

Pengendalian Suhu dan Kelembapan Kumbung Jamur Dengan Metode Fuzzy Terintegrasi *Internet of Things*

Angga Prasetyo¹, Yovi Litanianda², Moh. Bhanu Setyawan³, Fauzan Masykur⁴, Sugianti⁵,
Sumaji⁶

^{1,2,3,4,5}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

⁶Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

E-mail: ¹angga_raspi@umpo.ac.id, ²yovi@umpo.ac.id, ³m.banu@umpo.ac.id, ⁴fauzan@umpo.ac.id, ⁵sugianti@umpo.ac.id, ⁶majisutoyo@gmail.com

Abstrak – Jamur tiram atau dalam bahasa latin *volvariella volvacea* budidaya jamur tiram ini, membutuhkan akurasi dan toleransi kepresisian dalam mengendalikan suhu serta kelembapan yang menyerupai ekosistem habitat jamur tiram sebenarnya, fase inkubasi yang membutuhkan suhu udara 23-28C dengan kelembapan 60-70%, Fase pembentukan Tubuh dan buah membutuhkan suhu udara 28-32C dengan kelembapan 70-90%. Pengelolaan suhu udara dan kelembapan oleh pembudidaya jamur tiram dilakukan dengan cara penyemprotan serta aerasi kumbung yang masih manual, sehingga pada tahapan fase inkubasi dan fase pembentukan tubuh jamur, belum optimal. Akibatnya hasil panen jamur menurun karena banyak miselium yang rusak saat fase inkubasi. perancangan system akan dilakukan dalam dua tahapan, fase pertama pembuatan wiring perangkat keras, kemudian fase kedua pengintegrasian logika fuzzy di perangkat lunak yang secara keseluruhan akan berupa *internet of things* (IoT) guna memudahkan dalam proses monitoring. Kinerja logika fuzzy pada sistem ini dilihat dari respon PWM kipas, durasi pompa dan kualitas jaringan pada koneksi internetnya. Hasil pengujian menunjukkan nilai PWM kipas berhasil merespon berbagai kondisi suhu. Durasi penyalan pompa juga bisa merespon perubahan kelembaban ruangan jamur. Sedangkan kualitas jaringan dari hasil percobaan diperoleh nilai konektifitas berupa nilai jitter buffering data 0,72 ms, nilai ping jaringan saat kondisi transmitter(Tx) dan received (Rx) 0,29 ms, dan delay sebesar 0,97 ms atau secara keseluruhan rata-ratanya kurang dari 1ms merupakan kondisi yang termasuk baik untuk penyelenggaraan sistem IoT.

Kata Kunci — fuzzy, internet of thing, suhu, kelembapan, jamur tiram.

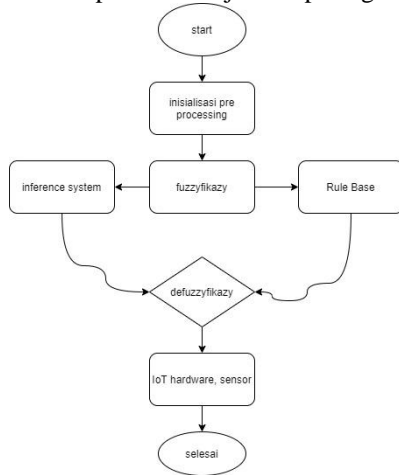
1. PENDAHULUAN

Jamur tiram atau dalam bahasa latin *volvariella volvacea*, merupakan jenis jamur yang sering dibudidayakan oleh masyarakat. Selain rasanya gurih jamur tiram juga tinggi akan kandungan gizi protein serta vitamin, dan harga yang murah menjadikannya salah satu alternatif bahan pangan masyarakat.[1]. Proses budidaya jamur tiram ini, membutuhkan akurasi dan toleransi kepresisian dalam mengendalikan suhu serta kelembapan yang menyerupai ekosistem habitat jamur tiram sebenarnya, agar menghasilkan output panen maksimal. Salah satu peranan penting untuk memperoleh badan buah jamur tiram yang maksimal yaitu dengan menjaga suhu dan kelembapan[2]. Umumnya suhu budidaya jamur tiram yang optimum dibagi menjadi dua fase, yaitu : fase inkubasi yang membutuhkan suhu udara 23-28C dengan kelembapan 60-70%, Fase pembentukan Tubuh dan buah membutuhkan suhu udara 28-32C dengan kelembapan 70-90% [3]. Pengelolaan suhu udara dan kelembapan oleh pembudidaya jamur tiram masih dilakukan manual, pada proses penyemprotan serta aerasi kumbung, sehingga untuk tahapan fase inkubasi, fase pembentukan tubuh jamur, belum dapat mencapai kondisi yang optimal, belum lagi saat terjadi

pancaroba yang ekstrim. Sehingga menyebabkan hasil panen jamur menurun karena banyak miselium yang rusak saat fase inkubasi. Untuk itu diperlukan metode pemanfaatan fuzzy pada aspek monitoring suhu udara dan kelembapan secara efisien[4], logika fuzzy sering diterapkan diindustri yaitu untuk mengendalikan sensor, akuator, *robotic* [1]. Agar logika fuzzy dapat optimal melakukan pengendalian maka dibutuhkan mikrokontroler nodeMcu8266, sensor DHT 11, akuator berupa kipas dan pompa. Untuk mempermudah monitoring seluruh perangkat akan terhubung secara *internet of things* (IoT). Pada penelitian sebelumnya [5][6] logika fuzzy dapat diintegrasikan dengan IoT melalui mikrokontroler menjadi system cerdas. Hal ini diperkuat oleh penelitian [7] yang menyatakan bahwa logika fuzzy efektif dalam mengatur suhu ruang. Beberapa penelitian teoritis dan simulasi IoT [8] untuk menghasilkan satu kesatuan device dibutuhkan integrasi perangkat lunak dengan mikrokontroler, sensor, akuator, agar saling terotomasi. Sedangkan kajian ilmiah tentang instrumentasi kendali otomatis[9] pengaturan suhu yang terotomasi dapat meningkatkan produktivitas jamur merang secara optimal.

2. METODE PENELITIAN

Desain perancangan system akan dilakukan dalam dua tahapan, fase pertama pembuatan wiring perangkat keras, kemudian fase kedua pengintegrasian logika fuzzy di perangkat lunak. Keseluruhan proses ditunjukkan pada gambar 1.

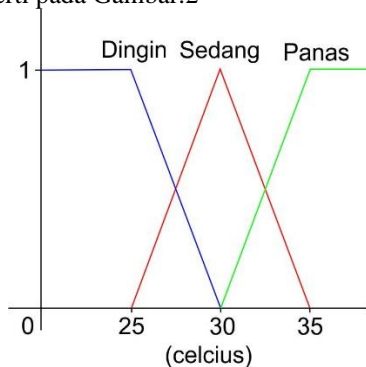


Gambar 1. Flow proses riset integrasi fuzzy

2.1 Fuzzyfikasi untuk sistem

Tahapan ini dilakukan fuzzyfikasi suatu kondisi merubah nilai data diperoleh sensor secara linguistik ke bentuk keanggotaan himpunan fuzzy. Fase fuzzyfikasi yaitu dimulai dengan proses awal menciptakan fungsi anggota di setiap inputan, kemudian membuat bobot angka secara linguistik didalam keanggotaan.

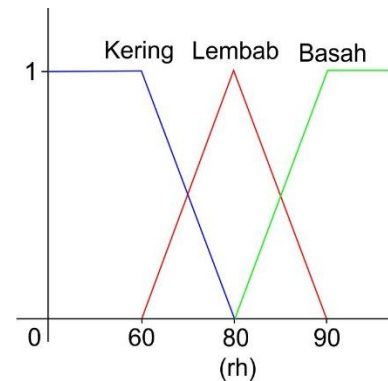
Untuk rentan sensor suhu dht11 secara linguistik yaitu : dingin, sedang, panas. Terdiri dari rentang nilai 0-35C. seperti pada Gambar.2



Gambar 2. Keanggotaan Suhu

- Dingin (≤ 25)
- Sedang ($25 \leq x \leq 30$)
- Panas (≥ 35)

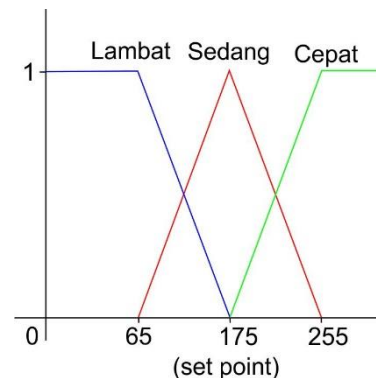
Pada sensor kelembapan udara terdiri dari dua nilai linguistic kering dan lembab. Sensor DHT11 mendeteksi uap air diudara, melalui proses mengukur tahanan listrik diantara elektroda sensor. Resistansi perubahan nilai sebanding pada nilai relatif kelembapan pada kondisi tinggi dan rendah . Rentang kelembapan dengan nilai inputan 60-90% seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Keanggotaan kelembapan udara

- Kering (≤ 70)
- Lembab ($70 \leq x \leq 90$)
- Basah (≥ 90)

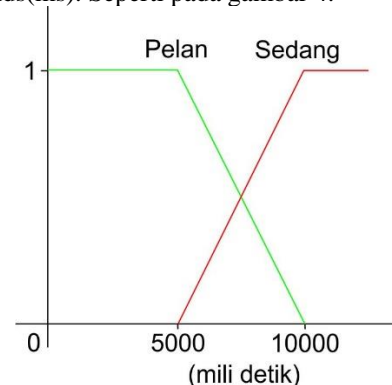
Luaran akuator yang dikendalikan berupa kipas dan pompa air. Kipas berfungsi untuk menstabilkan suhu kumbung jamur melalui pengelolaan aerasi. Proses Pulse Widht Modulation (PWM) dilakukan untuk mengendalikan kecepatan kipas dari hasil output logika fuzzy. Fungsi himpunan fuzzy kipas secara linguistic meliputi, lambat, normal, cepat. seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Output keanggotaan kipas

- lambat (≤ 125)
- Sedang ($125 \leq x \leq 255$)
- cepat (255)

Sedangkan untuk pompa fungsi keanggotaan yaitu singkat dan sedang dengan durasi miliseconds(ms). Seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Output Waktu Pompa

- singkat (2000ms)
- sedang (5000ms)

2.2 Rule base

Aturan basis adalah proses pemeriksaan derajat keanggotaan pada setiap fungsi inputan kedalam aturan yang telah ditetapkan. Fase ini akan dilakukan pembuatan aturan dari inputan fuzzy untuk menghasilkan nilai output sistem pengendali. Berikut ini *rule base* inputan yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan inferensinya pada tabel 2.

Tabel 1. Aturan Rule base

SUHU	HUMIDITY	KIPAS	POMPA
DINGIN	Kering	Lambat	Sedang
	Lembab	Sedang	Pelan
	Basah	Cepat	Pelan
SEDANG	Kering	Lambat	Sedang
	Lembab	Sedang	Pelan
	Basah	Cepat	Pelan
PANAS	Kering	Lambat	Sedang
	Lembab	Sedang	Pelan
	Basah	Cepat	Pelan

Tabel 2. Aturan Gejala dan Hasil

Kode	Rule base
R1	Jika suhu dingin dan humidity kering, maka putaran kipas lambat dan pompa sedang
R2	Jika suhu dingin dan humidity lembab, maka putaran kipas sedang dan pompa pelan
R3	Jika suhu dingin dan Humidity basah, maka putaran kipas cepat dan pompa pelan
R4	Jika suhu sedang dan humidity kering, maka putaran kipas lambat dan pompa sedang
R5	Jika Suhu sedang dan Humidity lembab, maka putaran kipas sedang dan pompa lambat
R6	Jika suhu sedang dan humidity basah, maka putaran kipas cepat dan pompa pelan
R7	Jika suhu Panas dan humidity kering, maka,putaran kipas lambat dan pompa sedang
R8	Jika suhu Panas dan humidity lembab maka, putaran kipas sedang dan pompa pelan.
R9	Jika suhu Panas dan humidity basah, maka putaran kipas cepat dan pompa pelan.

2.3 Defuzzyfikasi

Tahapan terakhir yaitu dengan merubah output fuzzy menjadi nilai output tegas. Defuzzyfikasi proses kebalikan fuzzyfikasi melalui penyatuan nilai *linguistic* yang diperoleh. Sehingga melalui pendekatan aturan tsukamoto nilai min ditentukan dengan memilih fungsi hubungan keanggotaan melalui logika and sebagai penyatuan agregasinya, seperti ditunjukkan pada persamaan 1.

$$z = \frac{(\alpha \text{predikat1} \times z1) + (\alpha \text{predikat} n \times zn)}{(\alpha \text{predikat1} + \alpha \text{predikat} n)} \dots \dots \dots (1)$$

2.4 Perancangan Prototype

Pembuatan purwarupa perangkat lunak logika fuzzy dilakukan dengan bahasa C menggunakan framework Arduino IDE seperti pada gambar 5

```

Fuzzy_DC | Arduino 1.8.11
File Edit Sketch Tools Help

Fuzzy_DC

//===== SENSOR HUMIDITY =====
float Sensor_2(float a, float b, float c)
{
  if ((humid >= a) && (humid < b))
  {
    member_humid = (humid - a) / (b - a);
  }
  if ((humid >= b) && (humid < c))
  {
    member_humid = (c - humid) / (c - b);
  }
  if ((humid < 0) || (humid > 100))
  {
    member_humid = 1;
  }
  if ((humid > c) || (humid < a))
  {
    member_humid = 0;
  }
}

void defuzzifikasi()
{
  A = min1*SC; B = min2*CP; C = min3*NR;
  D = min4*CP; E = min5*CP; F = min6*EL;
  G = min7*NR; H = min8*PL; I = min9*ED;
}
    
```

Gambar 5. Pembuatan perangkat lunak. Kemudian, jika seluruh logika fuzzy telah dibuat dalam operator bahasa C maka akan dihubungkan melalui *application programming interface* (API) yang nantinya API akan berperan sebagai gerbang penghubung dengan web aplikasi menggunakan Javascript programming, sehingga *hypertext preprocessor(php)* agar dapat diakses melalui web. Seperti ditunjukkan Gambar 6



Gambar 6. Dashboard web secara IoT

Fase berikutnya mengintegrasikan perangkat lunak logika fuzzy ke wiring integrated device kendali *internet of things* yang terdiri dari mikrokontroler nodeMcu8266, sensor DHT11 dan YL69.. Integrasi perangkat kendali seperti pada Gambar 7.



Gambar 2.7. Perangkat kendali IoT untuk fuzzy

Kemudian dihubungkan pada output akuator berupa kipas dan pompa melalui relay, seperti pada gambar 8.



Gambar 2.8. Output akuator

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses testing pengendalian suhu dan kelembapan terdiri dari output logika fuzzy di akuator pompa dan kipas.

3.1. Uji PWM kipas

Testing modulasi putaran PWM kipas ini menggunakan driver modul yang dihubungkan pada I/O nodeMCU8266. Modul driver motor yang dipakai untuk kipas, diberikan tegangan catu. Output dari NodeMCU8266 berupa angka modulasi PWM yang akan diolah logika fuzzy dan dikuatkan oleh driver untuk memutar kecepatan kipas. Hasil testing PWM pada Kipas ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 3. Testing Floating PWM kipas

Suhu	Kondisi Dingin	Kondisi sedang	Kondisi panas	PWM kipas
23,8C	1,00	0,00	0,00	24,72
24,5C	1,00	0,20	0,00	45,23
24,7C	1,00	0,80	0,00	47,35
26,7C	0,00	0,20	0,00	71,22
27,5C	0,00	1,00	0,00	72,46
28,4C	0,00	0,31	0,20	127,22
28,9C	0,00	0,28	0,80	135,24
29,7C	0,00	0,78	1,00	180,31
33,6C	0,00	0,40	0,30	183,21
35,2C	0,00	0,00	1,00	197,11

Hasil testing pada Tabel 4. diperoleh nilai PWM maksimum berada pada 197,11 di kondisi suhu 35C, dan nilai PWM 24,72 saat suhu 23,8C.

3.2. Uji Durasi Pompa

Testing durasi pompa dilakukan dengan modul driver yang terhubung pin I/O NodeMCU8266, selanjutnya pompa akan diberikan catu daya 12Volt melalui relay. Kondisi kelembapan mempengaruhi waktu nyala pompa. Hasil testing seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Testing Nyala pompa

RH	Kondisi Kering	Kondisi Lembab	Kondisi basah	Nyala pompa
58,3	1,00	0,00	0,00	1,42 detik
68,4	1,00	0,00	0,00	1,37 detik
68,8	0,90	0,30	0,00	1,32 detik
69,1	0,70	0,45	0,00	1,13 detik
69,8	0,35	0,78	0,20	0,71 detik
74,6	0,00	0,90	0,00	0,51 detik
78,3	0,00	0,96	0,00	0,56 detik
83,3	0,00	1,00	0,31	0,34 detik
85,5	0,00	1,00	0,45	0,38 detik
90,2	0,00	0,00	1,00	0,3 detik

Hasil testing pada tabel 4. Diperoleh durasi nyala pompa 1,42 detik kondisi 58RH, sedangkan 0,3 detik di kondisi 90,2RH.

3.3. Uji konektivitas jaringan internet

Komunikasi IoT untuk mengendalikan device membutuhkan kestabilan internet, meskipun dalam kondisi kecepatan terendah Kbps. Testing dilakukan dengan menguji nilai ping, delay, jitter pada device. Hal ini akan memberikan gambaran durability alat dapat berkomunikasi walaupun dalam kecepatan internet terendah. Berikut hasil testing seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Testing konektivitas network

test	Jitter (ms)	Ping(ms)	Delay(ms)
1	0,80	0,32	1,32
2	0,70	0,29	1,02
3	0,65	0,28	0,90
4	0,66	0,29	0,70
5	0,78	0,29	0,89
6	0,76	0,31	0,89
7	0,78	0,29	1,20
8	0,65	0,27	0,87
9	0,78	0,31	0,97
average	0,72	0,29	0,97

Hasil uji di Tabel 5. Diperoleh nilai jitter pada buffering data dengan rata-rata 0,72 ms, nilai ping jaringan saat kondisi transmitter(Tx) dan received (Rx) dengan rata-rata 0,29 ms, kondisi delay berada di rata-rata 0,97 ms.

3.4. Pembahasan

Hasil hasil pengujian *rule* pengaturan kecepatan kipas melalui besarnya PWM diperoleh nilai PWM maksimum berada pada 197,11 di kondisi suhu 35C, dan nilai PWM 24,72 saat suhu 23,8C. Jika dilihat lebih detail diperoleh nilai PWM yang selalu berbeda untuk setiap suhu yang berubah. Hal ini menunjukkan bahwa *rule* fuzzy yang dipakai berfungsi dalam merespon perubahan inputan suhu.

Testing pada *rule* penyalan pompa diperoleh durasi nyala pompa 1,42 detik kondisi 58RH, sedangkan 0,3 detik di kondisi 90,2RH dengan tren berupa durasi yang makin singkat seiring kenaikan

kelembaban. Data ini merupakan pertanda penyalan pompa telah mengikuti rule yang ditetapkan.

Kinerja logika fuzzy pada sistem ini dilihat dari respon PWM kipas (tabel 3), durasi pompa (tabel 4) dan kualitas jaringan pada koneksi internetnya (tabel 5). Hasil pengujian menunjukkan nilai PWM kipas berhasil merespon berbagai kondisi suhu. Durasi penyalan pompa juga bisa merespon perubahan kelembaban ruangan jamur. Berdasarkan uji kerja aktuator yang dikendalikan logika fuzzy secara keseluruhan diperoleh hasil bahwa kerja aktuator berhasil dikendalikan sesuai *rule* yang dibangun untuk membuat logika fuzzy. Pemikiran ini didasarkan pada data-data dari kedua tabel yang menunjukkan bahwa kerja aktuator akan menyesuaikan input yang ada dan disesuaikan dengan rule logika fuzzy.

Hasil percobaan kualitas jaringan diperoleh nilai jitter buffering data 0,72 ms, nilai ping jaringan saat transmitter(Tx) dan received (Rx) 0,29 ms, dengan delay sebesar 0,97 ms. Data ini jika dikaitkan dengan kelayakan untuk sistem IoT maka nilai rata-rata keseluruhannya yang kurang dari 1ms termasuk baik untuk penyelenggaraan sistem IoT.

4. SIMPULAN

Hasil dari beberapa pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa logika fuzzy pada system pengendalian kumbung jamur yang diintegrasikan dalam perangkat IoT dengan parameter input berupa suhu dan kelembapan, serta output berupa kipas, dan pompa sebagai aktuator terbukti mampu melakukan otomatisasi. Indikasinya, logika fuzzy mampu melakukan pengendalian agar kerja aktuator lebih halus dengan cara memberikan respon yang disesuaikan dengan setiap perubahan kondisi input. Kualitas jaringan dari hasil percobaan diperoleh nilai konektivitas secara keseluruhan rata-ratanya kurang dari 1ms termasuk baik untuk penyelenggaraan sistem IoT.

5. SARAN

Penggunaan sensor suhu yang memiliki limitasi jangkauan mungkin akan menimbulkan masalah jika konsep ini diterapkan pada lahan yang luas, oleh karena itu supaya kendali fuzzy pada system lebih responsif dan akurat, maka peneliti menyarankan untuk membuat multi node sensor sebagai gambaran riset selanjutnya.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada RISTEKBRIN melalui hibah penelitian PTUPT dan seluruh pihak yang membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. I. Ubaidillah, I. Istiadi, and M. Mukhsim, "Sistem Pemantauan Dan Pengendalian Rumah Jamur Dengan Metode Fuzzy Secara Wireless," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 223–232, 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.3975.
- [2] S. Waluyo, R. E. Wahyono, B. Lanya, and M. Telaumbanua, "Pengendalian Temperatur dan Kelembaban dalam Kumbung Jamur Tiram (*Pleurotus sp*) Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler," *agriTECH*, vol. 38, no. 3, p. 282, 2019, doi: 10.22146/agritech.30068.
- [3] N. S. Devi, D. Erwanto, and Y. B. Utomo, "Perancangan Sistem Kontrol Suhu Dan Kelembaban Pada Ruangan Budidaya Jamur Tiram Berbasis IoT," *Multitek Indones.*, vol. 12, no. 2, p. 104, 2018, doi: 10.24269/mtkind.v12i2.1331.
- [4] T. Kaewwiset and P. Yodkhad, "Automatic temperature and humidity control system by using Fuzzy Logic algorithm for mushroom nursery," *2nd Jt. Int. Conf. Digit. Arts, Media Technol. 2017 Digit. Econ. Sustain. Growth, ICDAMT 2017*, pp. 396–399, 2017, doi: 10.1109/ICDAMT.2017.7905000.
- [5] F. Masykur, A. Prasetyo, I. Widaningrum, A. F. Cobantoro, and M. B. Setyawan, "Application of Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) Protocol in the Internet of Things to Monitor Mushroom Cultivation," *7th Int. Conf. Inf. Technol. Comput. Electr. Eng. ICITACEE 2020 - Proc.*, pp. 135–139, 2020, doi: 10.1109/ICITACEE50144.2020.9239118.
- [6] R. A. Fauzi and D. Lestari, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Alat Praktikum Analisis Fisiologi Tumbuhan Berbasis Esp8266 dengan IoT," pp. 523–528.
- [7] F. Fahmizal, T. R. Orlando, B. B. Murti, M. Budiyanto, and A. Mayub, "Kendali Logika Fuzzy pada Sistem Electronic Control Unit (ECU) Air Conditioner Mobil," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 1, p. 25, 2019, doi: 10.25126/jtiik.2019611045.
- [8] A. Prasetyo and A. R. Yusuf, "Integrated Device Electronic Untuk Sistem Irigasi Tetes Dengan Kendali Internet of Things," *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 14, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.32815/jitika.v14i1.361.
- [9] I. Mahesa, A. G. Putrada, and M. Abdurohman, "Egg Quality Detection System Using Fuzzy Logic Method," *Kinet. Game Technol. Inf. Syst. Comput. Network, Comput. Electron. Control*, vol. 4, no. 3, pp. 207–216, 2019, doi: 10.22219/kinetik.v4i3.839.