

IMPLEMENTASI IOT DAN GAUSSIAN NAÏVE BAYES UNTUK SISTEM MONITORING KANDANG AYAM BROILER

Dhea Ramadhanti Putri Randily^{1*}, Tedy Rismawan², Kartika Sari³

^{1,2,3}Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura; Jalan Prof Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak; Telp/Fax: (0561) 577963

Received: 18 Februari 2025
Accepted: 27 Maret 2025
Published: 14 April 2025

Keywords:

Ayam Broiler, Klasifikasi, Gaussian Naïve Bayes, Internet of Things.

Correspondent Email:

kartika.sari@siskom.untan.ac.id

Abstrak. Ayam Broiler merupakan unggas penghasil daging yang sensitif terhadap suhu, kelembapan, dan amonia. Apabila suhu dan kelembapan kandang tidak berada dalam kondisi ideal, maka ayam akan melakukan panting dan memperlambat metabolisme dengan cara menjauhi tempat pakan. Panting adalah kondisi dimana mulut ayam selalu terbuka untuk menstabilkan suhu tubuh. Selain itu, gas amonia yang tinggi dapat menyebabkan gangguan pernapasan pada ayam. Berdasarkan masalah tersebut, dibangun sebuah sistem monitoring kandang ayam broiler berbasis Internet of Things (IoT) dengan metode Gaussian Naïve Bayes untuk membantu peternak dalam memonitoring kondisi kandang agar selalu berada dalam kondisi ideal dengan mengklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu ideal dan buruk berdasarkan tiga parameter yaitu suhu, kelembapan, dan amonia. Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP32 dengan output sistem yaitu lampu pijar, exhaust fan, dan mist maker. Lampu pijar digunakan sebagai pemanas kandang. Exhaust fan digunakan untuk menurunkan suhu kandang saat berada di atas kondisi ideal, menjaga sirkulasi udara dan mengontrol amonia kandang. Mist maker digunakan untuk meningkatkan kelembapan udara di dalam kandang. Pengujian dilakukan dengan data pelatihan sebanyak 573 data dan data pengujian sebanyak 246 data, diperoleh akurasi sebesar 91,87%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu dalam mengatur suhu, kelembapan, dan amonia pada kandang ayam broiler.

Abstract. Broilers are sensitive to temperature, humidity and ammonia. If the temperature and humidity of the cage are not in ideal conditions, the chickens will slow down their metabolism by moving away from the feeders and panting, where their mouths remain open to stabilize body temperature. In addition, high ammonia gas can cause respiratory problems in chickens. Based on these problems, an Internet of Things (IoT)-based broiler cage monitoring system was built using the Gaussian Naïve Bayes method to assist farmers in monitoring cage conditions to be in ideal conditions by classifying into two categories, namely ideal and bad based on three parameters, namely temperature, humidity, and ammonia. This system uses NodeMCU ESP32 with system outputs, namely incandescent lamps, exhaust fans, and mist makers. The incandescent lamp as a cage heater, the exhaust fan helps regulate temperature, maintain air circulation, and reduces ammonia buildup, while the mist maker increases humidity when needed. Tests were conducted with 573 training data and 246 test data obtained an accuracy of 91.87%. The test results show that the system is capable of regulating temperature, humidity, and ammonia levels in broiler cages.

1. PENDAHULUAN

Teknologi didefinisikan sebagai hasil dari pengembangan komponen fisik (*hardware*) dan sistem perangkat lunak (*software*) yang mengacu pada ilmu pengetahuan dan terus mengalami kemajuan seiring berkembangnya zaman. Dalam kehidupan sehari-hari, teknologi berperan penting dalam meningkatkan efektivitas serta efisiensi tugas pengguna [1]. Salah satu kemajuan utama dalam dunia teknologi informasi yaitu adanya Internet of Things (IoT) yang memungkinkan terhubungnya perangkat dan melakukan komunikasi satu sama lain dengan internet.

Ayam broiler merupakan ayam yang ditanamkan untuk produksi daging karena memiliki pertumbuhan yang cepat dan dapat dipanen dalam rentang usia 4-6 minggu [2]. Ayam broiler memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap suhu, kelembapan, dan amonia kandang. Jika suhu melebihi batas ideal, ayam broiler akan menghindari area pakan dan menunjukkan perilaku panting yaitu kondisi dimana mulut ayam terbuka secara terus menerus untuk menstabilkan suhu tubuhnya. Kemudian, ketika suhu berada di bawah batas ideal, pertumbuhan ayam dapat terganggu karena serat konsekrat yang didapat dari pakan akan digunakan untuk pertumbuhan bulu sehingga peningkatan berat badan menjadi tidak optimal [3]. Selain itu, kebersihan kandang ayam broiler juga perlu diperhatikan karena dengan adanya kotoran ayam broiler dapat menjadi sumber gas Amonia (NH₃). Batas normal dari konsentrasi Amonia (NH₃) adalah 25 ppm, jika kadar amonia tersebut melebihi batas normal, maka dapat berdampak buruk bagi pertumbuhan ayam broiler dan dapat menimbulkan penyakit tetelo yaitu gangguan pernafasan pada ayam [4].

Permasalahan tersebut bisa diatasi dengan berbagai metode, salah satunya menggunakan metode klasifikasi Gaussian Naive Bayes. Metode ini memanfaatkan konsep probabilitas dan statistik sebagai dasar dalam memprediksi peluang pada masa mendatang mengacu pada data yang sudah diinput. Kelebihan dari metode ini yaitu hanya membutuhkan data pelatihan yang sedikit untuk menentukan estimasi parameter yang diperlukan dalam proses klasifikasi. Selain itu, naive bayes dapat menangani data yang bersifat kontinu (Gaussian) dan diskrit [5].

Sebelumnya telah ada beberapa penelitian yang mengangkat tema tentang sistem monitoring kandang ayam broiler, sehingga layak bagi kasus ini untuk diteliti kembali menggunakan metode yang berbeda. Penelitian sebelumnya yaitu berjudul “Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Kelembaban Kandang Pada Peternakan Ayam Broiler dengan Metode Logika Fuzzy Mamdani Berbasis Internet of Things” [6] mengimplementasikan logika fuzzy mamdani dalam memonitoring suhu dan kelembapan kandang berbasis Internet Of Things (IoT), sehingga peternak lebih mudah mengontrol kondisi kandang dari jarak jauh dengan kipas sebagai *outputnya*. Hasil studi ini menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki tingkat kesalahan yang rendah yaitu 5,15% pada pengukuran suhu dan 7,99% pada kelembapan, sehingga dapat diketahui bahwa nilai suhu dan kelembapan diukur secara optimal dan dianggap mampu dalam menekan terjadinya kematian pada ayam broiler.

Penelitian lainnya berjudul “Perancangan dan Pembuatan Sistem Monitoring Suhu Ayam, Suhu dan Kelembaban Kandang untuk Meningkatkan Produktivitas Ayam Broiler” [2] mengembangkan sebuah sistem yang mampu memonitoring suhu, kelembapan pada kandang, dan suhu tubuh ayam. *Output* penelitian ini yaitu lampu pijar, *blower*, dan *mist maker*. Lampu pijar akan menyala ketika suhu kandang <24°C, dan *blower* otomatis menyala ketika suhu kandang >29°C. Apabila didapati kelembapan kandang <60%, *blower* sebagai sistem sirkulasi menyala dan jika kelembapannya melebihi 70%, *mist maker* beroperasi dengan sendirinya.

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang mengimplementasikan metode Gaussian Naïve Bayes. Penelitian tersebut berjudul “Implementasi Algoritma Naive Bayes Pada Sistem Monitoring dan Klasifikasi Kualitas Air Akuarium Ikan Hias” [7] menghasilkan sebuah sistem yang dapat memantau tingkat kekeruhan air, tingkat kadar amonia, dan tingkat keasaman air (pH) pada akuarium untuk ikan mas koki dengan menggunakan metode klasifikasi Gaussian Naive Bayes. Berdasarkan hasil pengujian, kualitas air diklasifikasikan dalam kondisi ideal apabila sistem mendeteksi kekeruhan sebesar 13,00 NTU, amonia sebesar 0,006 ppm, dan pH 7,25.

Mengacu pada permasalahan yang ada dan penelitian terdahulu, maka dibangun penelitian yang mengimplementasikan Internet of Things (IoT) untuk Sistem Monitoring Kandang Ayam Broiler menggunakan Metode Naive Bayes. Data masukan yang diolah mencakup data suhu, kelembapan, dan gas amonia kandang ayam broiler. Adapun harapan dari penelitian ini yaitu dapat mempermudah peternak dalam memonitor suhu, kelembapan, dan gas amonia kandang ayam broiler sehingga dapat mengurangi tingkat kematian pada ayam.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ayam Broiler

Ayam Broiler adalah jenis unggas yang dibudidayakan untuk diambil dagingnya dan dapat dipanen dalam waktu yang cukup cepat yaitu 4-5 minggu dengan bobot 1,2-2kg/ekor [4]. Suhu, kelembapan, dan gas amonia pada kandang ayam broiler sangat mempengaruhi pertumbuhan ayam. Kelembapan kandang yang terlalu tinggi dapat memicu perkembangbiakan mikroorganisme, dan kelembapan yang terlalu rendah dapat menyebabkan dehidrasi pada ayam. Kelembapan ideal untuk kandang ayam broiler berkisar antara 50%-70% [8]. Suhu yang tinggi dapat menyebabkan stress pada ayam, sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat menurunkan nafsu makan dan menghambat pertumbuhan ayam. Adapun suhu ideal kandang ayam broiler terdapat pada Tabel 1 [3].

Tabel 1. Suhu ideal kandang Ayam Broiler

Usia Ayam (Hari)	Suhu (°C)
1-7	34-32
8-14	29-27
15-21	26-25
22 - 28	24-23
29- 35	23-21

Kotoran ayam mengandung gas amonia (NH₃). Kadar amonia yang tinggi dapat menyebabkan bau tidak nyaman pada kandang ayam dan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan serta gangguan pernapasan pada ayam. Oleh karena itu, kotoran ayam harus dibersihkan agar tidak melebihi kadar toleransinya. Tabel 2 menunjukkan pengaruh kadar amonia terhadap ayam broiler [3].

Tabel 2. Pengaruh Amonia pada Ayam Broiler

Gas Amonia	Reaksi yang ditimbulkan Ayam Broiler
15-20 ppm	Batas toleransi aman

25-30 ppm	Gangguan pada mata ayam dan pernapasan
>30 ppm	Sakit dan gangguan produksi telur
40 ppm	Nafsu makan turun
50 ppm	Pertumbuhan turun sampai 7%
>50 ppm	Pertumbuhan turun sampai 15%

2.2. Gaussian Naive Bayes

Naive Bayes merupakan metode klasifikasi dengan karakteristik utama yaitu kuatnya asumsi independensi pada setiap kondisi/kejadian. Selain itu, metode ini dapat menentukan estimasi parameter untuk proses klasifikasi dengan data pelatihan yang sedikit. Adapun bentuk umum persamaan teorema Bayes dalam bentuk data diskrit dapat dilihat dalam Persamaan 1 [5].

$$P(H|X) = \frac{P(X|H) P(H)}{P(X)} \quad (1)$$

Keterangan:

X = Atribut

H = Kelas

P(X) = Probabilitas atribut X

P(H) = Probabilitas Kelas

P(X|H) = Likelihood (probabilitas atribut X yang muncul dalam kelas H)

P(H|X) = Probabilitas posterior H dengan syarat X

Perhitungan *Naive Bayes* meliputi perhitungan probabilitas kelas (P(H)), probabilitas atribut (P(X|H)), dan penentuan kelas tiap sampel (P(H(X))). Berikut adalah perhitungan probabilitas kelas yang dapat dilihat pada persamaan 2 [5].

$$P(H) = \frac{n(H)}{\text{total data latih}} \quad (2)$$

Keterangan:

P(H) = Probabilitas kelas H

n(H) = Jumlah kemunculan kelas X dalam data latih

Atribut yang bernilai kontinu diasumsikan memiliki distribusi Gaussian. Penelitian ini menggunakan data kontinu sehingga dalam perhitungannya menggunakan persamaan *gaussian naive bayes* untuk menentukan hasil klasifikasinya. Persamaan *Gaussian Naive Bayes* dapat dilihat pada persamaan 3 [5].

$$P(x_i|H) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x_i-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

Keterangan :

$P(x_i|H)$ = Probabilitas atribut x_i di kelas H menggunakan distribusi Gaussian.

x_i = Nilai dari atribut ke-i

μ = *mean* atribut x_i pada kelas H

σ = Deviasi standar

Nilai μ dan σ didapatkan dengan persamaan 4 dan 5 [5].

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (4)$$

Keterangan :

μ = *Mean*

x_i = Data atribut ke-i

n = Jumlah total data

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n-1}} \quad (5)$$

Keterangan :

σ = deviasi standar

x_i = Nilai data atribut ke-i

μ = *mean* dari atribut

N = Jumlah total data

2.3. NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 merupakan salah satu modul mikrokontroler perkembangan dari NodeMCU ESP8266 yang dilengkapi dengan mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6 dan dapat bekerja dalam dual-core maupun single-core dengan clock rate 240MHz serta dirancang untuk konsumsi daya rendah. Mikrokontroler ini mempunyai fitur Wi-Fi dan Bluetooth IoT dalam dua mode [9]. Pada penelitian ini, NodeMCU ESP32 berperan dalam mengendalikan modul *relay* untuk menyalakan dan mematikan lampu pijar, *exhaust fan*, maupun *mist maker* berdasarkan hasil klasifikasi Gaussian Naive Bayes terdapat pada Gambar 1.

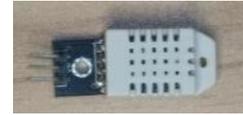


Gambar 1. NodeMCU ESP32

2.4. Sensor DHT22

Sensor DHT22 adalah sensor yang memiliki chip tunggal relatif dan tersusun dari modul yang dikalibrasi keluaran digital. Sensor DHT22 dapat mengukur suhu dari -40 hingga 125 derajat celsius dan 0-100% untuk kelembapan. Sensor ini memiliki rentang pengukuran yang lebih luas dibandingkan

dengan sensor DHT11 dan memiliki output digital berupa single-bus dengan akurasi yang tinggi [4]. Adapun sensor DHT22 yang berperan dalam mengukur suhu serta kelembapan kandang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sensor DHT22

2.5. Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 merupakan salah satu jenis sensor yang mampu mendeteksi kualitas udara melalui nilai resistensi analog pada pin keluarannya dan bekerja dengan tegangan 5Vdc. Sensor ini mampu mendeteksi berbagai macam gas seperti amonia (NH_3), karbondioksida (CO_2), benzene (C_6H_6), ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), natriumdioksida (NO_x), belerang (H_2S), dan gas lainnya [4]. Adapun sensor MQ-135 yang digunakan sebagai pendeteksi gas amonia pada kandang ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Sensor MQ-135

2.6. Modul Relay

Modul *Relay* merupakan komponen elektronika yang bekerja dengan prinsip saklar mekanik dan digerakan oleh energi listrik. Sinyal *input relay* dapat membaca tegangan 3,3-5V. Modul Relay melakukan proses membuka dan menutup menggunakan gaya elektromagnetik. Modul ini dapat menghantarkan tegangan sebesar 220 VAC dengan arus maksimum 10A [10]. Pada penelitian ini, modul relay digunakan sebagai kendali pada lampu pijar, *exhaust fan*, dan *mist maker*. Adapun modul *relay* ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Modul Relay

2.7. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD adalah media untuk menampilkan berbagai jenis informasi, seperti karakter, simbol, huruf, angka maupun grafik. LCD tidak dapat menghasilkan cahaya melainkan menggunakan *backlight* sebagai cahaya pendukung untuk menampilkan informasi [4]. Penelitian ini menggunakan LCD 20×4 yang memiliki kapasitas display 20 kolom dan 4 baris dan digunakan untuk menampilkan nilai dari sensor DHT22, sensor MQ-135, hasil klasifikasi Gaussian Naïve Bayes dan *output* yang dihasilkan sistem. Adapun Liquid Crystal Display (LCD) ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. LCD 20×4

2.8. Lampu Pijar

Lampu pijar adalah lampu pemanas yang diproduksi melalui penyaluran arus listrik dengan memanaskan logam filamen hingga suhu tinggi. Arus listrik mengalir melalui kawat penghubung dan menciptakan elektron bebas yang bergerak dari kutub negatif menuju kutub positif, dan menabrak atom yang berada di filamen secara konstan. Ikatan elektron yang bergetar akibat tabrakan tersebut akan melepaskan energi ekstra berbentuk foton saat berada pada tingkat normal. Foton yang dipanaskan hingga 2.200°C menghasilkan cahaya yang terdapat pada bola lampu pijar [11]. Pada penelitian ini, lampu pijar digunakan sebagai penerang dan pemanas kandang ayam broiler yang ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Lampu Pijar

2.9. Exhaust Fan

Exhaust fan berfungsi sebagai sistem ventilasi untuk mempertahankan kualitas udara di dalam ruangan. Kipas ini bekerja dengan cara membuang udara yang ada di dalam ruangan ke luar, kemudian mengalirkan udara segar yang didapat dari luar ruangan. Ruang membutuhkan sirkulasi agar kualitas udara tetap sehat dan untuk menghindari penumpukan panas,

kelembapan, atau gas berbahaya [12]. Pada penelitian ini, digunakan 2 buah *exhaust fan*, dimana *exhaust fan* 1 digunakan untuk membantu menjaga suhu serta kelembapan kandang agar tetap optimal dan *exhaust fan* 2 digunakan untuk mengurangi konsentrasi amonia (NH_3) yang berasal dari kotoran ayam. Adapun *exhaust fan* ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Exhaust Fan

2.10. Mist Maker

Mist maker adalah alat yang digunakan untuk menciptakan kabut halus dengan cara memecah air tersebut menjadi partikel-partikel kecil. Proses mengubah air menjadi kabut halus disebut proses atomisasi. *Mist maker* diletakkan dalam wadah berisi air dengan posisi sensor menghadap ke atas dan seluruh bagian sensor tersebut terendam dengan air [13]. Pada penelitian ini, *mist maker* berfungsi untuk menjaga kelembapan kandang ayam broiler. Adapun *mist maker* ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Mist Maker

2.11. MySQL

MySQL merupakan *software* yang digunakan untuk mengelola basis data relational dengan bahasa *Structured Query Language* (SQL). MySQL mengorganisir data dalam format tabel yang saling terhubung, sehingga memungkinkan *user* untuk menjalankan operasi CRUD (*Create, Read, Update, Delete*). Kelebihan dari MySQL yaitu dapat digunakan tanpa biaya untuk proyek *open-source* dan mendukung berbagai platform seperti Windows, Linux, MacOS, serta dapat diintegrasikan dengan berbagai bahasa pemrograman seperti Python, PHP, dan Java [14].

2.12. Confusion Matrix

Confusion Matrix adalah metode untuk mengevaluasi kinerja model dalam mengelompokkan data. Metode ini memuat informasi mengenai kelas actual dan prediksi. Perhitungan confusion matrix menggunakan persamaan 6, 7, dan 8 [15].

$$Akurasi = \frac{TN+TP}{TN+TP+FN+FP} \times 100\% \quad (6)$$

$$Presisi = \frac{TP}{FP+TP} \times 100\% \quad (7)$$

$$Recall = \frac{TP}{FN+TP} \times 100\% \quad (8)$$

Keterangan:

TP = True Positive, yaitu data yang dikategorikan positif dan benar positif.

TN = True Negative, yaitu data yang dikategorikan negatif dan benar negatif.

FP = False Positive, yaitu data yang dikategorikan negatif dan diprediksi positif.

FN = False Negative, data yang dikategorikan positif dan diprediksi negatif.

3. METODE PENELITIAN

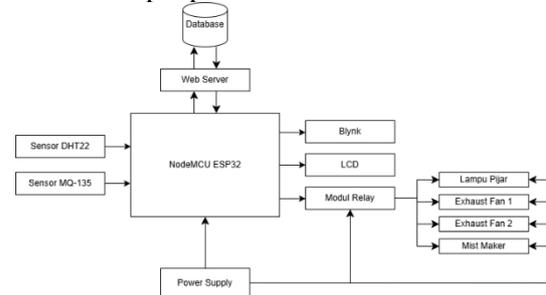
3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini melibatkan pencatatan nilai suhu, kelembapan, dan amonia yang diperoleh dengan cara meletakkan sensor DHT22 dan MQ-135 di dalam kandang ayam broiler. Kemudian, data yang telah dikumpulkan tersebut disimpan dalam database.

3.2. Perancangan Arsitektur Sistem

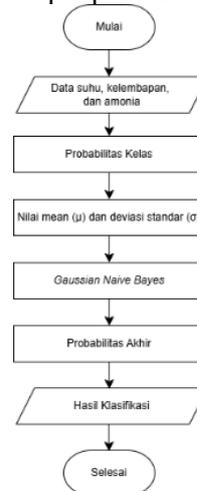
Penelitian ini membangun sebuah sistem yang mampu memonitoring suhu, kelembapan, dan amonia pada kandang ayam broiler dengan metode Gaussian Naive Bayes berbasis Internet of Things (IoT). Sistem mengklasifikasikan kondisi kandang menjadi dua kategori yaitu ideal dan buruk. NodeMCU ESP32 pada penelitian ini berperan dalam mengirimkan data pembacaan sensor DHT22 dan MQ-135. Data yang diperoleh tersebut, kemudian dikirimkan pada web server dan disimpan dalam database. Setelah itu, dilakukan proses klasifikasi untuk mendapatkan hasil klasifikasi berupa ideal atau buruk dan menentukan tindakan yang akan dilakukan oleh output. Hasil klasifikasi tersebut dikirimkan kembali pada NodeMCU ESP32 dan ditampilkan di Blynk & LCD. Selain digunakan untuk mengirimkan data pembacaan sensor, NodeMCU ESP32 juga digunakan untuk mengendalikan modul relay. Adapun

diagram blok untuk perancangan arsitektur sistem terdapat pada Gambar 9.



Gambar 9. Arsitektur Sistem

Tahapan penerapan metode Gaussian Naive Bayes pada penelitian ini dilakukan dengan menghitung probabilitas kelas berdasarkan data yang telah disediakan. Kemudian mengukur data kontinu (suhu, kelembapan, amonia) menggunakan gaussian naive bayes (densitas gauss) dengan mencari nilai mean dan deviasi standar terlebih dahulu. Selanjutnya, dilakukan perhitungan probabilitas akhir untuk mendapatkan prediksi klasifikasi. Adapun diagram alir pada metode Gaussian Naive Bayes terdapat pada Gambar 10.

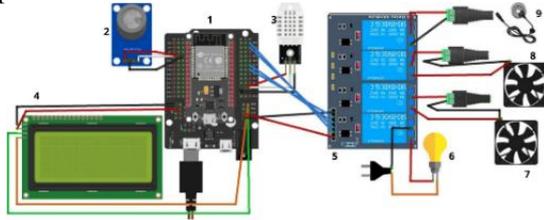


Gambar 10. Alur Metode Gaussian Naive Bayes

3.3. Perancangan Perangkat Keras

Penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP32, sensor DHT22 dan MQ-135, LCD 20×4, modul relay 4 channel, lampu pijar, exhaust fan, dan mist maker. Sensor DHT22 berperan untuk mendeteksi nilai suhu dan kelembapan kandang, dan MQ-135 digunakan sebagai pendeteksi kadar amonia. Selain itu, NodeMCU ESP32 bertugas sebagai perangkat yang menerima data sensor dan mengirimkannya pada web server serta

mengendalikan modul relay. Adapun perancangan keseluruhan sistem diperlihatkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Perancangan Keseluruhan Sistem

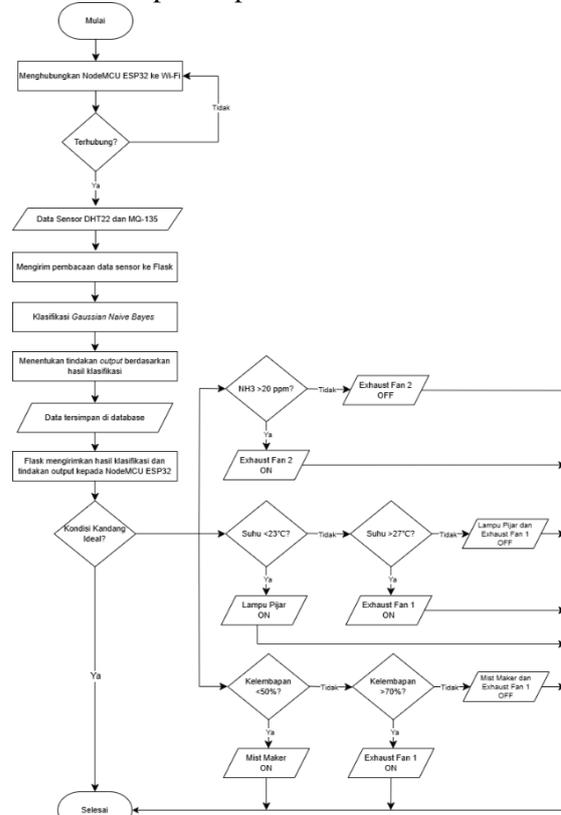
Keterangan:

- | | |
|--------------------------|------------------|
| 1. NodeMCU ESP32 | 6. Lampu pijar |
| 2. Sensor MQ-135 | 7. Exhaust Fan 1 |
| 3. Sensor DHT22 | 8. Exhaust Fan 2 |
| 4. LCD 20x4 | 9. Mist Maker |
| 5. Modul relay 4 channel | |

3.4. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan ini berfungsi untuk merancang alur sistem dalam mengolah informasi dari perangkat keras maupun lunak. Pada perancangan perangkat lunak, langkah pertama yang dilakukan yaitu menghubungkan NodeMCU ESP32 dengan koneksi Wi-Fi. Apabila koneksi Wi-Fi terhubung dengan NodeMCU ESP32, maka akan dilakukan pengiriman data sensor DHT22 dan MQ-135 berupa suhu, kelembapan, dan amonia. Data sensor tersebut akan dikirimkan pada *web server*. Setelah data tersebut diterima, maka data tersebut akan diolah dan diklasifikasikan menggunakan metode Gaussian Naive Bayes. Data sensor dan hasil dari klasifikasi tersebut disimpan di dalam *database* MySQL. Kemudian setelah mendapatkan hasil klasifikasi, maka selanjutnya akan dilakukan pemeriksaan terhadap hasil klasifikasi dan menentukan tindakan terhadap *output*. Apabila hasil klasifikasi menyatakan kondisi kandang ideal, maka tidak ada tindakan apapun yang akan dilakukan. Sementara itu, apabila hasil klasifikasi kondisi kandang dinyatakan buruk, maka akan dilakukan pemeriksaan terhadap beberapa kondisi terkait nilai toleransi suhu, kelembapan, dan amonia pada kandang ayam. Tindakan yang akan dilakukan oleh *output* tersebut, akan dikirim kepada NodeMCU ESP32 untuk menyalakan maupun mematikan *output* melalui modul *relay* berdasarkan prediksi Gaussian Naive Bayes. Adapun

diagram alir keseluruhan proses pada perangkat lunak ditampilkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Flowchart Keseluruhan Proses

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Implementasi

Tahap ini merupakan tahap penerapan dan pengoperasian dari sistem yang telah dirancang sebelumnya. Tampilan kandang ayam broiler terbagi menjadi beberapa bagian yaitu bagian depan, samping, belakang, dalam, tampilan lampu pijar, serta tampilan mist maker. Pada kandang ayam broiler bagian depan terdapat pintu masuk untuk ayam broiler yang dipasang paranet agar ayam terlindungi dari paparan sinar matahari langsung. Kandang ayam broiler bagian depan diperlihatkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Bagian Depan

Kemudian, pada bagian samping kanan kandang ayam broiler terdapat lima *exhaust fan* yang dipasang dalam dua baris berbeda. Pada baris pertama, dua *exhaust fan* digunakan untuk mengontrol suhu dan kelembapan pada kandang ayam broiler. Pada baris kedua, tiga *exhaust fan* digunakan untuk mengontrol kadar amonia. Setiap baris *exhaust fan* dipasang secara paralel. Adapun bagian samping kandang ayam broiler diperlihatkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Bagian Samping

Sekumpulan perangkat keras untuk sistem monitoring kandang ayam broiler diletakkan di bagian belakang kandang. Terdapat *box* hitam dengan LCD 20x4 yang di dalamnya terdapat mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan modul *relay 4 channel*. Selain itu, terdapat pula dua *stepdown* dan power supply 24V 10A. *Stepdown* berfungsi untuk menurunkan tegangan dari *power supply* sehingga dapat menyalakan *exhaust fan* 12V. Adapun tampilan bagian belakang pada kandang ayam broiler dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Bagian Belakang

Pada kandang ayam broiler bagian dalam, terdapat dua sensor yaitu sensor DHT22 di bagian kiri atas dan MQ-135 di kanan atas. Selain itu, terdapat juga wadah untuk tempat pakan dan air minum ayam broiler. Adapun tampilan bagian tampak dalam dari kandang ayam diperlihatkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Tampak Dalam

Lampu pijar pada kandang ayam broiler berjumlah tujuh. Enam lampu dipasang secara paralel digunakan sebagai pemanas dan akan menyala otomatis sesuai dengan *output* sistem. Satu lampu yang terletak di tengah digunakan sebagai cahaya untuk kandang (penerang) di malam hari. Adapun lampu pijar pada kandang ayam broiler diperlihatkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Lampu Pijar dan Ayam Broiler

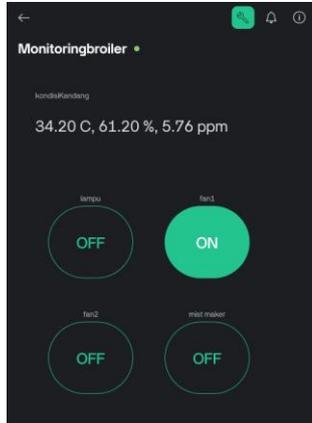
Mist maker pada kandang ayam broiler diletakkan di bagian dinding kanan kandang. *Mist maker* menghasilkan uap-uap air berupa kabut untuk menjaga kelembapan kandang dan akan menyala otomatis sesuai *output* sistem. Adapun posisi *mist maker* di bagian dinding kanan tersebut diperlihatkan pada Gambar 18.



Gambar 18. Mist Maker dalam Kandang

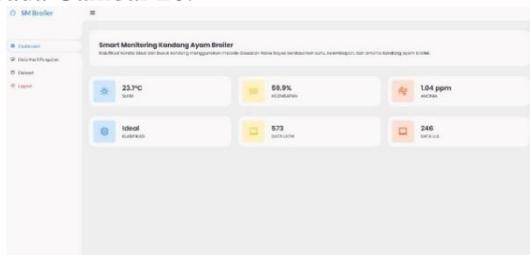
Implementasi perangkat lunak pada penelitian ini terbagi menjadi dua bagian yaitu implementasi antarmuka kontrol Blynk dan implementasi antarmuka halaman *website*. Implementasi antarmuka kontrol Blynk

bertujuan untuk membuat user dapat melakukan kontrol manual terhadap output sistem. Adapun implementasi antarmuka kontrol Blynk dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Antarmuka Kontrol Blynk

Halaman *dashboard* muncul setelah melakukan proses *login*. Pada halaman *dashboard* berisikan informasi mengenai nilai pembacaan dari sensor berupa suhu, kelembapan, dan amonia. Adapun penerapan antarmuka halaman *dashboard* ditampilkan pada Gambar 20.



Gambar 20. Halaman *Dashboard*

Pada halaman data hasil pengujian, terdapat tabel data yang berisi informasi mengenai riwayat sistem monitoring kandang ayam broiler. Terdapat informasi waktu, suhu, kelembapan, amonia, hasil klasifikasi, lampu pijar, *exhaust fan 1*, *exhaust fan 2*, dan *mist maker* pada tabel data tersebut. Adapun implementasi antarmuka halaman data hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 21.

ID	Waktu	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Amonia (ppm)	Hasil Klasifikasi	Lampu Pijar	Exhaust fan 1	Exhaust fan 2	Mist Maker
1	2024-09-24 08:00:00	25.2	61.0	5.0	Normal	off	off	off	off
2	2024-09-24 08:05:00	25.4	61.0	5.0	Normal	off	off	off	off
3	2024-09-24 08:10:00	25.7	60.8	5.0	Normal	off	off	off	off
4	2024-09-24 08:15:00	26.1	60.5	5.2	Normal	off	off	off	off
5	2024-09-24 08:20:00	26.3	60.5	4.5	Normal	off	off	off	off
6	2024-09-24 08:25:00	26.4	60.2	5.2	Normal	off	off	off	off
7	2024-09-24 08:30:00	27.6	59.7	5.9	Normal	off	off	off	off
8	2024-09-24 08:35:00	27.6	59.6	5.0	Normal	off	off	off	off
9	2024-09-24 08:40:00	27.0	59.2	5.0	Normal	off	off	off	off
10	2024-09-24 08:45:00	27.1	59.2	4.5	Normal	off	off	off	off
11	2024-09-24 08:50:00	27.3	59.4	4.0	Normal	off	off	off	off
12	2024-09-24 08:55:00	26.9	60.0	4.0	Normal	off	off	off	off
13	2024-09-24 09:00:00	26.5	59.5	5.0	Normal	off	off	off	off

Gambar 21. Halaman Data Hasil Pengujian

Pada halaman dataset, terdapat tabel data yang berisi informasi berupa suhu, kelembapan,

amonia, dan hasil klasifikasi yang merupakan data gabungan dari data latih dan data uji. Selain itu, terdapat pula hasil klasifikasi berdasarkan kondisi kandang tersebut. Pada halaman ini, terdapat 3 *button* yaitu uji metode, data latih, dan data uji. *Button* uji metode berisikan halaman untuk melakukan pengujian metode *Gaussian Naive Bayes*, *button* data latih berisi halaman yang memuat data pelatihan, dan *button* data uji berisi halaman yang memuat data uji. Adapun penerapannya ditampilkan pada Gambar 22.

ID	Waktu	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Amonia (ppm)	Hasil Klasifikasi
1	2024-09-24 08:00:00	25.2	61.0	5.0	Normal
2	2024-09-24 08:05:00	25.4	61.0	5.0	Normal
3	2024-09-24 08:10:00	25.7	60.8	5.0	Normal
4	2024-09-24 08:15:00	26.1	60.5	5.2	Normal
5	2024-09-24 08:20:00	26.3	60.5	4.5	Normal
6	2024-09-24 08:25:00	26.4	60.2	5.2	Normal
7	2024-09-24 08:30:00	27.6	59.7	5.9	Normal
8	2024-09-24 08:35:00	27.6	59.6	5.0	Normal
9	2024-09-24 08:40:00	27.0	59.2	5.0	Normal
10	2024-09-24 08:45:00	27.1	59.2	4.5	Normal
11	2024-09-24 08:50:00	27.3	59.4	4.0	Normal
12	2024-09-24 08:55:00	26.9	60.0	4.0	Normal
13	2024-09-24 09:00:00	26.5	59.5	5.0	Normal

Gambar 22. Halaman *Dataset*

Halaman uji metode tampil setelah menekan *button* uji metode. Halaman ini berisi pengujian metode *Gaussian Naive Bayes*. Terdapat tabel data latih dan juga tabel data uji. Selain itu, pada halaman uji metode juga terdapat nilai akurasi, presisi, recall, dan laju error. Adapun implementasi dari halaman uji metode tersebut dapat dilihat pada Gambar 23.

ID	Waktu	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Amonia (ppm)	Hasil	Hasil Uji
1	2024-09-24 08:00:00	25.2	61.0	5.0	Normal	Normal
2	2024-09-24 08:05:00	25.4	61.0	5.0	Normal	Normal
3	2024-09-24 08:10:00	25.7	60.8	5.0	Normal	Normal
4	2024-09-24 08:15:00	26.1	60.5	5.2	Normal	Normal
5	2024-09-24 08:20:00	26.3	60.5	4.5	Normal	Normal
6	2024-09-24 08:25:00	26.4	60.2	5.2	Normal	Normal
7	2024-09-24 08:30:00	27.6	59.7	5.9	Normal	Normal
8	2024-09-24 08:35:00	27.6	59.6	5.0	Normal	Normal
9	2024-09-24 08:40:00	27.0	59.2	5.0	Normal	Normal
10	2024-09-24 08:45:00	27.1	59.2	4.5	Normal	Normal
11	2024-09-24 08:50:00	27.3	59.4	4.0	Normal	Normal
12	2024-09-24 08:55:00	26.9	60.0	4.0	Normal	Normal
13	2024-09-24 09:00:00	26.5	59.5	5.0	Normal	Normal

Gambar 23. Halaman Uji Metode

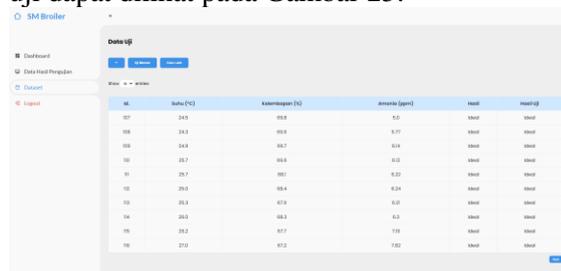
Halaman data latih tampil setelah menekan *button* data latih. Halaman ini berisi 573 data. Adapun penerapannya dapat dilihat pada Gambar 24.

ID	Waktu	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Amonia (ppm)	Hasil Klasifikasi
1	2024-09-24 08:00:00	25.2	61.0	5.0	Normal
2	2024-09-24 08:05:00	25.4	61.0	5.0	Normal
3	2024-09-24 08:10:00	25.7	60.8	5.0	Normal
4	2024-09-24 08:15:00	26.1	60.5	5.2	Normal
5	2024-09-24 08:20:00	26.3	60.5	4.5	Normal
6	2024-09-24 08:25:00	26.4	60.2	5.2	Normal
7	2024-09-24 08:30:00	27.6	59.7	5.9	Normal
8	2024-09-24 08:35:00	27.6	59.6	5.0	Normal
9	2024-09-24 08:40:00	27.0	59.2	5.0	Normal
10	2024-09-24 08:45:00	27.1	59.2	4.5	Normal
11	2024-09-24 08:50:00	27.3	59.4	4.0	Normal
12	2024-09-24 08:55:00	26.9	60.0	4.0	Normal
13	2024-09-24 09:00:00	26.5	59.5	5.0	Normal

Gambar 24. Halaman Data Latih

Halaman data uji tampil setelah menekan *button* data uji. Halaman ini berisi 246 data.

Adapun implementasi antarmuka halaman data uji dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Halaman Data Uji

4.2. Hasil Pengujian menggunakan *Confusion Matrix*

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja dari metode *Gaussian Naive Bayes* sehingga dapat mengetahui nilai akurasi, presisi, *recall*, dan laju error dalam mengklasifikasikan suhu, kelembapan, dan amonia pada kandang ayam broiler. Adapun pengujian dilakukan dengan cara melakukan pemisahan pada *dataset* untuk menjadi data pelatihan dan data pengujian metode. Kemudian, data latih tersebut dilatih menggunakan metode *Gaussian Naive Bayes* untuk mendapatkan nilai *mean* dan deviasi standar. Setelah proses pelatihan selesai, maka dilakukan pengujian pada sekumpulan data uji yang sebelumnya tidak pernah dilihat oleh model. Hasil klasifikasi dari metode *Gaussian Naive Bayes* kemudian dibandingkan dengan hasil klasifikasi yang sebenarnya menggunakan *confusion matrix*. Adapun tabel *confusion matrix* pada pengujian ini ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji *Confusion Matrix*

	Prediksi Ideal	Prediksi Buruk
Benar Ideal	18	1
Benar Buruk	19	208

Berdasarkan tabel *confusion matrix*, maka langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai akurasi, presisi, *recall*, dan laju error menggunakan persamaan 6, 7, dan 8.

$$TP = 18, TN = 208, FP = 19, FN = 1$$

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\%$$

$$Akurasi = \frac{18 + 208}{18 + 208 + 19 + 1} \times 100\%$$

$$Akurasi = 91,87\%$$

$$Presisi = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\%$$

$$Presisi = \frac{18}{18 + 19} \times 100\%$$

$$Presisi = 48,65\%$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\%$$

$$Recall = \frac{18}{18 + 1} \times 100\%$$

$$Recall = 94,74\%$$

$$Laju Error = \frac{FP + FN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\%$$

$$Laju Error = \frac{19 + 1}{246} \times 100\%$$

$$Laju Error = 8,13\%$$

5. KESIMPULAN

Merujuk pada penelitian yang sudah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan diantaranya adalah sebagai berikut.

- Implementasi Internet of Things (IoT) dengan metode Gaussian Naive Bayes pada sistem monitoring kandang ayam broiler berhasil diterapkan. Sistem ini menggunakan sensor DHT22 dan MQ-135 yang berintegrasi dengan NodeMCU ESP32 untuk mendeteksi suhu, kelembapan, dan amonia sebagai parameter dalam menentukan hasil klasifikasi.
- Hasil implementasi metode Gaussian Naive Bayes mendapatkan akurasi sebesar 91,87%. Metode ini menunjukkan kinerja yang baik dalam mengklasifikasikan kondisi ideal dan buruk pada kandang ayam broiler.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada seluruh pihak yang memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Taufik, B. G. Sudarsono, A. Budiyantra, I. K. Sudaryana and T. T. Mulyono, Pengantar Teknologi Informasi, 1 ed., J. Hutahaean and M. Amin, Eds., Jawa Tengah: CV. Pena Persada, 2022.

[2] M. R. N. Syarip, G. Turesna, S. A. Rahman and A. , “Perancangan dan Pembuatan Sistem Monitoring Suhu Ayam, Suhu dan Kelembaban Kandang untuk Meningkatkan

- Produktifitas Ayam Broiler,” *TIARSIE*, vol. 17, no. 1, 2020.
- [3] F. S. Efendi, T. A. Cinderatama and I. S. Asti, “Implementasi Sistem Penjadwalan Otomatis Smart Closed House Kandang Ayam Broiler Berbasis IOT menggunakan K-Nearest-Neighbour,” *JACIS : Journal Automation Computer Information System*, vol. 4, no. 2, pp. 88-99, 2024.
- [4] J. Jamal and Thamrin, “Sistem Kontrol Kandang Ayam Closed House Berbasis Internet Of Things,” *Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, vol. 9, no. 3, September 2021.
- [5] A. F. Watratan, A. P. B and D. Moeis, “Implementasi Algoritma Naive Bayes Untuk Memprediksi Tingkat Penyebaran Covid-19 Di Indonesia,” *Journal of Applied Computer Science and Technology (JACOST)*, vol. 1, no. 1, pp. 7-14, 2020.
- [6] A. F. Trinaldi, A. K. Ningsih and M. , “Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Kelembapan Kandang pada Peternakan Ayam Broiler dengan Metode Logika Fuzzy Mamdani Berbasis Internet of Things,” *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, vol. 12, no. 1, November 2022.
- [7] W. Cahyadi, A. R. Chaidir and H. A. H. Hani, “Implementasi Algoritma Naive Bayes Pada Sistem Monitoring dan Klasifikasi Kualitas Air Akuarium Ikan Hias,” *Jurnal Arus Elektro Indonesia (JAEI)*, vol. 9, no. 3, 2023.
- [8] M. R. H. Noviandi, H. and Fitri, “Implementasi Metode PID Pada Sistem Kontrol Gas Amonia Dalam Prototype Kandang Ayam Berbasis IoT,” *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi (Scientica)*, vol. 2, no. 1, pp. 89-98, 2024.
- [9] A. Sanaris and I. Suharjo, “Prototype Alat Kendali Ootmatis Penjemur Pakaian menggunakan NodeMCU ESP32 dan Telegram Bot Berbasis Internet of Things (IOT),” *Journal Of Information System And Artificial Intelligence*, vol. 1, no. 1, pp. 17 - 24, 2020.
- [10] I. W. Y. Widiana, I. G. A. P. R. Agung and P. Rahardjo, “Rancang Bangun Kendali Otomatis Lampu dan Pendingin Ruangan pada Ruang Perkuliahan Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano,” *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 6, no. 2, pp. 112-120, Juni 2019.
- [11] F. Husnayain, D. S. Himawan, A. R. Utomo, I. M. Ardita and B. Sudiarto, “Analisis Perbandingan Kinerja Lampu LED, CFL, dan Pijar pada Sistem Penerangan Kantor,” *Jurnal CYCLOTRON*, vol. 6, no. 1, pp. 78-83, Januari 2023.
- [12] I. A. Rombang, L. B. Setyawan and G. Dewantoro, “Perancangan Prototipe Alat Deteksi Asap Rokok dengan Sistem Purifier Menggunakan Sensor MQ-135 dan MQ-2,” *Techne Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. 21, no. 1, pp. 131-144, April 2022.
- [13] S. Baco, K. F. E. Fazza and M. A. Alfaids, “Sistem Kontrol pada Budidaya Sarang Burung Walet menggunakan Internet of Things (IoT),” *Jurnal Teknologi Komputer (JTEK)*, vol. 3, no. 1, Juni 2023.
- [14] A. D. Harahap, D. Juardi and A. S. Y. Irawan, “Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Link Phising menggunakan Algoritma Random Forest Berbasis Web,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 12, no. 3, 2024.
- [15] N. A'ayunnisa, Y. Salim and H. Azis, “Analisis performa metode Gaussian Naïve Bayes untuk klasifikasi citra tulisan tangan karakter arab,” *Indonesian Journal of Data and Science (IJODAS)*, vol. 3, no. 3, pp. 115-121, 2022.