JREEC
JOURNAL OF RENEWABLE ENERGY, ELECTRONICS AND CONTROL
homepage URL : https://ejurnal.itats.ac.id/jreec

Otomasi Deteksi Pembersih Kandang Kambing Menggunakan Deret Sensor Gas Dan Algoritma K-*Nearest Neighbors* (K-NN)

Abdul Nasir[1], Achmad Ridho'i[2], dan Lutfi Agung Swarga[3]

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya[1,2,dan3]

INFORMASI ARTIKEL

Jurnal JREEC – Volume 06
Nomer 01, April 2026

Halaman:
38 – 45
Tanggal Terbit :
30 April 2026

DOI:
10.31284/j.JREEC.2026.v61i1.71

ABSTRACT

Goat pen cleanliness plays a crucial role in maintaining livestock health and reducing the risk of disease spread. One indicator of cleanliness is the levels of gases such as CO_2, NH_3, and CH_4 derived from goat feces and activity. This study designed an automated system based on MQ-135, MQ-137, and MQ-4 gas sensors connected to an Arduino Mega 2560 to collect data. Data was sent in real-time to a computer and analyzed using the K-Nearest Neighbor (K-NN) algorithm. A total of 684 data sets were used, with 70% for training and 30% for testing. The best model was obtained at K = 3 with an accuracy of 99.51%, resulting in only one prediction error. The classification results were sent back to the Arduino to activate the water pump via a Relay when the pen was detected as dirty. The system also displayed sensor data on a 20x4 LCD, thus supporting automatic and efficient cleanliness monitoring.

Keywords: *Arduino Mega 2560, Automation, Goat pen, K Nearest Neighbor, MQ-135, MQ-137, MQ-4.*

EMAIL

nsrdul@gmail.com[1]
ridhoi@untag-sby.ac.id[2]
lutfiagung@untag-sby.ac.id[3]

PENERBIT

Jurusan Teknik Elektro-ITATS
Alamat:
Jl. Arief Rachman Hakim
No.100,Surabaya 60117,
Telp/Fax: 031-5997244

Jurnal JREEC by Department of Elecreical Engineering is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ABSTRAK

Kebersihan kandang kambing berperan penting dalam menjaga kesehatan ternak serta menekan risiko penyebaran penyakit. Salah satu indikator kebersihan dapat dilihat dari kadar gas seperti CO_2, NH_3, dan CH_4 yang berasal dari kotoran dan aktivitas kambing. Penelitian ini merancang sistem otomatis berbasis sensor gas MQ-135, MQ-137, dan MQ-4 yang terhubung dengan Arduino Mega 2560 untuk mengumpulkan data. Data dikirim secara *real-time* ke komputer dan dianalisis menggunakan algoritma K-*Nearest Neighbor* (K-NN). Sebanyak 684 data digunakan, dengan pembagian 70% untuk pelatihan dan 30% untuk pengujian. Model terbaik diperoleh pada K = 3 dengan akurasi 99,51%, hanya menghasilkan satu kesalahan prediksi. Hasil klasifikasi dikirim kembali ke Arduino untuk mengaktifkan pompa air melalui *Relay* saat kondisi kandang terdeteksi kotor. Sistem ini juga menampilkan data sensor pada LCD 20×4, sehingga mendukung pemantauan kebersihan secara otomatis dan efisien.

Kata kunci: Arduino Mega 2560, Kandang kambing, K *Nearest Neighbor*, MQ-135, MQ-137, MQ-4, Otomatisasi.

PENDAHULUAN

Lingkungan kandang kambing yang tidak terkelola dengan baik dapat menimbulkan akumulasi gas hasil metabolisme ternak seperti amonia (NH_3), metana (CH_4), dan karbon dioksida (CO_2) [1][2]. Peningkatan konsentrasi gas tersebut memicu bau tidak sedap serta menurunkan kualitas udara di sekitar kandang. Kondisi ini tidak hanya mengganggu kenyamanan pekerja, tetapi juga berpotensi menurunkan kesehatan dan produktivitas ternak [3]. Paparan gas dalam kadar tinggi

secara terus-menerus dapat menyebabkan stres pada hewan dan meningkatkan risiko gangguan pernapasan. Oleh karena itu, pengelolaan kebersihan kandang menjadi aspek penting dalam sistem peternakan modern.

Pada praktiknya, pemantauan kebersihan kandang masih banyak dilakukan secara manual melalui penciuman dan pengamatan visual oleh peternak. Cara tersebut bersifat subjektif karena sangat bergantung pada persepsi individu dan pengalaman masing-masing [4]. Selain itu, metode manual kurang mampu mendeteksi peningkatan konsentrasi gas secara akurat dan terukur. Keterbatasan ini dapat menyebabkan keterlambatan dalam proses pembersihan kandang. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya sistem pemantauan yang lebih objektif dan berbasis data.

Perkembangan teknologi sensor dan kecerdasan buatan membuka peluang untuk menghadirkan sistem monitoring lingkungan kandang yang lebih presisi. Sensor gas seri MQ dikenal memiliki sensitivitas yang baik terhadap berbagai jenis gas, termasuk NH_3, CH_4, dan CO_2, dengan biaya yang relatif terjangkau [5]. Data yang diperoleh dari sensor dapat dianalisis menggunakan algoritma machine learning seperti K-*Nearest Neighbors* (K-NN) [6][7]. Pendekatan ini memungkinkan proses klasifikasi kondisi kandang dilakukan secara otomatis berdasarkan pola data. Dengan demikian, keputusan pembersihan tidak lagi hanya mengandalkan intuisi, melainkan hasil perhitungan sistem.

Penelitian ini merancang sistem deteksi kebersihan kandang kambing menggunakan sensor MQ-135, MQ-137, dan MQ-4 yang terintegrasi dengan Arduino Mega 2560 sebagai akuisisi data. Data pembacaan sensor dikirim ke komputer melalui komunikasi serial untuk diproses menggunakan algoritma K-NN berbasis Python. Klasifikasi dilakukan menjadi dua kategori, yaitu bersih dan kotor, berdasarkan metode jarak Euclidean. Hasil klasifikasi selanjutnya digunakan untuk mengendalikan *Relay* yang terhubung dengan pompa air sebagai *aktuator* pembersih otomatis. Sistem juga dilengkapi LCD I2C 20x4 untuk menampilkan nilai sensor secara *real-time*.

Dalam pengembangannya, model K-NN dilatih menggunakan data latih yang diperoleh secara offline dari kondisi kandang yang telah ditentukan melalui pengamatan manual. Pembagian data dilakukan untuk proses pelatihan dan pengujian guna mengevaluasi kinerja model. Sistem ini difokuskan pada parameter kadar gas tanpa mempertimbangkan faktor eksternal lain seperti suhu dan kelembapan. Arduino berfungsi sebagai pembaca sensor, sedangkan pengolahan data dilakukan pada laptop yang menjalankan program Python. Pendekatan ini dirancang agar sistem tetap sederhana namun efektif dalam implementasinya.

Melalui penerapan sistem otomatis ini, diharapkan proses pemantauan dan pembersihan kandang dapat dilakukan secara lebih efisien dan konsisten. Peternak dapat memperoleh informasi kondisi kandang secara objektif tanpa bergantung sepenuhnya pada penilaian subjektif. Implementasi algoritma K-NN dalam bidang peternakan juga menjadi bentuk penerapan kecerdasan buatan secara praktis. Selain meningkatkan kesehatan lingkungan ternak, sistem ini mendukung transformasi menuju konsep *smart farming*. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan teknologi monitoring berbasis sensor yang aplikatif dan berkelanjutan.

TINJAUAN PUSTAKA

Gas yang Dihasilkan dari Kotoran Kambing

Amonia merupakan gas tidak berwarna dengan aroma tajam yang menyengat dan dapat menimbulkan iritasi, yang dihasilkan dari urin (kotoran) kambing [8]. Metana dihasilkan dari fermentasi anaerob kotoran. Konsentrasi metana tinggi menandakan kandang tidak higienis dan ventilasi buruk [9]. CO_2 dihasilkan dari respirasi kambing dan proses pembusukan organik. Kadar CO_2 yang tinggi menunjukkan ventilasi buruk.

Dampak Gas Berbahaya Terhadap Ternak

Kandang kambing yang tidak terawat dan dipenuhi kotoran dapat menghasilkan gas berbahaya seperti amonia (NH_3), metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), dan VOC. Jika kadarnya berlebihan, gas-gas tersebut dapat mengganggu kesehatan, produktivitas, dan kenyamanan ternak sehingga perlu dikendalikan.

Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 merupakan papan *mikrokontroler* dari seri Arduino yang dikembangkan untuk mendukung proyek dengan kebutuhan jumlah input dan output yang lebih besar [10].

Sensor Gas MQ *Series*

Sensor gas MQ merupakan sensor yang bekerja berdasarkan perubahan nilai resistansi untuk mendeteksi kadar gas tertentu di udara.

***Liquid Crystal Display* (LCD) 20X4 I2C**

LCD merupakan perangkat tampilan elektronik yang menghasilkan gambar dengan memanfaatkan sifat kristal cair yang dapat dikendalikan secara elektrik.

Pompa Air 12 Volt DC

Pompa air 12V DC berperan sebagai *aktuator* pada sistem pembersihan otomatis yang mengalirkan air atau disinfektan ke area kandang secara mandiri.

Algoritma K-*Nearest Neighbor* (K-NN)

K-*Nearest Neighbor* (K-NN) ialah methode pembelajaran terawasi yang dapat difungsikan pada regresi [11]. Inti dari K-NN adalah "pembelajaran berbasis kesamaan", di mana kategori suatu data ditentukan oleh kedekatannya dengan data lain dalam ruang atribut [12].

Bahasa Pemrograman

Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang широко digunakan dalam bidang *data science* dan *machine learning*. Pada sistem ini, Python menerima data dari Arduino, mengklasifikasikannya dengan algoritma KNN, lalu menampilkan hasil prediksi kebersihan kandang secara realtime menggunakan model yang telah dilatih [13].

Komunikasi Serial antara Adruino dan Python

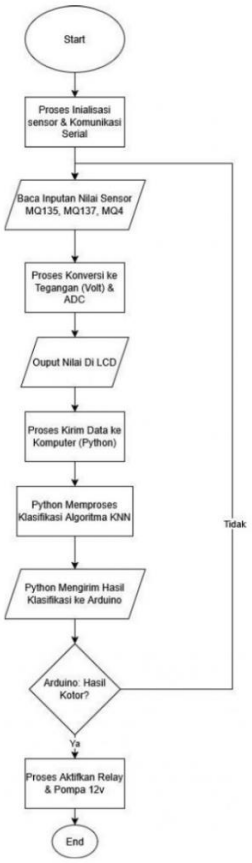
Komunikasi serial berfungsi sebagai penghubung antara Arduino dan komputer untuk mengirimkan data hasil pembacaan sensor yang kemudian diolah oleh Python guna menentukan kondisi kandang. Mekanisme ini membuat sistem dapat memproses dan menampilkan hasil secara hampir bersamaan (*realtime*).

Sistem Kendali *Relay* dan Pompa air 12V DC

Relay berfungsi sebagai saklar elektronik untuk mengaktifkan Pompa air berdasarkan hasil prediksi Python [14].

METODE

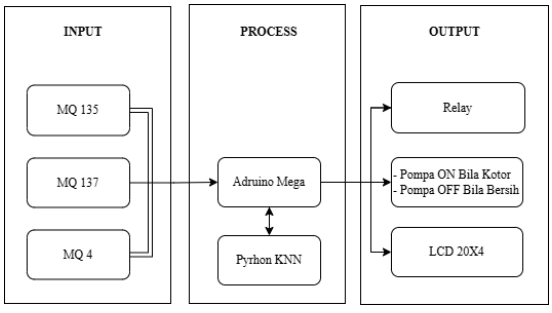
Penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif dan metode eksperimen yang bertujuan mengembangkan sistem deteksi kebersihan kandang kambing berbasis sensor MQ-135 (CO_2), MQ-137 (NH_3), dan MQ-4 (CH_4) yang terintegrasi dengan Arduino Mega 2560 dan algoritma K-*Nearest Neighbors* (K-NN). Data dikumpulkan melalui observasi pada kondisi kandang bersih dan kotor, kemudian diproses menggunakan Python dengan tahapan normalisasi (StandardScaler), pembagian data 70% training dan 30% testing secara *stratified*, serta pengujian beberapa nilai K untuk menentukan parameter terbaik (K=3). Evaluasi model dilakukan menggunakan akurasi dan *confusion matrix*, lalu model disimpan dalam format .pkl untuk klasifikasi *real-time* yang terhubung dengan *Relay* dan pompa air sebagai sistem pembersih otomatis.



Gambar 1. *Flowchart*

Sumber : Data Primer

Flowchart sistem menggambarkan alur kerja dimulai dari pembacaan konsentrasi gas oleh sensor pada kandang, kemudian Arduino mengonversi sinyal analog menjadi nilai tegangan (*Volt*). Data tersebut dikirim melalui komunikasi serial ke program Python untuk diproses menggunakan algoritma K-*Nearest Neighbors* (KNN) guna menentukan kondisi kandang (bersih atau kotor). Hasil klasifikasi selanjutnya dikirim kembali ke Arduino sebagai perintah kendali. Berdasarkan status yang diterima, Arduino mengaktifkan atau menonaktifkan *Relay* dan pompa air sebagai mekanisme pembersihan otomatis. Seluruh proses berlangsung secara *real-time* dan status kondisi kandang ditampilkan melalui LCD.



Gambar 2. *Blok Diagram*

Sumber : Data Primer

Sistem ini mendeteksi kebersihan udara kandang kambing menggunakan sensor MQ-135, MQ-137, dan MQ-4 yang datanya diproses oleh Arduino Mega 2560 lalu dikirim ke komputer melalui komunikasi serial. Program Python dengan algoritma K-Nearest Neighbors (K-NN) mengklasifikasikan kondisi kandang menjadi bersih atau kotor, kemudian hasilnya digunakan untuk mengendalikan *Relay* dan pompa air secara otomatis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sistem Arduino Mega 2560

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan Arduino dapat bekerja dengan baik. Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa sistem berjalan lancar. Arduino dapat mengeksekusi program dengan benar, komunikasi serial berjalan stabil, dan sistem siap untuk pengujian sensor secara *real time.*

Pengujian Sensor GAS

Pengujian sesor dilakukan untuk memastikan pembacaan konsentrasi NH_3, CO_2, dan CH_4 akurat. Sehingga sistem dapat bekerja sebagaimana mestinya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai CO_2 dan CH_4 cenderung meningkat pada kondisi kandang yang lebih kotor akibat penumpukan kotoran kambing dan minimnya ventilasi. Sementara itu, sensor NH_3 memberikan perubahan nilai yang paling signifikan karena gas ini sangat identik dengan bau kotoran hewan. Kenaikan nilai NH_3 pada kandang kotor terlihat konsisten, sehingga sensor ini berperan penting dalam pemodelan klasifikasi. Secara keseluruhan, hasil pengujian sensor menunjukkan bahwa ketiga sensor mampu merespons perubahan lingkungan dengan baik, meskipun terdapat fluktuasi kecil yang disebabkan oleh pergerakan hewan dan perbedaan kelembaban udara.

Pengumpulan Data Sensor

Data sensor dikumpulkan menggunakan mode *training* pada Arduino. Berikut Adalah pengumpulan data latih:

Tabel 1. Pengumpulan Data Latih

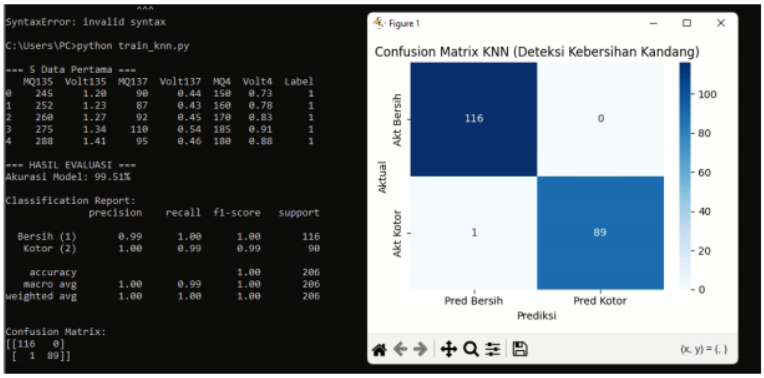
MQ135	Volt135	MQ137	Volt137	MQ4	Volt4	Label
245	1,20	90	0,44	150	0,73	1 (bersih)
310	1,52	120	0,59	195	0,95	2 (kotor)

Sumber : Data Diolah

Hasil pengambilan data menunjukkan perbedaan pola yang jelas antara kondisi bersih dan kotor, di mana gas NH_3 mengalami peningkatan paling signifikan, diikuti CO_2 dan CH_4, sehingga dapat dijadikan ciri utama dalam proses klasifikasi. *Dataset* yang diperoleh meskipun masih terbatas, telah memadai untuk melatih model KNN sebagai dasar pengembangan sistem deteksi kebersihan kandang berbasis sensor gas.

Pelatihan Model K-*Nearest Neighbors* (K-NN)

Pelatihan model K-*Nearest Neighbors* (K-NN) dilakukan untuk mengklasifikasikan kondisi kandang bersih dan kotor berdasarkan konsentrasi gas dari sensor. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa model mampu membedakan kondisi kandang dengan baik, di mana gas NH_3 menjadi faktor paling dominan dalam pemisahan kelas, sementara CO_2 dan CH_4 turut memberikan kontribusi. Meskipun model awal sudah layak digunakan untuk pengujian lanjutan, peningkatan jumlah dan variasi dataset masih diperlukan untuk mengoptimalkan performanya.

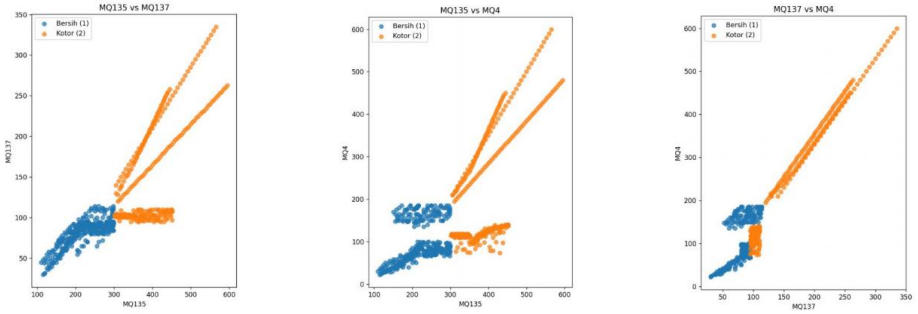


Gambar 3. *Confusion Matrix*

Sumber: Data Diolah

Confusion matrix menunjukkan model mencapai akurasi 99,51% dengan 116 data bersih dan 89 data kotor terklasifikasi dengan tepat, serta hanya 1 kesalahan prediksi.

Analisa Pelatihan Model KNN Menggunakan Scatter Plot



Gambar 4. a) *Scatter Plot* MQ135 vs MQ137 b) *Scatter Plot* MQ135 vs MQ4
c) *Scatter Plot* MQ137 vs MQ4
Sumber: Data Diolah

Scatter Plot menunjukkan data bersih dan kotor membentuk dua cluster yang sangat jelas, dengan MQ135 sebagai fitur paling dominan dalam memisahkan kelas, sementara MQ137 dan MQ4 berperan sebagai pendukung. Pola distribusi yang tegas ini memudahkan KNN menghitung jarak antar titik sehingga menghasilkan akurasi tinggi (>95%).

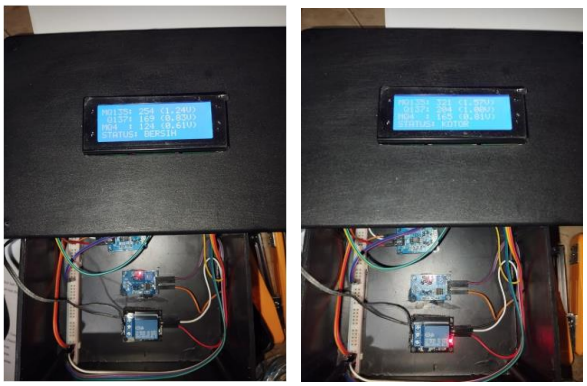
Pengujian Komunikasi Data Python dan Arduino



Gambar 5. Hasil Pengujian Klasifikasi pada LCD Arduino
Sumber: Data Diolah

Hasil pengujian menunjukkan komunikasi serial antara Arduino dan Python berjalan stabil dan *real-time* tanpa kendala. Data sensor dapat diterima dan diproses dengan baik sehingga klasifikasi K-NN berlangsung lancar.

Pengujian Sistem Akuator



Gambar 6. a) Pengujian Keseluruhan Sistem dengan Hasil Bersih b) Pengujian Keseluruhan Sistem dengan Hasil Kotor

Sumber: Data Diolah

Berdasarkan gambar tersebut, hasil klasifikasi menunjukkan label bersih dan kotor, yang berarti sistem berhasil mendeteksi kondisi kandang kambing dengan tepat, baik dalam keadaan bersih maupun kotor.



Gambar 7. Hasil Pengujian *Realtime*

Sumber: Data Diolah

Hasil Pengujian

Tabel 2. Hasil Klasifikasi

Komponen	Kondisi Uji	Hasil Pengamatan	Keterangan
Sensor MQ-135	Kandang Bersih	254	Meningkat Sesuai Harapan
Sensor MQ-137	Kandang Bersih	169	Meningkat Sesuai Harapan
Sensor MQ-4	Kandang Bersih	124	Meningkat Sesuai Harapan
Sensor MQ-135	Kandang Kotor	321	Meningkat Sesuai Harapan
Sensor MQ-137	Kandang Kotor	204	Meningkat Signifikan
Sensor MQ-4	Kandang Kotor	165	Meningkat Signifikan
Relay	Sinyal HIGH	Aktif (Menyala)	Meningkat Signifikan
Relay	Sinyal LOW	Nonaktif	Normal
Pompa Air	Kandang Kotor	Air Mengalir	Aktif
LCD	Mode Operasi	Menampilkan Tegangan Sensor dan ADC	Normal

Sumber: Data Diolah

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kondisi kandang yang kotor maupun bersih, meskipun pada beberapa kondisi sensor masih mengalami kesalahan pembacaan lingkungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, sistem otomasi deteksi kebersihan kandang kambing berhasil membaca kadar gas NH_3, CO_2, dan CH_4 secara *real-time* serta menunjukkan perbedaan yang jelas antara kondisi bersih dan kotor, dengan NH_3 sebagai indikator paling dominan. Model K-*Nearest Neighbors* (K-NN) mampu mengklasifikasikan kondisi kandang dengan akurasi 99,51% serta tingkat kesalahan yang sangat rendah berdasarkan *confusion matrix*. Selain itu, sistem mampu merespons hasil klasifikasi secara otomatis melalui aktivasi *Relay* dan pompa air ketika kondisi kandang terdeteksi kotor, sehingga integrasi sensor, *mikrokontroler*, algoritma, dan *aktuator* berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Aziz, M., dan Siregar, D. (2020). Penerapan Algoritma *K-Nearest Neighbor* untuk Klasifikasi Data Sensor Gas. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*. Vol 08. No 02. pp 45–53.

[2] Ardiansyah, R., dan Nurhadi, F. (2021). Perancangan Sistem Deteksi Gas Menggunakan Sensor MQ dan Arduino. *Jurnal Elektro dan Komputer*. Vol 09. No 01. pp 12–20.

[3] Kusuma, R. A., dan Wahyudi, A. (2022). Implementasi Sensor MQ-135 dan MQ-4 untuk Mendeteksi Polusi Udara pada Lingkungan Peternakan. *Jurnal Rekayasa Elektronika*. Vol 15. No 03. pp 101–110.

[4] Priyono, S. (2021). *Mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan Aplikasinya pada Sistem Otomasi*. Yogyakarta: Andi *Publisher*.

[5] Han, J., Kamber, M., dan Pei, J. (2011). *Data Mining: Concepts and Techniques* (*3rd ed*.). Burlington: Morgan Kaufmann *Publishers*.

[6] Setiawan, B., dan Hartono, A. (2020). *Internet of Things* (IoT) untuk Sistem Pemantauan Lingkungan Peternakan. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*. Vol 06. No 02. pp 55–63.

[7] Duda, R. O., Hart, P. E., dan Stork, D. G. (2012). *Pattern Classification (2nd ed.).* New York: John Wiley dan Sons.

[8] Hamonangan, M.C dan Yuniarto, A. (2022). Kajian Penyisihan Amonia dalam Pengolahan Air Minum Konvensional. *Jurnal Teknik ITS.* Vol 11. No 02. pp 35-42.

[9] Setiawati, A., Oktaviani, L., Imani, S.P., Surtikanti, H.K., dan Priyandoko, D. (2024). Bakteri yang berperan dalam proses pembentukan gas metana di dalam tumpukan sampah organik: Kajian pustaka. *Bioculture Journal.* Vol 01. No 02.pp 59-67.

[10] Prasetyo, D. B., dan Kiswantono, A. (2025). Sinkronisasi Dan *Monitoring* Generator Dengan Pengendali Berbasis Arduino Mega 2560. *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*. Vol 03. No 02. pp 163-170.

[11] X. Liu, Y. Zhang. (2011). *Noisy Data Elimination Using Mutual K-Nearest Neighbor For Classification*. *Journal of Systems and Software*. Vol. 84. No. 05. pp 758–765.

[12] T. Cover, P. Hart. (1967). *Nearest Neighbor Pattern Classification*". *IEEE Transactions on Information Theory*. Vol. 13. No. 01. pp 21–27.

[13] SparkFun Electronics. (2022). *MQ Gas Sensors Overview and Calibration Guide*. *Retrieved from* https://learn.sparkfun.com/tutorials/.

[14] Wibowo, T. (2020). Penggunaan Sensor Gas dalam Deteksi Kualitas Udara pada Kandang Ternak. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. Vol 04. No 01. pp 77– 83.