

## STUDI KOMPARASI FUNGSI KEANGGOTAAN BERBEDA PADA FUZZY MAMDANI UNTUK KASUS PENYIRAMAN AIR OTOMATIS

Fresy Nugroho<sup>1)</sup>, Muhammad Faisal<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang

Email: [fresy@ti.uin-malang.ac.id](mailto:fresy@ti.uin-malang.ac.id)

<sup>2)</sup> Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang

Email: [mfaisal@ti.uin-malang.ac.id](mailto:mfaisal@ti.uin-malang.ac.id)

### ABSTRAK

Penggunaan teknologi mikrokontroler dan logika fuzzy sebagai solusi penentuan jumlah dan waktu penyiraman yang tepat dapat menghindarkan kematian tanaman dan pembusukan akar. Artikel ini bertujuan meneliti dan menelaah karakter fungsi keanggotaan pada fuzzy Mamdani. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa fungsi keanggotaan Gaussian terbukti memiliki selisih rata-rata yang rendah yaitu 0,2 bila dibandingkan hasil percobaan nyata.

**Kata kunci:** fungsi keanggotaan, fuzzy mamdani, penyiraman air otomatis

### ABSTRACT

*The use of microcontroller technology and fuzzy logic as a solution to determine the amount and timing of proper watering will prevent plant death and root decay. But it still needs to be studied and reviewed, which membership function is most appropriate, because each membership function has a different character. The results of this study indicate that the Gaussian membership function proved to have a low average difference of 0.2 when compared to the results of the real experiment.*

**Keywords:** membership function, fuzzy mamdani, automatic watering

### PENDAHULUAN

Penyiraman air pada tanaman membutuhkan jumlah dan waktu yang tepat (Salokhe, Babel, & Tantau, 2005). Permasalahan jumlah dan waktu penyiraman yang tidak tepat akan mengakibatkan tanaman mati dan mengalami pembusukan akar jika berlebihan air (Yanto, Tusi, & Triyono, 2014). Oleh karena itu, salah satu solusi untuk penyiraman air yang efektif dan efisien adalah penyiraman yang hemat dan tepat waktu (Kasiran, 2006).

Penelitian penyiraman air yang hemat terbukti memberikan pengaruh positif terhadap hasil produksi tanaman dibandingkan penyiraman tradisional (Fauziah, Susila, & Sulistyono, 2016). Penerapan penyiraman air secara hemat diterapkan secara meluas, perbedaan yang terjadi hanya dalam bentuk penyiraman saja. Antara lain berupa *furrow irrigation* (irigasi alur), *drip irrigation* (irigasi tetes) dan *sprinkler irrigation* (irigasi pancar) (Christen, Ayars, Hornbuckle, & Hickey, 2006). Namun masih terdapat kendala dalam penerapan penyiraman air secara hemat, yaitu sulitnya menentukan waktu dan interval penyiraman air yang tepat. Hal ini disebabkan tidak diketahuinya kadar kelembaban tanah yang akurat. Kelembaban tanah adalah salah satu indikator untuk menentukan pembasahan dan pengeringan (Arif, Setiawan, & Mizoguchi, 2014). Dengan kemajuan teknologi mikrokontroler dan logika fuzzy, maka permasalahan untuk penyiraman yang hemat dan waktu yang tepat semakin mudah.

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait penyiraman otomatis tanaman menggunakan fuzzy. Penerapan mikrokontroler MCS51 untuk otomasi penyiraman (Sofwan, 2005). Penggunaan *real time clock* untuk penentuan waktu serta

durasi penyiraman pada tanaman seledri menggunakan masukan kelembaban dan suhu berbasis Fuzzy Sugeno, dengan hasil pengujian menunjukkan kelembaban tanah setelah penyiraman dapat dijaga pada kondisi 73,93% (Pranata, Irawan, & Ilhamsyah, 2015). Penerapan ATmega16 untuk *Fuzzy Logic Controller* (FLC) otomatis dengan masukan suhu dan kelembaban (Kurniawan, 2016). Pemakaian Arduino diujicoba pula untuk otomasi penyiraman (Armentaria, 2018). Pengembangan dilakukan untuk membuat FLC *Multi Input Multi Output* (MIMO) berbasis Fuzzy Mamdani. Dimana masukan berupa suhu dan kelembaban, serta keluaran berupa durasi penyiraman air dan penyiraman pestisida (Pratama, 2018).

Dalam logika fuzzy, sebuah variabel fuzzy memiliki derajat kebenaran yang berupa nilai yang terdapat diantara nilai 0 dan 1 (Wang, 2015). Seluruh nilai yang terdapat diantara 0 dan 1 inilah yang dikenal sebagai fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan disimbolkan sebagai  $\mu(x)$ . Fungsi keanggotaan biasanya berupa grafik yang membentuk pola garis tertentu, misalkan linier, bentuk bel, trapesium, Gaussian dan segitiga. Tiap jenis fungsi keanggotaan memiliki persamaan matematis dan karakter yang berbeda (Ali, Ali, & Sumait, 2015).

Penelitian tentang perbedaan fungsi keanggotaan yang digunakan dalam memecahkan persoalan, telah banyak dilakukan. Perbandingan dan evaluasi kinerja FLC dengan tiga jenis fungsi keanggotaan yang berbeda untuk mengontrol posisi azimuth antenna (Ali et al., 2015). Fitur fungsi keanggotaan dipelajari pada inferensi Fuzzy Mamdani yang digunakan untuk mengatur sistem waktu pengapian pada mesin mobil (Wang, 2015). Peningkatan kontras gambar berdasarkan fungsi keanggotaan yang berbeda pada inferensi Fuzzy Mamdani (Mamoria & Raj, 2016). Pengenalan isyarat tangan otomatis berbasis citra dilakukan dengan menerapkan fuzzy tipe-1 untuk berbagai fungsi keanggotaan. Hasil penelitian menunjukkan fungsi keanggotaan trapesium mengungguli memberikan akurasi 85,83% (Saha, Bhattacharya, & Konar, 2016). Studi kasus berikutnya adalah penerimaan siswa di sekolah populer yang berdasarkan tiga variabel masukan yaitu laporan siswa, skor IQ dan pendapatan orang tua berbasis sistem inferensi Fuzzy Mamdani, dengan tiga fungsi keanggotaan, yaitu segitiga, trapesium dan Gaussian (Harliana & Rahim, 2017). Dalam proses pencarian fungsi keanggotaan yang optimal pada penerapan FLC untuk instalasi pembangkit listrik tenaga angin, (Topaloglu & Pehlivan, 2018) melakukan uji terhadap tiga fungsi keanggotaan, yaitu trapesium, Gaussian dan segitiga. Penelitian terkini dilakukan dengan analisis komparatif terhadap serangkaian parameter masukan dan keluaran dengan berbagai jenis fungsi keanggotaan pada sistem inferensi Fuzzy Mamdani untuk efisiensi pemanfaatan spektrum frekuensi pada komunikasi modern (Upadhyay, Kotyan, Tripathi, & Yadav, 2019).

Berdasarkan uraian tersebut, penulis berkesimpulan bahwa belum ada penelitian tentang fungsi keanggotaan yang tepat untuk studi kasus penyiraman air otomatis menggunakan sistem inferensi Fuzzy Mamdani. Dalam penelitian ini, peneliti menguji fungsi keanggotaan yang berbeda untuk kasus penyiraman air secara otomatis. Sebagai tahap awal, penelitian dilakukan secara *trial and error*, dengan membandingkan terhadap waktu penyiraman baku.

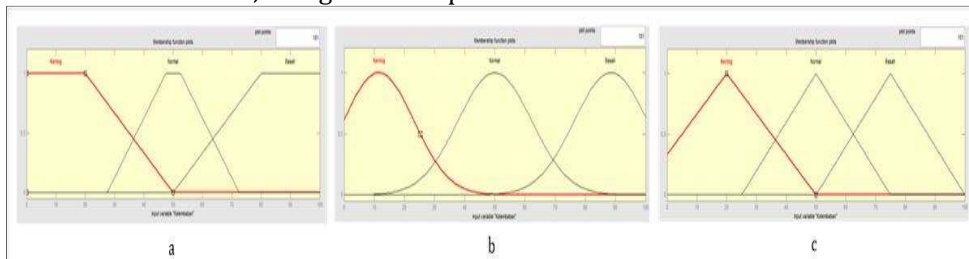
## METODE PENELITIAN

Pada kegiatan penelitian ini, mengacu pada data dari penelitian (Pratama, 2018), dimana pengujian durasi penyiraman otomatis menggunakan Arduino dilakukan pada dua polybag. Waktu penyiraman dilakukan dua kali sehari, yaitu pada waktu pagi pukul 07.00 WIB dan sore pukul 17.00 WIB. Pengambilan data dilakukan sebanyak sepuluh kali pengukuran pada tiap jam penyiraman untuk masing-masing

polybag, kemudian diambil rata-ratanya. Pengujian dilakukan selama 5 hari. Sehingga diperoleh 100 data hasil penyiraman. Masukan untuk mengendalikan penyiraman otomatis adalah sensor kelembaban dan suhu. Kemudian penelitian yang kami lakukan adalah menguji keluaran berupa durasi penyiraman otomatis menggunakan fungsi keanggotaan trapesium, Gaussian dan segitiga berdasarkan perhitungan. Pengujian yang kami lakukan menggunakan data masukan berupa kelembaban dan suhu yang sama seperti dalam penelitian(Pratama, 2018). Keluaran dari penelitian kami kemudian dibandingkan dengan data hasil penelitian(Pratama, 2018).

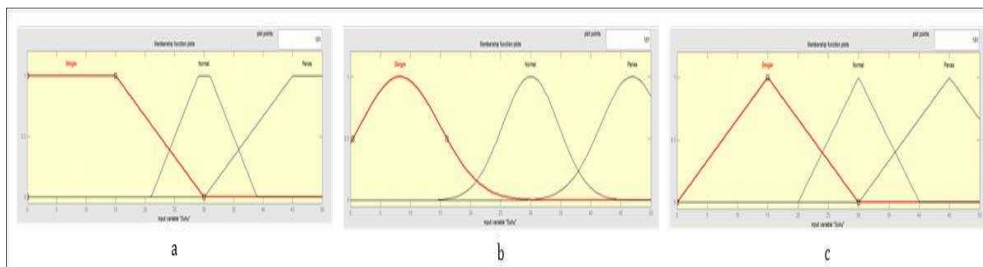
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perhitungan untuk tiap jenis fungsi keanggotaan, yaitu fungsi keanggotaan trapesium, Gaussian dan segitiga, diperoleh fungsi keanggotaan untuk masukan kelembaban, sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 1.



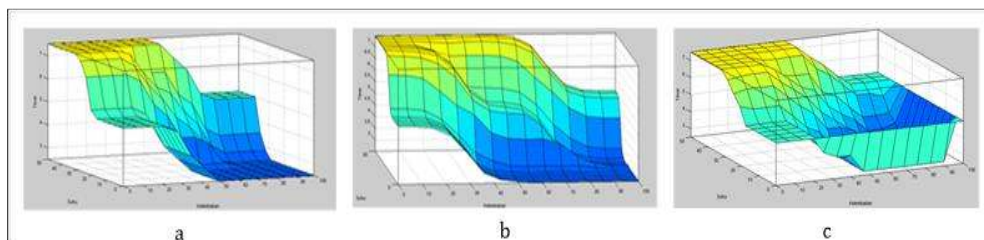
Gambar 1. Fungsi Keanggotaan masukan Kelembaban untuk (a) jenis trapesium, (b) jenis Gaussian dan (c) jenis segitiga

Berikutnya, dalam Gambar 2, diperlihatkan fungsi keanggotaan untuk jenis trapesium, Gaussian dan segitiga.



Gambar 2. Fungsi Keanggotaan masukan Suhu untuk (a) jenis trapesium, (b) jenis Gaussian dan (c) jenis segitiga

Hasil perhitungan keluaran berupa lama waktu penyiraman untuk tiap jenis fungsi keanggotaan jenis trapesium, Gaussian dan segitiga terhadap dua masukan, yaitu kelembaban dan suhu, diperlihatkan berupa grafik permukaan tiga dimensi sebagaimana terdapat dalam Gambar 3.



Gambar 3. Grafik permukaan 3 dimensi keluaran berupa lama penyiraman untuk (a) jenis trapesium, (b) jenis Gaussian dan (c) jenis segitiga

Kemudian hasil keluaran berupa lama waktu penyiraman hasil perhitungan menggunakan Fuzzy Mamdani untuk tiap jenis fungsi keanggotaan yang berbeda dibandingkan terhadap lama penyiraman yang diperoleh menggunakan data Arduino. Dalam Tabel 1 diperlihatkan hasil menggunakan Arduino yang digunakan sebagai acuan untuk memilih jenis fungsi keanggotaan yang tepat. Dengan waktu penyiraman paling cepat atau minimal 3,16 detik, dilakukan pada hari ke-empat pada pukul 07.00 pagi. Penyiraman ini dilakukan saat tanah masih memiliki nilai kelembaban paling tinggi yaitu 66,8 yang merupakan kondisi basah. Sedangkan waktu penyiraman paling lama atau maksimal yaitu 5,94 detik, terjadi pada pengujian hari ke-dua, pada pukul 17.00 sore. Penyiraman ini membutuhkan waktu lebih lama disebabkan kondisi tanah kering berada pada nilai kelembaban paling rendah yaitu 49,4.

Tabel 1. Hasil menggunakan Arduino(Pratama, 2018)

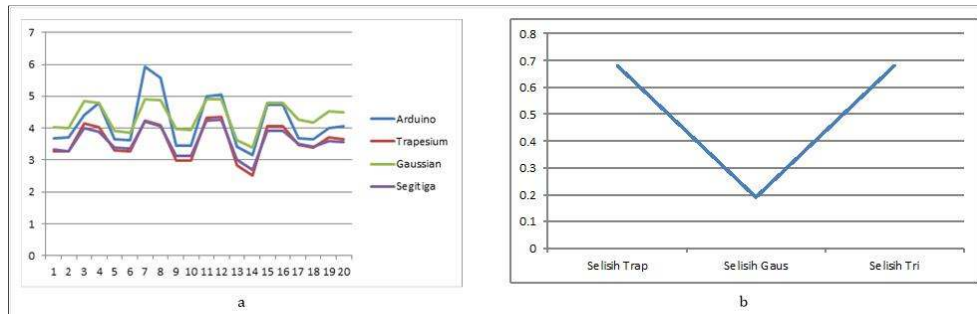
Pengujian	Waktu	No.	Masukan		Penyiraman Air (detik)
			Kelembaban	Suhu (°C)	
Hari ke-1	07.00	1	66.3	25.3	3.67
		2	66.5	26.4	3.72
	17.00	1	57.3	27.5	4.42
		2	58.1	26.3	4.80
Hari ke-2	07.00	1	67.1	23.6	3.64
		2	67.5	23.6	3.62
	17.00	1	<b>49.4</b>	26.6	<b>5.94</b>
		2	49.8	26.2	5.59
Hari ke-3	07.00	1	64.2	22.2	3.46
		2	64.5	22.2	3.46
	17.00	1	54.6	27.3	5
		2	54.6	27.5	5.05
Hari ke-4	07.00	1	66.8	21.8	3.41
		2	<b>66.8</b>	20.6	<b>3.16</b>
	17.00	1	58.2	27.6	4.72
		2	58.2	27.6	4.72
Hari ke-5	07.00	1	63.7	23.8	3.69
		2	64.1	23.5	3.64
	17.00	1	62.1	25.3	4
		2	62.5	26.3	4.07

Tabel 2. Perbandingan waktu penyiraman hasil Arduino dan waktu penyiraman menggunakan Fungsi Keanggotaan trapesium, Gaussian dan segitiga

No.	Kelembaban	Suhu	Arduino	Trapesium	Gaussian	Segitiga
1.	66.3	25.3	3.67	3.28	4.03	3.34
2.	66.5	26.4	3.72	3.26	4	3.26
3.	57.3	27.5	4.42	4.14	4.84	3.99
4.	58.1	26.3	4.8	4.04	4.79	3.89
5.	67.1	23.6	3.64	3.31	3.91	3.38
6.	67.5	23.6	3.62	3.27	3.85	3.36
7.	<b>49.4</b>	26.6	<b>5.94</b>	<b>4.25</b>	<b>4.92</b>	<b>4.22</b>
8.	49.8	26.2	5.59	4.1	4.89	4.06
9.	64.2	22.2	3.46	2.99	3.97	3.12
10.	64.5	22.2	3.46	2.98	3.94	3.12
11.	54.6	27.3	5	4.31	4.91	4.25
12.	<b>54.6</b>	27.5	5.05	<b>4.35</b>	4.90	<b>4.26</b>
13.	66.8	21.8	3.41	2.82	3.61	3.01
14.	<b>66.8</b>	20.6	<b>3.16</b>	<b>2.5</b>	<b>3.4</b>	<b>2.68</b>
15.	58.2	27.6	4.72	4.06	4.8	3.91
16.	58.2	27.6	4.72	4.06	4.8	3.91
17.	63.7	23.8	3.69	3.47	4.27	3.5
18.	64.1	23.5	3.64	3.38	4.19	3.43
19.	62.1	25.3	4	3.7	4.52	3.59
20.	62.5	26.3	4.07	3.66	4.49	3.56

Dalam Tabel 2, diperlihatkan nilai durasi rata-rata waktu penyiraman untuk fungsi keanggotaan trapesium, Gaussian dan segitiga berdasarkan simulasi menggunakan MATLAB. Bila digunakan hasil penyiraman menggunakan Arduino, maka ketiga fungsi keanggotaan memiliki nilai minimal (durasi penyiraman singkat ditandai dengan warna hijau) pada nilai kelembaban yang sama dengan data percobaan Arduino, yaitu 66,8. Sedangkan untuk nilai maksimum (durasi penyiraman lama ditandai dengan warna merah) diperoleh hasil yang berbeda. Untuk fungsi keanggotaan trapesium dan segitiga nilai maksimumnya adalah pada kelembaban 54,6. Dimana, bila dibandingkan dengan nilai acuan (hasil percobaan Arduino, nilai maksimum pada kelembaban 49,4) sangat berbeda. Namun terjadi keselarasan pada fungsi keanggotaan Gaussian, dimana fungsi keanggotaan ini memiliki nilai maksimum pada nilai kelembaban 49,4. Hal ini menunjukkan bahwa fungsi keanggotaan Gaussian lebih mendekati keadaan sebenarnya.

Selanjutnya bila Tabel 2 di buat dalam bentuk grafik, sebagaimana diperlihtakan dalam Gambar 4.a. tampak bahwa fungsi keanggotaan Gaussian mendekati hasil percobaan menggunakan Arduino. Sedangkan untuk fungsi keanggotaan trapesium dan segitiga jauh dari hasil percobaan Arduino, dan kedua fungsi keanggotaan tersebut berhimpit. Ini menandakan bahwa fungsi keanggotaan trapesium dan segitiga memiliki karakter yang mirip. Dalam Gambar 4.b. diperlihatkan selisih rata-rata antara fungsi keanggotaan trapesium dengan Arduino, Gaussian dengan Arduino dan segitiga dengan Arduino. Tampak bahwa selisih rata-rata Gaussian dan Arduino hanya 0,2 sedangkan trapesium dan segitiga memiliki selisih rata-rata sebesar 0,7. Jadi semakin jelas bahwa fungsi keanggotaan Gaussian paling optimal dibandingkan dua fungsi keanggotaan lain.



Gambar 4. (a) Grafik selisih lama penyiraman untuk tiap jenis fungsi keanggotaan (jenis trapesium, jenis gaussian dan jenis segitiga) dibandingkan data menggunakan Arduino, (b) perhitungan selisih tiap fungsi keanggotaan dibandingkan terhadap nilai Arduino.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa bentuk fungsi keanggotaan Gaussian mendekati kondisi penyiraman nyata, dalam hal ini untuk studi kasus penyiraman air secara otomatis pada tanaman. Selanjutnya, akan dilakukan penelitian berupa pencarian nilai optimal batas bawah dan batas atas untuk fungsi keanggotaan Gaussian pada studi kasus penyiraman air secara otomatis, menggunakan metode *particle swarm optimization*.

## REFERENSI

Ali, O. A. M., Ali, A. Y., & Sumait, B. S. (2015). Comparison between the Effects of Different Types of Membership Functions on Fuzzy Logic Controller Performance. *International Journal of Emerging Engineering Research and Technology*, 3(3), 76-83.

- Arif, C., Setiawan, B. I., & Mizoguchi, M. (2014). Penentuan Kelembaban Tanah Optimum Untuk Budidaya Padi Sawah SRI ( System Of Rice Intensification ) Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Irigasi*, 9(1), 29–40.
- Armentaria, J. (2018). *Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Logic. Skripsi.*
- Christen, E., Ayars, J., Hornbuckle, J., & Hickey, M. (2006). *Technology and practice for irrigation in vegetables.*
- Fauziah, R., Susila, A. D., & Sulistyono, E. (2016). Budidaya Bawang Merah pada Lahan Kering Menggunakan Irigasi Sprinkler pada berbagai Volume dan Frekuensi. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 7(1), 1–8.
- Harliana, P., & Rahim, R. (2017). Comparative Analysis of Membership Function on Mamdani Fuzzy Inference System for Decision Making Comparative Analysis of Membership Function on Mamdani Fuzzy Inference System for Decision Making. *Journal of Physics: Conference Series PAPER.*
- Kasiran. (2006). Teknologi Irigasi Tetes “RO Drip ” Untuk Budidaya Tanaman Sayuran. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 8(1), 26–30.
- Kurniawan, B. A. (2016). Alat Penyiraman Tanaman Otomatis Dengan Logika Fuzzy Berbasis ATMEGA16. *E-JPTE-Jurnal Elektronik Pendidikan Teknik Elektronika*, 5(1), 1–8.
- Mamoria, P., & Raj, D. (2016). Comparison of Mamdani Fuzzy Inference System for Multiple Membership Functions. *International Journal of Image, Graphics and Signal Processing*, 9, 26–30. <https://doi.org/10.5815/ijigsp.2016.09.04>
- Pranata, T., Irawan, B., & Ilhamsyah. (2015). Penerapan Logika Fuzzy pada Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Coding Jurnal Komputer Dan Aplikasi*, 3(2), 11–22.
- Pratama, S. A. (2018). *Rancang Bangun Penyiraman Air Otomatis dan Proteksi Hama Tanaman Menggunakan Fuzzy Logic Control. Skripsi.*
- Saha, S., Bhattacharya, S., & Konar, A. (2016). Comparison between Type-1 Fuzzy Membership Functions for Sign Language Applications.
- Salokhe, V. M., Babel, M. S., & Tantau, H. J. (2005). Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. *Agricultural Water Management*, 71(3), 225–242.
- Sofwan, A. (2005). Penerapan Fuzzy Logic Pada Sistem Pengaturan Jumlah Air Berdasarkan Suhu dan KelembabanBABAN. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, C89–C93.
- Topaloglu, F., & Pehlivan, H. (2018). Analysis of the Effects of Different Fuzzy Membership Functions for Wind Power Plant Installation Parameters, 6–11.
- Upadhyay, A., Kotyan, S., Tripathi, S., & Yadav, S. (2019). Analysis and Comparison of Different Fuzzy Inference Systems used in Decision Making for Secondary Users in Cognitive Radio Network. *Wireless Personal Communications*, 104(3), 1175–1208.
- Wang, C. (2015). *A Study of Membership Functions on Mamdani-Type Fuzzy Inference System for Industrial. Theses.* Lehigh University.
- Yanto, H., Tusi, A., & Triyono, S. (2014). The Application of Drip Irrigation System on Cauliflower in A Green House. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(2), 141–154.