

Simulasi *Fuzzy Logic* yang Diterapkan Pada *Controlled Atmosphere Storage*

Farhan Fawwaz Zidny¹, Edy Setiawan², Adianto³

e-mail: farhanzidny@student.ppns.ac.id¹, edy.setiawan@ppns.ac.id², adiantoanditsan@gmail.com³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Otomasi, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Surabaya, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 25 Juni 2024

Direvisi 27 Juli 2024

Diterbitkan 31 Juli 2024

Kata kunci:

CAS

Laju Respirasi

Logika Fuzzy

Simulasi Fuzzy

ABSTRAK

Produk dalam kategori buah-buahan mengalami pembusukan bila disimpan. Terdapat tingkat kerugian atau kerusakan sebesar 20-40%. Umur simpan buah dapat diperpanjang dengan menggunakan Controlled Atmospheric Storage (CAS). Tingkat oksigen dan kelembapan ruang penyimpanan akan dikontrol oleh CAS. Tingkat kelembapan 80-90% dan kadar oksigen 3-5% akan mengurangi laju respirasi buah. Namun pada penerapannya, pengaturan udara dalam ruang penyimpanan CAS masih dilakukan secara manual. Hal ini menyebabkan sistem tidak berjalan dengan efektif. Oleh karena itu, perlu dilakukan penerapan simulasi logika fuzzy dalam pengendalian udara ruangan agar buah tidak mengalami pembusukan. Berdasarkan penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa metode fuzzy logic layak diterapkan pada CAS. Perbandingan hasil perhitungan manual dan simulasi matlab, pada solenoid 1 tidak ditemukan perbedaan hasil yang didapat. Keduanya menghasilkan nilai 14,9% pada solenoid 1. Pada solenoid 2 ditemukan perbedaan sebesar 0,1% antara perhitungan manual dengan pengujian matlab. Dengan pengujian matlab solenoid 2 sebesar 86,4%. dan perhitungan manual solenoid 2 sebesar 86,3%.

ABSTRACT

Products in the fruit category experience spoilage when stored. There is a loss or damage rate of 20-40%. The shelf life of fruit can be extended by using Controlled Atmospheric Storage (CAS). The oxygen and humidity levels of the storage space will be controlled by the CAS. Humidity levels of 80-90% and oxygen levels of 3-5% will reduce the fruit's respiration rate. However, in practice, air regulation in the CAS storage room is still done manually. This causes the system to not run effectively. Therefore, it is necessary to apply fuzzy logic simulation in controlling room air so that the fruit does not rot. Based on this research, it can be concluded that the fuzzy logic method is suitable to be applied to CAS. Comparing the results of manual calculations and Matlab simulations, for solenoid 1 there was no difference in the results obtained. Both produce a value of 14.9% on solenoid 1. On solenoid 2, a difference of 0.1% was found between manual calculations and Matlab testing. With Matlab solenoid 2 testing it was 86.4%. and manual calculation of solenoid 2 was 86.3%.

Keywords:

CAS

Fuzzy Logic

Fuzzy Simulation

Respiration Rate

Penulis Korespondensi:

Farhan Fawwaz Zidny

Teknik Kelistrikan Kapal, Program Studi Teknik Otomasi,

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,

Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Indonesia, Kode Pos 60111

Email: farhanzidny@student.ppns.ac.id



Nomor HP/WA aktif: +62 811-8784-302

1. PENDAHULUAN

Penyimpanan dalam jangka waktu lama dapat membahayakan buah dan sayuran yang dipanen. Tampilan, rasa, dan nilai gizi buah semuanya dipengaruhi oleh hal ini. Karena aktivitas metabolismenya yang kuat, buah yang baru dipetik akan mudah hancur. Sistem penyimpanan terpadu yang mencakup seluruh rantai pasokan, mulai dari proses panen hingga pasca panen, penyimpanan, dan distribusi, dapat mencegah bahaya semacam ini. Tempat penanaman buah terkadang sangat jauh dari tempat tinggal konsumen. Kerusakan tersebut disebabkan oleh penanganan yang ceroboh setelah panen. Hasil observasi menunjukkan bahwa pangan hortikultura memiliki tingkat kehilangan dan kerusakan sekitar 20-40% [1]. Berapa lama buah tetap segar dan seberapa enak rasanya dipengaruhi oleh mekanisme laju respirasi. Mengurangi kadar karbon dioksida dan oksigen untuk penyimpanan. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem yang dikenal dengan nama Controlled Atmospheric Storage (CAS) untuk mengatur kondisi udara di dalam ruang penyimpanan [2].

Sebagai teknik penyimpanan, CAS memungkinkan pengaturan kelembapan dan kandungan oksigen (O₂). Sederhananya, CAS memiliki kandungan gas O₂ sekitar 21% di udara bebas dan konsentrasi gas CO₂ sekitar 0,03%. Respirasi dapat diperlambat dengan mengurangi gas O₂ menjadi 3-5% dan meningkatkan gas CO₂ menjadi 3-5%. Diperlukan tingkat kelembapan 85-95% [3] karena pendinginan menurunkan kelembapan di tempat penyimpanan. Di Indonesia, teknologi controlled atmosfer storage (CAS) belum banyak digunakan. Sayangnya, biaya pembuatan CAS yang relatif tinggi merupakan salah satu hambatan utama. Namun implementasi CAS sering mendapat tantangan dengan menyesuaikan parameter dalam menjaga keseimbangan kondisi udara didalam ruang penyimpanan. Pengaturan kondisi udara sebelumnya dilakukan secara manual sehingga sistem berjalan secara tidak efektif.

Berdasarkan permasalahan diatas, fuzzy dapat memberikan kontribusi dalam mengatur keseimbangan kondisi udara dalam ruang penyimpanan. Sistem logika fuzzy memberikan landasan komputasi. Komputasi berdasarkan teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy yang dinyatakan sebagai pernyataan IF-Then, dan penalaran fuzzy adalah sistem logika fuzzy. Masukan eksplisit diterima oleh sistem inferensi fuzzy ini dan dikirimkan ke basis pengetahuan yang berisi aturan fuzzy dengan cara IF-THEN. Pemetaan dari input ke output dibuat oleh Fuzzy Inference System "FIS" dengan menggunakan logika fuzzy. Untuk mengambil keputusan, pemetaan ini digunakan. Logika fuzzy dan aturan-aturan yang konsisten dengan pemikiran manusia dapat dilihat sebagai dasar FIS, yang dapat dilihat sebagai pemetaan input/output. [4]

Simulasi penerapan fuzzy logic pada CAS bertujuan untuk memastikan dan mengevaluasi hasil nilai yang didapat sebelum diterapkan pada CAS. Simulasi penerapan fuzzy logic ini, sangat berpengaruh untuk mengatur kondisi ruang penyimpanan agar tetap terjaga. Dengan terjaganya udara dalam ruang dapat menjaga agar buah dapat bertahan lebih lama dan tidak terjadi pembusukan.

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul "Sistem Pengendalian Kadar Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Aplikasi Modified Atmospheric Packaging (MAP) Berbasis Logika Fuzzy" oleh Reza Supriyatna, Nuryanti, dan Abyanuddin Salam. Untuk mengatur konsentrasi gas CO dalam Modified Atmospheric Packaging dengan tetap mempertahankan warna daging, peneliti dalam penelitian ini menggunakan pendekatan logika fuzzy untuk mengimplementasikan sistem ini. Logika fuzzy studi kedua hanya mengontrol pembukaan dan penutupan katup servo; penulis ingin memanfaatkan solenoid valve dan pompa udara. Dengan rata-rata error kurang dari 5%, hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai tujuan dapat diperoleh. Rata-rata, hasil logika fuzzy input dan output servo valve untuk program Arduino dan Matlab masing-masing sekitar 98,84% dan 96,23% akurat, [5].



2. METODE PENELITIAN

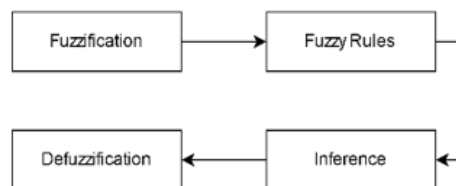
2.1 Alur Kerja Sistem

Proses sistem penelitian ini termasuk penulis mengumpulkan pembacaan dari sensor di seluruh gudang. Kandungan oksigen di ruang penyimpanan dimulai sekitar 20% berdasarkan hasil dari sensor oksigen. Data yang dikirim dari pembacaan pertama mengontrol pembukaan dan penutupan katup solenoid. dengan konsentrasi oksigen 15-20%, katup solenoid akan terbuka seluruhnya; dengan konsentrasi 5-15% akan terbuka setengah; dan asumsi konsentrasi 5% maka akan menutup sempurna. Kemudian pada konsentrasi awal sekitar 75% dilakukan pengukuran sensor kelembaban. Selanjutnya, jika kelembaban relatif kurang dari 95%, sensor akan berkomunikasi dengan program tertaut menggunakan pendekatan fuzzy. Keluaran sensor kelembaban menentukan kapan pompa uap beroperasi. Hasil pembacaannya kurang dari 95% saat kondisi off, dan lebih dari 95% saat kondisi on.

2.2 Metode Logika Fuzzy

Teknik logika fuzzy digunakan dalam penelitian ini. Pada tahun 1956, Lotfi A. Zadeh menciptakan logika fuzzy. Metode komputer yang umum dalam sistem cerdas adalah logika fuzzy. Perkembangan TI modern memanfaatkan metode ini untuk menghasilkan perkiraan menggunakan kombinasi cara mekanis dan penalaran manusia. Logika fuzzy adalah pendekatan komputasi yang, secara umum, menghindari konversi variabel numerik demi variabel berbasis bahasa [6].

Dalam logika fuzzy, derajat keanggotaan bisa berkisar antara nol hingga satu. Nilai dapat ditampilkan sebagai benar atau salah melalui logika fuzzy. Saat Anda perlu mengubah ruang nilai yang mungkin menjadi kumpulan nilai yang berkelanjutan, logika fuzzy adalah cara yang tepat. Tingkat keanggotaan dan tingkat kebenaran merupakan ekspresi dari pendekatan ini. Untuk mengklaim, dalam retrospeksi, bahwa bagian yang benar dan yang buruk hidup berdampingan [7]. Diagram blok logika fuzzy ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1 Blok Diagram Logika Fuzzy

Menurut [8], dalam perancangan sistem berbasis fuzzy terdapat tiga komponen utama berdasarkan tahapan fuzzy adalah:

1. Fuzzifikasi

Istilah "fuzzifikasi" mengacu pada proses transformasi nilai masukan himpunan klasik menjadi nilai masukan himpunan fuzzy yang diwakili oleh variabel linguistik dan derajat keanggotaan. Nilai derajat keanggotaan harus selaras dengan bentuk fungsi keanggotaan.

2. Inferensi

Untuk menghasilkan fakta dan pengetahuan baru, inferensi melibatkan penalaran tentang fakta atau informasi yang ada di lingkungan.

3. Defuzzifikasi



Dengan menggunakan fungsi keanggotaan yang analog dengan yang digunakan selama fuzzifikasi, defuzzifikasi mengubah keluaran fuzzy menjadi nilai aktual. Ada lima pendekatan berbeda untuk defuzzifikasi, sebagaimana dinyatakan dalam [9]:

- A. Metode Centroid, yang melibatkan pencarian jalan tengah yang tepat untuk mendapatkan jawaban atas nilai perusahaan
- B. Metode Bisektor, yang menghasilkan solusi dengan nilai tetap dengan memperkirakan nilai keanggotaan domain fuzzy sebesar setengah dari seluruh nilai yang mungkin.
- C. Pendekatan Mean of Maximum (MOM), yang menghitung nilai dengan merata-ratakan nilai keanggotaan domain yang tertinggi.
- D. Pendekatan Maksimum Terbesar (LOM): Prosedur ini menemukan jawaban atas nilai bisnis dengan memaksimalkan nilai dari domain yang memiliki nilai keanggotaan tertinggi.
- 1. e. Pendekatan Smallest of Maximum (SOM) menggunakan domain dengan nilai keanggotaan tertinggi untuk mendapatkan nilai minimal sehingga menghasilkan jawaban nilai perusahaan..

Saat menghitung hasil akhir, fungsi keanggotaan digunakan untuk menafsirkan kurva yang menggambarkan transformasi titik data masukan menjadi nilai keanggotaan berbasis interval. Sebagaimana dinyatakan dalam [10], fungsi keanggotaan didefinisikan menggunakan sejumlah kurva.

1. Representasi Kurva Segitiga

Bentuk dari representasi dari kurva segitiga merupakan gabungan antara dua garis yang dapat ditentukan oleh tiga parameter antara lain {a, b, c} dengan aturan sebagai berikut.

$$\text{Segitiga } (x; a, b, c) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \\ 0; & c \geq x \end{cases} \quad (1)$$

Keterangan:

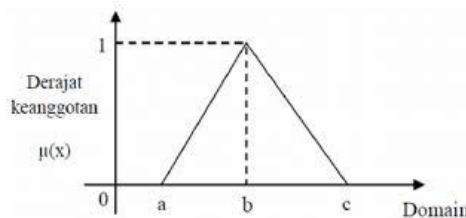
a = nilai dengan domain terkecil dengan derajat keanggotaan nol

b = nilai dengan domain dengan derajat keanggotaan satu

c = nilai dengan domain terbesar dengan derajat keanggotaan nol

x = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

Fungsi keanggotaan dari kurva segitiga dapat digambarkan pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 2 Representasi keanggotaan dari Kurva segitiga

2. Representasi Kurva Trapezium

Bentuk dari representasi kurva trapesium memiliki bentuk yang mirip dengan kurva segitiga, tetapi memiliki titik yang mempunyai nilai keanggotaan

- 1. Representasi bentuk dari kurva trapesium ini ditentukan oleh 4 paramter yaitu {a, b, c, d}, dengan bentuk aturan persamaannya sebagai berikut.

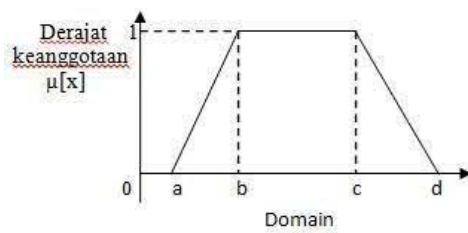


$$\mu[X] \begin{cases} 0; X \leq a \text{ atau } X \geq d \\ \frac{X-a}{b-a}; a \leq X \leq b \\ 1; b \leq X \leq c \\ \frac{d-X}{d-c}; X > c \end{cases} \quad (2)$$

keterangan:

- a = nilai dengan domain terkecil dengan derajat keanggotaan nol
- b = nilai dengan domain terkecil dengan derajat keanggotaan satu
- c = nilai dengan domain terbesar dengan derajat keanggotaan satu
- d = nilai dengan domain terbesar dengan derajat keanggotaan nol
- x = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

Bentuk dari fungsi keanggotaan dari kurva trapesium dapat digambarkan pada Gambar 3 seperti berikut.



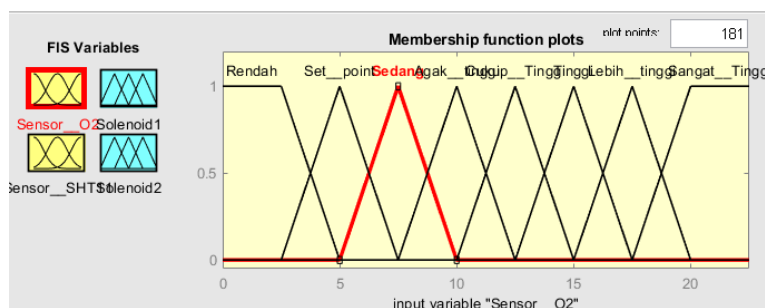
Gambar 4 Representasi keanggotaan dari Kurva trapesium

2.3 Implementasi Perhitungan Manual dengan Metode Fuzzy

Berikut merupakan penerapan perhitungan manual dengan metode fuzzy. Perhitungan manual ini, nantinya akan dibandingkan dengan hasil yang didapat pada simulasi pengujian fuzzy menggunakan matlab. Terdapat beberapa tahapan dalam perhitungan fuzzy secara manual, sebagai berikut :

1. Fuzzification

Pada tahapan fuzzification dilakukan perhitungan untuk memetakan nilai yang telah di tetapkan



Gambar 5 Perancangan *Input O₂*

➤ Fuzzifikasi input *O₂*:

$$x = 9,5$$

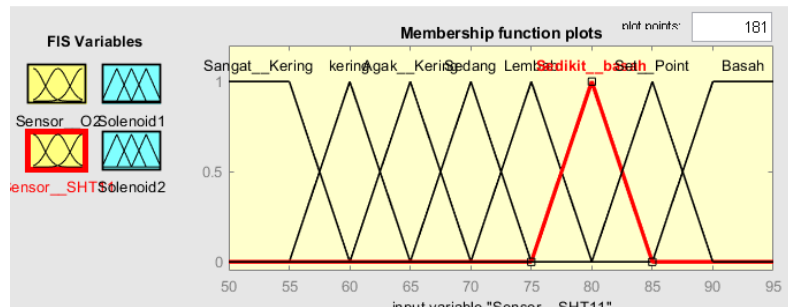
$$R22 (\text{sedang}) = \frac{10 - 9,5}{10 - 7,5} = \frac{0,5}{2,5} = 0,2$$



$$R23 \text{ (sedang)} = \frac{10-9,5}{10-7,5} = \frac{0,5}{2,5} = 0,2$$

$$R30 \text{ (Agak Tinggi)} = \frac{9,5-7,5}{10-7,5} = \frac{2}{2,5} = 0,8$$

$$R31 \text{ (Agak Tinggi)} = \frac{9,5-7,5}{10-7,5} = \frac{2}{2,5} = 0,8$$



Gambar 6 Perancangan *Input Rh*

➤ Fuzzifikasi input Rh:

$$x = 83$$

$$\text{(Sedikit Basah)} = \frac{85-83}{85-80} = \frac{2}{5} = 0,4$$

$$\text{(Sedikit Basah)} = \frac{85-83}{85-80} = \frac{2}{5} = 0,4$$

$$\text{(Set Point)} = \frac{83-80}{85-80} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$\text{(Set Point)} = \frac{83-80}{85-80} = \frac{3}{5} = 0,6$$

2. Inferensi

Dari nilai-nilai yang telah didapatkan pada proses fuzzifikasi, maka akan diperoleh rules yang cocok yang ditunjukkan Pada Tabel 1.

Tabel I Pemilihan *Rules*

No	O ₂	Rh	Solenoid1	Solenoid2
22	Sedang (0,2)	Sedikit Basah (0,4)	Sedang	Sedang
23	Sedang (0,2)	Set Point (0,6)	Sedang	Off
30	Agak Tinggi (0,8)	Sedikit Basah (0,4)	Besar	Sedang
31	Agak Tinggi (0,8)	Set Point (0,6)	Besar	Off

Dengan persamaan MIN pada rules diatas

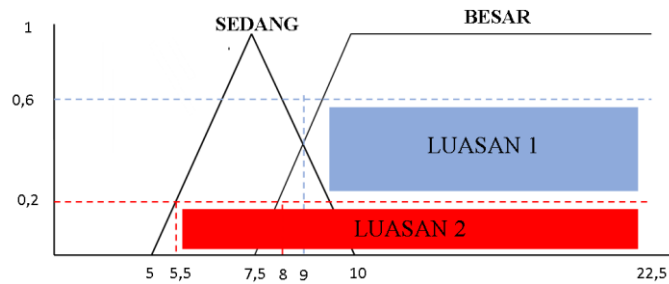


Rules 22 : 0,2 Rules 30 : 0,4
 Rules 23 : 0,2 Rules 31 : 0,6

3. Defuzzification

➤ Penentuan untuk kontrol O₂

Berikut ini merupakan grafik luasan untuk aturan perhitungan defuzzifikasi O₂ yang ditunjukkan Pada Gambar 7



Gambar 7 Daerah Hasil Komposisi Aturan O₂

$$A_1 = (10-7,5) \times 0,6 \qquad B_1 = (10-7,5) \times 0,2$$

$$= 1,5 + 7,5 = 9 \qquad = 0,5 + 7,5 = 8$$

$$[22,5 - 9 = 13,5] [22,5 - 8 = 14,5]$$

$$L_1 = \frac{1}{2} (13,5 + 14,5) \times 0,4$$

$$= 5,6$$

$$X_1 = \frac{9-8}{2}$$

$$= 0,5 + 8 = 8,5$$

$$\frac{22,5-8,5}{2} = 7 + 8,5 = 15,5$$

$$A_2 = (7,5 - 5) \times 0,2 \qquad B_2 = [22,5 - 5 = 17,5]$$

$$= 0,5 + 5 = 5,5$$

$$[22,5 - 5,5 = 17]$$

$$L_2 = \frac{1}{2} (17,5 + 17) \times 0,2$$



$$= 3,45$$

$$X_2 = \frac{5,5-5}{2}$$

$$= 0,25 + 5 = 5,25$$

$$\frac{22,5-5,25}{2} = 8,625 + 5,25 = 13,875$$

- Titik Potong

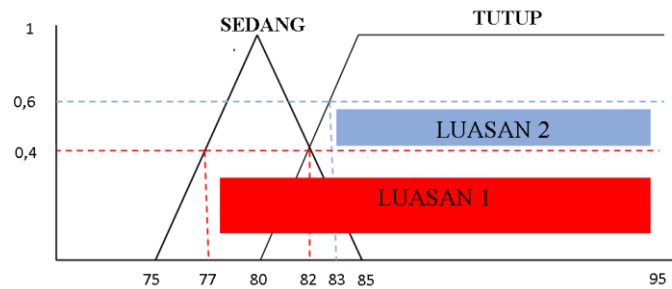
$$\frac{(L1 \cdot X1) + (L2 \cdot X2)}{L1 + L2}$$

$$= \frac{(5,6 \cdot 15,5) + (3,45 \cdot 13,875)}{5,6 + 3,45}$$

$$= \frac{19,32+47,87}{9,05} = 14,9$$

- Penentuan untuk kontrol Rh

Berikut ini merupakan grafik luasan untuk aturan perhitungan defuzzifikasi O₂ yang ditunjukkan Pada Gambar 8



Gambar 8 Daerah Hasil Komposisi Aturan Rh

$$A_1 = (85 - 80) \times 0,6 \quad B_1 = (85 - 80) \times 0,4$$

$$= 3 + 80 = 83 \quad = 2 + 80 = 82$$

$$[95 - 83 = 12] \quad [95 - 82 = 13]$$

$$L_1 = \frac{1}{2} (12 + 13) \times 0,2$$

$$= 2,5$$

$$X_1 = \frac{83-82}{2}$$



$$= 0,5 + 82 = 8,5$$

$$\frac{95-82,5}{2} = 6,25 + 82,5 = 88,75$$

$$A_2 = (80 - 75) \times 0,4 \quad B_2 = [95 - 75 = 20]$$

$$= 2 + 75 = 77$$

$$[95 - 77 = 18]$$

$$L_2 = \frac{1}{2} (18 + 20) \times 0,4$$

$$= 7,6$$

$$X_2 = \frac{77-75}{2}$$

$$= 1 + 75 = 76$$

$$\frac{95-76}{2} = 9,5 + 76 = 85,5$$

- Titik Potong

$$\frac{(L1.X1) + (L2.X2)}{L1 + L2}$$

$$= \frac{(2,5 . 88,75) + (7,6 . 85,5)}{2,5 + 7,6}$$

$$= \frac{221.875 + 649,8}{10,1} = 86,3$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

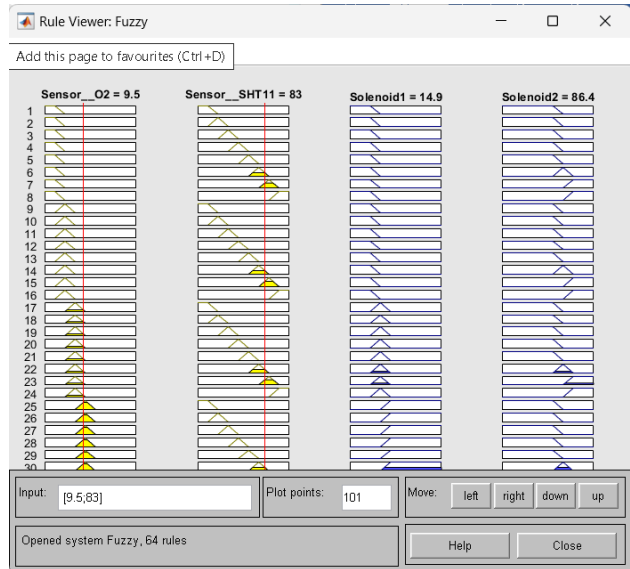
Hasil dan Pembahasan menyajikan data yang didapat dari hasil simulasi *fuzzy* dengan Matlab. Berikut berisikan tahapan terkait penerapan metode *fuzzy logic*.

3.1 Pengujian Metode *Fuzzy* dengan Matlab

Strategi pengendalian sistem yang dibangun yang dipilih penulis adalah metode logika fuzzy. Pendekatan fuzzy khusus ini dikenal sebagai pendekatan mamdani. Saat menghadapi masalah yang solusinya tidak jelas, logika fuzzy dapat membantu Anda menentukan tindakan terbaik.

Dua masukan ke sistem ini adalah kelembapan dan oksigen. Katup solenoid 1 dan 2 adalah keluaran selanjutnya. Analisis Matlab menunjukkan saturasi oksigen sebesar 9,5% dan kelembapan relatif 83%.





Gambar 9 Hasil Simulasi *Fuzzy* dengan Matlab

Pengujian pendekatan fuzzy pada toolbox Matlab menghasilkan hasil yang ditunjukkan pada Gambar 9. Oksigen sebesar 9,5% dan kelembaban sebesar 83% merupakan besaran input yang digunakan dalam simulasi ini. Berdasarkan statistik tersebut, solenoid 2 mencapai akurasi 86,4% sedangkan solenoid 1 mencapai akurasi 14,9%. Perhitungan manual akan digunakan untuk membandingkan temuan ini nanti.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa nilai perbandingan hasil yang didapat dari perhitungan manual dan pengujian menggunakan matlab sebesar 0% untuk solenoid 1. Dengan pengujian matlab solenoid 1 sebesar 14,9%. dan perhitungan manual solenoid 1 sebesar 14,9%. Pada solenoid 2 terdapat perbedaan 0,1% antara perhitungan manual dengan pengujian matlab. Dengan pengujian matlab solenoid 2 sebesar 86,4%. dan perhitungan manual solenoid 2 sebesar 86,3%.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Hayati, *Teknologi Pascapanen Hasil Pertanian*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press, 2022. Accessed: Nov. 13, 2023. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=apOnEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=TEKNOLOGI+PASCAPANEN+HASIL+PERTANI AN&ots=BN1VEHmXla&sig=bpA-uQc5sBZbnqfR22--HYXvchg&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- [2] W. Widyaningrum, Y. A. Purwanto, and S. Mardjan, "Design of Control and Monitoring System of Air Condition at Controlled Atmosphere Storage Based on Arduino Uno Microcontroller," *Jurnal Keteknikan Pertanian*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, Apr. 2018, doi: 10.19028/jtep.06.1.75-82.
- [3] P. Ariyadi, "PENGARUH PENYIMPANAN DINGIN MENGGUNAKAN CONTROLLED ATMOSPHERE STORAGE (CAS) TERHADAP MUTU BUAH NANAS," 2022.
- [4] U. Athiyah, A. P. Handayani, M. Y. Aldean, N. P. Putra, and R. Ramadhani, "Sistem Inferensi Fuzzy : Pengertian, Penerapan, dan Manfaatnya," vol. Vol.1, pp. 12–21, 2021.
- [5] R. Supriyatna, Nuryanti, and A. Salam, "Sistem Kontrol Kadar Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Aplikasi Modified Atmosphere Packaging (MAP) Berbasis Fuzzy Logic," *Jurnal EECCIS*, vol. 14, no. 3, pp. 120–126, 2020, [Online]. Available: <https://jurnaleeccis.ub.ac.id/>
- [6] K. Supriadi, *SISTEM KONTROL GAS AMONIA (NH3) KANDANG AYAM DENGAN METODE FUZZY LOGIC BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)*. 2023.
- [7] D. A. Fenanda, I. W. Farid, and C. W. Priananda, "Kontrol Flow Gas pada Pengembangan Sistem Distribusi Gas Rumah Tangga Menggunakan PLC dan Metode Fuzzy Logic," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 10, no. 2, pp. 191–196, 2021.
- [8] Asriyanik and K. Tarwati, "METODE FUZZY LOGIC UNTUK PENENTUAN KELAYAKAN PENERIMA BEASISWA MAHASISWA DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUKABUMI," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 1, no. 2, pp. 56–67, 2020.
- [9] B. A. Wicaksono, "PROTOTIPE SISTEM OTOMATISASI SHIP FLOATING DOCK BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC," 2019.
- [10] R. Taufiq, P. Sokibi, and R. R. Hartoyo, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMBERIAN BONUS KARYAWAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC (STUDI KASUS: PT. JAYA RAYA)," 2019.

