

MONITORING DAN PENGENDALI KELEMBABAN DAN SUHU TANAH PADA TANAMAN CABAI DI WADAH MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC*

MONITORING AND CONTROL THE HUMIDITY AND TEMPERATURE OF CHILI PLANT IN VESSEL USING *FUZZY LOGIC*

Defi Zeila Harfi¹, Porman Pangaribuan², Estananto³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹defizeilah@gmail.com ²porman@telkomuniversity.ac.id ³estananto@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Penyiraman adalah suatu hal penting yang harus dilakukan agar tingkat kelembaban dan suhu suatu tanaman terjaga. Suhu optimal untuk membudidayakan cabai adalah 24° C – 28 ° C dengan kelembaban tanah sekitar 80%. Memantau penyiraman tanaman merupakan salah satu cara yang dapat digunakan dalam hal pengawasan kelembaban dan suhu tanah serta perawatan tanaman agar tetap dalam kondisi yang baik. Sehingga dapat memudahkan pemilik tanaman dalam hal merawat dan pengawasan, serta dapat mengefisienkan waktu.

Pada tugas akhir ini penulis mengembangkan teknologi yang membantu pemilik tanaman secara otomatis menyiram tanaman dan memantau kelembaban dan suhu tanah. Dengan menggunakan kontroler sebagai pengendali utama untuk mengetahui kelembaban dan suhu tanah tanaman melalui sensor kelembaban dan suhu tanah yang ditancapkan ke tanah dan nilai kelembaban dan suhu tanah tanaman yang diperoleh akan ditampilkan di telepon genggam pemilik tanaman.

Pada hasil pengujian, sistem dapat bekerja dengan baik. Hal ini dapat ditunjukkan bahwa sistem dapat menjaga suhu dan kelembaban tanah pada rentang suhu 24° C - 28° C dan kelembaban 75% - 95%. Selain itu, data pembacaan sensor dapat dipantau melalui *user interface* pada computer ataupun telepon genggam.

Kata kunci : Sensor kelembaban dan suhu tanah, *User interface*, Telepon genggam, *Fuzzy Logic*

Abstract

Watering is an important thing to do so that the moisture level and plant level are maintained. The optimal temperature for cultivating chili is 24 ° C - 28 ° C with a soil moisture of around 80%. Monitoring plant watering is one way that can be used in terms of monitoring humidity and soil temperature and keeping agar in good condition. You can facilitate the restaurant owner in terms of caring and supervision, and can make time efficient.

In this final project the authors develop technology that helps plant owners automatically water plants and monitor soil humidity and temperature. By using a controller as the main controller to determine the humidity and temperature of the soil of the plant through the humidity sensor and the soil temperature that is plugged into the ground and the value of humidity and soil temperature of the plants obtained will be displayed on the cellphone of the plant owner.

In the test results, the system can work properly. It can be shown that the system can maintain soil temperature and humidity in a temperature range of 24 ° C - 28 ° C and humidity of 75% - 95%. In addition, sensor reading data can be monitored through the user interface on a computer or cell phone.

Keywords : soil temperature and humidity Sensors, *User interface*, mobile phones, *Fuzzy Logic*

1. Pendahuluan

Cabai merah keriting merupakan suatu sayuran yang tidak bisa dilepaskan dalam keperluan sehari-hari. Tanaman ini banyak dimanfaatkan sebagai bumbu dan pelengkap rasa. Pembudidayaan tanaman cabai merah keriting membutuhkan perhatian khusus karena tanaman ini adalah salah satu jenis tanaman kayu lunak yang sangat rentan terhadap cuaca. Cuaca yang sering berubah-ubah menyebabkan tanah menjadi tidak optimal untuk tanaman cabai merah keriting, sehingga dapat mengakibatkan pasokan cabai merah keriting terganggu. Oleh karena itu diperlukan pemantauan khusus terhadap tanah, sehingga kadar kelembaban dan suhu tanah sesuai. Untuk mempermudah pemantauan tersebut diperlukan suatu sistem kontrol yang terpadu untuk *me-monitoring* serta mengendalikan sistem.

Sistem *monitoring* dan pengendalian saat ini sangat berkembang pesat seiring dengan perkembangan teknologi elektronika termasuk TIK (Teknologi Informasi Komunikasi). Komputer menjadi sarana perantara untuk memantau suatu kondisi objek. Dengan sistem yang dimiliki dari teknologi ini, pemilik tanaman dapat memantau dan mengontrol keadaan tanaman agar tetap dalam kondisi yang baik. Maka dari itu, penulis mengambil judul penelitian “*MONITORING DAN PENGENDALI KELEMBABAN DAN SUHU TANAH TANAMAN CABAI DI*

WADAH MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC*” yang akan menjadi solusi dalam hal pemantauan serta pengendalian kelembaban dan suhu tanaman Cabai merah keriting. Berdasarkan yang telah dipaparkan sebelumnya, permasalahan yang akan dibahas adalah bagaimana merancang suatu sistem yang dapat *me-monitoring* dan mengendalikan kelembaban dan suhu tanah tanaman melalui media komputer, serta dapat mengontrol penyiraman tanaman berdasarkan kelembaban dan suhu tanah tanaman.

Sistem ini menggunakan Sensor Kelembaban dan suhu tanah yang berfungsi untuk mendeteksi kelembaban dan suhu tanah tanaman dan mengirimnya ke kontroler untuk diproses. Jika kelembaban tanah dibawah batas dan suhu tanah diatas batas yang telah ditentukan, selanjutnya kontroler akan memerintahkan pompa air untuk menyala. Dan sebaliknya, jika kelembaban tanah diatas batas dan suhu tanah dibawah batas yang telah ditentukan, kontroler akan memerintahkan pengering untuk menyala. Pemilik dapat memantau grafik kadar kelembaban dan suhu tanah tanaman cabai merah keriting yang telah diproses oleh kontroler pada tampilan GUI di komputer atau telepon genggam.

2. Dasar Teori

2.1. Cabai

Cabai merah keriting atau nama latinnya *capsicum annuum L* adalah buah dan tumbuhan anggota genus *capsicum*. Cabai merupakan salah satu komoditas sayuran yang banyak dibudidayakan karena harga jual dan manfaatnya. Namun, budidaya cabai cukup rentan terhadap kondisi cuaca dan serangan hama. Secara umum tanaman ini bisa dibudidayakan pada suhu optimal antara 24-28°C dengan ketinggian 0-2000 mdpl, curah hujan berkisar 800-2000 mm/tahun dan kelembaban 80%. Suhu berpengaruh terhadap hasil produksi. Apabila suhu tanah naik akan berakibat berkurangnya kandungan air dalam tanah sehingga unsur hara sulit diserap tanaman dan dapat mengakibatkan aktivitas negatif seperti terjadi pembongkaran/perusakan organ, sebaliknya jika suhu tanah rendah maka kandungan air dalam tanah akan bertambah, akibatnya aktivitas akar/respirasi semakin rendah mengakibatkan proses distribusi unsur hara jadi lambat dan akhirnya pertumbuhan tanaman jadi lambat.

Banyak macam varietas cabai, mulai dari hibrida hingga varietas lokal. Dari segi teknis, cara menanam cabai keriting lokal lebih sederhana dibanding cara menanam cabai hibrida. Cabai lokal lebih adaptif dengan kondisi lingkungan dibanding cabai hibrida. Namun produktivitasnya masih kalah dari hibrida. Dalam pembudidayaannya sebaiknya tidak langsung dilakukan dari benih, melainkan cabai harus disemaikan dahulu. Hal ini berfungsi untuk menyeleksi pertumbuhan benih. Setelah bibit siap, bibit dapat dipindahkan ke *polybag* besar atau pot sebagai media tanam. Beberapa hal yang harus sangat diperhatikan dalam pemeliharaan dan perawatannya yaitu pemupukan, penyiraman, pengajiran, perompesan, hama dan penyakit.

2.2. Sensor SHT10

Sensor SHT10 adalah sebuah modul sensor kelembaban relatif dan suhu tanah yang mampu mengukur kelembaban relatif dan suhu tanah. Sensor ini memiliki 14-bit ADC dan rangkaian serial interface. SHT10 dikalibrasi di ruang kelembaban yang presisi. Koefisien kalibrasi diprogram ke dalam memori yang kemudian digunakan untuk kalibrasi sinyal internal dari sensor[7].

2.3. TRIAC (*Triode for Alternating Current Switch*)

TRIAC adalah perangkat semikonduktor berterminal tiga yang berfungsi sebagai pengendali arus listrik. Pada dasarnya TRIAC terdiri dari dua buah thyristor (SCR) yang digabungkan secara negatif terbalik. Sama seperti SCR, TRIAC juga tergolong sebagai Thyristor yang berfungsi sebagai pengendali atau *switching*. Namun, berbeda dengan SCR yang hanya dapat dilewati arus listrik dari satu arah (*unidirectional*), TRIAC memiliki kemampuan yang dapat mengalirkan arus listrik ke kedua arah (*bidirectional*) ketika dipicu. *Terminal gate* TRIAC hanya memerlukan arus yang relatif rendah untuk dapat mengendalikan aliran arus listrik AC yang tinggi dari dua arah terminalnya[5].

Cara kerja TRIAC dapat dianalogikan dengan menggunakan dua buah saklar. Jika pada anoda diberikan tegangan dengan arus *forward* bias, maka saklar s1 (diode sebelah kiri) akan *close* dan saklar s2 (diode sebelah kanan) akan *open*. Sedangkan jika pada anoda diberikan tegangan dengan arus *reverse* bias, maka saklar s1 (diode sebelah kiri) akan *open* dan saklar s2 (diode sebelah kanan) akan *close*[5]. Rangkaian TRIAC dapat dikendalikan dengan memberi nilai PWM yang akan menghasilkan keluaran dari mikrokontroler[8].

2.4. Fuzzy logic

Fuzzy logic pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Zadeh berpendapat bahwa logika benar dan salah dalam logika konvensional tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang berada pada dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi yang tidak terhitung tersebut, Zadeh mengembangkan sebuah himpunan *fuzzy*. Tidak seperti *boolean*, *fuzzy logic* mempunyai nilai kontinu[1].

2.4.1. Himpunan Fuzzy[1]

Dalam teori *fuzzy logic* dikenal himpunan *fuzzy* yang merupakan pengelompokan sesuatu berdasarkan variabel bahasa, yang dinyatakan dalam fungsi keanggotaan. Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu:

1. Linguistik, yaitu penamaan yang mewakili suatu kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa, seperti: kering, normal, lembab.

2. Numeris, yaitu suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti: 33, 65, 70, dsb.

2.4.2. Fungsi Keanggotaan *Fuzzy Logic*[1]

1. Representasi Kurva Bentuk Segitiga.

Fungsi keanggotaan[1]:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)}, & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2-1)$$

2. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Kurva jenis ini terbagi dua yaitu, bahu kiri dan bahu kanan.

Fungsi keanggotaan bahu kiri[1]:

$$\mu[x] = \begin{cases} 1, & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x \geq b \end{cases} \quad (2-2)$$

Fungsi keanggotaan bahu kanan[1]:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & x \geq b \end{cases} \quad (2-3)$$

3. Representasi Kurva Bentuk Singleton

Singleton atau satu titik tunggal.

$$\mu[x] = \begin{cases} 1, & \text{untuk } x = 0 \\ 0, & \text{untuk } x \neq 0 \end{cases} \quad (2-4)$$

2.4.3. Proses *Fuzzy Logic*

1. Fuzzifikasi[6]

Fuzzifikasi adalah sebuah proses yang bertujuan mengubah input analog menjadi set variabel *fuzzy*. Semakin banyak variabel *fuzzy* semakin tinggi akurasi, namun memerlukan proses yang lebih lama dari bentuk tegas (*crisp*) menjadi *fuzzy* (variabel linguistik).

2. Sistem Inferensi[1]

Sistem Inferensi adalah proses transformasi dari suatu input dalam domain *fuzzy* ke suatu output (sinyal kendali) dalam domain *fuzzy*. Proses transformasi pada bagian inferensi membutuhkan aturan-aturan *fuzzy* yang terdapat di dalam basis-basis aturan. Menggunakan fungsi implikasi min (operator AND).

3. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses pemetaan himpunan *fuzzy* ke himpunan tegas (*crisp*) berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Ada dua metode dalam tahap ini, yaitu[1]:

- Metode Sugeno

Penalaran dengan metode sugeno hampir sama dengan metode mamdani, hanya saja *output* sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear[1]. Metode ini pertama kali diperkenalkan pada tahun 1985 dan mempunyai dua bentuk sebagai berikut:

- a. Model *fuzzy* sugeno orde-nol

$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ and } y \text{ is } B \text{ then } z \text{ is } K \quad (2-5)$$

Dimana: x = variabel masukan 1

y = variabel masukan 2

A&B = himpunan *fuzzy*

Z = variabel keluaran

K = *singleton* pada semesta pembicaraan

- b. Model *fuzzy* sugeno orde-satu

$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ and } y \text{ is } B \text{ then } z \text{ is } p \cdot x + \dots + P_n \cdot X_n + q \quad (2-6)$$

Dimana: x = variabel masukan 1

y = variabel masukan 2

A&B = himpunan *fuzzy*

Z = variabel keluaran

p = konstanta tegas (*crisp*)

q = konstanta dalam konsekuen

- Metode Mamdani

Input dari proses *defuzzification* adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut[6]. Ada lima metode *defuzzification* pada metode Mamdani antara lain[6]:

a. Metode *Centroid of Area* (COA)

Pada metode *centroid* solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*. Secara umum dapat dituliskan:

$$z_{COA} = \frac{\int_Z \mu_A(z)z dz}{\int_Z \mu_A(z) dz}, \tag{2-7}$$

b. Metode *Bisector of Area* (COA)

Pada metode *bisektor* solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain yang memiliki nilai keanggotaan separuh dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*. Secara umum dapat dituliskan:

$$\int_{\alpha}^{z^{BOA}} \mu_A(z) dz = \int_{z^{BOA}}^{\beta} \mu_A(z) dz, \tag{2-8}$$

c. Metode *Mean of Maximum* (MOM)

Pada metode *mean of maximum* solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum. Secara umum dapat dituliskan:

$$z_{MOM} = \frac{\int_{Z'} z dz}{\int_{Z'} dz}, \tag{2-9}$$

d. Metode *Largest of Maximum* (LOM)

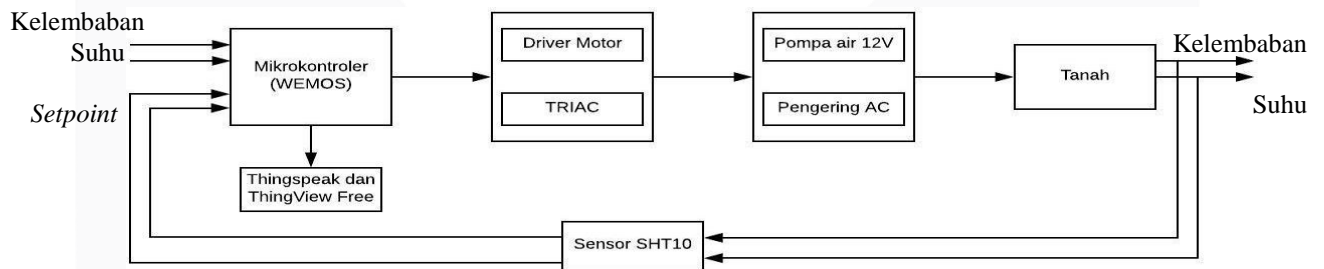
Pada metode *largest of maximum* solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

e. Metode *Smallest of Maximum* (SOM)

Pada metode *smallest of maximum* solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

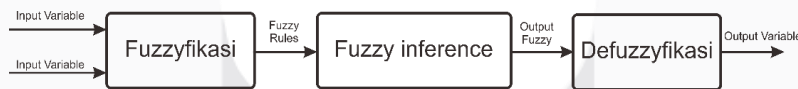
3. Perancangan Sistem

3.1. Desain Sistem



Gambar 3-1. Diagram Blok Pengendali Kelembaban dan Suhu Tanah

Diagram blok diatas menunjukkan cara kerja sistem yang akan dirancang, dengan masukan adalah kelembaban dan suhu awal sebelum terjadi penyiraman dan keluaran sistem kelembaban dan suhu yang telah dikontrol. Metode kendali yang digunakan adalah *fuzzy logic controller* dengan *defuzzyfication* metode Sugeno.



Gambar 3-2. Proses Fuzzy Logic

Sistem yang dirancang akan mengatur jumlah air yang keluar sesuai dengan masukan yang diproses oleh sistem. Sensor SHT10 digunakan untuk mendeteksi kelembaban dan suhu tanah lalu dibandingkan dengan *setpoint* yang diinginkan. Lalu mikrokontroler Wemos digunakan untuk memproses masukan dari sensor suhu dan kelembaban dengan *fuzzy logic*. Kemudian hasil proses tersebut digunakan untuk mengatur pengering menggunakan TRIAC dan mengatur pompa air menggunakan driver motor. Dan diakhir data mengenai suhu dan kelembaban yang diproses oleh mikrokontroler Wemos akan ditampilkan pada aplikasi di telepon genggam.

3.2. Fungsi dan Fitur

A. Telepon genggam

Telepon Genggam berbasis Android berfungsi untuk memantau data yang dibaca oleh sensor melalui ThingView yang sebelumnya telah dirancang menggunakan Thingspeak.

B. Wemos

Wemos digunakan sebagai mikrokontroller yang memproses *fuzzy logic* yang kemudian outputnya digunakan untuk menggerakkan pompa air dan pengering. Pada Wemos telah ada modul WiFi didalamnya, sehingga selain berfungsi sebagai pengontrol, Wemos juga berfungsi sebagai pengirim data melalui WiFi.

C. SHT10

SHT10 adalah modul yang digunakan untuk membaca dan mengukur kelembaban dan suhu suatu tanah.

D. Pompa Air dan Driver

Pompa air berfungsi sebagai aktuator. Pada sistem, pompa air bekerja memompa air untuk menyiram tanaman ketika sensor mendeteksi bahwa kadar kelembaban pada tanah menurun dan suhu tanah meningkat. Sedangkan driver berfungsi untuk mengatur kecepatan putar.

E. TRIAC (*Triode for Alternating Current Switch*)

TRIAC adalah rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengontrol hidup dan mati pengering AC (*Alternating Current*).

F. Pengering

Pengering berfungsi sebagai aktuator. Pada system, pengering bekerja untuk menurunkan kadar kelembaban tanah dan menaikkan suhu tanah ketika sensor mendeteksi bahwa kadar kelembaban pada tanah meningkat dan suhu tanah menurun.

3.2. Desain Perangkat Keras dan Spesifikasi Komponen



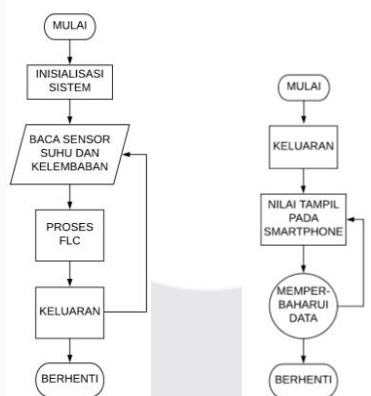
Gambar 3-3. Desain Perangkat Keras

Spesifikasi:

Tabel 3-1. Spesifikasi Wemos

	Spesifikasi	Jumlah
Wemos	ESP8266MOD	1
SHT10		1
Pompa Air	12V	1
Driver Motor	L298N	1
Pengering	Wigo Taifun 900 220V 500Hz 650W	1
OS Telepon Genggam	Android	1

3.3. Desain Perangkat Lunak



(a)(b)

Gambar 3-4. (a). Diagram Alur Kerja Sistem Kontrol, (b) Diagram Alur Kerja Sistem *Monitoring*

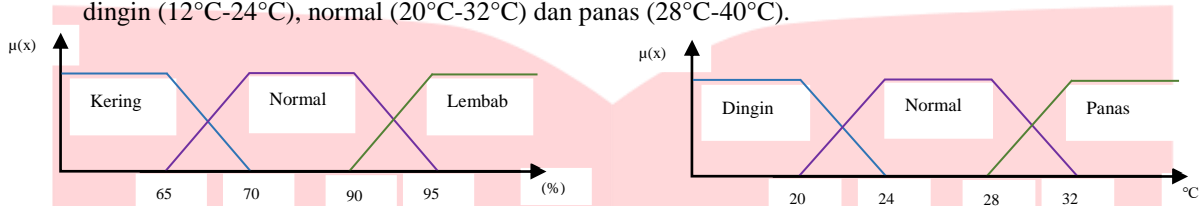
3.4. Penggunaan Metode Kontrol *Fuzzy Logic*

A. *Fuzzyfication*

Fuzzyfication yaitu proses pengubahan nilai data ke bentuk himpunan *fuzzy* dan menjadi fungsi keanggotaan *fuzzy*, membuat *membership function* (fungsi keanggotaan) dan menentukan jumlah variabel linguistik dalam *membership function* sehingga derajat keanggotaan dapat diketahui. Proses ini bermula

ketika mikrokontroler menerima data dari sensor yang kemudian menjadi masukan dalam pengolahan *fuzzy logic*. Pada sistem, terdapat dua data yaitu kelembaban dan suhu tanah.

Pada sistem ini fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi kurva trapesium. Pada fungsi keanggotaan kelembaban terdapat tiga buah nilai linguistik yaitu kering (0%-70%), normal (65%-95%) dan lembab (90%-100%). Sedangkan untuk fungsi keanggotaan suhu terdapat tiga buah nilai linguistik yaitu dingin (12°C-24°C), normal (20°C-32°C) dan panas (28°C-40°C).



Gambar 3-5. Fungsi Keanggotaan Kelembaban dan Fungsi keanggotaan Suhu

Keluaran dari proses ini memiliki dua *output* yaitu pompa air dan pengering. Untuk keluaran sistem berupa pompa air terdapat dua buah nilai linguistik yaitu On dan Off, sedangkan untuk keluaran sistem berupa pengering terdapat tiga buah nilai linguistik yaitu cepat, normal dan lambat.

B. Fuzzy Inference

Proses *Fuzzy inference* adalah proses pemetaan data masukan yang berasal dari *fuzzyfication* terhadap keluaran yang dikehendaki sesuai aturan-aturan logika *fuzzy*. Aturan-aturan ini yang akan menentukan respon keluaran sistem berupa pompa air dan pengering. Aturan tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 3-2. Aturan *Fuzzy* untuk pengering

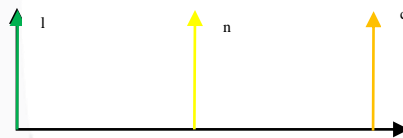
Suhu \ RH	Dingin	Normal	Panas
Kering	Off	Off	Off
Normal	Off	Off	Off
Lembab	On	On	On

Tabel 3-3. Aturan *Fuzzy* untuk pompa air

Suhu \ RH	Dingin	Normal	Panas
Kering	Cepat	Sangat Cepat	Sangat Cepat
Normal	Lambat	Normal	Cepat
Lembab	Sangat Lambat	Sangat Lambat	Lambat

C. Defuzzyfication

Proses *deffuzzyfication* adalah tahap akhir dari metode *fuzzy logic*. Proses ini adalah penentu *output* berdasarkan hasil *fuzzy inference* dengan grafik *output* seperti gambar III-11 dan gambar III-12.



Gambar 3-6. Fungsi keanggotaan *output* pompa air

4. Hasil Pengujian dan Analisis

4.1 Pengujian Nilai Keluaran antara Matlab dan IDE Arduino

Tabel 4-1. Tabel pengujian nilai keluaran antara Matlab dan IDE Arduino

No.	Nilai Suhu	Nilai Kelembaban Relatif	Hasil IDE Arduino	Hasil Matlab
1	27.07	75.18	255	255
2	27.09	75.03	255	255
3	27.10	76.98	255	255
4	27.19	78.62	255	255
5	27.53	81.93	120	120
6	27.87	85.03	120	120
7	28.21	85.42	120	120
8	30.30	84.66	120	129
9	24.58	96.62	0	0
10	24.57	96.66	0	0
11	26.50	95.01	0	0
12	26.50	95.20	0	0

Berdasarkan penelitian, diperoleh bahwa nilai keluaran yang dikeluarkan dari simulasi Matlab dan IDE Arduino sama dan nilai yang dikeluarkan sesuai dengan aturan yang telah ditentukan dari awal perancangan. Dan dapat disimpulkan bahwa program *fuzzy logic* pada IDE Arduino sudah sesuai karena hasil keluaran sama dengan simulasi pada Matlab.

Percobaan hitung manual

Diambil dari percobaan simulasi *output* pada IDE Arduino dan Matlab terdapat nilai suhu = 27.87 dan nilai kelembaban = 85.03, maka.

$n = 1$ (suhu berada pada rentang 24-28)

$nl = 1$ (kelembaban pada rentang 70-80)

$\mu(n) = 1$

$\mu(nl) = 1$ (karena berada di daerah trapesium positif)

if ($n == 1$ && $nl == 1$)

{ $OuF = OuF + \min(\mu_n, \mu_{nl}) * normal$;

$\mu_{Total} = \mu_{Total} + \min(\mu_n, \mu_{nl})$;

$$pwm = \frac{(0) + \min(1,1)(normal)}{(0) + \min(1,1)} = \frac{(0) + (1(120))}{(0) + 1} = \frac{120}{1} = 120$$

Maka nilai *output* pada *fuzzy logic* adalah 120

4.2 Pengujian Sensor SHT10

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran SHT10 dengan soil thermometer-hygrometer digital pada tanah yang telah ditanam pohon cabai merah keriting untuk mendeteksi suhu dan kelembaban. Pengujian ini dilakukan pada tanggal 25 juli 2018 per tiga jam (06.00 – 09.00, 09.00 – 12.00, 12.00 – 15.00, 15.00 – 18.00).

Dari hasil pengujian diperoleh error suhu berkisar antara 0.000666667°C - 0.955°C dan error kelembaban berkisar antara 0.113333333% - 5.608%. dengan error tersebut dapat disimpulkan bahwa sensor SHT10 dapat digunakan sebagai alat ukur kelembaban dan suhu pada tanah.

4.3 Pengujian Aplikasi Monitoring

Pada pengujian sistem *monitoring* kelembaban dan suhu tanah pada tanaman cabai menggunakan *Thingspeak*, proses pengiriman data melalui WiFi menghabiskan waktu sekitar 3 detik – 6 detik. Sehingga dapat disimpulkan, penggunaan *Thingspeak* dapat diaplikasikan untuk *me-monitoring* sistem tersebut.

4.4 Pengujian Metode Kontrol Fuzzy Logic

Tabel 4-2. Pengujian sensor SHT10 tanpa dan dengan metode kontrol *fuzzy logic*

No.	Waktu	SHT10 (tanpa metode kontrol)		Waktu	SHT10 (dengan metode kontrol)	
		Suhu (°C)	RH (%)		Suhu (°C)	RH (%)
1	07.25.46	25.14	87.01	07.50.43	24.02	94.50
2	07.25.54	25.10	87.29	07.50.51	24.00	94.59
3	07.26.03	25.05	87.56	07.51.00	23.98	94.72
4	07.26.11	25.01	87.82	07.51.08	23.95	94.83
5	07.26.20	24.96	88.06	07.51.17	23.92	94.89
6	07.26.28	24.94	88.38	07.51.25	23.91	95.02
7	07.26.37	24.88	88.58	07.51.34	23.90	95.09
8	07.26.45	24.84	88.82	07.51.43	23.88	95.15
9	07.26.54	24.80	89.05	07.51.51	23.86	95.29

Tabel 4-3. Pengujian sensor SHT10 tanpa dan dengan metode kontrol *fuzzy logic*

1	07.30.05	23.98	93.10	07.55.10	27.96	93.95
2	07.30.13	23.95	93.23	07.55.19	28.05	93.18
3	07.30.22	23.92	93.37	07.55.27	28.16	92.43
4	07.30.30	23.90	93.50	07.55.36	28.24	92.12
5	07.30.39	23.87	93.58	07.55.44	28.28	91.50
6	07.30.47	23.85	93.72	07.55.53	28.30	91.02

7	07.30.56	23.83	93.81	07.56.01	28.30	90.60
8	07.31.04	23.81	93.90	07.56.10	28.28	90.25
9	07.31.13	23.78	94.03	07.56.18	28.22	90.04

Dari hasil pengujian, pembacaan sensor SHT10 tanpa metode kontrol *fuzzy logic* mengalami kenaikan sampai melewati batas normal, sedangkan hasil pembacaan sensor SHT10 dengan metode kontrol *fuzzy logic* tetap terjaga di dalam rentang normal. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode kontrol *fuzzy logic* dapat digunakan untuk mengontrol suhu dan kelembaban tanah.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan Analisa *monitoring* dan kendali kelembaban dan suhu tanah pada tanaman cabai di wadah menggunakan *fuzzy logic* diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam *monitoring* dan pengendali kelembaban dan suhu tanah pada tanaman cabai di wadah menggunakan *fuzzy logic*, aplikasi IDE Arduino berhasil melakukan pengendalian melalui perintah *source code* yang ditulis, sehingga alat dapat menjalankan segala perintah yang telah tertulis di dalam program.
2. *Output* dari sensor SHT10 sebagai sensor kelembaban dan suhu tanah dapat digunakan sebagai sinyal umpan balik untuk dimasukkan ke kontroler.
3. Penggunaan metode *fuzzy logic* dalam sistem ini dapat berjalan dengan baik, hal ini dapat dilihat dari keberhasilan sistem untuk menjaga suhu pada rentang 24 °C - 28 °C dan kelembaban pada rentang 75% - 95%.
4. Penggunaan metode *fuzzy logic* pada sistem kontrol sudah sesuai karena hasil keluaran yang dihasilkan pada program dengan hasil simulasi pada Matlab sama.
5. Sistem *monitoring* kelembaban dan suhu tanah pada tanaman cabai dalam wadah menggunakan *Thingspeak* berhasil menampilkan data kelembaban dan suhu tanah tanaman dengan waktu pengiriman data berkisar antara 3 sekon – 6 sekon.

5.2 Saran

Adapun saran untuk menyempurnakan kinerja sistem dan pengembangan lebih lanjut adalah penambahan sensor – sensor lebih beragam seperti sensor PH tanah dan lainnya yang dapat mengoptimalkan kinerja sistem.

Daftar Pustaka

- [1] ^[1]Tulus Pranata, ^[2]Beni Irawan, ^[3]Ilhamsyah “PENERAPAN LOGIKA aFUZZY PADA SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER” ^{[1][2][3]}Jurusan Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura Jl. Prof. Dr. H. Handari Nawawi, Pontianak, 2015
- [2] A. Sofwan “PENERAPAN FUZZY LOGIC PADA SISTEM PENGATURAN JUMLAH AIR BERDASARKAN SUHU DAN KELEMBABAN” Faculty of Industrial Technology, Electrical Engineering Department, National Institute of Science and Technology Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa, Jakarta, 2005
- [3] Caesar Pats Yahwe^{*1}, Isnawaty², L.M Fid Aksara³ “RANCANG BANGUN PROTOTYPE SYSTEM MONITORING KELEMBABAN TANAH MELALUI SMS BERDASARKAN HASIL PENYIRAMAN TANAMAN “STUDI KASUS TANAMAN CABAI DAN TOMAT” ^{*1,2,3}Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo, Kendari, Jan-Jun 2016
- [4] ^[1]Viktorianus Ryan Juniardy, ^[2]Dedi Triyanto, ^[3]Yulrio Brianorman “PROTOTYPE ALAT PENYEMPROT AIR OTOMATIS PADA KEBUN PEMBIBITAN SAWIT BERBASIS SENSOR KELEMBABAN DAN MIKROKONTROLER AVR ATMEGA8” ^{[1][2][3]}Jurusan Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura Jl. Ahmad Yani, Pontianak, 2014
- [5] Dedi Supriyadi. *Perancangan Inkubator Otomatis untuk Penetasan Telur Bebek*. Tugas Akhir. Bandung. 2017.
- [6] A. Azizul Hakim. *Perancangan User Interface dan Kendali Fuzzy Logic untuk Sistem Kendali Level Air*. Tugas Akhir. Bandung. 2017.
- [7] Sensirion The Sensor Company. Datasheet SHT1X (SHT10, SHT11, SHT15) Humidity and Temperature Sensor. Juli 2008.
- [8] Aknesia Fransiska Saragih. *Sistem Kendali Mixer Otomatis di Industri Makanan*. Tugas Akhir. Bandung. 2017.
- [9] Sumber gambar : Sensirion The Sensor Company. SHT1X / SHT7X Humidity and Temperature Sensor. Maret 2003.
- [10] Badan Litbang Pertanian. *Kiat Sukses Berinovasi Cabai*. 2-8 Februari 2011.
- [11] Rukmana, H. Rahmat dan Yudirachman, H. Herdi. Yogyakarta. Lily Publisher. 2017.