



Penerapan Sistem Fuzzy Pada Pengendalian Iklim-Mikro Untuk Perkecambahan Zoysia

Application of Fuzzy System on Micro-Climate Control for Zoysia Germination

Artdhita Fajar Pratiwi*¹, Galih Mustiko Aji², Sari Widya Utami³

¹Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Mekatronika, Politeknik Negeri Cilacap, Cilacap, Indonesia

²Program Studi D3 Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Cilacap, Cilacap, Indonesia

³Program Studi Sarjana Terapan Pengembangan Produk Agroindustri, Politeknik Negeri Cilacap, Cilacap, Indonesia

*Penulis Korespondensi

Email: artdhita.pratiwi@gmail.com

Abstrak. *Zoysia merupakan jenis rumput lanskap dengan nilai ekonomis tinggi sebagai rumput lapangan bola dan golf, serta media konservasi tanah. Namun, laju perkecambahan dan pertumbuhan bibit rumput ini sangat lambat karena dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti cahaya, suhu dan kelembapan yang tidak menentu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah chamber perkecambahan untuk mengoptimalkan perkecambahan Zoysia dengan mengendalikan kestabilan iklim-mikro seperti suhu dan kelembapan media menggunakan logika fuzzy. Chamber perkecambahan menggunakan berbagai jenis lampu dengan karakteristik panas yang berbeda sebagai sumber cahaya dalam proses fotosintesis. Adapun jenis lampu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu lampu bohlamp, lampu neon, lampu LED red blue, dan lampu LED full spectrum. Selain itu, chamber perkecambahan dirancang dengan menerapkan pemanas, kipas, dan mistmaker sebagai aktuator yang bekerja berdasarkan input dari sensor DHT11 dan sensor kelembapan media. Pada chamber perkecambahan Zoysia ini diatur pada suhu antara 27° - 30°C dan kelembapan media 50% - 55%. Berdasarkan hasil simulasi dan pengukuran diperoleh kondisi iklim-mikro pada chamber perkecambahan yang optimal didapatkan parameter suhu dan kelembapan media dengan kesalahan masing-masing sebesar 0,15% dan 4,604%.*

Kata kunci: *Zoysia, perkecambahan, iklim-mikro, logika fuzzy.*

Abstract. *Zoysia is a landscape grass with high economic value as a ball and golf course grass, as well as a soil conservation medium. However, the germination rate and seedling growth of this grass is very slow because it is influenced by environmental conditions such as light, temperature and humidity. Therefore, in this study, a germination chamber was designed to optimize Zoysia germination by controlling the stability of micro-climates such as temperature and humidity of the media using fuzzy logic. The germination chamber uses various types of lamps with different heat characteristics as a light source in the photosynthesis process. The types of lamps used in this study are bohlamp lamps, fluorescent lamps, red-blue LED lamps, and full spectrum LED lamps. In addition, the germination chamber is designed by applying heaters, fans, and mist makers as actuators that work based on inputs from DHT11 sensors and soil moisture sensors. The Zoysia germination chamber is set at a temperature between 27° - 30°C and soil moisture of 50% - 55%. Based on the simulation and measurement results, the optimal microclimate conditions in the germination chamber are obtained for the temperature and humidity parameters of the media with an error of 0.15% and 4.604% respectively.*

Keywords: *Zoysia*, *germination*, *micro-climate*, *fuzzy logic*.

1. Pendahuluan

Zoysia merupakan rumput komersial yang banyak digunakan di lapangan sepak bola dan golf (Rahayu *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2019) dan merupakan media konservasi tanah dalam pengendalian erosi, peningkatan infiltrasi dan pemurnian air dari sedimen dan polutan (Barcelos *et al.*, 2021). Budidaya *Zoysia* sangat terbatas karena proses pembibitan yang sangat lambat (Patton *et al.*, 2017).

Teknologi pertanian presisi dengan cahaya buatan (lampu LED) dengan intensitas 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ dapat mempercepat pertumbuhan bibit (Aji *et al.*, 2023). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas bibit yang dihasilkan belum optimal karena bibit sangat dipengaruhi oleh proses perkecambahan.

Proses perkecambahan rumput dipengaruhi oleh kualitas cahaya yang dipengaruhi oleh panjang gelombang cahaya tampak yang diberikan (Ryu *et al.*, 2012; Abdullateef & Osman, 2011). Penelitian mengenai penggunaan cahaya buatan pada proses perkecambahan beberapa jenis rumput telah banyak dilakukan. Penggunaan lampu fluoresen pada panjang gelombang tertentu untuk proses perkecambahan rumput Dandelion (Ryu *et al.*, 2012; Abdullateef & Osman, 2011), cahaya buatan berwarna putih pada perkecambahan rumput sabana (Pereira *et al.*, 2021), dan cahaya merah jauh pada rumput *Brachypodium* (Barrero *et al.*, 2012) terbukti memberikan pengaruh terhadap kecepatan perkecambahan. Namun, panjang gelombang yang ideal untuk perkecambahan rumput *Zoysia* masih belum diketahui, karena lebih banyak bergantung pada suhu di media perkecambahan (Zanon *et al.*, 2020). Suhu yang ideal dan kualitas cahaya yang diberikan, akan mempercepat laju perkecambahan rumput. Jenis dan genetik rumput yang ditanam memengaruhi perbedaan dalam respons perkecambahan terhadap faktor cahaya dan suhu ini (Pereira *et al.*, 2021; Zanon *et al.*, 2020; Kolb *et al.*, 2016)

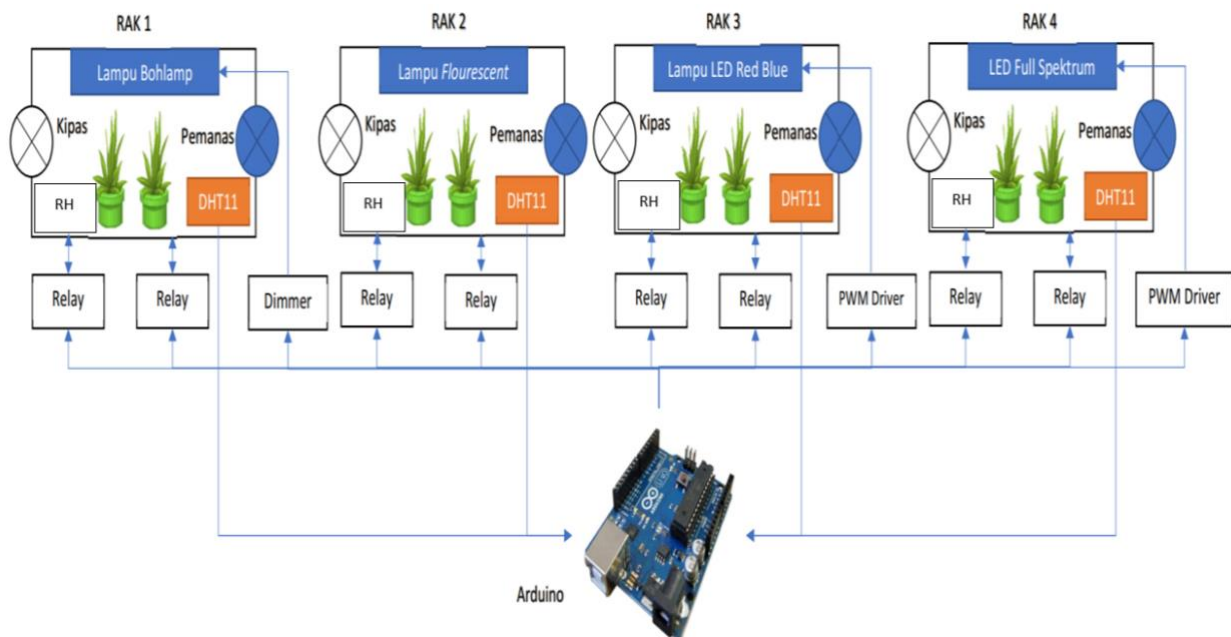
Metode perkecambahan dengan cahaya buatan banyak memanfaatkan beragam jenis lampu seperti lampu bohlamp, lampu neon, lampu LED dan lain-lain yang memiliki karakteristik panas yang dihasilkan berbeda-beda. Perbedaan panas dari lampu akan berdampak pada suhu di dalam chamber dan kelembapan media tanam. Oleh karena itu dengan suhu dan kelembapan yang bervariasi maka metode logika fuzzy dapat menjaga stabilitas suhu dan kelembapan media pada pertanian presisi (Triwidyastuti *et al.*, 2018). Logika fuzzy dapat digunakan untuk beradaptasi dengan faktor lingkungan dan menghilangkan intervensi manusia (Singh *et al.*, 2022). Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah chamber perkecambahan dengan kondisi suhu dan kelembapan media yang stabil untuk mengoptimalkan perkecambahan *Zoysia*. Kestabilan suhu dan kelembapan media chamber diatur dengan kendali logika fuzzy.

2. Bahan dan Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan rancangan perlakuan faktorial berupa sumber cahaya buatan yang terdiri dari lampu pijar, lampu neon (*fluorescent*), LED merah-biru, dan LED *full spectrum* dimasukkan ke dalam ruang perkecambahan dalam kondisi suhu dan kelembapan media yang stabil. Stabilitas suhu ruang chamber dan kelembapan media media tanam dikendalikan oleh sistem kendali logika fuzzy.

2.1. Rancangan Teknologi *Artificial Light*

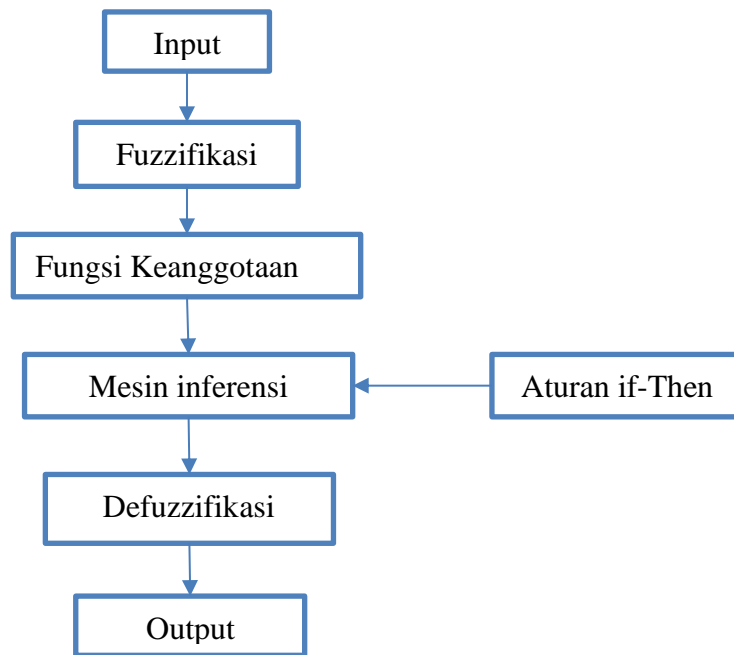
Artificial light yang digunakan terdiri dari empat jenis sumber cahaya buatan: (i) lampu pijar, (ii) lampu neon, (iii) lampu LED merah-biru, dan (iv) lampu LED spektrum penuh. Untuk menentukan kualitas cahaya terbaik pada proses perkecambahan rumput *Zoysia*, empat sumber cahaya ditempatkan pada jarak 30 cm di bagian atas rak (Kim *et al.*, 2014; Goto, 2012). Intensitas cahaya diatur secara seragam menggunakan lampu neon dengan keluaran setara 20-watt atau 15,84 mol/m²/s sebagai acuan. Jenis lampu lainnya diatur menggunakan loop kontrol intensitas cahaya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram rancangan chamber perkecambahan

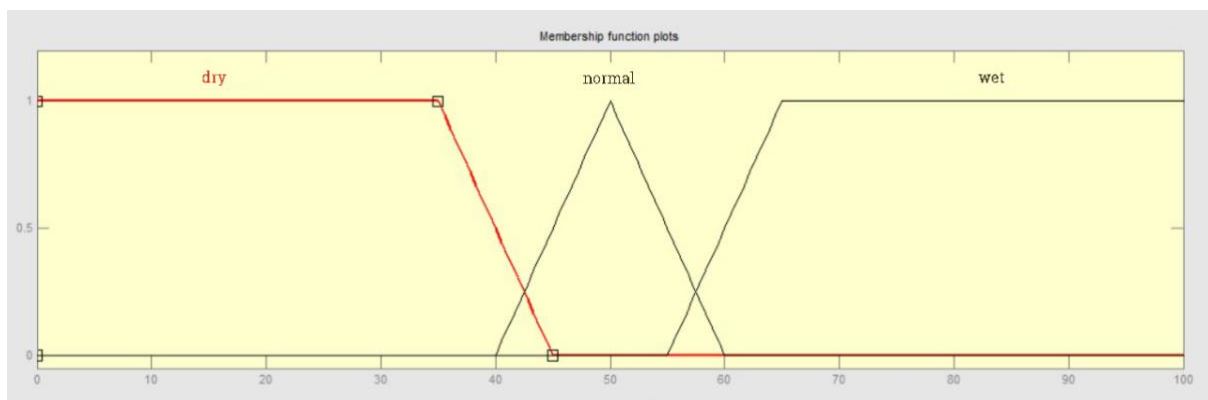
2.2. Pengaturan Pengendalian Kestabilan Suhu

Keempat lampu yang digunakan mempunyai karakteristik termal yang berbeda-beda. Sensor suhu dan kelembapan DHT11 dipasang untuk menyeimbangkan suhu di dalam rak. Kontrol aktuator terdiri dari kipas yang mengurangi panas di dalam rak dan pemanas yang meningkatkan panas. Karena suhu keempat rak harus sama dan stabil, maka suhu dikendalikan menggunakan kendali logika fuzzy. Proses pengaturan suhu menggunakan kendali logika fuzzy ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem Kendali Logika Fuzzy

Untuk otomatisasi menggunakan kendali logika fuzzy, diperlukan setidaknya dua input. Sistem pengaturan suhu menggunakan dua parameter yaitu suhu dan kelembapan yang diperoleh dari sensor DHT11. Fungsi keanggotaan untuk input suhu dibuat dalam tiga Tingkat, yaitu "dingin", "normal", dan "hangat". Kelembapan juga dapat diatur ke tiga Tingkat, yaitu "Rendah", "Standar", dan "Tinggi". Suhu yang dibutuhkan untuk perkecambahan *Zoysia* adalah 30 °C (Zanon *et al.*, 2020) dan kelembapan 60% (Pereira *et al.*, 2021). Fungsi keanggotaan input kelembapan seperti ditunjukkan pada Gambar 3 dengan himpunan keanggotaan seperti (1) – (3). Fungsi keanggotaan input suhu seperti pada Gambar 4 dengan himpunan keanggotaan seperti (4) – (6). Dan fungsi keanggotaan output pelembap dan pemanas seperti pada Gambar 5 dengan himpunan keanggotaan seperti (7) – (9).



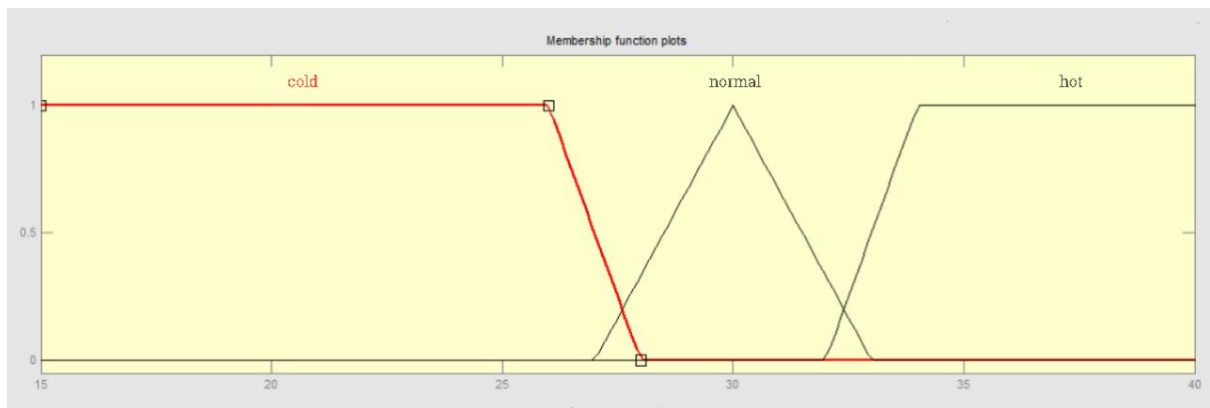
Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Kelembapan

Himpunan keanggotaan fuzzy dari kelembapan dituliskan sebagai (1)-(3).

$$\mu_{dry}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 45 \\ \frac{45-x}{45-35}; & 35 \leq x \leq 45 \\ 1; & x \leq 35 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{normal}(x) = \begin{cases} 0; & 40 \leq x \leq 60 \\ \frac{x-40}{50-40}; & 40 \leq x \leq 50 \\ \frac{60-x}{60-50}; & 50 \leq x \leq 60 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{wet}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 55 \\ \frac{x-55}{65-55}; & 55 \leq x \leq 65 \\ 1; & 65 \leq x \end{cases} \quad (3)$$



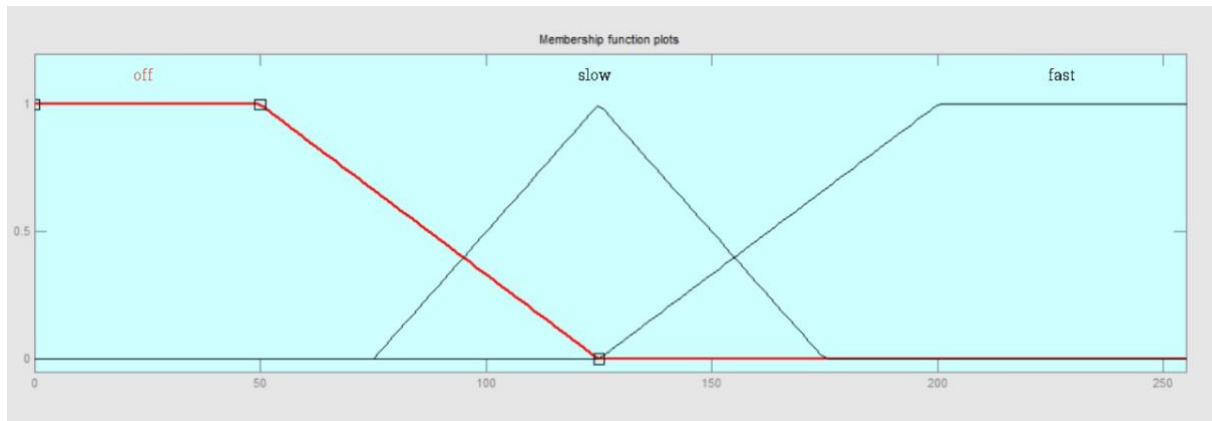
Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Suhu

Himpunan keanggotaan fuzzy dari suhu dituliskan sebagai (4)-(6).

$$\mu_{cold}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 28 \\ \frac{28-x}{28-26}; & 26 \leq x \leq 28 \\ 1; & x \leq 26 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{normal}(x) = \begin{cases} 0; & 27 \leq x \leq 33 \\ \frac{x-27}{30-27}; & 27 \leq x \leq 30 \\ \frac{33-x}{33-30}; & 30 \leq x \leq 33 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{hot}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 32 \\ \frac{x-32}{34-32}; & 32 \leq x \leq 34 \\ 1; & 34 \leq x \end{cases} \quad (6)$$



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Pelembap dan Pemanas

Himpunan keanggotaan fuzzy dari pelembap dan pemanas dituliskan sebagai (7)-(9).

$$\mu_{off}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 125 \\ \frac{125-x}{125-50}; & 50 \leq x \leq 125 \\ 1; & x \leq 50 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{slow}(x) = \begin{cases} 0; & 75 \leq x \leq 175 \\ \frac{x-75}{125-75}; & 75 \leq x \leq 125 \\ \frac{175-x}{175-125}; & 125 \leq x \leq 175 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{fast}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 125 \\ \frac{x-125}{200-125}; & 125 \leq x \leq 200 \\ 1; & x \geq 200 \end{cases} \quad (9)$$

Proses fuzzifikasi pada masing-masing input dipetakan dalam derajat keanggotaan (μ) pada semua level berdasarkan fungsi keanggotaan. Ada 9 (sembilan) aturan yang dibentuk sebagai aturan defuzzifikasi sehingga Arduino Mega secara otomatis dalam mengambil keputusan adalah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Aturan Logika Fuzzy

		RH		
		Kering	Normal	Basah
Suhu	Dingin	Extreme	Pemanasan Pelan	Pemanasan
	Normal	Pelembapan	Normal	Pemanasan
	Panas	Pelembapan	Normal	Normal

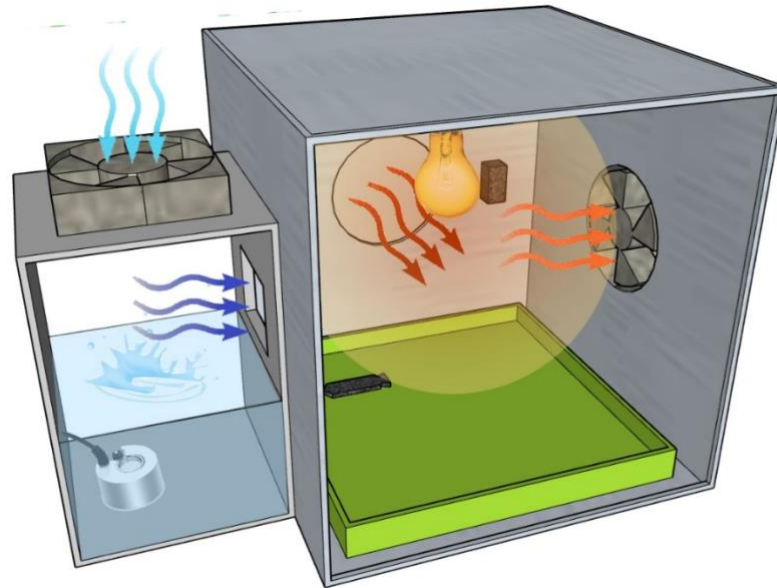
Nilai *fire strength* (α) ditentukan dengan persamaan $\min(\mu_{Warm}, \mu_{Low})$. Dimana kemudian dihitung nilai output (z) untuk 9 *fire strength* (α). Defuzzifikasi menggunakan perhitungan jumlah rata-rata seperti pada (10).

$$z = \frac{z_1 a_1 + z_2 a_2 + \dots + z_9 a_9}{a_1 + a_2 + \dots + a_9} \tag{10}$$

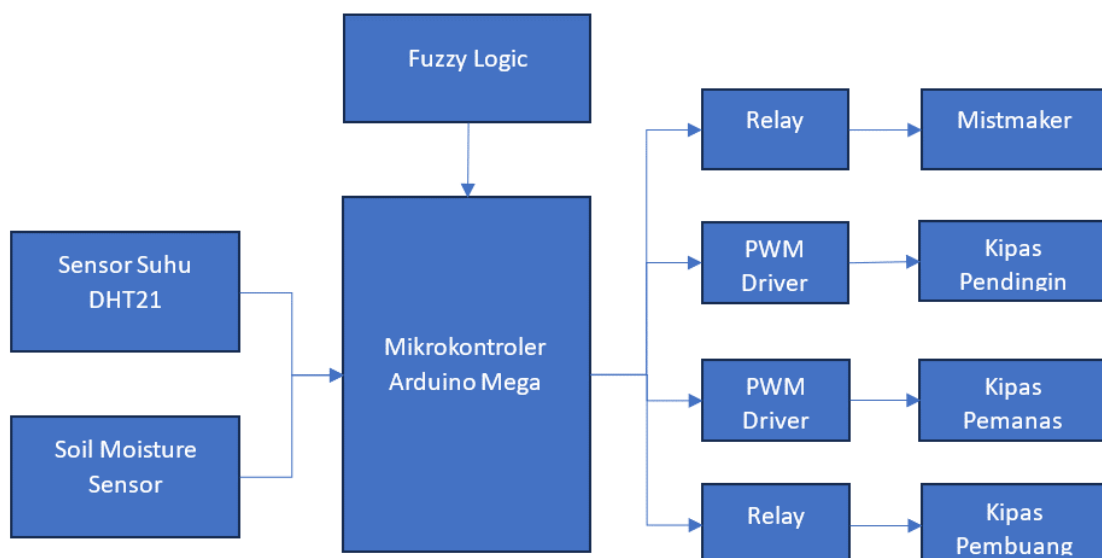
Kemudian nilai output (z) diproses untuk menyalakan kipas, dan pemanas udara.

2.3. Rancangan Perangkat Keras

Pada penelitian dibuat 4 buah chamber perkecambahan yang dibedakan dengan jenis lampu yang digunakan. Desain 3D Chamber perkecambahan yang dibuat seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Desain 3D Chamber Perkecambahan



Gambar 7. Skema Chamber Perkecambahan

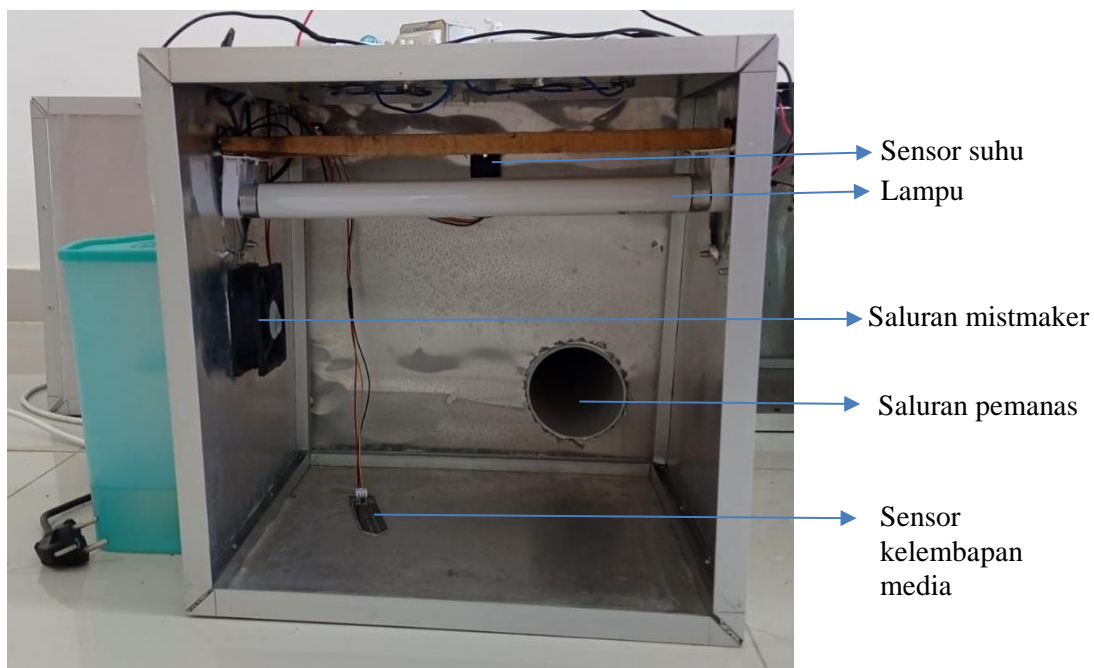
Pada Gambar 6 sudah terlihat hasil perakitan dari chamber perkecambahan yang mana tiap-tiap chamber sudah dilengkapi dengan kotak air untuk menghasilkan embun. Chamber

perkecambahan ini terdiri dari sensor suhu dan kelembapan, kipas angin, serta *mistmaker* untuk pembuatan embun sehingga suhu dan kelembapan dapat dipertahankan.

Chamber perkecambahan ini menggunakan pengontrol utama yaitu Arduino Mega dengan sensor suhu DHT21 dan *soil moisture* sensor YL-3. Sementara aktuator untuk mengendalikan suhu dan kelembapan menggunakan *mistmaker* untuk menghasilkan embun, kipas pendingin untuk menghembuskan embun kedalam chamber, kipas pemanas untuk mengalirkan uap panas ke dalam chamber dan kipas pembuang untuk menyalurkan udara di dalam chamber keluar. Skema dari sistem chamber perkecambahan ditunjukkan pada [Gambar 7](#).

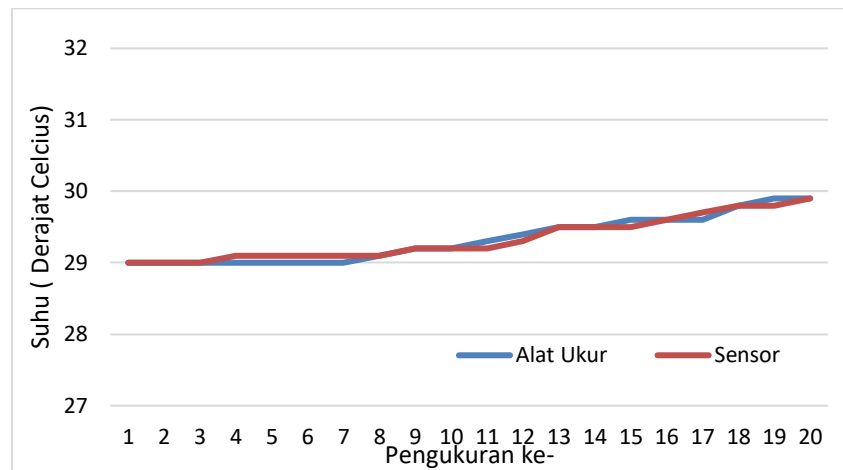
3. Hasil dan Pembahasan

Chamber perkecambahan dibuat dengan terdiri dari empat buah chamber dan dilengkapi dengan pemanas dan kotak air untuk menjaga suhu dan kelembapan ruang chamber sesuai dengan yang diinginkan. Chamber perkecambahan yang telah dibuat ditunjukkan pada [Gambar 8](#).



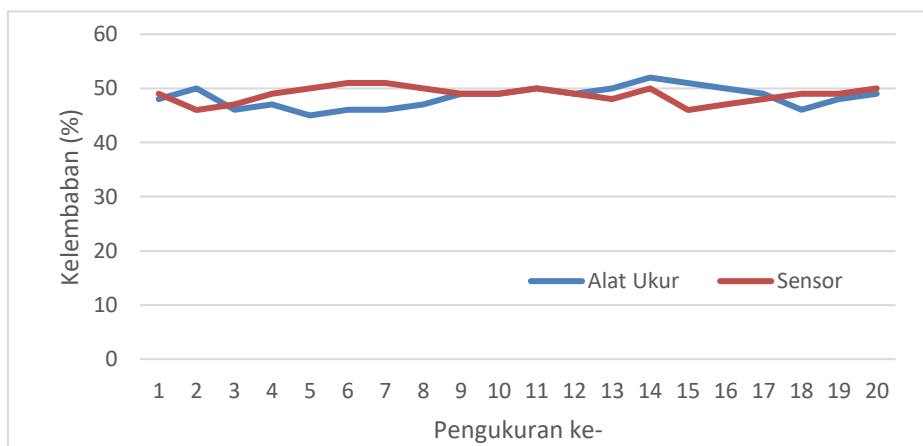
Gambar 8. Hasil Realisasi Desain 3D Chamber Perkecambahan

[Gambar 8](#) adalah hasil realisasi desain 3D chamber perkecambahan yang telah dibuat. Dimana, pada chamber tersebut menggunakan jenis lampu neon. Berdasarkan hasil simulasi penerapan kendali logika fuzzy pada chamber perkecambahan, dalam menjaga kestabilan suhu dalam chamber, diperoleh kondisi iklim-micro media perkecambahan yang optimal. Seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 9](#), chamber perkecambahan ini dapat mengikuti pengaturan suhu yang diinginkan, yaitu dalam rentang suhu yang diatur, yaitu $27^{\circ} - 30^{\circ}\text{C}$.



Gambar 9. Hasil Pengukuran Suhu dari Penerapan Kendali Logika Fuzzy

Pada Gambar 9 ditunjukkan hasil pengukuran suhu dengan penerapan kendali logika fuzzy pada chamber perkecambahan. Dimana pengukuran ini membandingkan antara alat ukur (*thermometer*) dan pembacaan oleh sensor DHT 21. Dari hasil tersebut diperoleh persentase kesalahan yang cukup kecil, yaitu sebesar 0,15% lebih baik dari beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan kendali logika fuzzy dalam mengendalikan suhu dan kelembapan media (Iksan *et al.*, 2022; Nasron *et al.*, 2019; Sugandi & Armentaria, 2021). Sementara pada Gambar 10 menunjukkan hasil pengukuran kelembapan media, dimana pada pengukuran ini didapat persentase kesalahan sebesar 4,604 %. Hasil ini tidak sebaik pengendalian suhu yang ada pada chamber perkecambahan. Hal ini dapat disebabkan karena penempatan sensor pengukuran yang tidak pas antara satu percobaan dengan percobaan lainnya, sehingga sangat mempengaruhi pembacaannya.



Gambar 10. Hasil Pengukuran Kelembapan Media dari Penerapan Kendali Logika Fuzzy

Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh baik dari suhu dan kelembapan, sistem pengendalian iklim-micro pada chamber perkecambahan ini sudah dapat memenuhi kebutuhan proses perkecambahan bibit Zoysia. Sistem kendali logika fuzzy yang diterapkan sudah dapat

mengendalikan suhu dan kelembapan meskipun terdapat perbedaan karakteristik panas yang yang dihasilkan setiap jenis lampu.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dibuat beberapa chamber perkecambahan dengan menerapkan sistem kendali logika fuzzy. Penggunaan kendali logika fuzzy dapat mengendalikan kondisi iklim-mikro pada media perkecambahan di dalam chamber, seperti suhu dan kelembapan. Berdasarkan hasil pengujian dengan membandingkan dengan alat ukur, diperoleh persentase kesalahan sistem yang sangat kecil dalam mengendalikan suhu dan kelembapan, yaitu masing-masing sebesar 0,15% dan 4,604%. Chamber dengan kondisi iklim-mikro yang stabil ini sesuai dengan yang dibutuhkan dalam proses perkecambahan bibit Zoysia. Selanjutnya perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk melihat hasil perkecambahan bibit Zoysia yang dilakukan pada chamber. Selain itu, pengaruh jenis lampu yang digunakan juga perlu dikaji lebih dalam agar chamber dengan kondisi terbaik dapat dikembangkan lebih lanjut.

Daftar Pustaka

- Abdullateef, R., & Osman, M. Bin. (2011). Effects of Visible Light Wavelengths on Seed Germinability in Stevia Rebaudiana Bertoni. *International Journal of Biology*, 3(4). <https://doi.org/10.5539/ijb.v3n4p83>
- Aji, G. M., Utami, S. W., & Pratiwi, A. F. (2023). *Design of Artificial Light for Nursery Chamber of Zoysia Matrella*. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-122-7_39
- Barcelos, J. P. D. Q., Pagliarini, M. K., Santos, P. L. F. Dos, Reis, H. P. G., & Castilho, R. M. M. De. (2021). Zoysia Grass Growth Affected by Physical Attributes of Substrates Formulation / Crescimento De Grama Esmeralda Afetado Pelos Atributos Físicos De Formulações De Substratos. *Brazilian Journal of Development*, 7(1), 9007–9019. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-611>
- Barrero, J. M., Jacobsen, J. V., Talbot, M. J., White, R. G., Swain, S. M., Garvin, D. F., & Gubler, F. (2012). Grain dormancy and light quality effects on germination in the model grass *Brachypodium distachyon*. *New Phytologist*, 193(2), 376–386. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03938.x>
- Goto, E. (2012). Plant Production in A Closed Plant Factory with Artificial Lighting. *Acta Horticulturae*, (956), 37–49. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.956.2>
- Iksan, N., Hidayatai, L., Andrasto, T., & Fathoni, K. (2022). Sistem Kendali Suhu dan Kelembapan pada Alat Penetas Telur Berbasis Fuzzy Logic Controller. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika*, 8(2), 245–254. <https://doi.org/10.26418/jp.v8i2.53246>
- Kim, E.-Y., Park, S.-A., Park, B.-J., Lee, Y., & Oh, M.-M. (2014). Growth and antioxidant phenolic compounds in cherry tomato seedlings grown under monochromatic light-emitting diodes. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 55(6), 506–513. <https://doi.org/10.1007/s13580-014-0121-7>
- Kolb, R. M., Pilon, N. A. L., & Durigan, G. (2016). Factors influencing seed germination in Cerrado grasses. *Acta Botanica Brasilica*, 30(1), 87–92. <https://doi.org/10.1590/0102-33062015abb0199>
- Liu, T., Li, J., & Zhang, J. (2019). Rootzone mixture affects the population of root-invading fungi in zoysiagrass. *Urban Forestry & Urban Greening*, 37, 168–172. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.04.007>

- Nasron, Suroso, & Putri, A. R. (2019). Perancangan Logika Fuzzy Untuk Sistem Pengendali Kelembapan Tanah dan Suhu Tanaman. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 3(4), 307–312. <https://doi.org/10.30865/mib.v3i4.1245>
- Patton, A. J., Schwartz, B. M., & Kenworthy, K. E. (2017). Zoysiagrass (*Zoysia* spp.) History, Utilization, and Improvement in the United States: A Review. *Crop Science*, 57(S1). <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.02.0074>
- Pereira, C. M., Figueirôa, R. N. A., Fontenele, H. G. V., & Miranda, H. S. (2021). Light affects the germination and normal seedling development of Neotropical savanna grasses. *Seed Science Research*, 31(1), 47–50. <https://doi.org/10.1017/S0960258520000355>
- Rahayu, R., Mujiyo, M., Ramadhan, R., Yang, G. M., & Choi, J. S. (2020). Effect of Shading and Mowing on the Growth of Indonesia's Native Zoysia grass in Silty Clay Soil. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 35(2), 317. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v35i2.40303>
- Ryu, J. H., Seo, K. S., Choi, G. L., Rha, E. S., Lee, S. C., Choi, S. K., ... Bae, C.-H. (2012). Effects of LED Light Illumination on Germination, Growth and Anthocyanin Content of Dandelion (*Taraxacum officinale*). *Korean Journal of Plant Resources*, 25(6), 731–738. <https://doi.org/10.7732/kjpr.2012.25.6.731>
- Singh, A. K., Tariq, T., Ahmer, M. F., Sharma, G., Bokoro, P. N., & Shongwe, T. (2022). Intelligent Control of Irrigation Systems Using Fuzzy Logic Controller. *Energies*, 15(19), 7199. <https://doi.org/10.3390/en15197199>
- Sugandi, B., & Armentaria, J. (2021). Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Metode Logika Fuzzy. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 5(1), 5–8. <https://doi.org/10.30871/jaee.v5i1.2991>
- Triwidyastuti, Y., Puspasari, I., & Harianto, H. (2018). *Comparison between PID and Fuzzy Controllerto Hydroponic Temperature*. Retrieved from <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:216119588>
- Zanon, M. E., Mazzini-Guedes, R. B., Ferraz, M. V., Bezerra, A. K. D., Muniz, A. C. C., & Pivetta, K. F. L. (2020). Temperature, potassium nitrate, substrate, and harvesting time on the germination of zoysia grass seeds. *Ornamental Horticulture*, 26(1), 51–56. <https://doi.org/10.1590/2447-536x.v26i1.2043>