 1, pp. 56–64, 2019, doi: 10.20527/jukung.v5i1.6201.
- [8] F. Ariani, A. Y. Vandika, and H. Widjaya, "Implementasi Alat Pemberi Pakan Ternak Menggunakan Iot Untuk Otomatisasi Pemberian Pakan Ternak," *Explor. J. Sist. Inf. dan Telemat.*, vol. 10, no. 2, 2019, doi: 10.36448/jsit.v10i2.1315.
- [9] T. R. M. Saputra, M. Syaryadhi, and R. Dawood, "Penerapan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things pada Kandang Ayam untuk Memantau dan Mengendalikan Operasional Peternakan Ayam," *ResearchGate*, 2017.
- [10] P. G. Habibie, "ANALISIS FUZZY-BASED TEMPERATURE CONTROL UNTUK PERANCANGAN PROTOTYPE SMART-HENCOOP," *Business, Soc. Sci. Innov. Technol.*, vol. 1, 2020.
- [11] A. A. Putra and A. A. Slameto, "Sistem Monitoring dan Smart Farm untuk Ayam Pedaging Berbasis Internet Of Think," *J. Teknol. Inf.*, vol. XV, no. November, pp. 12–23, 2020.
- [12] K. G. L. Umam, "Smart Kandang Ayam Petelur Berbasis Internet of Things untuk Mendukung SDGS 2030 (Sustainable Development Goals)," *J. Teknoinfo*, vol. 12, no. 2, p. 43, 2018, doi: 10.33365/jti.v12i2.86.
- [13] Y. Firmansyah and U. Udi, "Penerapan Metode SDLC Waterfall Dalam Pembuatan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web Studi Kasus Pondok Pesantren Al-Habib Sholeh Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat," *J. Teknol. dan Manaj. Inform.*, vol. 4, no. 1, 2017, doi: 10.26905/jtmi.v4i1.1605.
- [14] Sukanto and Shalahuddin, *Analisa dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi Offset, 2013.
- [15] B. Primin and A. Permana Wibowo, "Implementasi Aplikasi Berbasis Mobile Untuk Pelayanan Jasa Kesehatan," *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 8, no. 2, pp. 119–125, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/informatika/article/view/5076>.
- [16] M. P. Lacy and M. G. Isabel, *ROSS Broiler Management Manual*, vol. 1115-AVN-0, no. June. 2014.
- [17] Z. Arifin, "Standar Amoniak Pada Kandang Ayam Broiler," <https://ctu.co.id/Direct-Mail/Standar-Amoniak-Pada-Kandang-Ayam-Broiler>, 2020. <https://ctu.co.id/direct-mail/standar-amoniak-pada-kandang-ayam-broiler> (accessed Sep. 08, 2023).