

PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS DENGAN METODE FUZZY MAMDANI

A.A. Ayu Putri Ardyanti¹⁾ I Gede Juliana Eka Putra²⁾ I Nyoman Purnama³⁾
A.M. Adi Putra Jaya⁴⁾

Program Studi Teknik Informatika ^{1) 2) 4)}

Program Studi Sistem Informasi ³⁾

STMIK Primakara, Denpasar, Bali ^{1) 2) 3) 4)}

putri.ardiyanti@primakara.ac.id¹⁾ purnama@primakara.ac.id²⁾ julianaekaputra@gmail.com³⁾

agustinus.adiputrajaya@gmail.com⁴⁾

ABSTRACT

Current technological developments are so rapid, the use of technology is needed for humans, one of which is in the field of agriculture / plantation. Caring for plants in addition to good fertilization, it is also necessary to water the right plants. The amount of water can be too much if the watering time is too long and vice versa. Therefore we need an automatic plant sprinkler based on the Arduino microcontroller that is able to process the entire circuit and control all watering. The use of Mamdani fuzzy logic is implanted in the microcontroller as a reference in making decisions when plants are watered or not based on value of air temperature sensor and soil moisture sensor, so this the water requirements in the plant can be fulfilled.

Keywords: *Microcontroller, Arduino, Soil moisture sensor, temperature sensor, Mamdani fuzzy logic*

ABSTRAK

Pemanfaatan teknologi sangat dibutuhkan bagi manusia, yakni salah satunya pada bidang pertanian/perkebunan. Merawat tanaman selain dilakukannya pemupukan yang baik, dibutuhkan pula penyiraman tanaman yang tepat. Maka dari itu diperlukannya alat penyiram tanaman otomatis berbasis mikrokontroler Arduino yang mampu memproses seluruh rangkaian dan mengontrol seluruh penyiraman. Penggunaan logika fuzzy Mamdani ditanamkan pada mikrokontroler sebagai acuan dalam mengambil keputusan saat tanaman disiram atau tidak berdasarkan nilai dari sensor kelembaban tanah dan sensor suhu udara, sehingga kebutuhan air pada tanaman dapat terpenuhi.

Kata Kunci : *Mikrokontroler, Arduino, Sensor kelembaban tanah, sensor suhu, logika fuzzy Mamdani*

PENDAHULUAN

Mengingat perkembangan jaman yang begitu pesat sekarang, maka pemanfaatan teknologi sangat dibutuhkan bagi manusia, yakni salah satunya ada pada bidang pertanian / perkebunan [1]. Merawat tanaman selain dilakukannya pemupukan yang baik, dibutuhkan pula penyiraman tanaman yang tepat [2]

Penyiraman dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah kondisi tanah / kelembaban tanah dan cuaca / suhu [3].

Salah satu cara penyiraman tanaman dengan air melalui selang air kemudian ujung selang dipasangkan alat pemutar air dianggap

kurang efektif, karena kebutuhan air pada setiap tanaman itu berbeda – beda berdasarkan kelembabannya, tidak semua tanaman itu dapat hidup dengan baik dengan kelembaban tanah yang tinggi, begitupula sebaliknya.

TINJAUAN PUSTAKA

Node Sensor memiliki 3 komponen utama yang memiliki fungsi masing-masing sebagai berikut [4] :

1. Sensor

Perangkat elektronik yang bertugas melakukan pemindaian pada lingkungan atupun objek untuk menghasilkan data hasil pemindaian.

2. *Transceiver*

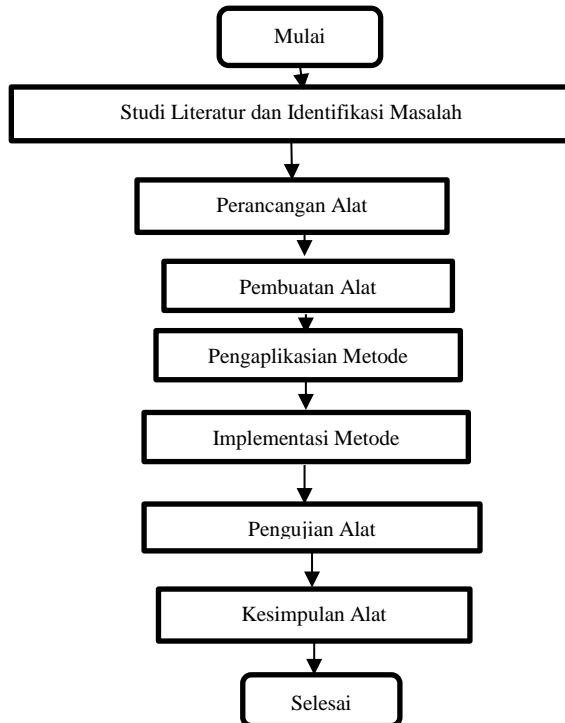
Komponen elektronik yang memadukan komponen *transmitter* dan *receiver*, untuk melakukan fungsi mengirim dan menerima sinyal.

3. *Controller*

Perangkat elektronik yang berfungsi melakukan pemrosesan data, control kendali terhadap fungsi dari komponen lainnya pada *node* sensor, serta menampilkan tugas yang dapat dikerjakan oleh komponen lainnya pada *node* sensor dan *node* sensor itu sendiri. *Controller* dapat berupa sebuah *microprocessor*, *microcontroller*.

METODE PENELITIAN

Kerangka Berpikir



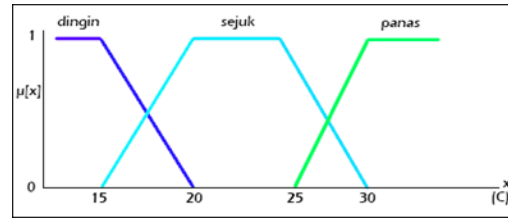
Gambar 1. Kerangka Berpikir

Metode Penelitian

Dalam penelitian kali ini, metode yang digunakan adalah metode algoritma Mamdani [5]. Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama metode *Max-Min* atau *Max-Product*. Metode ini diperkenalkan oleh

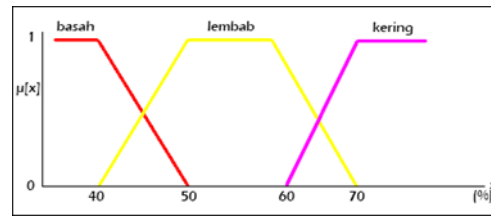
Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 [4]. Untuk memperoleh output diperlukan empat tahap.

Berikut ini penjelasan mengenai pengetahuan awal dari himpunan fuzzy untuk fuzzy suhu udara adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Himpunan Fuzzy Variabel Suhu

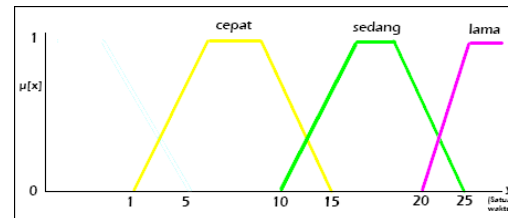
Berikut merupakan gambar himpunan fuzzy kelembaban tanah :



Gambar 2. Fuzzy Variabel Kelembaban Tanah

Untuk durasi penyiraman, sebagai berikut :

Gambar 3. Durasi



Tabel 1. Tabel keterangan himpunan fuzzy

No.	Simbol	Keterangan
1.	$\mu[x]$	Derajat keanggotaan
2.	x	Nilai keanggotaan

Tabel 2. Tabel kategori durasi

No.	Kategori	Nilai
1.	Tidak disiram	$x < 1$
2.	Cepat	$1 \leq x \leq 15$
3.	Sedang	$10 \leq x \leq 25$
4.	Lama	$x \geq 20$

Dari hasil pembentukan himpunan fuzzy di atas, maka selanjutnya akan diperoleh aturan fuzzy sebagai berikut :

Tabel 3. Tabel komposisi aturan

Lembab Suhu	Kering	Lembab	Basah
Dingin	Cepat	Tidak disiram	Tidak disiram
Sejuk	Lama	Sedang	Tidak disiram
Panas	Lama	Sedang	Tidak disiram

Maka dapat dijabarkan komposisi aturan tersebut menjadi 9 aturan fuzzy yaitu antara lain :

1. IF suhu = dingin AND kelembaban = kering THEN waktu penyiraman = cepat
2. IF suhu = dingin AND kelembaban = lembab THEN waktu penyiraman = tidak disiram
3. IF suhu = dingin AND kelembaban = basah THEN waktu penyiraman = tidak disiram
4. IF suhu = sejuk AND kelembaban = kering THEN waktu penyiraman = lama
5. IF suhu = sejuk AND kelembaban = lembab THEN waktu penyiraman = sedang
6. IF suhu = sejuk AND kelembaban = basah THEN waktu penyiraman = tidak disiram
7. IF suhu = panas AND kelembaban = kering THEN waktu penyiraman = lama

8. IF suhu = panas AND kelembaban = lembab THEN waktu penyiraman = sedang
9. IF suhu = panas AND kelembaban = basah THEN waktu penyiraman = tidak disiram

Contoh kasus proses *Fuzzification* :

1. Sebagai contoh, nilai yang diterima sensor suhu udara = 29° C dan sensor kelembaban = 64 %. Termasuk kategori durasi penyiraman apakah?
 - a. Menghitung derajat keanggotaan dari suhu dengan input 29° C, artinya input suhu berada diantara fungsi keanggotaan sejuk dan panas. Untuk menentukan derajat keanggotaannya digunakan cara berikut :
Sejuk

$$\frac{(d-x)}{(d-c)} \rightarrow c \leq x \leq d$$

Berdasarkan gambar himpunan fuzzy variabel suhu udara maka derajat keanggotaan dari sejuk adalah sebagai berikut :

$$\text{Sejuk} = \frac{(30-29)}{(30-25)} = \frac{1}{5} = 0.2$$

Panas

$$\frac{(x-a)}{(b-a)} \rightarrow a \leq x \leq b$$

Berdasarkan gambar himpunan fuzzy variabel suhu udara maka derajat keanggotaan dari panas adalah sebagai berikut :

$$\text{Panas} = \frac{(29-25)}{(30-25)} = \frac{4}{5} = 0.8$$

- b. Menghitung derajat keanggotaan dari kelembaban dengan input 64%, artinya nilai kelembaban berada

diantara fungsi keanggotaan kering dan lembab. Untuk menentukan derajat keanggotannya digunakan cara berikut :

Kering

$$\frac{(x - d)}{(d - c)} \rightarrow c \leq x \leq d$$

Berdasarkan gambar himpunan fuzzy variabel kelembaban maka derajat keanggotaan dari kering adalah sebagai berikut :

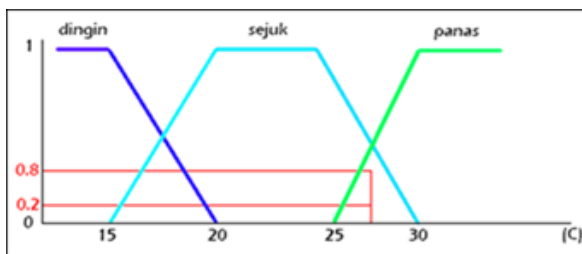
$$\text{Kering} = \frac{(64-60)}{(70-60)} = \frac{4}{10} = 0.4$$

Lembab

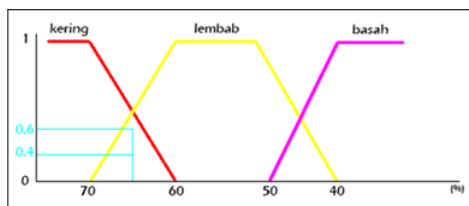
$$\frac{(a - x)}{(b - a)} \rightarrow a \leq x \leq b$$

Berdasarkan gambar himpunan fuzzy variabel kelembaban maka derajat keanggotaan dari lembab adalah sebagai berikut :

$$\text{Lembab} = \frac{(70-64)}{(70-60)} = \frac{6}{10} = 0.6$$



Gambar 4. Fungsi keanggotaan suhu



Gambar 5. Fungsi keanggotaan kelembaban

Setelah mengetahui aturan yang dapat digunakan, maka selanjutnya aturan *conjunction* (memilih derajat keanggotaan minimum) yang di pilih dari nilai-nilai yang telah diperoleh sebelumnya. Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

1. IF suhu = sejuk ($\frac{1}{5}$) AND kelembaban = kering ($\frac{4}{10}$) THEN waktu penyiraman = lama ($\frac{1}{5}$)
2. IF suhu = sejuk ($\frac{1}{5}$) AND kelembaban = lembab ($\frac{6}{10}$) THEN waktu penyiraman = sedang ($\frac{1}{5}$)
3. IF suhu = panas ($\frac{4}{5}$) AND kelembaban = kering ($\frac{4}{10}$) THEN waktu penyiraman = lama ($\frac{4}{10}$)
4. IF suhu = panas ($\frac{4}{5}$) AND kelembaban = lembab ($\frac{6}{10}$) THEN waktu penyiraman = sedang ($\frac{6}{10}$)

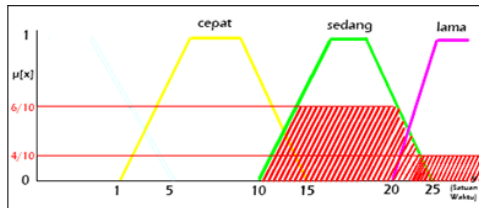
Setelah memperoleh hasil seperti diatas, aturan *disjunction* memilih derajat keanggotaan maximum nilai yang telah didapati sebelumnya. Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Waktu penyiraman = lama ($\frac{1}{5}$) OR waktu penyiraman = lama ($\frac{4}{10}$) dihasilkan waktu penyiraman = lama ($\frac{4}{10}$)
2. Waktu penyiraman = sedang ($\frac{1}{5}$) OR waktu penyiraman = sedang ($\frac{6}{10}$) dihasilkan waktu penyiraman = sedang ($\frac{6}{10}$)

Sehingga kesimpulannya diperoleh 2 pernyataan yaitu waktu penyiraman = lama ($\frac{4}{10}$) dan waktu penyiraman = sedang ($\frac{6}{10}$)

Proses *defuzzification* :

Dari hasil yang diperoleh diatas, maka diperoleh hasil untuk proses *defuzzification* adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Proses *Defuzzification*

Digunakan metode centroid untuk proses *defuzzification* dengan cara menentukan titik-titik sembarang pada daerah berarsir, misalkan : 12, 14, 16, 18, 26, 28, dan 30, 32 maka diperoleh hasil :

$$y^* = \frac{\sum y \mu_x(y)}{\sum \mu_x(y)}$$

$$y^* = \frac{(12+14+16+18) \frac{6}{10} + (26+28+30+32) \frac{4}{10}}{\left(\frac{6}{10} + \frac{6}{10} + \frac{6}{10} + \frac{6}{10}\right) + \left(\frac{4}{10} + \frac{4}{10} + \frac{4}{10} + \frac{4}{10}\right)}$$

$$y^* = \frac{36+46.6}{4}$$

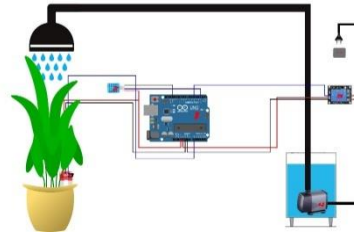
$$y^* = \frac{82.6}{4}$$

$$y^* = 20.65 \text{ Satuan waktu}$$

Jadi, dengan *fuzzy* Mamdani, input sensor suhu udara = 29° C dan sensor kelembaban = 64 %, alat akan secara otomatis menyiramkan air ketanaman dalam kategori antara sedang dan lama berdasarkan hasil *fuzzy* 20.65 satuan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi kebutuhan alat yang diperlukan dan model rancangan alat penelitian adalah sebagai berikut :

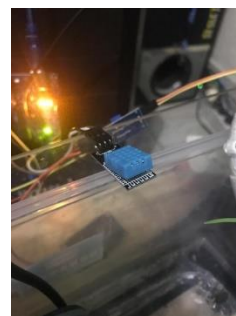


Gambar 7. Gambaran Umum

1. Arduino Uno
2. Sensor suhu
3. Sensor kelembaban tanah
4. Pompa Air
5. Relay

Uji Sensor Suhu

Uji *Software* pemrograman Arduino yang telah diprogram dengan metode *fuzzy* Mamdani berdasarkan 3 kondisi yang telah ditentukan.



Gambar 4.8 Sensor suhu

Hasil pengujian sensor suhu sebagai berikut :

Tabel 4.1 Uji Sensor suhu

No.	Suhu Pada Sensor	Kondisi
1.	30 °C	Panas
2.	29 °C	Sejuk & Panas

Nilai dan kondisi yang diharapkan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Hasil suhu yang diharapkan

No.	Suhu	Kondisi
1.	≥ 30 °C	Panas
2.	≥ 25 °C & < 30 °C	Sejuk & Panas

Uji Sensor Kelembaban

Sensor kelembaban diprogram dalam 3 kondisi yaitu kering, lembab, basah.



Gambar 4.9 Sensor kelembaban tanah

Hasil pengujian sensor kelembaban :

Tabel 4.3 Uji Sensor kelembaban

No.	Sensor Kelembaban	Kondisi
1.	61.80 %	Lembab & Kering
2.	62.90 %	Lembab & Kering
3.	55.30 %	Lembab
4.	45.80 %	Basah & Lembab
5.	39.90 %	Basah

Nilai dan kondisi yang diharapkan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil kelembaban yang diharapkan

No.	Sensor Kelembaban	Kondisi
1.	≥ 60 & < 70	Lembab & Kering
2.	≥ 60 & < 70	Lembab & Kering
3.	≥ 50 & < 60	Lembab
4.	≥ 40 & < 50	Basah & Lembab
5.	≤ 40	Basah

Uji metode *Fuzzy* Mamdani

Terakhir adalah melakukan uji metode *Fuzzy* Mamdani yang ditanamkan pada mikrokontroler dan dibandingkan dengan perhitungan Mamdani secara manual. Yang diharapkan akan menghasilkan output yang sesuai.



Gambar 4.10 Rangkaian alat

Berikut merupakan tabel dari uji metode logika *Fuzzy* Mamdani :

Tabel 4.5 Uji logika *Fuzzy* Mamdani

No.	Suhu	Kelembaban	Fuzzy (Arduino)	Fuzzy Manual	Selisih	Persentase
1.	29 °C	63.80 %	27.75	27.27	0.48	0.13 %
2.	29 °C	66.00 %	28.63	25.75	2.88	0.82 %
3.	29 °C	68.00 %	28.62	26	2.62	0.64 %
4.	29 °C	67.00 %	30.62	29.87	0.75	0.23 %
5.	29 °C	69.40 %	29.62	28.17	1.45	0.42 %
6.	32 °C	67.70 %	27.37	31.35	3.98	1.09 %
7.	33 °C	40.60 %	12.13	12.15	0.02	0.003 %
8.	27 °C	44.30 %	10.75	17.82	7.07	1.26 %
9.	18 °C	68.60 %	20.50	22.85	2.35	0.54 %
10.	19 °C	43.30 %	1.50	3	1.5	0.45 %

Dari hasil pengujian diatas, diperoleh perhitungan logika *fuzzy* yang diprogram menggunakan mikrokontroler dan dihitung secara manual, memiliki selisih rentang perbedaan antara 0.003% - 1.26 %, yang artinya selisih *error* atau perbedaannya cukup kecil, sehingga metode *Fuzzy Mamdani* sudah mampu diterapkan dengan baik, walaupun masih belum sempurna. Namun pertumbuhan bawang terlihat lebih baik menggunakan metode *fuzzy* ini.



Gambar 4.11 Pertumbuhan bawang

SIMPULAN

Dengan menggunakan 2 buah sensor yaitu sensor suhu dan sensor kelembaban sebagai *input* dan relay pompa air sebagai *output*, maka *rule* yang ditetapkan pada mikrokontroler dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan penyiraman tanaman. Pengambil keputusan tanaman disiram atau tidak, dilakukan oleh mikrokontroler dengan logika *fuzzy*. Dengan menggunakan algoritma logika *fuzzy* mampu mengoptimalkan penyiraman tanaman sesuai dengan kondisi seperti suhu dan kelembaban tanah. Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terdapat rentang perbedaan yaitu 0.003% - 1.26 %. Logika *fuzzy Mamdani* dapat diterapkan dalam rangkaian elektronika mikrokontroler Arduino. Keakuratan sensor sangat berpengaruh pada kinerja dan metode *fuzzy Mamdani* yang diterapkan pada alat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. H. Cahyono, "Internet of Things (Sejarah, Teknologi dan Penerapannya)," *Forum Teknol.*, vol. 6, no. 3, pp. 35–41, 2016.
- [2] B. A. Kurniawan, "Alat penyiram tanaman otomatis dngan logika fuzzy berbasis Atmega16," *Teknol. Inormasi*, vol. 16, no. 12507134003, pp. 1–8, 2015.
- [3] F. Azkia, "Pahami Cara Menyiram Tanaman yang Baik dan Benar," *Juni 8, 2016, 2016*. [Online]. Available: <http://www.rumah.com/berita-properti/2016/6/127344/pahami-cara-menyiram-tanaman-yang-baik-dan-benar>.
- [4] M. S. Asih, "Sistem Pendukung Keputusan Pada Penyiram Tanaman Otomatis." 2018.
- [5] Yulmaini, "Penggunaan Metode Fuzzy Inference System(FIS) Mamdani Dalam Pemilihan Peminatan Mahasiswa Untuk Tugas Akhir." 2015.