

## **RANCANG BANGUN SMART FARM AYAM BROILER UNTUK TEMPERATURE CONTROL DAN BIOSECURITY OPERATIONAL BERBASIS FUZZY**

**Khoirul Annam<sup>1</sup>, Edy Setiawan<sup>2</sup>, Zindhu Ahmad Maulana<sup>3</sup>**

<sup>123</sup>Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal  
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
E-mail : kannam24@student.ppns.ac.id

### **Abstrak**

Peternakan berkembang sangat pesat dan permintaannya sangat tinggi, terutama untuk unggas seperti ayam broiler. Dalam peternakan, suhu lingkungan merupakan salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi produktivitas ayam. Suhu lingkungan seringkali berubah secara fluktuatif sehingga ayam pedaging rentan terhadap *heat stress*. *Heat stress* dapat merusak pertumbuhan ayam broiler. Banyak peternak mengalami kerugian yang sangat besar akibat mortalitas (kematian) yang mendadak. Selain faktor suhu, ada juga faktor kebutuhan air yang berperan penting dalam kandang. Selain untuk konsumsi ayam, air juga dibutuhkan untuk proses *biosecurity operational* kandang, seperti sanitasi dan desinfeksi kandang ayam, desinfeksi pakan, desinfeksi area air minum dan lantai kandang. Selain itu, sistem penerangan kandang juga menjadi faktor penting dalam menjaga kondisi pencahayaan lingkungan kandang untuk mendapatkan penerangan yang cukup. Pada permasalahan ini penulis mencoba merancang suatu alat dengan sistem otomatis yang dapat mengontrol suhu dan kadar gas amonia kandang, serta sistem dapat memantau ketinggian air minum dan penerangan pada kandang berbasis Fuzzy. Pengujian untuk *smart farm* telah dilakukan dan penerapan sistem *smart cage* dengan metode *fuzzy sugeno* menggunakan mikrokontroler esp32 memiliki *error* 0.27 %.

**Kata Kunci:** *Heat stress*, *Biosecurity*, Sistem Penerangan, *Fuzzy*.

### **1. PENDAHULUAN**

Peternakan merupakan salah satu bisnis yang berkembang sangat pesat serta memiliki permintaan yang cukup tinggi khususnya ternak unggas seperti ayam broiler. Peternakan unggas mencakup semua proses pemeliharaan unggas untuk keperluan pangan salah satunya yaitu ayam broiler (ayam pedaging). Dalam 50 tahun terakhir produksi ayam broiler mengalami permintaan secara besar - besaran. Potensi produksi ayam berdasarkan realisasi DOC pada tahun 2018 sebanyak 3.382.311 ton, dengan rata-rata per bulan 27.586 ton [1]. Proses produksi ayam broiler memiliki sifat masif dan relatif cepat (40 hari) dan hasilnya dapat diterima oleh masyarakat luas. Oleh karena itu, banyak orang yang memilih untuk beternak ayam broiler. Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan ketika memelihara ataupun beternak ayam broiler yaitu pemberian pakan, pemberian minum, kebersihan kandang, suhu kandang dan kelembapan kandang. Selain hal tersebut yang perlu diperhatikan yaitu mengenai struktur atau desain kandang, bahan kandang yang dipakai, memperhatikan sanitasi, sirkulasi udara, suhu pada kandang.

Suhu lingkungan merupakan salah satu faktor eksternal yang berpengaruh pada produktivitas ayam broiler. Suhu lingkungan dapat seringkali berubah - ubah secara fluktuatif sehingga ayam broiler mengalami *heat stress*. *Heat stress* merupakan salah satu stres yang disebabkan karena keadaan lingkungan [2] dimana ayam broiler mengalami stress akibat suhu panas yang dihasilkan tubuh melebihi kapasitas kemampuan ternak untuk membuangnya ke lingkungan. Zona nyaman ayam broiler berkisar antara 20-25°C dan kelembaban berkisar 50-70%. Cekaman *heat stress* menyebabkan gangguan terhadap pertumbuhan ayam broiler. Tidak sedikit peternak yang mengalami kerugian akibat mortalitas (kematian) yang sangat tinggi ketika ayam tersebut terkena *heat stress* pada saat suhu lingkungan tinggi yang menyebabkan ayam broiler mengalami kematian secara mendadak [3]. Selain faktor suhu terdapat juga faktor kebutuhan air yang menjadi peran penting di dalam kandang. Selain untuk kebutuhan konsumsi ayam, air juga diperlukan untuk kegiatan *biosecurity* seperti sanitasi dan desinfeksi kandang, desinfeksi ke tempat

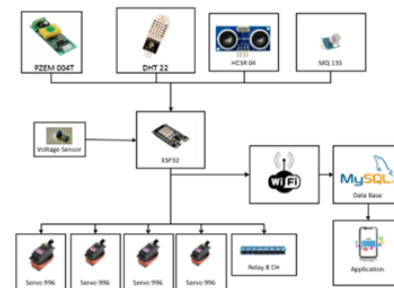
pakan, tempat minum dan lantai kandang. Proses *biosecurity* memiliki banyak peran diantaranya mengurangi kadar amonia, menetralkan bakteri dan virus serta dapat menurunkan suhu ruangan saat panas mencekam. Pada ekosistem kandang, amonia dapat berasal dari kotoran ternak dan sisa pakan dari ternak. Kadar amonia yang semakin tinggi mengakibatkan ternak mengalami *stress* sehingga ternak mengurangi konsumsi pakan dan lebih banyak minum yang mengakibatkan turunnya kualitas daging[4].

Kadar amonia didalam kandang sebaiknya tidak lebih dari 30 ppm, karena kadar ambang batas amonia pada manusia dan ayam adalah 25 ppm selama 8-10 jam [5]. Jika diasumsikan kotoran ayam pedaging/ekor/hari adalah 10 gram, maka total produksi kotoran keseluruhan untuk 1 kandang yang mempunyai populasi 1000 ekor adalah 10 kg/hari. Jika diperkirakan dari 100 gram kotoran tersebut dihasilkan 0,54 ppm amonia, maka total keseluruhan amonia yang dibuang ke udara adalah 54 ppm per hari. Angka yang cukup tinggi, tentunya akan selalu meningkat berbanding lurus dengan jumlah populasi ayam dalam kandang. Dari perhitungan jumlah produksi kadar amonia sebelumnya maka proses *biosecurity* pada kandang sangat dibutuhkan untuk mereduksi kadar amonia melalui penyemprotan cairan desinfektan yang dapat mengikat gas amonia yang berbahaya. Kemajuan teknologi pada era revolusi industri 4.0 berkembang semakin pesat khususnya dalam bidang sistem otomasi dan jaringan komputer. Dalam teknologi elektronika dan jaringan komputer, salah satunya yaitu mikrokontroler yang mana dapat terhubung melalui Internet of things (IoT). Internet of things (IoT) merupakan suatu sistem yang dapat berkomunikasi antara satu sama lain melalui jaringan internet [6]. Teknologi Internet of Things dapat membantu peternak dan mampu membantu melakukan inovasi dalam proses beternak yang lebih baik untuk mempertahankan dan meningkatkan produktifitas pada peternakan ayam broiler di Indonesia. Metode Peternakan unggas berbasis internet diusulkan parameter seperti suhu dan kelembaban [7]. Pada penelitian tersebut berfokus pada monitoring suhu dan kelembaban yang terdapat pada kandang *close house*. Komunikasi *wireless* pada alat tersebut menggunakan modul GSM. Pada penelitian kali ini penulis ingin mengembangkan alat tersebut mengontrol suhu dan kadar gas CO<sub>2</sub>, persediaan air, dan sistem penerangan pada kandang ayam broiler. Seperti hal yang dialami oleh para peternak ayam broiler di Desa

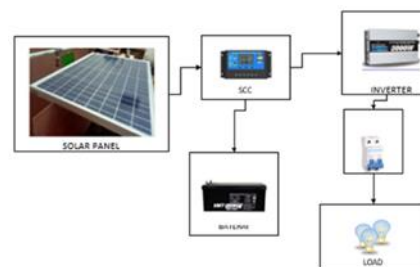
Kauman, Kecamatan Kabuh, Kabupaten Jombang. Pada permasalahan yang dipaparkan di atas, Penulis berupaya akan melakukan penelitian dengan judul “Rancang Bangun *Smart Farm* Ayam Broiler untuk *Temperature Control* dan *Biosecurity Operational* Berbasis *Fuzzy*” dan penelitian akan dilakukan di kandang ayam broiler di peternakan yang berada di Peternakan Ayam Broiler di Desa Kauman, Kecamatan Kabuh, Kabupaten Jombang. Tujuan perancangan kandang ini adalah untuk mengontrol kondisi suhu kandang serta gas amonia dan monitoring *water level* tandon air minum, sekaligus penerangan yang berada dalam kandang.

## 2. METODE

Pada metode penelitian terdapat alur penyelesaian yang difokuskan untuk membahas tentang identifikasi masalah, studi literatur, konsep sistem, diagram sistem, analisa sistem, desain rancangan mekanik meliputi pembuatan *hardware* dan *software* serta metode eksperimen yang digunakan dalam penelitian. Alur penyelesaian dimulai dari identifikasi masalah dilanjutkan studi literatur kemudian konsep sistem, diagram sistem, analisa sistem, desain rancangan mekanik sistem, perancangan *hardware* dan *software*, metode eksperimen, analisa hasil pengujian, dan penarikan hasil kesimpulan. Berikut ini merupakan rancangan komponen sistem yang dapat dilihat seperti pada **Gambar 2.1** berikut.

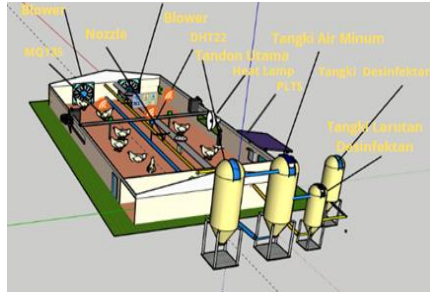


**Gambar 2.1** Ilustrasi Komponen Controller 1



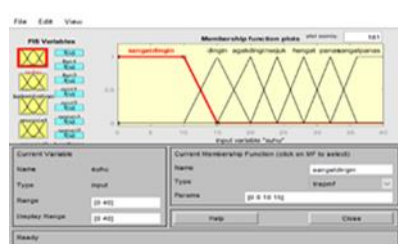
**Gambar 2.2** Ilustrasi Komponen KONTROLLER 2  
Desain Rancangan mekanik pada penelitian

kali ini terdapat pada **Gambar 2.3**. Pada Rancangan Mekanik sistem terdapat peletakan *device* sensor dan aktuator beserta kontroler yang akan dipasang pada *field device* kandang *Smart Farm* ayam broiler.

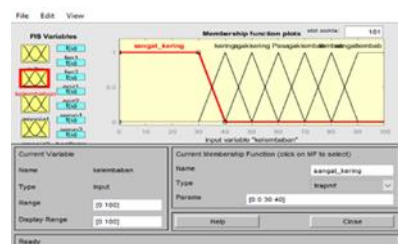


**Gambar 2.3** Desain Penempatan Sensor Aktuator

Terdapat beberapa penempatan sensor dan aktuator yang akan dipasang pada kandang. Pada sensor utama yakni suhu dan kelembaban DHT22 terdapat di tengah kandang yang mana akan mendeteksi suhu kelembaban ruangan dari dalam kandang yang akan dibuat penelitian. Kemudian sensor MQ 135 untuk mendeteksi gas CO<sub>2</sub> dan terdapat beberapa aktuator seperti kipas, *heat lamp*, *slider* tirai dan *nozzle sprayer*. Pada penelitian ini menggunakan metode *fuzzy* sugeno orde nol. Terdapat beberapa variabel yang digunakan sebagai parameter untuk mengontrol jalannya aktuator diantaranya suhu, kelembaban dan gas CO<sub>2</sub>. Berikut ini merupakan klasifikasi *fuzzy* dari beberapa variabel kontrol pada Matlab. Berikut ini merupakan rumusan dari metode *fuzzy* sugeno.



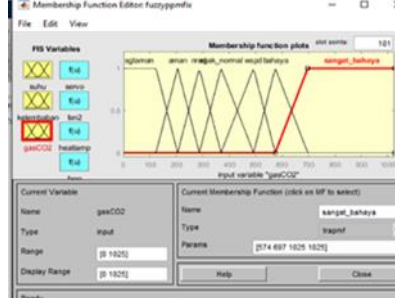
**Gambar 2.4** Membership Function Suhu



**Gambar 2.5** Membership Function Kelembaban



**Gambar 2.6** Membership Function Output



**Gambar 2.7** Membership Function Gas CO<sub>2</sub>

Berikut ini merupakan bentuk formula defuzzifikasi dari metode *fuzzy* Sugeno Orde nol.

$$\text{IF } (X_1 \text{ is } A_1) \text{ o } (X_2 \text{ is } A_2) \text{ o } \dots \text{ o } (X_n \text{ is } A_n) \\ \text{THEN } z = k$$

Dengan  $A_i$  adalah himpunan *fuzzy* ke- $i$  sebagai anteseden, dan  $k$  adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen [8]. Kemudian terdapat proses (Fuzzifikasi) Pengaburan yaitu proses dimana data *input*-an nilai yang bersifat tegas (*crisp input*) ke dalam *input* kabur. Pada penelitian kali ini penulis menggunakan *rules* sebanyak 343 *rules*. Setelah pembentukan *rule base* maka akan dihitung untuk proses defuzzifikasi melalui dengan rumus seperti berikut.

$$\text{IF } (X_1 \text{ is } A_1) \text{ o } (X_2 \text{ is } A_2) \text{ o } \dots \text{ o } (X_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } z = k$$

Dimana :

- WA = Weight Average
- Zi = nilai crisp
- ai = Derajat Keanggotaan Z

Berikut ini merupakan tabel dari himpunan *input* dan *output* dari masing – masing variabel yang terdapat di penelitian. Masing masing dari variabel memiliki *membership function* atau fungsi keanggotaan yang masing- masing memiliki nilai *range* tersendiri.

**Tabel 2.1** Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi		Keterangan
Suhu`	Range MF	
Sangat Dingin	0- 17 °C	

Dingin	13- 22 °C	
Agak Dingin	17 - 26 °C	
Sejuk	22 -30 °C	Suhu normal umur 15 - panen
Hangat	26- 33 °C	Suhu normal umur 0 -14 hari
Panas	30 - 36 °C	
Sangat Panas	> 36 °C	
Kelembaban	Range MF	
Sangat Kering	0 - 40 %	Kelembaban Normal Ayam
Kering	30 - 50 %	
Agak Kering	40 - 60 %	
Pas	50 - 70 %	
Agak Lembab	60 - 80 %	
Lembab	70 - 90%	
Sangat Lembab	80 - 100%	
Gas CO <sub>2</sub>	Range MF	
Sangat Aman	0 -205 ppm	Kadar CO <sub>2</sub> rata - rata normal
Aman	123 - 287 ppm	
Normal	205 - 369 ppm	
Agak Normal	289 - 492 ppm	
Waspada	369 - 574 ppm	
Bahaya	492 - 697 ppm	
Sangat Bahaya	697 ppm	

#### Fuzzifikasi

Pada tahap fuzzifikasi dilakukan perhitungan untuk memetakan nilai yang telah diinputkan sebelumnya penggunaan pendekatan persamaan garis ( $y=mx+c$ ) untuk menentukan input adalah salah satu cara yang bisa digunakan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan hasil pengujian alat, penjelasan metode Tugas Akhir beserta analisisnya. Terdapat dua tahap pengujian yang dilakukan yaitu pengujian komponen berupa sensor dan aktuator serta pengujian sistem. Setelah pengujian selesai dilanjutkan

pengambilan data. Berikut merupakan hasil di lapangan dan prototipe *Smart Farm*.

Berikut ini merupakan hasil observasi pengambilan data untuk variabel suhu dan kelembaban pada kandang di Kecamatan Kabuh, Kabupaten Jombang tempat peneliti dalam melakukan pembuatan prototipe umur 8-20 hari.

**Tabel 3.1** Pengambilan Data di kandang Konvensional

Suhu	Kelembaban	CO <sub>2</sub>	Jam	ek/m <sup>2</sup>
31.7	64%	559	11.10 siang	25
31	69%	670	12.00 siang	15
30.8	77%	468	11.39 siang	15
31.6	66%	760	12.00 siang	15
31	69%	777	11.09 Siang	15
31.2	71%	872	11.00 Siang	13
30.4	78%	599	11. 05 Siang	13
31.6	65%	882	11. 09 Siang	13
31.5	68%	863	10.45 Siang	13
30.6	74%	585	10.30 Siang	13
32.4	62%	676	13.00 Siang	8
33.5	64%	892	13.05 Siang	8
33.1	68%	761	12. 55 Siang	8
31.2	68%	655	12.36 Siang	8
32.1	64%	863	12.45 Siang	8
28	84%	325	20.00	8
27	84%	525	23.15	8
26	89%	537	02.00 Pagi	8
25.5	91%	533	04.30 Pagi	8
28.6	81%	322	20.15 Malam	8
25.7	89%	548	23.00 Malam	8

24.2	96%	569	02.15 Pagi	8
24	94%	503	04.31 Pagi	8

Berikut ini merupakan hasil pengambilan data pada prototipe *Smart Farm*.

**Tabel 3.2** Pengambilan Data pada Prototipe *Smart Farm*

Umur Ayam 20 Hari							
Total Kepadatan 8 ekor/m <sup>2</sup>							
Ja m	(° C)	( % )	(pp m)	F - 1	F - 2	H - L	(°)
14.57	29	67	197	1	0	0	108.97
15.29	29	67	466	1	1	0	108.2
16.05	29	68	562	1	1	0	108.78
16.39	29	70	528	1	1	0	110
17.11	29	70	335	1	0	0	110
17.36	28	63	251	1	0	0	105
18.01	28	62	311	1	0	0	105
19.06	28	62	340	1	0	0	105
19.32	28	63	340	1	0	0	105
20.05	28	64	335	1	0	0	105
20.31	28	64	424	1	1	0	105
21.02	28	66	434	1	1	0	101.5
21.34	27	69	441	1	1	0	101.05
22.04	27	69	458	1	1	0	101.05
22.58	27	70	487	1	1	0	95
23.56	27	71	523	1	1	0	90
0.57	27	71	514	1	1	0	101.05
1.54	27	72	485	1	1	0	90

2.46	27	72	427	1	1	0	94
4.12	26	73	473	1	0	0	90
5.06	26	73	454	1	0	0	95
6.17	26	73	496	1	0	0	90
7.14	26	74	574	1	0	0	90
8.25	28	73	455	1	1	0	105
9.15	28	72	439	1	1	0	105
9.53	28	72	418	1	1	0	105
10.42	28	68	413	1	1	0	105
11.11	29	67	384	1	1	0	108.77
12.19	29	63	417	1	0	0	108.46
12.59	29	62	427	1	1	0	108.26
13.31	29	62	488	1	1	0	110.64

Tabel diatas dapat dilihat bahwa pada siang hari suhu selalu meningkat dengan kelembaban berkisar antara 60 sampai 70%. Kenaikan suhu dapat dilihat pada tabel 3.2 yang terjadi pada pukul 10.00 – 15.00. Sehingga kerja pada servo actuator terbuka lebih lebar. Peningkatan suhu ekstrim terjadi pada pukul 13.31 dengan suhu 29 C dengan kelembaban 62% dan kadar CO<sub>2</sub> 488 ppm. Sedangkan untuk malam hari namun suhunya sudah menurun hingga kadar CO<sub>2</sub> tidak terpengaruh oleh waktu siang dan malam.oleh karena itu dalam keadaan CO<sub>2</sub> dari *highfan* akan tetap menyala untuk mengurangi panas di dalam ruangan. Pada hasil pengujian di atas, lampu pemanas dalam keadaan mati karena belum masuk klasifikasi suhu dingin. Di dalam ruangan terasa panas dan pengap akibat peningkatan kadar CO<sub>2</sub> oleh ayam pedaging [9]. *Sensible heat loss* adalah hilangnya panas tubuh melalui proses radiasi, konduksi dan konveksi, sedangkan *insensible heat loss* adalah hilangnya panas tubuh melalui proses terengah-engah. Pada suhu pemeliharaan 23oC. 75% panas tubuh dibuang secara sensibel, sisanya (25%) dikeluarkan secara insensible, sebaliknya jika suhu lingkungan

meningkat hingga 35oC, 75% panas tubuh dibuang melalui proses insensible dan sisanya 25% dibuang dengan cara yang masuk akal [11].

Pengujian sensor yang digunakan yaitu sensor suhu dan kelembaban, sensor level gas amoniak, dan sensor berat atau sensor *load cell*. Selain itu, pengujian perangkat keras untuk memastikan perangkat keras yang digunakan berfungsi dengan baik [12]. Dari hasil pengujian sistem *smart farm* dengan perbandingan sistem kandang tertutup dan *smart farm* konvensional mampu mempertahankan suhu heat stress 1 sampai 2 C. Sedangkan untuk kelembaban, *smart farm* mampu mengontrol kelembaban di kisaran 60% sampai 70%.

Keberhasilan inovasi tidak hanya dilihat dari manfaat produk yang akan dihasilkan tetapi juga perlu memperhatikan faktor pengalaman oleh pengguna, sehingga pengembangan Inovasi teknologi tidak lagi hanya sekedar mengimplementasikan fitur dan menguji utilitas [13].

Berikut ini merupakan tampilan grafik dari hubungan Suhu, kelembaban, Gas CO2 terhadap waktu tertera dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.1 Grafik Suhu terhadap waktu



Gambar 3.2 Grafik Kelembaban terhadap waktu



Gambar 3.3 Hubungan Gas CO2 terhadap waktu

Berdasarkan hasil pengujian panel surya, didapatkan hasil yaitu tegangan yang dihasilkan oleh panel surya mengalami kenaikan rata-rata sebesar 0.1 sampai 0.2 V setiap 5 menit dengan maksimal tegangan yang dihasilkan sebesar 20.70 V pada pukul 11:56 dan turun sampai 19.30 V saat matahari terhalang awan dan kembali naik menjadi 19.66 pada pukul 12:25 saat matahari cerah kembali. Sedangkan tegangan aki terdeteksi cenderung konstan pada tegangan 12.8 V dengan kenaikan rata-rata sebesar 0.1 V. Pada Gambar terlihat bahwa pengukuran arus pada panel surya dengan arus yang terukur pada aki saat proses pengisian memiliki selisih sekitar 0.1 – 0.5 Ampere dengan maksimal arus 1.57 Ampere. Daya maksimal yang dihasilkan oleh panel surya 50wp pada saat terik yaitu sebesar 30.42 watt pada pukul 11:46. Sedangkan daya maksimal yang terukur pada aki sebesar 20.25 watt.

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

1. Sensor yang digunakan berfungsi dengan baik dan memiliki rata-rata persentase *error* yang cukup kecil yaitu sensor suhu DHT22 sebesar 0.22 % dan kelembaban 0.014%, sensor gas CO2 sebesar 0.09.
2. Penggunaan sistem *smart cage* dapat diterapkan pada kandang konvensional yang hendak *upgrade* pada kandang semi *closed*.
3. Sistem PLTS pada kandang kapasitas 3000 ekor yang digunakan mampu menghemat biaya yang lebih murah dibandingkan dengan sistem *back up* Genset yakni sebesar 30.000 dalam satu kali pemakaian.
4. Penerapan sistem *smart cage* dengan metode *fuzzy sugeno* menggunakan mikrokontroler

esp32 memiliki *error* 0.27 .

#### 4.2 Saran

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan terdapat beberapa saran untuk melanjutkan dan memperbaiki kekurangan yang ada pada Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Fuzzifikasi dan defuzzifikasi dapat menyesuaikan dengan kondisi di lapangan.
2. Pada sistem smart farm dengan skala besar dapat menggunakan dibutuhkan *supply* yang besar dengan arus yang cukup agar tidak terjadi drop tegangan.
3. Penggunaan sensor MQ-135 dapat digantikan dengan sensor MQ – 137 yang mana memiliki akurasi pembacaan lebih tinggi.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Coyne., I. Patrick., R. Arief., C. Benigno W., Kalpravidh., J. McGrane., L. Schoonman., A. Harja Sukarno, and J. Rushton. "The costs, benefits and human behaviours for antimicrobial use in small commercial broiler chicken systems in Indonesia," *Antibiotics*, vol. 9, no. 4, pp.154. 2020.
- [2] Lara, Lucas J, and M. H Rostagno. "Impact of Heat Stress on Poultry Production.," pp. 356–69. 2013.
- [3] Putra, C. Gusti Nanda, R. Maulana, and H. Fitriyah. "Otomasi Kandang Dalam Rangka Meminimalisir Heat Stress Pada Ayam Broiler Dengan Metode Naive Bayes," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIHK) Universitas Brawijaya*, vol. 2, no. 1, pp. 387–94. 2018.
- [4] F. A. Diyanoro, T. A. Sarjana, W. Sarengat. "Changes in Ammonia Emissions in Different Zonation on Closed House in the Dry Season Affects Broiler Chicken Meat Quality Fahmi," *Journal of Animal Research Applied Sciences*, pp. 10–14. 2018.
- [5] C. W. Ritz, B. D. Fairchild, and M. P. Lacy. "Implications of Ammonia Production and Emissions from Commercial Poultry Facilities : A Review." 2004.
- [6] Ghazal, Bilal, K. Khatib, K. Chahine, and F. Detection. "A Poultry Farming Control System Using a ZigBee-Based Wireless Sensor Network A Poultry Farming Control System Using a ZigBee-Based Wireless Sensor Network Faculty of Sciences IV , Lebanese University ( UL ), Zahle , Lebanon Faculty of Engineering , Beiru." September 2017.
- [7] M. S. Thursday. et al. "Closed House Chicken Barn Climate Control Using Fuzzy Inference System," *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, vol. 10, pp. 1–14: 47–51. 2018.
- [8] Siregar, H. Fauzi, M. D. Irawan, A. Widarma, A. Jabar, N. Irawati, M. Y. Simargolang et al. "JurTI (Jurnal Teknologi Informasi)."
- [9] Sousa, F. Campos de et al. "Gas Emission in the Poultry Production." *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, vol. 5, no. 2, pp. 49–55. 2017.
- [10] Tamzil, M. Hasil. "Heat Stress on Poultry: Metabolism, Effects and Efforts to Overcome." *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, vol. 24, no. 2, pp. 57–66. 2014.
- [11] Masriwilaga, A. Ajibekti, T. A. J. M. Al-hadi, A. Subagja, and S. Septiana. "Monitoring System for Broiler Chicken Farms Based on Internet of Things (IoT)," *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 7, no. 1, pp. 1–13. 2017.
- [12] Nussyirwan, Deny, M. Fahrudin, and P. P. Perdana. "Perancangan Purwarupa Pengatur Suhu Otomatis Pada Inkubator Penetasan Telur Ayam Menggunakan Arduino Uno Dan Sensor Suhu IC LM 35," *JAST : Jurnal Aplikasi Sains dan Teknologi*, vol. 3, no. 1, pp. 60. 2019.
- [13] Sousa, Fernanda Campos de et al. "Gas Emission in the Poultry Production," *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, vol. 5, no. 2, pp. 49–55. 2017.
- [14] Tasidjawa, F. Alexander., I. P. Saputro, and T. C. Suwanto. "Penerapan Fuzzy Logic Tsukamoto Untuk Penentuan Suhu Ideal Pada Kandang Ayam Broiler. 2018.