

FUZZY SMART PRECISION LIVESTOCK FARMING SYSTEM DESIGN FOR CATTLE FARMING

DESAIN SISTEM *FUZZY SMART PRECISION LIVESTOCK FARMING* UNTUK PETERNAKAN SAPI

Diana Rahmawati^{1*}, Haryanto², Ahmad Rizal Rinaldi³, Heri Setiawan⁴, Harnyoto⁵, Riza Alfita⁶

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Indonesia
Email: diana.rahmawati@trunojoyo.ac.id

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Indonesia
Email: haryanto@trunojoyo.ac.id

³Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Indonesia
Email: rinaldhirizal@gmail.com

⁴Program Studi Elektronika Sistem Senjata, Politeknik Angkatan Darat, Indonesia
Email: herisetiawan@poltekad.ac.id

⁵Program Studi Teknik Otomotif Kendaraan Tempur, Politeknik Angkatan Darat, Indonesia
Email: harnyoto@poltekad.ac.id

⁶Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Indonesia
Email: riza.alfita@trunojoyo.ac.id

Received: July 21, 2024 Revised: November 28, 2024 Published: Januari 30, 2025
DOI: <https://doi.org/10.24912/tesla.v26i2.31446>.

Abstract

Smart Precision Livestock Farming (SPLF) System for Cattle Farms design, proposed based on Fuzzy Method. This system using the Internet of things (IoT) which can monitor the environmental conditions of cattle farms and provide real-time data loggers. It is hoped that the implementation of IoT can provide breakthroughs related to healthy maintenance, reducing workload, reducing costs, increasing productivity, increasing efficiency in resource use, improved data quality, and making decisions based on data. Along with advances in technology, research was carried out to produce a data monitoring model in the form of temperature, humidity, CO levels, ammonia gas levels, air quality, and tank water levels using the NodeMCU device, MQ-135, and DHT22 sensors in the cowshed area with the Mamdani fuzzy intelligent system. Based on the test results in the research carried out, the calculated value of the average error for ultrasonic sensor testing was 0.423 cm. The average temperature error from the comparison of tests using the DHT22 system with a thermohygrometer calculation result obtained a value of 0.305 °C, the calculation result of the average error for humidity was 0.705 RH. The calculation results of the average CO gas error from comparing tests using the MQ-135 sensor with a gas detector obtained a value of 0.72 ppm, while the results of calculating the average error for ammonia gas from comparing tests using the MQ-135 sensor with a gas detector obtained a value of 0.65 ppm.

Keywords: *Internet of Things (IoT), CO₂, Fuzzy Mamdani, Smart Precision Livestock Farming (SPLF)*

Abstrak

Permintaan akan produk peternakan, khususnya daging sapi, terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi. Namun, peternakan sapi tradisional seringkali menghadapi berbagai tantangan seperti efisiensi yang rendah, kualitas produk tidak stabil, kesulitan dalam mengelola data, dan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pencemaran lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem peternakan sapi yang cerdas dan presisi dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan logika fuzzy. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas produksi peternakan sapi secara keseluruhan. Desain sistem *Smart Precision Livestock Farming* (SPLF) peternakan sapi menggunakan metode fuzzy berbasis *Internet of Things* (IoT) ini dapat memonitoring kondisi lingkungan peternakan sapi dan menyediakan data *logger* secara *realtime*. SPLF dapat meningkatkan efisiensi, kualitas produk, dan keberlanjutan dalam peternakan sapi. Dengan mengadopsi teknologi SPLF, peternak dapat

DESAIN SISTEM FUZZY SMART PRECISION LIVESTOCK FARMING UNTUK PETERNAKAN SAPI

menghadapi tantangan masa depan dan memenuhi permintaan pasar yang semakin tinggi.. Untuk membantu kerja peternak, dilakukan pemantauan suhu, kelembaban, kadar karbonmonoksida (CO), level gas amonia, kualitas udara, dan level air tangki dengan menggunakan perangkat NodeMCU, sensor MQ-135 dan DHT11 pada area kandang sapi, dengan sistem cerdas fuzzy mamdani. Berdasarkan hasil pengujian pada penelitian yang dilakukan, diperoleh eror pengujian sensor ultrasonik sebesar 0,423 cm, error suhu dari perbandingan sistem DHT22 dengan *termohyrometer* diperoleh nilai 0,305 °C, eror kelembaban 0,705 RH, eror deteksi gas CO dari perbandingan sensor MQ-135 dengan detektor gas 0,72 ppm, sedangkan hasil perhitungan rata-rata eror gas amonia dari perbandingan pengujian menggunakan sensor MQ-135 dengan detektor gas 0,65 ppm. Dari hasil perhitungan eror sensor suhu dan gas diperoleh eror yang kecil, dalam batas yang bisa diterima. Penelitian ini memiliki potensi kontribusi dalam hal meningkatkan efisiensi, penggunaan sumber daya optimal, otomatisasi tugas, peningkatan kualitas produk, pemantauan kesehatan *real-time*. Sistem SPLF berbasis IoT dan fuzzy ini masih memiliki banyak potensi untuk dikembangkan lebih lanjut, antara lain: integrasi dengan teknologi kecerdasan buatan dan blockchain, pengembangan fitur baru, seperti analisis genetik dan prediksi harga pasar, dan peningkatan skalabilitas.

Kata Kunci: *Fuzzy Mamdani, Internet of Things (IoT), sapi, Smart Precision Livestock Farming (SPLF).*

PENDAHULUAN

Industri 4.0 menandai era baru integrasi teknologi digital, otomatisasi, dan data ke dalam berbagai sektor, termasuk pertanian. *Smart Precision Livestock Farming (SPLF)*, sebagai salah satu manifestasi dari penerapan teknologi digital dalam pertanian, sangat relevan dan sejalan dengan prinsip-prinsip industri 4.0 [1]-[3]. Salah satu hewan yang sering ditanakkan adalah sapi. Peternakan membantu memenuhi kebutuhan daging dan susu, yang kebutuhannya terus meningkat dari tahun ke tahun. Pertumbuhan ini sejalan dengan tingkat perekonomian yang semakin meningkat dan perhatian terhadap kebutuhan pangan bergizi. Namun, lonjakan permintaan tersebut masih menghadapi banyak keterbatasan produksi karena keterbatasan yang dihadapi oleh para peternak [1]. Dengan menggabungkan pendekatan *internet of things (IoT)* dengan peternakan, diharapkan kegiatan ternak akan menjadi lebih efektif [4]-[6].

IoT dapat digunakan untuk berbagai hal seperti mengumpulkan informasi dari suatu tempat, penggunaan sensor, dan juga akses jarak jauh untuk mengontrol suatu objek dari suatu tempat [7]. Perkembangan *IoT* seperti ini dapat digunakan sebagai cara untuk mempermudah peternak dalam melihat dan memodifikasi suhu, kelembapan, tingkat gas amonia, dan jumlah bahan bakar karbonmonoksida tanpa harus langsung kembali ke kandang[8]. Permasalahan lain yang dihadapi adalah kebersihan dari kandang sapi itu sendiri, karena jika kandang sapi tidak diperhatikan maka udara yang dihasilkan dari aroma kotoran sapi yang mengeluarkan bahan bakar amonia (N_3) dapat tercampur dengan udara sekitar dan dapat menyebabkan udara memanas [9]-[10]. Polutan sangat beresiko untuk kesehatan. Kesulitan lain yang sering dihadapi adalah peternak sering memperkirakan kondisi suhu dan kelembapan hanya dengan merasakan hangatnya di dalam kandang [11]. Suhu dan kelembapan merupakan unsur cuaca yang mempunyai pengaruh terhadap produksi ternak, karena mampu mengatur keseimbangan panas tubuh hewan, keseimbangan air, keseimbangan listrik dan kestabilan tingkah laku hewan [12]-[15]. Tekanan panas yang dialami hewan ternak dapat menyebabkan peningkatan produksi urin dan penurunan konsumsi pakan, serta peningkatan konsumsi air minum, penurunan produksi susu pada sapi perah, dan penurunan bobot badan pada sapi potong.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian terdiri dari enam tahap utama, yaitu:

1. Studi Literatur

Tujuan tahap ini adalah untuk memahami konsep dasar fuzzy logic, IoT, dan praktik-praktik terbaik dalam peternakan presisi.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara, observasi, dan pengukuran data.

3. Perancangan Sistem

Identifikasi Variabel: Menentukan variabel-variabel yang akan digunakan dalam sistem fuzzy, seperti suhu, kelembaban, dan pH air minum.

Perancangan sistem fuzzy dengan variabel input suhu dan kelembaban, serta variabel output pengaturan kipas dan humidifier.

4. Implementasi Sistem

Implementasi sistem menggunakan mikrokontroler Arduino dan sensor suhu serta kelembaban.

5. Pengujian dan Evaluasi

Pengujian Sistem: Melakukan pengujian sistem secara menyeluruh untuk memastikan keakuratan dan kehandalan sistem.

Evaluasi Kinerja: Membandingkan kinerja sistem fuzzy dengan metode konvensional.

6. Analisis Data

Dilakukan evaluasi kinerja sistem berdasarkan data suhu dan kelembaban yang terukur.

HASIL DAN DISKUSI

A. Desain Alat



Keterangan

1. Blower
2. Sensor MQ-135
3. Sensor DHT22
4. Relay
5. NodeMCU ESP32
6. Sensor Ultrasonik
7. Pompa air
8. Keran

Gambar 1. Desain mekanik dan kandang sapi

Sistem kendali yang menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler utama ini, menggunakan sensor DHT22 untuk mengukur nilai suhu dan kelembaban. Sensor ini berperan sebagai pemantau kondisi lingkungan di dalam kandang sapi secara *real-time*. Sensor DHT22 mengukur suhu udara di dalam kandang. Sensor ini juga mengukur tingkat kelembaban udara.

DESAIN SISTEM FUZZY SMART PRECISION LIVESTOCK FARMING UNTUK PETERNAKAN SAPI

Untuk mengukur nilai gas amonia dan nilai gas karbondioksida, sistem kendali ini menggunakan sensor MQ-135. Sensor MQ-135 sangat sensitif terhadap gas amonia yang dihasilkan dari kotoran sapi. Amonia dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan iritasi pada mata, hidung, dan saluran pernapasan, baik pada sapi maupun manusia.

Blower berfungsi mengurangi kandungan gas dan menyetabilkan suhu. *Blower* atau kipas angin memiliki peran yang sangat krusial dalam sistem fuzzy untuk peternakan sapi. Perangkat ini bekerja sama dengan sensor-sensor seperti DHT22 (suhu dan kelembaban) dan MQ-135 (gas berbahaya) untuk menciptakan lingkungan kandang yang optimal bagi sapi.

Sensor *ultrasonik* digunakan untuk mengukur ketinggian air di tempat minum sapi, dan pompa air untuk mengisi air minum ketika sensor ultrasoniknya sudah menunjukkan level menunjukkan level minimum tempat air minum sapi.

B. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk mendapatkan nilai akurasi ketinggian air pada tempat minum sapi, apakah sensor dapat bekerja sesuai spesifikasi atau tidak. Pengukuran manual dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan pengukuran manual menggunakan alat ukur yang sudah terkalibrasi (penggaris). Tabel 1 menunjukkan data yang dihasilkan dari pengukuran sensor ultrasonik dan pengisian air dengan pompa air. Pompa akan menyala dan keran akan mengisi wadah air jika ketinggian air lebih dari 11 cm.

Tabel 1. Pengujian Sensor Ultrasonik

Waktu (WIB)	Pengukuran dengan sensor (cm)	Kondisi Pompa	Pengukuran penggaris (cm)	Selisih (cm)
07.00	5,559	Tidak menyala	5,7	0,141
09.00	14,705	Menyala	15	0,295
11.00	10,297	Tidak menyala	10,9	0,603
13.00	13,005	menyala	13,4	0,395
15.00	8,464	Tidak menyala	9,1	0,636
17.00	9,877	Tidak menyala	10	0,123
19.00	7,985	Tidak menyala	8,3	0,315
21.00	5,987	Tidak menyala	6,5	0,513
23.00	15,419	menyala	16	0,581
01.00	11,84	menyala	12	0,16
03.00	12,631	menyala	13	0,369
05.00	10,183	Tidak menyala	10,6	0,417
07.00	8,883	Tidak menyala	9	0,117
09.00	12,291	menyala	13	0,709
11.00	14,025	menyala	14,7	0,675
13.00	13,685	menyala	14	0,315
15.00	10,574	Tidak menyala	11,1	0,526
17.00	13,345	menyala	14	0,655

19.00	9,657	Tidak menyala	10	0,343
21.00	7,528	Tidak menyala	8,1	0,572

Dari data yang dikumpulkan, diperoleh rata-rata selisih antara pengukuran sensor dan penggaris adalah

$$\text{rata - rata selisih} = \frac{\sum \text{ultrasonik}}{\text{jumlah data}} = \frac{8,46}{20} = 0,423 \text{ cm}$$

C. Pengujian Sensor DHT22

Uji coba sensor DHT22 dilakukan untuk mendapatkan nilai akurasi pengukuran suhu dan kelembaban di dalam kandang sapi, apakah sensor dapat bekerja sesuai spesifikasinya atau tidak. Peralatan yang digunakan adalah termohygrometer. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan sensor DHT22 dan alat ukur standar di lingkungan yang sama. Kemudian catat nilai suhu dan kelembaban dari kedua alat secara bersamaan. Langkah selanjutnya adalah membandingkan nilai yang diperoleh. Selanjutnya adalah menghitung persentase error.

Ulangi pengukuran pada beberapa titik suhu dan kelembaban yang berbeda. Gambar 2 menunjukkan pengujian sensor DHT22.



Gambar 2. Pengujian Sensor DHT22

Pada pengujian sensor suhu DHT22, pengukuran dilakukan setiap 15 detik, dan nilai rata-rata suhu dan kelembaban dihitung setiap 2 jam. Dari data ini, kemudian setiap 2 jam sekali dicari rata-rata suhu dan kelembaban setiap hari selama pengujian, menghasilkan data suhu dan kelembaban pada tabel 2 di bawah:

Tabel 2. Pengujian Sensor DHT22

Uji Ke	Hasil Pengujian Sistem DHT22		Hasil Pengujian Termohygrometer		selisih	
	Suhu (°C)	Kelembaban (RH)	Suhu (°C)	Kelembaban (RH)	Suhu (°C)	Kelembaban (RH)
1	30	85,7	30	86,1	0	0,4
2	29,6	87,8	30	88,9	0,4	1,1
3	28,4	89,3	29	90	0,6	0,7
4	27,8	94,1	28	94	0,2	0,1
5	26,8	96,7	26,8	97,2	0	0,5
6	26,2	98,8	26,5	98	0,3	0,8
7	25,5	97	25	97,3	0,5	0,3
8	25	98,6	25	99,6	0	1

DESAIN SISTEM FUZZY SMART PRECISION LIVESTOCK FARMING UNTUK PETERNAKAN SAPI

9	27	97	27,2	97,5	0,2	0,5
10	28,8	89,3	29,0	90,3	0,2	1
11	29,3	89,8	29,5	90,6	0,2	0,8
12	30,9	84,4	31	85,7	0,1	1,3
13	31,4	75,3	32	77	0,6	1,7
14	32,8	56,4	33	56,9	0,2	0,5
15	33	58,8	33	59	0	0,2
16	31,4	75,3	32	75,8	0,6	0,5
17	30,7	81,9	30,9	82,2	0,2	0,3
18	34,9	80,2	35,4	81,5	0,5	1,3
19	28,3	82	29,2	82,3	0,9	0,3
20	29,4	85,2	29	86	0,4	0,8
Total error					6,1	14,1

$$\text{Rata - rata Error suhu} = \frac{\sum \text{suhu}}{\text{jumlah data}} = \frac{6,1}{20} = 0,305 \text{ derajat C}$$

$$\text{Rata - rata Error kelembaban} = \frac{\sum \text{kelembaban}}{\text{jumlah data}} = \frac{14,1}{20} = 0,705 \text{ RH}$$

Berdasarkan hasil pengujian di atas, dapat disimpulkan bahwa sensor DHT22 yang digunakan memiliki akurasi yang cukup baik, respon yang cepat, dan stabilitas yang baik dalam rentang suhu dan kelembaban yang diuji. Namun, perlu dilakukan kalibrasi ulang secara berkala untuk memastikan kinerja sensor tetap optimal.

D. Pengujian Sensor MQ-135

Pengujian terhadap sensor MQ-135 dilakukan untuk mendapatkan nilai akurasi pengukuran kadar gas amonia dan CO pada kandang sapi, apakah sensor harus bekerja sesuai spesifikasinya atau tidak. Peralatan yang digunakan adalah alat ukur gas amonia yang sudah terkalibrasi (*gas analyzer*). Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan sensor MQ-135 dan alat ukur gas di dalam ruang tertutup. Kemudian injeksikan gas amonia dengan konsentrasi yang diketahui ke dalam ruang tersebut. Langkah selanjutnya membandingkan nilai yang ditampilkan oleh sensor dengan nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur gas. Ulangi pengukuran pada beberapa konsentrasi gas yang berbeda.

Pada pengujian sensor MQ-135, pengukuran dilakukan tiap 15 detik sekali. Rata-rata kadar amonia dan gas CO setiap hari diambil setiap 2 jam. $\text{Rata - rata error gas CO} = \frac{\sum \text{CO}}{\text{jumlah data}} = \frac{14,4}{20} = 0,72 \text{ ppm}$

$$\text{Rata - rata error gas amonia} = \frac{\sum \text{Amonia}}{\text{jumlah data}} = \frac{13,17}{20} = 0,65 \text{ ppm}$$

Berdasarkan hasil pengujian di atas, dapat disimpulkan bahwa sensor MQ-135 yang digunakan memiliki akurasi yang cukup baik, dan stabilitas yang baik dalam rentang kadar gas amonia dan CO pada kandang sapi yang diuji. Namun, perlu dilakukan kalibrasi ulang secara berkala untuk memastikan kinerja sensor tetap optimal.

E. Pengujian Sistem Keseluruhan

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan data hasil pengujian sistem secara keseluruhan sehingga dapat diketahui persentase keberhasilan alat. Berikut merupakan hasil dari pengujian sistem keseluruhan yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Pengujian Sistem Keseluruhan

Uji Ke	Hasil Pengujian Sistem				Kecepatan blower (%)
	Suhu (°C)	Kelembaban (RH)	Kadar CO (ppm)	Amonia (ppm)	
1	30	85,7	14,68	12,27	45,2
2	29,6	87,8	15,17	15,84	43,3
3	28,4	89,3	16,96	18,34	49,1
4	27,8	94,1	18,73	17,17	50,2
5	26,8	96,7	15,87	18,08	49,1
6	26,2	98,8	20,63	21,73	55,7
7	25,5	97	26,75	25,80	70
8	25	98,6	26,02	23,67	65,6
9	27	97	24,33	24,28	65,9
10	28,8	89,3	23,02	23,87	66,3
11	29,3	89,8	21,75	21,97	59,8
12	30,9	84,4	18,05	18,73	50,4
13	31,4	75,3	7,48	8,24	31,7
14	32,8	56,4	5,25	4,79	16,1
15	33	58,8	3,48	7,53	24,3
16	31,4	75,3	7,48	8,24	31,3
17	30,7	81,9	15,06	13,92	50,1
18	34,9	80,2	13,76	26,87	64,5
19	28,3	82	18,69	19,86	53,1
20	29,4	85,2	22,34	23,53	60,7

Pengujian sistem keseluruhan, pada pengujian ini diperoleh data hasil pengujian sistem secara keseluruhan untuk mengetahui persentase keberhasilan alat. Hasil data yang diperoleh pada pengujian keseluruhan data suhu dengan nilai tertinggi pada uji ke-18 sebesar 34,9°C dan nilai terendah pada uji ke-8 sebesar 25°C. Selanjutnya hasil data yang diperoleh pada pengujian keseluruhan data kelembaban dengan nilai tertinggi pada uji ke-6 sebesar 98,8 RH dan nilai terendah pada uji ke-14 sebesar 56,4 RH. Hasil data yang diperoleh pada pengujian keseluruhan data kadar CO dengan nilai tertinggi pada uji ke-7 sebesar 26,75 ppm dan nilai terendah pada uji ke-15 sebesar 3,48 ppm. Hasil data yang diperoleh pada pengujian keseluruhan data amonia dengan nilai tertinggi pada uji ke-18 sebesar 26,87 ppm dan nilai terendah pada uji ke-14 sebesar 4,79 ppm. Hasil data yang diperoleh pada pengujian keseluruhan data kecepatan blower dengan nilai tertinggi yaitu pada uji ke-7 sebesar 70 rpm dan nilai terendah pada uji ke-14 sebesar 16,1 rpm.

Dari tabel 4, dapat dilihat bahwa kecepatan *blower* disesuaikan dengan konsentrasi gas, hal ini menunjukkan sistem responsif dalam menjaga kondisi udara.

F. Pengujian Sistem Logika Fuzzy

Pada sistem fuzzy ini terdapat beberapa variabel fuzzy yaitu suhu, kelembaban, kadar CO, dan gas amonia sebagai variabel masukan dan *blower* sebagai variabel keluaran. Pada variabel temperatur, terdapat fitur keanggotaan yang memiliki nilai input berdasarkan nilai sensor suhu, kelembaban, kadar CO dan gas amonia yang diperoleh melalui mikrokontroler.

Variabel suhu mempunyai 3 fungsi keanggotaan yaitu dingin, normal dan hangat.

DESAIN SISTEM FUZZY SMART PRECISION LIVESTOCK FARMING UNTUK PETERNAKAN SAPI

Kurva derajat keanggotaan pada variabel kelembaban terdiri dari 3 satuan fuzzy, yaitu: kering, cukup, dan lembab. Variabel kelembaban mempunyai 3 ciri yaitu kering, cukup dan lembab. Kurva derajat pada variabel kadar CO terdiri dari 3 himpunan fuzzy yaitu sedikit, sedang, dan banyak. Variabel kadar CO mempunyai tiga kemampuan keanggotaan yaitu kecil, sedang dan besar. Kurva untuk derajat keanggotaan pada variabel gas amonia terdiri dari 3 himpunan fuzzy yaitu: rendah, sedang, dan tinggi. Variabel gas amonia mempunyai 3 kapasitas keanggotaan yaitu rendah, sedang, tinggi. Kurva untuk derajat keanggotaan pada variabel gas amonia terdiri dari 3 himpunan fuzzy yaitu: lambat, medium, dan cepat. Variabel *blower* dinyatakan dengan lambat, medium, dan cepat. Pada hasil pengujian percobaan menggunakan metode perhitungan manual mendapatkan hasil output blower sebesar 31,7%.

G. Pengujian Monitoring (*ThingSpeak*)

Monitoring pada alat penetralisir udara ini menggunakan *thingspeak*. *Thingspeak* adalah alat *open source internet of things* untuk mengambil data atau menyimpan data dari suatu sistem. Data yang diperoleh dari alat penetralisir udara adalah data yang dikirim dari mikrokontroler dengan menggunakan ESP-32 sebagai penghubung ke internet. Data yang dikirim ke *thingspeak* merupakan data yang diambil 5 menit sekali. Terdapat 6 data yang ditampilkan pada *thingspeak*, yaitu data sensor ultrasonik, suhu, kelembaban, kadar CO, kadar amonia dan motor blower. Adapun tampilan monitoring data menggunakan *thingspeak* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. Tampilan *ThingSpeak* suhu dan kelembapan



Gambar 4. Tampilan *ThingSpeak* ketinggian air dan pompa air



Gambar 5. Tampilan ThingSpeak gas amonia dan CO



Gambar 6. Tampilan ThingSpeak kecepatan blower

Pengujian sistem keseluruhan, pada pengujian ini diperoleh data hasil pengujian sistem secara keseluruhan untuk mengetahui persentase keberhasilan alat. Dari pengujian *blower* dapat dilihat dari kecepatan *blower* yang sesuai dengan perhitungan fuzzy untuk menstabilkan udara dalam ruangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses penstabilan udara dapat berjalan dengan baik.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian ini dapat merancang alat dengan sistem *SPLF* (*Smart Precision Livestock Farming*) pada kandang sapi berbasis *Internet of Things*. Dalam proses *Internet of Things* terdapat kendala kuat arus sinyal yang melemah dan koneksi internet yang digunakan tidak stabil sehingga gangguan pada proses pengujian.
2. Sistem fuzzy dapat mendukung stabilisasi kualitas udara. Dari pengujian *blower* dapat dilihat dari kecepatan *blower* yang sesuai dengan perhitungan fuzzy untuk menstabilkan udara dalam ruangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses penstabilan udara dapat berjalan dengan baik.
3. Dari hasil penelitian ini, akan dibuat suatu alat pemberi minum otomatis. Sistem pemberi minum otomatis berbasis fuzzy memberikan solusi yang efektif untuk memastikan ketersediaan air bersih bagi ternak secara kontinu. Dengan menggunakan sensor, mikrokontroler, dan logika fuzzy, sistem ini dapat mengoptimalkan penggunaan air dan mengurangi beban kerja peternak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Monteiro, S. Santos, and P. Gonçalves, "Precision agriculture for crop and livestock farming—Brief review," *Animals*, vol. 11, no. 8, pp. 1–18, 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/ani11082345>.
- [2] D. Berckmans, "General introduction to precision livestock farming," *Anim. Front.*, vol. 7, no. 1, pp. 6–11, 2017, doi: <https://doi.org/10.2527/af.2017.0102>.

DESAIN SISTEM FUZZY SMART PRECISION LIVESTOCK FARMING UNTUK PETERNAKAN SAPI

- [3] P. Petrov and T. Atanasova, "Digital Twins with Application of AR and VR in Livestock Instructions," *Probl. Eng. Cybern. Robot.*, vol. 77, pp. 39–50, 2021, doi: <https://doi.org/10.7546/pecr.77.21.05>.
- [4] J. Arshad *et al.*, "Deployment of Wireless Sensor Network and IoT Platform to Implement an Intelligent Animal Monitoring System," *Sustainability*, vol. 14, no. 10, p. 6249, 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/su14106249>.
- [5] I. Halachmi, M. Guarino, J. Bewley, and M. Pastell, "Smart Animal Agriculture: Application of Real-Time Sensors to Improve Animal Well-Being and Production," *Annu. Rev. Anim. Biosci.*, vol. 7, pp. 403–425, 2019, doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-020518-114851>.
- [6] G. H. Wibowo, M. D. Ayatullah, and J. A. Prasetyo, "Sistem Cerdas Pemantau Hewan Ternak Pada Alam Bebas Berbasis Internet of Things (Iot)," *J. Eltek*, vol. 17, no. 2, p. 18, 2019, doi: <https://doi.org/10.33795/eltek.v17i2.188>.
- [7] D. Rahmawati, "Pengujian Monitoring On-Line Rumah Kaca Cerdas Berbasis Android," *Cyclotron*, vol. 2, no. 1, 2019, doi: <https://doi.org/10.30651/cl.v2i1.2529>.
- [8] Y. Z. Sumarno, S. Sumaryo, and N. Prihatiningrum, "Desain Dan Implementasi Sistem Monitoring Kesehatan Ternak Domba Berdasarkan Suhu Tubuh Dan Detak Jantung Berbasis Iot," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 25, no. 1, pp. 25–36, 2023, doi: <https://doi.org/10.24912/tesla.v25i1.22063>.
- [9] H. Supriyono, U. Bimantoro, and K. Harismah, "Sistem Portable Machine To Machine Untuk Pemantauan Kualitas Udara Dan Lingkungan (Studi Kasus Pada Kandang Ayam)," *10th Univ. Res. Colloquium*, pp. 70–83, 2019,. Available: <http://repository.urecol.org/index.php/proceeding/article/download/790/773>.
- [10] 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, doi: <https://doi.org/10.29408/jit.v4i2.3562>.
- [11] I. N. Aziza, "Smart Farming Untuk Peternakan Ayam," *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 9, no. 1, pp. 36–40, 2019.
- [12] B. D. S. Muslim Mubarak, Bambang Minto B, "Model Otomatisasi Monitoring Kandang Untuk Peternakan Kambing Berbasis Arduino Mega 2560," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 13, pp. 3–7, 2021.
- [13] K. B. Swain, S. Mahato, M. Patro, and S. K. Pattnayak, "Cattle health monitoring system using Arduino and LabVIEW for early detection of diseases," *Proc. 2017 3rd IEEE Int. Conf. Sensing, Signal Process. Secur. ICSSS 2017*, no. May, pp. 79–82, 2017, doi: <https://doi.org/10.1109/SSPS.2017.8071569>.
- [14] A. Tresna Utama, A. Panji Sasmito, and A. Faisol, "Implementasi Logika Fuzzy Pada Sistem Monitoring Online Suhu Sapi Potong Berbasis Iot," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 5, no. 1, pp. 16–24, 2021, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v5i1.3226>.
- [15] M. Meenakshi and S. S. Kharde, "Advance Cattle Health Monitoring System Using Arduino and IOT," *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 5, no. 4, pp. 3365–3370, 2017.