

Penerapan Logika Fuzzy untuk Meningkatkan Efisiensi Pengembangbiakan Maggot Berbasis IoT

Novaly Arya Pratama¹, Imam Sutrisno¹, Noorman Rinanto¹

e-mail: novalyarya@student.ppns.ac.id, imam_sutrisno@ppns.ac.id, noorman.rinanto@ppns.ac.id

¹Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 5 Januari 2020
Direvisi 20 Februari 2020
Diterbitkan 15 Maret 2020

Kata kunci:

Pengelolaan sampah rumah tangga.
Budidaya maggot
Logika fuzzy
Implementasi IoT

Keywords:

Fuzzy logic
Household waste management
IoT implementation
Maggot cultivation

ABSTRAK

Tempat Pembuangan Sampah 3R "REJOAGUNG BERSERI" di Desa Rejoagung menghadapi masalah pengelolaan sampah rumah tangga, khususnya sampah organik yang mencemari lingkungan. Solusi yang ditawarkan adalah budidaya maggot (larva lalat black soldier fly) menggunakan limbah organik. Tantangan budidaya maggot meliputi predator alami, kondisi lingkungan tidak ideal, dan siklus hidup sensitif. Maggot merupakan sumber protein tinggi untuk pakan ternak, mengandung 42% protein dan memiliki sifat antimikroba. Pada penelitian ini, kami mengusulkan sebuah sistem monitoring dan kontrol untuk budidaya maggot berbasis logika fuzzy dalam implementasi IoT untuk meningkatkan efisiensi budidaya maggot. Sistem ini akan mengoptimalkan kondisi lingkungan berdasarkan data sensor IoT seperti suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya, meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi maggot. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan logika fuzzy dalam sistem berbasis IoT guna meningkatkan efisiensi pengembangbiakan maggot dengan mengontrol suhu lingkungan 27°C – 37°C, kelembapan lingkungan 60% - 90%, dan intensitas cahaya 500 lux – 750 lux.

ABSTRACT

The 3R Waste Disposal Site "REJOAGUNG BERSERI" in Rejoagung Village faces challenges in managing household waste, particularly organic waste that pollutes the environment. The proposed solution is the cultivation of maggot (black soldier fly larvae) using organic waste. Challenges in maggot cultivation include natural predators, non-ideal environmental conditions, and a sensitive life cycle. Maggot is a high-protein source for animal feed, containing 42% protein and having antimicrobial properties. In this study, we propose a monitoring and control system for maggot cultivation based on fuzzy logic in an IoT implementation to improve maggot cultivation efficiency. This system will optimize environmental conditions based on IoT sensor data such as temperature, humidity, and light intensity, enhancing the quality and quantity of maggot production. This research aims to apply fuzzy logic in an IoT-based system to improve maggot breeding efficiency by controlling the environmental temperature between 27°C and 37°C, humidity between 60% and 90%, and light intensity between 500 lux and 750 lux.

Penulis Korespondensi:

Novaly Arya Pratama,
Jurusan Teknik Otomasi,
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,
Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60111.

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



9 772356 053009

Email: novalyarya@student.ppns.ac.id
+62 81 2600 29300

1. PENDAHULUAN

TPS 3R "REJOAGUNG BERSERI" Desa Rejoagung Kec. Ploso Kab. Jombang merupakan TPS yang memiliki tempat pemilahan sampah yang luas sehingga masalah yang sering ditemui adalah masalah sampah dari hasil rumah tangga. Penumpukan sampah organik tanpa pengolahan lanjutan akan menyebabkan pencemaran lingkungan, baik dari segi estetika maupun aroma yang tidak enak. Pendekatan kepada masyarakat merupakan salah satu cara untuk mengatasi permasalahan sampah. Beberapa upaya untuk mengatasi masalah sampah adalah dengan meningkatkan pengetahuan dan praktik pengelolaan sampah dan diharapkan muncul keterampilan untuk mengelola sampah tersebut yang bisa memiliki nilai jual. Solusi yang ditawarkan untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi desa ini adalah penyuluhan budidaya maggot memanfaatkan limbah organik dari limbah rumah tangga. Pada mengembangbiakan pada TPS ini tergolong sulit dikarenakan adanya hama yang memakan maggot dan juga faktor lingkungan yang dapat mengganggu siklus pengembangbiakan.

Budidaya maggot dimulai dengan merawat lalat black soldier fly, menetas telur black soldier fly, merawat larva, dan akhirnya melakukan panen larva. Siklus hidup maggot umumnya berlangsung sekitar empat puluh hari, bergantung pada faktor makanan dan kondisi lingkungan. Siklus black soldier fly melibatkan empat fase utama: telur, larva, pupa, dan lalat dewasa. Beberapa kondisi tidak ideal, seperti temperatur yang tidak ideal, kualitas makanan yang buruk, kelembapan udara yang rendah, dan intensitas cahaya yang rendah, dapat menghambat pertumbuhan maggot. Selain itu, budidaya maggot menghadapi masalah predator alami seperti burung [1].

Maggot atau larva dari lalat black soldier fly (*Hermetia illucens*) merupakan salah satu pilihan pakan yang memenuhi kriteria sumber protein [2]. Makanan yang memiliki kandungan lebih dari 19 persen protein kasar dianggap sebagai sumber protein. Beberapa peternak mencoba mengembangkan kultur maggot sebagai alternatif pakan alami. Maggot dihasilkan dari larva black soldier fly (*Hermetia illucens*) atau lalat tentara hitam yang mudah untuk dikembangbiakan. Lalat black soldier fly memiliki warna hitam, ukurannya berkisar antara 15-20 mm, dan memiliki bagian dasar perut yang transparan, menyerupai lebah. Mereka dapat hidup selama 5-8 hari. Karena lalat dewasa selalu kawin dan bereproduksi, black soldier fly tidak perlu makan lagi setelah dewasa. Sayap lalat dewasa terlipat selama fase perkembangan pupa dan kemudian terbuka sepenuhnya hingga menutupi torak antara abdomen dan kepala. Lalat jantan memiliki umur yang lebih lama daripada lalat betina [3].

Maggot black soldier fly memiliki tekstur yang kenyal, tinggi protein dan lemak, dan mampu mengeluarkan enzim alami, membuat makanan yang sebelumnya sulit dicerna lebih mudah dicerna ikan. Maggot juga mengandung banyak protein, sekitar 42%, dan memiliki kandungan antimikroba dan antijamur, sehingga ikan dapat mengonsumsinya untuk meningkatkan kekebalan tubuh terhadap penyakit jamur dan bakteri. Salah satu metode untuk budidaya larva lalat tentara hitam (black soldier fly) adalah dengan menggunakan opsi lain pengolahan sampah organik. Ini menunjukkan bahwa Bahan organik adalah media pertumbuhan yang ideal larva tentara hitam [4].

Maggot tinggal di tempat yang lembab, bersuhu sedang, dan tidak terkena cahaya matahari langsung. Maggot membutuhkan media dan lingkungan yang cocok untuk hidup [5]. Salah satu serangga dengan kandungan nutrisi tertinggi, Black soldier fly (black soldier fly) berkembang dengan suhu 300 derajat Celcius hingga 360 derajat Celcius. Kandungan protein larva black soldier fly adalah 40-50%, dan kandungan lemaknya adalah 29-32% [6].

Black soldier fly atau (*Hermetia illucens*) adalah spesies lalat yang berasal dari ordo Diptera, keluarga Stratiomyidae, dan genus *Hermetia*, yang memiliki warna hitam dan panjang 15-20 mm. Lalat ini memakan buah, sehingga aman bagi kesehatan, tetapi beberapa orang menganggapnya sebagai hama di perkebunan [7].

Lalat *Hermetia illucens* melewati lima fase dalam siklus hidupnya, yaitu tahap dewasa, tahap telur, tahap larva, tahap prepupa, dan tahap pupa. Siklus hidup lalat black soldier fly berlangsung selama empat puluh hari, Suhu yang optimum bagi black soldier fly adalah sekitar 27-37°C dan untuk kelembaban optimum antara 30-90% hal ini dikarenakan black soldier fly bersifat sangat mudah dehidrasi, sehingga dibutuhkan kelembaban udara yang cukup

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



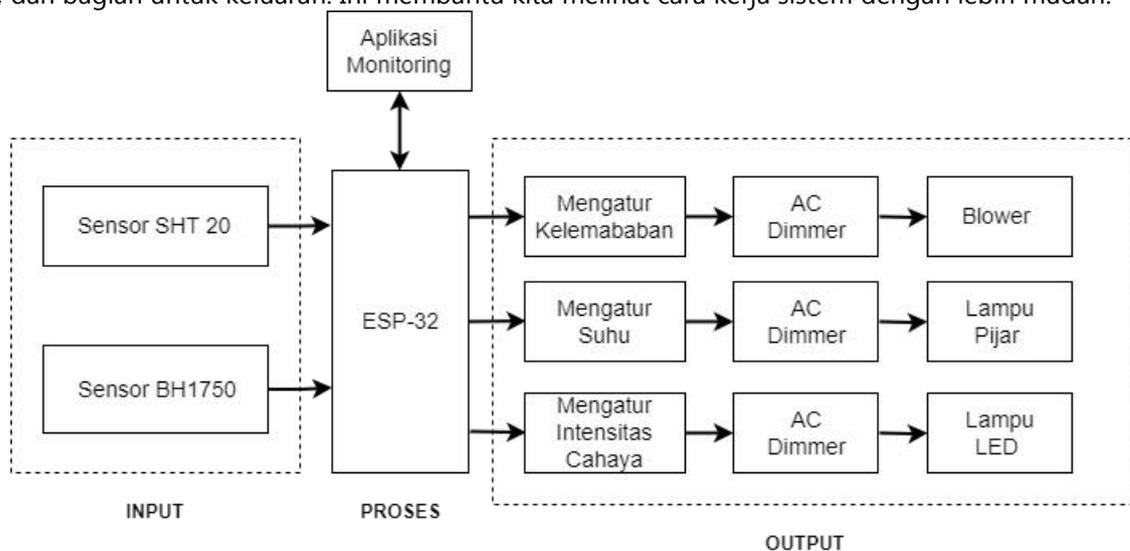
dan umumnya lalat dewasa membutuhkan penerangan yang tinggi tetapi masih di bawah intensitas sinar matahari. Minimal intensitas cahaya yang dibutuhkan untuk aktivitas kawin adalah 300 lumen, sedangkan puncak aktivitas kawin terjadi pada kondisi penerangan 500 lumen hingga 850 lumen. Oleh karena itu, untuk memicu terjadinya aktivitas kawin BSF (Black Soldier Fly) di perlukan penerangan buatan apabila lingkungan dalam keadaan mendung atau penerangan kurang. Dengan fase telur berlangsung selama tiga hari dan fase maggot berlangsung selama delapan belas hari, Maggot optimum hidup pada suhu 28-35°C dengan kelembaban sekitar 60-70%. Kemudian, selama tiga hari Maggot menjadi lalat dewasa dalam tiga hari Bisa menghasilkan antara lima ratus dan sembilan ribu telur untuk satu bertelur, Suhu optimum pemeliharaan telur black soldier fly adalah antara 28-35°C pada suhu kurang dari 25°C telur akan menetas lebih dari 4 hari, bahkan bisa sampai 2 atau 3 minggu, telur akan mati pada suhu kurang dari 20°C dan lebih dari 40°C. Telur black soldier fly akan matang dengan sempurna pada kondisi lembab dan hangat dengan kelembaban sekitar 30-40%, telur akan menetas dengan baik pada kelembaban 60-80%. Jika kelembaban kurang dari 30%, telur akan mengering dan embrio di dalamnya akan mati. Kondisi ini akan memicu pertumbuhan jamur jenis Ascomycetes yang dapat mempercepat kematian telur lainnya sebelum menetas menjadi larva. Telur black soldier fly juga tidak dapat disimpan di tempat yang kekurangan oksigen ataupun terpapar pada tingkat gas karbondioksida yang cukup tinggi. Jadi tidak perlu khawatir tentang populasi yang berlebihan karena banyak predator [8].

Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu menangani ketidakpastian dan variabilitas ini secara efektif. Logika fuzzy menawarkan solusi yang ideal untuk permasalahan ini. Dengan menggunakan logika fuzzy, sistem dapat membuat keputusan yang lebih fleksibel dan adaptif terhadap variasi kondisi lingkungan. Sistem berbasis logika fuzzy dapat mengolah data yang tidak pasti dan memberikan output yang sesuai dengan berbagai tingkat keanggotaan, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih akurat dan responsif terhadap perubahan. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan logika fuzzy dalam sistem berbasis IoT guna meningkatkan efisiensi pengembangbiakan maggot dengan mengontrol suhu lingkungan 27°C – 37°C, kelembaban lingkungan 60% - 90%, dan Intensitas cahaya 500 lux – 750 lux. Fokus utama dari penelitian ini adalah mengembangkan model yang dapat mengoptimalkan kondisi lingkungan secara dinamis berdasarkan data yang diperoleh dari sensor IoT.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Blok Diagram Sistem

Gambar 1 menunjukkan bagaimana sistem penelitian bekerja. Ada bagian untuk masukan, bagian yang mengolahnya, dan bagian untuk keluaran. Ini membantu kita melihat cara kerja sistem dengan lebih mudah.



Gambar 1 Blok Diagram



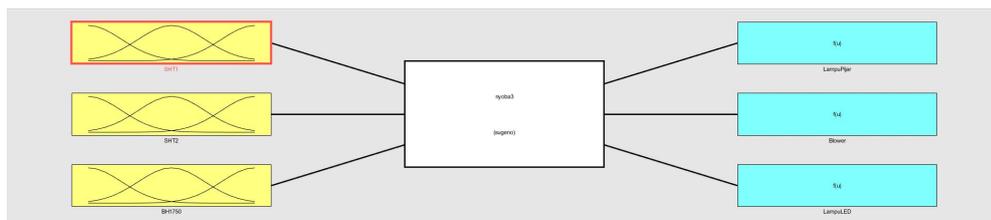
Sistem kontrol lingkungan ini menggunakan Sensor SHT 20 dan Sensor BH1750 sebagai input untuk mengukur kelembaban, suhu, dan intensitas cahaya. Data dari sensor ini dikelola oleh mikrokontroler ESP-32, yang kemudian mengendalikan perangkat output berdasarkan data tersebut. Perangkat output ini termasuk blower untuk mengendalikan sirkulasi udara, lampu pijar dan lampu LED untuk mengendalikan pencahayaan. Jika suhu terlalu tinggi, ESP-32 dapat mengaktifkan blower untuk mendinginkan lingkungan. Jika intensitas cahaya terlalu rendah, ESP-32 dapat menyalakan lampu pijar atau lampu LED untuk meningkatkan pencahayaan. Semua informasi ini dapat dipantau melalui aplikasi monitoring yang terhubung ke ESP-32.

2.2 Fuzzy Sugeno

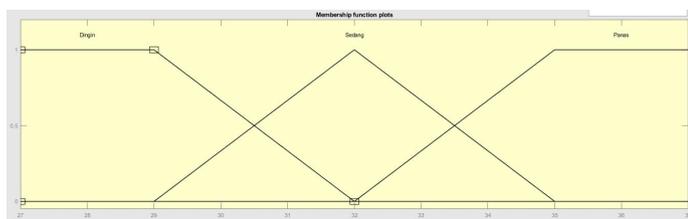
Logika fuzzy adalah jenis logika di mana nilai kekaburan atau kesamaran, juga disebut sebagai fuzzyness, berada di antara benar dan salah.. Sebelum konsep logika fuzzy, terdapat jenis logika yang dikenal sebagai logika tes (Crisp Logic), di mana nilai- nilainya hanya dapat bersifat benar atau salah secara tegas. Logika fuzzy, di sisi lain, mengizinkan adanya kekaburan atau kesamaran (fuzziness) di antara gagasan benar dan salah. Dalam teori ini, suatu nilai dapat memiliki baik kebenaran maupun kesalahan pada saat yang sama, dan besarnya kebenaran dan kesalahan nilai tersebut tergantung pada bobot keanggotaannya [9].

Metode Sugeno adalah salah satu pendekatan dalam logika fuzzy yang menggunakan aturan-aturan IF-THEN. Aturan ini terdiri dari kondisi fuzzy di bagian IF dan konklusi (output) yang bersifat krisp (tidak fuzzy) di bagian THEN. Dalam model Sugeno, output sistem fuzzy dihasilkan oleh suatu fungsi linier dari variabel input. Kontribusi dari setiap aturan IF-THEN ditentukan oleh suatu fungsi keanggotaan dan bobot yang dihubungkan dengan kondisi tersebut. Metode Fuzzy Sugeno memiliki prinsip penalaran yang serupa dengan metode Mamdani, perbedaannya terletak pada output Metode Fuzzy Sugeno yang berupa nilai tetap atau persamaan linier [10].

Pada Gambar 2 merupakan rules dan anggota fungsi sistem pada fuzzy sugeno. Terdapat 3 input dan 3 output dimana setiap input nya mengatur output yang berkaitan. Sistem ini digunakan untuk memonitoring pengembangbiakan maggot. Pada gambar 3 terdapat input dan output untuk melakukan monitoring, pada gambar a merupakan sht20 yang digunakan untuk mendeteksi suhu yang berkaitan dengan gambar b yaitu output lampu pijar yang digunakan untuk mengkondisikan suhu pada ruang pengembangbiaka. Pada gambar c merupakan sht 20 yang digunakan untuk mendeteksi kelembaban yang berkaitan dengan gambar d yaitu ouput blower untuk menghisap udara pada ruang pengembangbiakan berguna untuk mengurangi kelembaban. Pada gambar e yaitu bh1750 digunakan untuk mendeteksi intensitas Cahaya yang berkaitan dengan gambar f yaitu output lampu led yang digunakan untuk menambah Cahaya pada ruang pengembangbiakan.



Gambar 2 Perancangan Fuzzy System

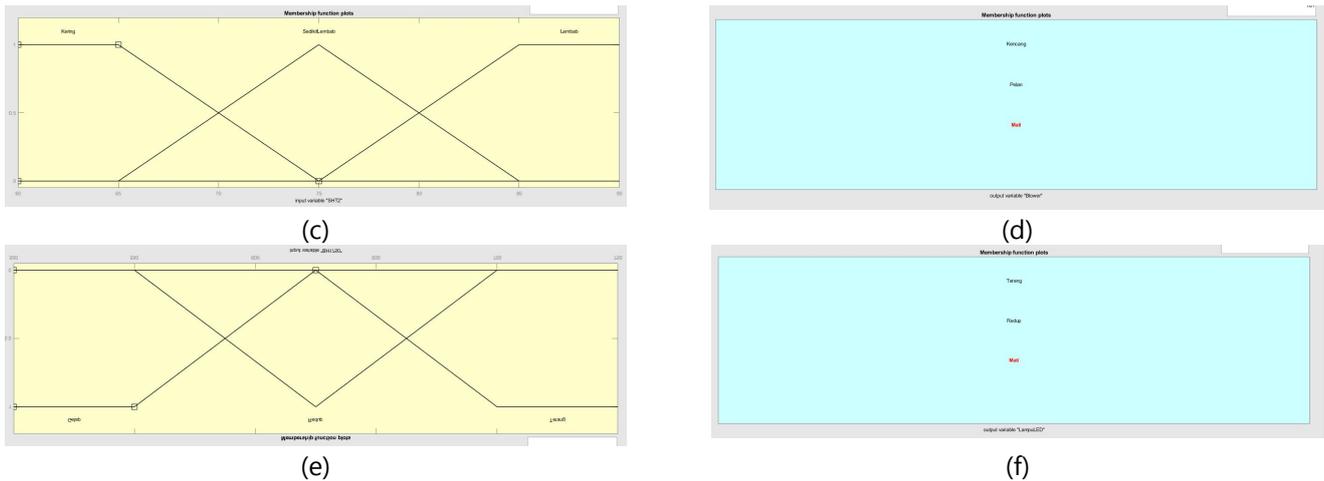


(a)



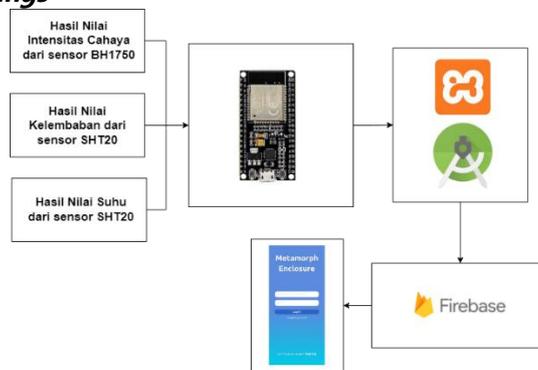
(b)





Gambar 3 Input dan Output Variables. SHT1 untuk suhu (a), lampu pijar (b), SHT2 untuk kelembaban (c), blower (d), BH1750 untuk intensitas cahaya (e) dan lampu LED (f)

2.3 Perancangan *Internet of Things*

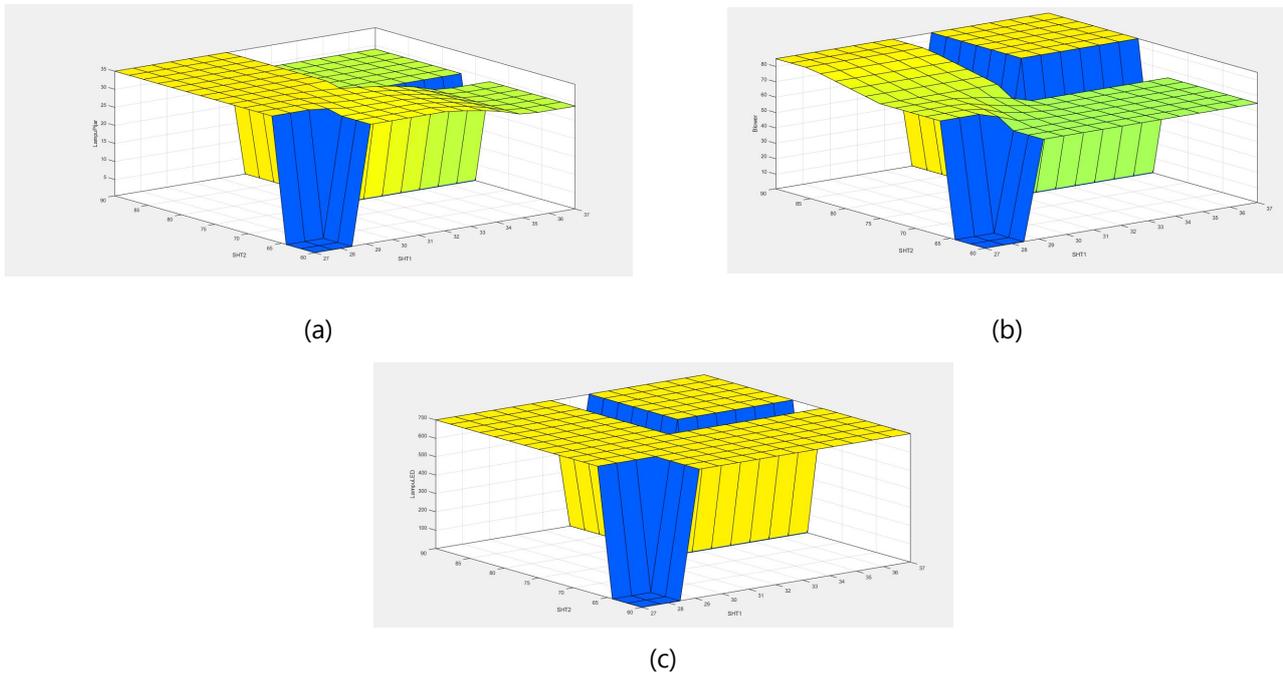


Gambar 4 Blok Diagram Perancangan Internet of Things

Perancangan Internet of Things dimulai dengan pengambilan data dari berbagai sensor, termasuk sensor BH1750 yang mengukur Intensitas Cahaya dan sensor SHT20 untuk suhu dan kelembaban. Lalu hasil sensor BH1750 dan SHT20 berupa Intensitas Cahaya, Kelembaban dan suhu akan diolah menggunakan metode fuzzy. Selanjutnya melibatkan pembuatan program pada aplikasi Arduino IDE untuk ESP32 Program ini dirancang untuk memproses data dari sensor-sensor tersebut. Proses berikutnya adalah integrasi dengan aplikasi Visual Studio Code, XAMPP, MySQL, python, dan Android studio. Visual Studio Code digunakan untuk mengembangkan kode HTML, CSS, dan JavaScript guna menciptakan antarmuka web. XAMPP berperan sebagai lingkungan pengembangan lokal dengan server Apache dan MySQL, yang memfasilitasi penyimpanan dan pengelolaan data secara lokal. MySQL bertindak sebagai database untuk menyimpan hasil pengolahan data dari ESP32. Selanjutnya semua hasil dari sensor BH1750, dan SHT1 datanya akan diproses pada ESP 32 yang akan di kirimkan dan disimpan pada Firebase. Dengan data yang telah diolah dan disimpan di database, sistem monitoring dapat diakses melalui aplikasi andorid. Pengguna dapat memonitor hasilnya dalam bentuk grafik atau tabel, tergantung pada desain antarmuka yang diimplementasikan. Dengan demikian, alur ini membentuk sistem monitoring terintegrasi yang memanfaatkan ESP32, metode Fuzzy, dan perangkat lunak aplikasi andorid untuk memberikan pemantauan *real-time* terhadap parameter lingkungan dalam suatu sistem.



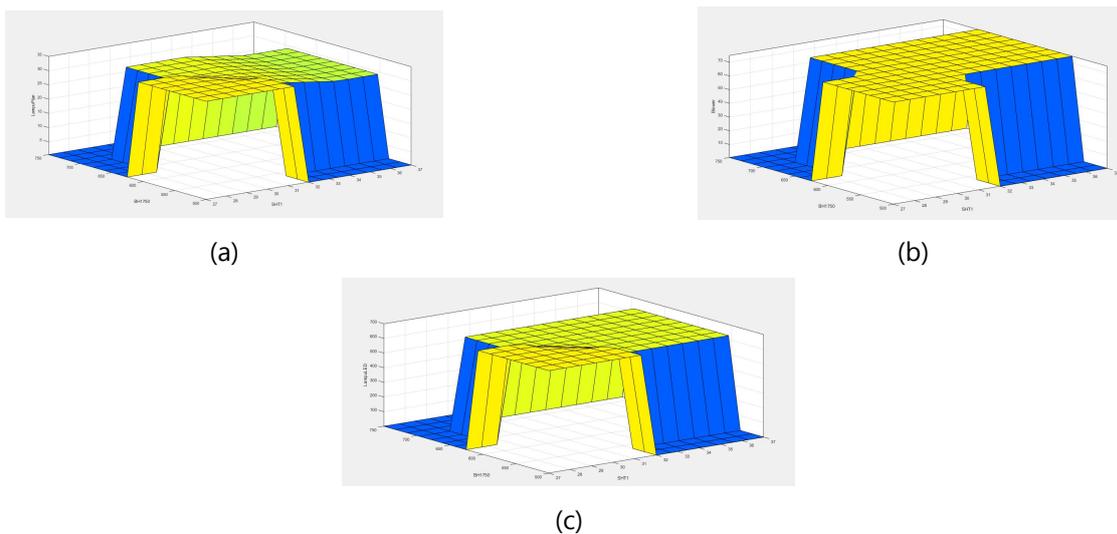
2.4 Surface Viewer Suhu dan Kelembaban



Gambar 5 Surface Viewer suhu dan kelembaban dengan output. Lampu pijar (a), blower (b), lampu LED (c)

Pada Gambar 5 (a), dapat dilihat bahwa semakin naik suhu dan kelembaban maka penurunan pada output lampu pijar ini menunjukkan bahwa lampu pijar akan diidentifikasi sebagai output sangat baik dikarenakan penurunan output tersebut dibutuhkan untuk menetralsir suhu dan kelembaban. Pada gambar 5 (b) dapat dilihat bahwa naiknya suhu dapat menyebabkan kelembaban menurun dan adanya peningkatan pada output blower ini menunjukkan bahwa blower akan diidentifikasi sebagai output sangat baik. Pada Gambar 5 (c), dapat dilihat bahwa meningkatnya suhu dan kelembaban tidak adanya pengaruh terhadap peningkatan pada output lampu led ini menunjukkan bahwa lampu led tetap meningkat atau menyala tanpa adanya gangguan dari suhu dan kelembaban.

2.5 Surface Viewer Suhu dan Intensitas Cahaya

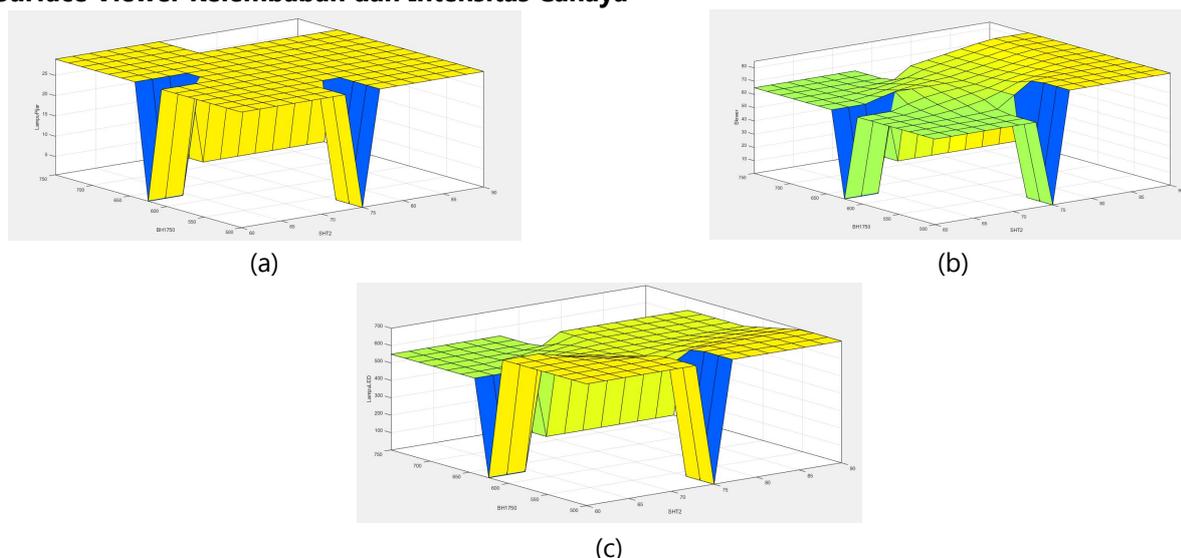


Gambar 6 Surface Viewer suhu dan intensitas cahaya dengan output. Lampu pijar (a), blower (b), lampu LED (c)



Pada Gambar 6 (a), dapat dilihat bahwa semakin tinggi intensitas Cahaya dan suhu maka penurunan pada output lampu pijar ini menunjukkan bahwa lampu pijar akan diidentifikasi sebagai output sangat baik dikarenakan penurunan output tersebut dibutuhkan untuk menetralkan suhu dan Intensitas cahaya. Pada gambar 6 (b) dapat dilihat bahwa ketika suhu dan intensitas Cahaya meningkat maka blower akan menurun ini menunjukkan bahwa blower akan diidentifikasi sebagai output sangat baik dikarenakan penurunan Ketika suhu tinggi dan intensitas Cahaya tinggi dapat membantu memberikan lingkungan yang bagus bagi maggot dikarenakan tidak terlalu kering. Pada Gambar 6 (c), dapat dilihat bahwa intensitas Cahaya dan suhu mengalami kenaikan maka lampu LED mengalami penurunan ini menunjukkan bahwa lampu led akan diidentifikasi sebagai output sangat baik dikarenakan penurunan pada lampu led membantu untuk mencapai intensitas Cahaya dan suhu yang diinginkan.

2.6 Surface Viewer Kelembaban dan Intensitas Cahaya



Gambar 7 Surface Viewer suhu dan kelembaban dengan output. Lampu pijar (a), blower (b), lampu LED (c)

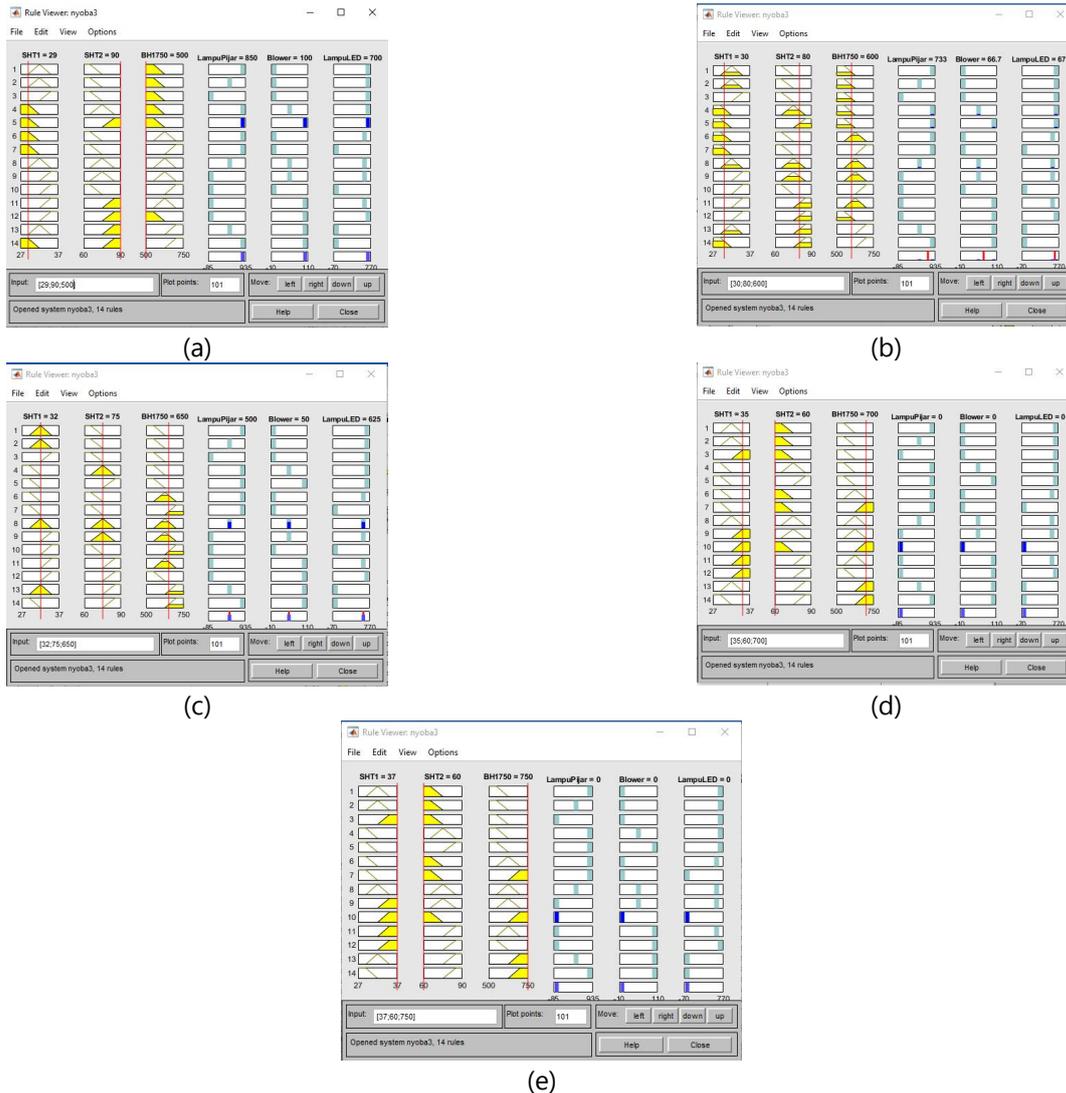
Pada Gambar 7 (a), dapat dilihat bahwa semakin tinggi kelembaban dan intensitas maka adanya peningkatan pada output lampu pijar ini menunjukkan bahwa lampu pijar akan diidentifikasi sebagai output kurang baik seharusnya Ketika intensitas Cahaya meningkat maka lampu pijar menurun tetapi dalam satu sisi lainnya cukup baik Ketika kelembaban meningkat. Pada gambar 7 (b) dapat dilihat bahwa semakin tinggi kelembaban dan intensitas maka adanya peningkatan pada output blower ini menunjukkan bahwa blower akan diidentifikasi sebagai output sangat baik dikarenakan peningkatan tersebut membantu mengurangi kelembaban. Pada Gambar 7 (c), dapat dilihat bahwa semakin tinggi kelembaban dan intensitas maka adanya penurunan untuk intensitas Cahaya tetapi mengalami kenaikan untuk kelembaban pada output lampu led ini menunjukkan bahwa lampu led akan diidentifikasi sebagai output sangat baik dikarenakan penurunan dibutuhkan untuk intensitas Cahaya dan peningkatan dibutuhkan untuk kelembaban.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rule Viewer Terhadap Suhu, Kelembaban dan Intensitas Cahaya

Pada Gambar 8 (a), dapat dilihat ketika keadaan lingkungan dingin dengan suhu 29°C , kelembaban 90% dan intensitas Cahaya 500 lx. Ketika lingkungan tersebut terindikasi dingin maka lampu pijar akan menyala terang sekitar 850 lux, blower akan menyala kencang pada lingkungan tersebut sekitar 100% dan tingkat kecerahan pada lampu led menyala terang sekitar 700 lux.





Gambar 8 Rule Viewer suhu, kelembaban dan intensitas cahaya dengan output. Dingin (a), sejuk (b), sedang (c), sedikit panas(d) dan panas(e)

Pada Gambar 8 (b), dapat dilihat ketika keadaan lingkungan sejuk dengan suhu 30 °C, kelembaban 80% dan intensitas Cahaya 600 lux. Ketika lingkungan tersebut terindikasi sejuk maka lampu pijar akan menyala terang sekitar 733 lux, blower akan menyala kencang pada lingkungan tersebut sekitar 66.7% dan tingkat kecerahan pada lampu led menyala terang sekitar 675 lux. Pada Gambar 8 (c), dapat dilihat ketika keadaan lingkungan sedang dengan suhu 32 °C, kelembaban 75% dan intensitas Cahaya 650 lux. Ketika lingkungan tersebut terindikasi sedang maka lampu pijar akan menyala redup sekitar 500 lux, blower akan menyala sedang pada lingkungan tersebut sekitar 50% dan tingkat kecerahan pada lampu led menyala redup sekitar 625 lux. Pada Gambar 8 (d), dapat dilihat ketika keadaan lingkungan sedikit panas dengan suhu 35 °C, kelembaban 60% dan intensitas Cahaya 700 lux. Ketika lingkungan tersebut terindikasi sedang maka lampu pijar akan mati, blower akan mati pada lingkungan tersebut dan tingkat kecerahan pada lampu led menyala mati. Pada Gambar 8 (e), dapat dilihat ketika keadaan lingkungan panas dengan suhu 37 °C, kelembaban 60% dan intensitas Cahaya 750 lux. Ketika lingkungan tersebut terindikasi panas maka lampu pijar akan mati, blower akan mati pada lingkungan tersebut dan tingkat kecerahan pada lampu led menyala mati.



4. KESIMPULAN

Pada simulasi yang sudah dijalankan dapat disimpulkan bahwa perubahan kondisi lingkungan mempengaruhi intensitas cahaya lampu pijar, kecepatan blower, dan tingkat kecerahan lampu LED. Pada lingkungan dingin (29°C, 90% RH, 500 lx), lampu pijar menyala terang sekitar 850 lx, blower menyala kencang sekitar 100%, dan lampu LED menyala terang sekitar 700 lx. Pada lingkungan sejuk (30°C, 80% RH, 600 lx), lampu pijar menyala terang sekitar 733 lx, blower menyala kencang sekitar 66.7%, dan lampu LED menyala terang sekitar 675 lx. Pada lingkungan sedang (32°C, 75% RH, 650 lx), lampu pijar menyala redup sekitar 500 lx, blower menyala sedang sekitar 50%, dan lampu LED menyala redup sekitar 650 lx. Pada lingkungan sedikit panas (35°C, 60% RH, 700 lx), lampu pijar, blower, dan lampu LED semuanya mati. Demikian pula, pada lingkungan panas (37°C, 60% RH, 750 lx), lampu pijar, blower, dan lampu LED juga mati. Dengan demikian, semakin tinggi suhu dan semakin rendah kelembaban, intensitas cahaya dan kecepatan blower cenderung menurun hingga mati.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Hardiyanti, S. Ton, and T. M. Rusadi, *Pembuatan Boxportabel Susun dengan Penjagaan Sensor Suhu Untuk Budidaya Maggot di Desa Benelan Lor*, vol. 4, no. 4. Madaniya: Banyuwangi, 2023.
- [2] N. E. G. Mudeng, J. F. Mokolensang, O. J. Kalesaran, H. Pangkey, and S. Lantu, *Budidaya maggot (Hermetia illuens) dengan menggunakan beberapa media*, vol. 6, no. 3. FPIK Unsrat Manado: Manado, 2019.
- [3] T. S. Augusta, Y. Mantuh, and D. Setyani, *pemanfaatan kulit nanas (ananas comosus) sebagai media pertumbuhan maggot (hermetia illucens)*, vol. 46. ZIRAA'AH: Palangka Raya, 2021.
- [4] F. Faridah and P. Cahyono, *Pelatihan budidaya magot sebagai alternative pakan ternak di desa baturono lamongan*, vol. 2, no. 1. Abdimas Berdaya: Lamongan, 2019.
- [5] I. Minggawati, L. Lukas, Y. Youhandy, Y. Mantuh, and T. S. Augusta, *Pemanfaatan tumbuhan apu-apu (Pistia stratiotes) untuk menumbuhkan maggot (Hermetia illucens) sebagai pakan ikan*, vol. 44. Ziraa'ah: Palangka Raya, 2019.
- [6] M. Fahmi Abdul Jabbar, R. Rahmawati, and R. Prasdianto, *lalat tentara hitam (black soldier fly) sebagai pengurai sampah organik (black soldier fly as an organic waste decomposer)*, vol. 1. Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LP UMI: Jakarta, 2022.
- [7] R. Sidabutar *et al.*, *Pemberdayaan Masyarakat Melalui Budidaya Maggot Dengan Sisa Sampah Organik Sebagai Alternatif Pakan Ikan Di Desa Sempajaya, Kecamatan Berastagi, Kabupaten Karo*, vol. 1. Centre for Research Development Indonesia: Sumatera Utara, 2023.
- [8] Y. Putra and A. Ariesmayana, *efektifitas penguraian sampah organik menggunakan maggot (bsf) di pasar rau trade center*, vol. 3, no. 1. Jurnal: Banten, 2020.
- [9] A. Shaum *et al.*, *implementasi metode fuzzy mamdani dalam keputusan intensitas cahaya ruangan penelitian benih tumbuhan*, vol. 4, no. 1. Journal of Vocational Education and Information Technology: Bogor, 2023.
- [10] B. Ahmad Abdilah, M. Ary Murti, and A. Zamhuri Fuadi, *Rancang bangun pengontrolan ac (air conditioner) untuk penghematan energi dengan kendali fuzzy logic sugeno berbasis iot (internet of things) menggunakan lora*, vol. 9. e-Proceeding of Engineering: Bandung, 2022.

