

# IMPLEMENTASI IoT PADA SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS TANAMAN CABAI BERBASIS RASPBERRY PI DENGAN METODE FUZZY LOGIC

Indra Dharma Wijaya<sup>1</sup>, Rudy Ariyanto<sup>2</sup>, Nailil Fitria<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Informatika, Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang

<sup>1</sup> indra.dharma@polinema.ac.id, <sup>2</sup> ariyantorudy@polinema.ac.id, <sup>3</sup> naililfitria02@gmail.com,

## Abstrak

Cabai merupakan salah satu produk hortikultura yang sehari-hari dibutuhkan oleh masyarakat Indonesia. Pasokan cabai tidak setiap waktu dapat memenuhi permintaan. Hal itu menyebabkan kenaikan harga sesuai dengan hukum permintaan dan penawaran. Lonjakan harga yang tinggi ketika pasokan menipis dirasakan setiap tahun. Kegiatan yang dilakukan oleh petani tersebut setiap harinya adalah menyirami tanaman dan merawat cabai agar menghasilkan cabai yang berkualitas. Namun, para petani tersebut menghabiskan hampir setengah harinya hanya untuk menyirami tanaman karena dilakukan dengan manual. Dengan teknologi yang semakin canggih, sistem dapat melakukan penyiraman secara otomatis dapat dimonitoring melalui website. Pada sistem ini menggunakan dua sensor yaitu sensor kelembapan tanah dan sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi suhu udara dan kelembapan tanah pada tanaman cabai. Metode fuzzy digunakan untuk menghitung keakuratan durasi penyiraman yang diambil dari data sensor suhu dan sensor kelembapan tanah sesuai dengan kebutuhan tanaman cabai.

**Kata kunci** : Cabai, Sensor Suhu, Sensor Kelembapan Tanah, *Fuzzy Mamdani*.

## 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris, yang memiliki potensi pertanian yang sangat besar diantaranya adalah padi, jagung, kedelai, coklat dan berbagai macam jenis tanaman, sayuran serta buah-buahan. Salah satu potensi pertanian pada jenis sayuran adalah tanaman cabai rawit. Tanaman cabai rawit merupakan salah satu potensi pertanian yang sangat besar di Indonesia. Kondisi lingkungan, topografi, serta kondisi iklim Indonesia sangat mendukung untuk pembudidayaan tanaman cabai rawit. Total konsumsi cabai diperkirakan akan meningkat pada tahun 2016-2020 menjadi 1,70 kg/kapita yang disebabkan oleh peningkatan konsumsi cabai merah dengan rata-rata 0,75 kg/kapita/thn dan cabai rawit 2,77 kg/kapita/thn. Pada tahun 2016 total konsumsi cabai diperkirakan akan naik menjadi 2,90 kg/kapita, tahun 2017 (2,95 kg/kapita), tahun 2018 (3,00 kg/kapita), tahun 2019 (3,05 kg/kapita) dan tahun 2020 (3,10 kg/kapita)[1].

Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman cabai adalah kelembapan tanah dan suhu udara. Pada kelembapan tanah perlu dijaga keseimbangan dan ketersediaan air supaya tanaman dapat tumbuh subur tanpa mengalami kelebihan dan juga kekurangan air yang mempengaruhi tingkat kelembapan tanah. Pengaruh suhu terhadap pertumbuhan cabai apabila suhu terlalu rendah menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat. Sebaliknya, suhu yang tinggi yang disertai penyiraman yang kurang akan menghambat

suplai unsur hara dan mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Sistem penyiraman otomatis menggunakan sensor kelembapan tanah dan sensor suhu. Fungsi sensor kelembapan tanah yaitu mendeteksi kondisi tanah dan sensor suhu berfungsi untuk mendeteksi suhu disekitar tanaman cabai. Untuk pengendali sistem penyiraman tanaman menggunakan *raspberrypi* serta sistem dapat dimonitoring melalui website. Maka, penulis mengajukan penelitian dengan judul "Implementasi IoT pada Sistem Penyiraman Otomatis Tanaman Cabai Menggunakan Moisture Sensor dan Sensor Suhu Berbasis Raspberry Pi dan Website dengan Metode *Fuzzy Logic*".

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Cabai Rawit Hibrida (F1) Bhaskara

Cabai rawit yang dibudidayakan di Indonesia sangat beragam Budidaya cabe tidak hanya pada kebun yang luas, tetapi pada lahan yang sempit seperti pada lahan pekarangan masih dapat diusahakan dalam pot atau polybag. Menanam cabai dalam pot atau polybag, selain kondisinya lebih mudah dikontrol juga dapat difungsikan sebagai tanaman hias. Budidaya cabe rawit hibrida relatif lebih rendah resikonya dibanding cabai besar. Tanaman ini lebih tahan serangan hama, meskipun hama yang menyerang cabai besar bisa juga menyerang cabe rawit.

Penyiraman pada tanaman cabai tergantung pada keadaan cuaca, pada udara panas lakukan

setiap pagi pukul 08.00 dan sore pukul 16.00 WIB. Untuk kondisi penyiraman tanaman cabai yang tepat ketika kondisi tanahnya kering maka dibutuhkan penyiraman yang lama rata-rata  $\pm 750$  ml air dengan hasil pengujian 30 detik, tanah normal maka dibutuhkan penyiraman yang cukup  $\pm 375$  ml air dengan hasil pengujian 15 detik dan tanah lembab dibutuhkan penyiraman yang pendek atau tidak disiram  $\pm 0$  ml air[1].

## 2.2 Raspberry Pi 3 Model B

Raspberry Pi 3 Model B adalah sebuah single board computer seukuran kartu kredit dapat digunakan untuk banyak aplikasi dan menggantikan model raspberry pi Model B+ dan raspberry pi 2 model B. Raspberry pi 3 model B mempunyai keunggulan 10 kali lebih cepat dari pada generasi pertama raspberry pi. Selain itu menambahkan konektivitas LAN dan Bluetooth nirkabel, mempunyai GPIO Connector 40-pin 2.54 mm (100 mil) expansion header: 2x20 strip Providing 27 GPIO pins +3.3 V, +5 V dan GND supply lines[2].

Berikut dibawah ini merupakan gambar raspberry pi yang telah dijelaskan diatas dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1. Raspberry Pi

## 2.3 Kadar Air Optimum

Pemberian air yang cukup adalah yang paling utama dibutuhkan oleh pertumbuhan tanaman. Setiap tanaman mencoba mengabsorpsi air secukupnya dari tanah untuk pertumbuhan. Untuk mendapatkan jumlah air yang optimum, maka perlu ditentukan waktu penyiraman yang tepat sesuai dengan kebutuhan tanaman. Tanah pasir dengan struktur longgar kurang dapat menahan air, oleh karena itu periode penyiraman harus lebih pendek dengan debit yang kecil. Sebaliknya tanah yang banyak mengandung liat dengan struktur padat menahan air lebih banyak, periode penyiraman lebih panjang dengan debit yang lebih besar.

Tanaman cabai merupakan tanaman yang sangat sensitif terhadap kelebihan ataupun kekurangan air. Jika tanah telah menjadi kering dengan kadar air di bawah limit, maka tanaman akan kurang mengabsorpsi air sehingga menjadi layu dan lama kelamaan akan mati. Demikian pula sebaliknya, ternyata pada tanah yang banyak mengandung air akan menyebabkan aerasi tanah menjadi buruk dan tidak menguntungkan bagi pertumbuhan akar, akibatnya pertumbuhan tanaman

akan kurus dan kerdil. Di samping itu, kebutuhan air untuk tanaman cabai akan sejalan dengan lainnya pertumbuhan tanaman. Untuk fase vegetatif (umur 1 hari sampai 40 hari setelah tanam) rata-rata dibutuhkan air pengairan sekitar 200 ml/hari/tanaman, sedangkan untuk fase generative (umur 41 hari sampai 70 hari) sekitar 400 ml/hari/tanaman[3].

## 2.4 Metode Fuzzy Logic

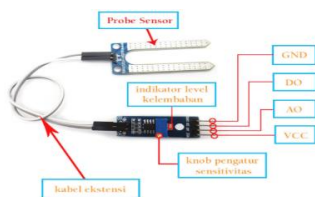
Logika fuzzy dimulai pada tahun 1965 dengan kertas yang disebut "Fuzzy Sets" oleh seorang pria bernama Lutfi Zadeh. Zadeh adalah profesor imigran dan Iran dari teknik elektro UC Berkeley, departemen ilmu komputer. Sambungan sejarah pertama logika fuzzy dapat dilihat dalam pemikiran Buddha, pendiri agama Buddha sekitar 500 SM. Dia percaya bahwa dunia itu penuh dengan kontradiksi dan semuanya berisi beberapa kebalikannya. Bertentangan dengan pemikiran Buddha, filsuf Yunani Aristoteles menciptakan logika biner melalui Hukum Tengah dikecualikan. Sebagian besar dunia Barat menerima filosofi dan itu menjadi dasar pemikiran ilmiah. Masih hari ini, jika ada sesuatu yang terbukti secara logis benar, itu dianggap ilmiah benar[4].

Aturan (rule) *if-then fuzzy* merupakan suatu pernyataan *if-then*, dimana beberapa kata-kata dalam pernyataan tersebut ditentukan oleh fungsi keanggotaan. Dalam proses pemanfaatan logika fuzzy, ada beberapa hal yang harus diperhatikan salah satunya adalah cara mengolah input menjadi output melalui sistem *inferensi fuzzy*. Metode *inferensi fuzzy* atau cara merumuskan pemetaan dari masukan yang diberikan kepada sebuah keluaran. Proses ini melibatkan fungsi keanggotaan, operasi logika, serta aturan *IF-THEN*. Hasil dari proses ini akan menghasilkan sebuah sistem yang disebut dengan *FIS (Fuzzy Inferensi System)*. Dalam logika fuzzy tersedia beberapa jenis *FIS* diantaranya adalah *Mamdani*, *Sugeno*, dan *Tsukamoto*.

## 2.5 Sensor Kelembapan Tanah (YL-69)

*Soil moisture sensor* adalah sensor yang dapat mendeteksi kelembapan tanah. Soil moisture sensor mampu mengukur kadar air di dalam tanah, dengan 2 buah probe pada ujung sensor. Untuk pendeteksian secara presisi menggunakan mikrokontroler, dapat menggunakan keluaran analog (sambungan dengan pin ADC atau analog input pada mikrokontroler) yang akan memberikan nilai kelembapan pada skala 0 V(relatif terhadap GND) hingga vcc (tegangan catu daya).

Berikut pada gambar 2 merupakan keterangan sensor kelembapan tanah (yl-69).

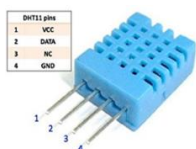


Gambar 2. Sensor Kelembapan Tanah (YL-69)

### 2.6 Sensor Suhu (DHT11)

Sensor suhu merupakan komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mendeteksi suhu udara dengan cara mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Keluaran sensor DHT11 berupa sinyal digital yang sudah terkalibrasi. Jangkauan pengukuran temperatur dari sensor ini adalah 0-50°C dan jangkauan pengukuran kelembapan relatif sebesar 20-90%. Sensor DHT11 membutuhkan catu daya sebesar 3 sampai 5,5 Volt DC [5].

Sensor suhu DHT11 memiliki empat buah kaki yaitu: pada bagian kaki VCC dihubungkan ke bagian yang bernilai sebesar 3V - 5V pada board mikrokontroler. Bagian kaki GND dihubungkan ke ground (GND). Pada bagian kaki Data yang merupakan keluaran (Output) dari pengolahan data dihubungkan ke beban, dan satu kaki tambahan yaitu kaki NC (Not Connected), yang tidak dihubungkan pin manapun. Keterangan tersebut dapat dilihat pada gambar 3 yaitu :



Gambar 3. Sensor Suhu (DHT11)

### 2.7 MCP3008

MCP3008 ADC adalah salah satu modul konversi dari analog ke digital, mcp3008 tersebut sangat kompatible dengan raspberry pi 2 B. dengan menghubungkan port dari modul konversi dengan port GPIO dari raspberry pi sistem oprasi raspbian akan mengontrol modul konversi. Port yang merupakan interface penghubung raspberry pi dan modul mcp3008 terdapat pada GPIO Raspberry Pi pin 18, pin 23, pin 24, dan pin 25[4]. Berikut pada gambar 4 merupakan gambar MCP3008.



Gambar 4. MCP3008

## 3. Analisis dan Perancangan

### 3.1 Analisis Sistem

Sistem penyiraman tanaman cabai bertujuan untuk memberikan kemudahan kepada petani dalam melakukan penyiraman. Sistem penyiraman tersebut dilakukan secara otomatis serta sistem dapat dimonitoring melalui website. Pada sistem penyiraman tanaman cabai ini menggunakan 2 sensor yaitu sensor kelembapan tanah dan sensor suhu. Untuk sensor kelembapan tanah hanya dapat membaca pada radius 7-10 cm [6].

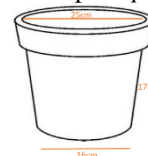
Proses awal yang dilakukan pada sistem penyiraman tanaman cabai yaitu sensor suhu dan sensor kelembapan tanah membaca data sensor. Data sensor tersebut dikirim ke database melalui REST API. Untuk lama penyiraman yang ada di database berasal dari nilai data sensor yang masuk kemudian dihitung sesuai dengan perhitungan metode fuzzy mamdani.

Proses kedua, raspberry pi akan mengambil data hasil defuzzifikasi pada database untuk mengontrol relay. Relay menyala ketika pukul 8.00 dan 16.00 WIB dan melakukan penyiraman sesuai dengan lama durasi yang telah dihitung dengan metode fuzzy mamdani. Selain pukul 8.00 dan 16.00 WIB maka relay akan mati dan tidak melakukan penyiraman.

Untuk melihat sistem melakukan penyiraman secara otomatis dapat dilihat melalui website. Pada tampilan website berisi informasi tentang cara bercocok tanam tanaman cabai dengan baik, nilai data sensor dan lama penyiraman pada tanaman cabai.

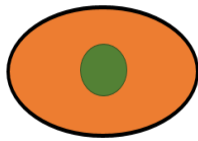
### 3.2 Perancangan Prototype Sistem

Pada perancangan prototype sistem terdapat 2 perancangan yaitu perancangan tanaman pada pot dan perancangan alat yang akan digunakan pada sistem. Untuk penerapan perancangan pada pot yaitu menggunakan pot dengan luas area yang berdiameter 25 cm tinggi 17 cm diameter atas 16 cm, dengan menggunakan pot warna hitam. Berikut pada Gambar 5 merupakan perancangan luas area pot yang akan digunakan pada prototype sistem.



Gambar 5. Luas Area Pot Tanaman Cabai

Untuk satu pot terdiri atas satu tanaman cabai saja. Peletakkan tanaman cabai berada pada posisi tengah. Gambar 6 merupakan gambar sisi atas prototype tanaman cabai, dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 6. Sisi Atas *Prototype* Tanaman Cabai

Satu pot akan ditanami satu tanaman cabai saja. Untuk penempatan *raspberry pi, mcp3008* dan selang akan diletakan di luar area pot. Pada gambar 6 ketebalan tanah yaitu 15 cm. Untuk sensor kelembapan tanah di tanam di bawah tanah dengan kedalaman minimal 3cm dan maksimal 5cm dari atas permukaan tanah dan untuk sensor suhu di taruh disamping pot. Posisi tangki air dan tanaman diletakkan bersebelahan agar selang dari pompa air bisa mencapai tanaman. Sedangkan posisi dari *raspberry* diletakkan agak jauh dari tangki air ataupun selang untuk menghindari terkena air. Dari penjelasan diatas dapat dilihat pada gambar 7 dibawah ini:

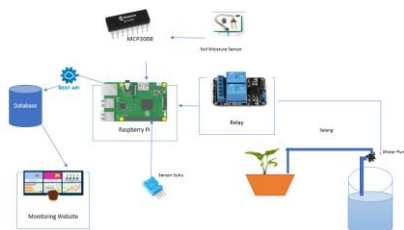


Gambar 7. Perancangan *Prototype* Sistem

### 3.3 Diagram Blok Sistem

Sensor kelembapan tanah terhubung pada MCP3008 ADC untuk merubah data analog menjadi data digital. MCP3008 ADC terhubung pada *raspberry pi* untuk mengeluarkan data digital pada sensor kelembapan tanah. Untuk sensor suhu langsung terhubung pada *raspberry pi* untuk memperoleh data suhu udara. Kemudian data kedua sensor tersebut disimpan kedalam database dengan menggunakan perantara *REST API*.

*Relay* terhubung pada *raspberry pi* yang berfungsi sebagai saklar *switch on/off*. Kemudian waterpump tersambung pada relay, dimana relay sebagai alat kontrol waterpump mati atau nyala. Berikut pada Gambar 8 merupakan Diagram Blok Sistem.



Gambar 8. Blok Diagram Sistem

## 4. Implementasi dan Pengujian

### 4.1 Implementasi Metode *Fuzzy Mamdani*

Metode yang diterapkan adalah metode *Fuzzy Mamdani*. Langkah-langkah menghitung metode *fuzzy mamdani* yaitu, menentukan nilai crisp atau nilai tegas pada nilai sensor. Pada tahap *fuzzifikasi* memperoleh fungsi keanggotaan. Tahap selanjutnya yaitu tahap *inference engine* melakukan penalaran sehingga mendapatkan suatu sistem keputusan, dan menentukan output pada *defuzzifikasi*. Berikut langkah-langkah penyelesaian dari solusi di atas untuk menghitung nilai durasi penyiraman yaitu:

- 1) Menentukan *variable fuzzy*

Berikut pada tabel 1 merupakan variabel fuzzy yang diterapkan pada sistem penyiraman otomatis.

Tabel 1. Variabel *Fuzzy*

Jenis Variabel	Nama Variabel
Input	Suhu
	Kelembapan Tanah
Output	Durasi Penyiraman

- 2) Menentukan nilai linguistik

Berikut pada tabel 2 merupakan variabel fuzzy yang diterapkan pada sistem penyiraman otomatis.

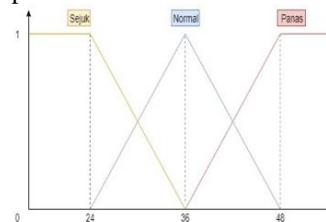
Tabel 2. Nilai Linguistik

<b>Suhu</b>	Sejuk, Normal, Panas
<b>Kelembapan Tanah</b>	Kering, Normal, Lembab
<b>Durasi</b>	Pendek, Cukup, Lama

- 3) Menentukan *Fuzzifikasi*

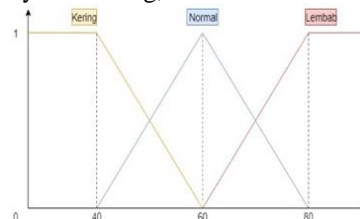
Tahap pertama pada proses *Fuzzy Logic* ini adalah *Fuzifikasi*, yang berupa penentuan dari *crisp input* dan *crisp output fuzzy*, yaitu :

- a) Variabel suhu tanaman cabai dibentuk menjadi tiga himpunan yaitu sejuk, normal, dan panas.



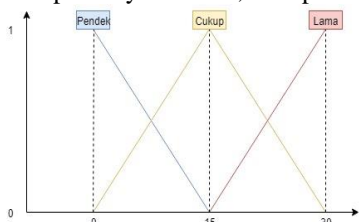
Gambar 9. Fungsi Keanggotaan Variabel Suhu

- b) Variabel kelembapan tanah tanaman cabai dibentuk menjadi tiga himpunan yaitu kering, normal dan lembab.



Gambar 10. Fungsi Keanggotaan Variabel Kelembapan Tanah

- c) Variabel output durasi mempunyai tiga himpunan yaitu lama, cukup dan pendek



Gambar 11. Fungsi Keanggotaan Output Variabel Durasi

- d) Aturan Rule Based

Aturan dasar (*rule based*) pada control logika fuzzy merupakan suatu bentuk aturan relasi “Jika-Maka” atau “*if-then*” seperti berikut ini: *if x is A then y is B* dimana A dan B adalah *linguistic values* yang didefinisikan dalam rentang variabel X dan Y. Pernyataan “x is A” disebut *antecedent* atau premis. Pernyataan “y is B” disebut *consequent* atau kesimpulan. Untuk aturan fuzzy yang digunakan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. dibawah ini

Tabel 3. Hasil Rule Base

IF	Suhu	Kelembapan Tanah	Durasi Penyiraman
R1	Sejuk	Kering	Lama
R2	Sejuk	Lembab	Cukup
R3	Sejuk	Basah	Pendek
R4	Normal	Kering	Lama
R5	Normal	Lembab	Cukup
R6	Normal	Basah	Pendek
R7	Panas	Kering	Lama
R8	Panas	Lembab	Cukup
R9	Panas	Basah	Pendek

- e) Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu. Pada metode ini, solusi crisp yang diperoleh dengan cara mencari titik pusat ( $z^*$ ) daerah fuzzy. Berikut dibawah ini cara menghitung  $y^*$  dengan metode *Centroid*, yaitu:

$$z^* = \frac{\sum y \mu_R(y)}{\sum \mu_R(y)} \tag{1}$$

### 4.2 Implementasi Website Pada Sistem

Halaman yang pertama kali muncul pada saat pengguna menjalankan aplikasi. Pada halaman ini pengguna dapat memonitoring keadaan tanaman cabai. Pengguna dapat melihat data suhu, data kelembapan tanah dan data durasi lama penyiraman sistem yang sesuai dengan kebutuhan tanaman cabai tersebut. Pada website sistem penyiraman tanaman cabai dapat melakukan refresh secara otomatis tanpa melakukan refresh manual.

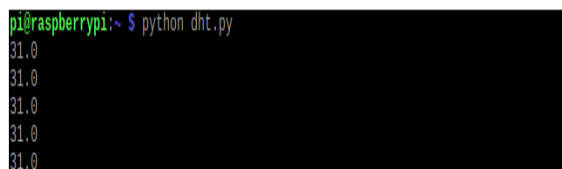
Berikut pada gambar 12 dibawah ini merupakan halaman website yang berisi memberikan informasi data suhu, data kelembapan tanah serta lama penyiraman tanaman cabai :



Gambar 12. Halaman Website

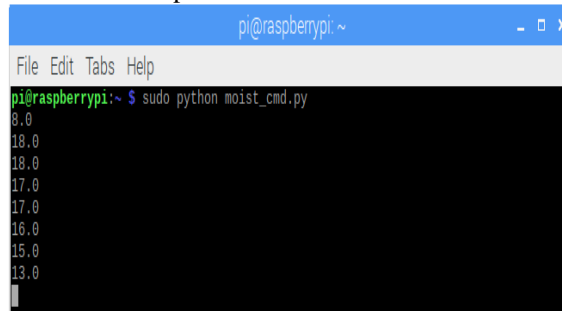
### 4.3 Implementasi Sensor

Berikut pada gambar 13 dibawah ini merupakan hasil implementasi pembacaan suhu udara pada sensor suhu.



Gambar 13. Implementasi Sensor Suhu

Pada gambar 14 merupakan hasil implementasi sensor kelembapan tanah.



Gambar 14. Implementasi Sensor Kelembapan Tanah

### 4.4 Pengujian Prototype

Hasil pengujian sistem penyiraman tanaman cabai secara otomatis dibagi menjadi dua cara dalam pengujiannya untuk melihat keberhasilan sistem. Pengujian pertama, uji coba dengan melakukan penyiraman secara manual dan pengujian kedua, menggunakan penyiraman secara otomatis. Berikut pada tabel 4. merupakan uji coba penyiraman secara manual dan secara otomatis dengan tanaman cabai berumur 2 bulan.

Tabel 4. Pengujian Prototype

Ha-ri	Tinggi Tanaman (cm)		Jumlah Daun	
	Cabai 1 Manual	Cabai 2 Otomatis	Cabai 1 Manual	Cabai 2 Otomatis
1	20,5	20,5	60	58
2	20,7	20,9	62	60
3	21	21,3	66	63
4	21	21,9	68	69
5	21,2	22,5	68	73
6	21,4	22,7	70	75
7	21,7	23	75	80

P. Adhikary, P. K. Roy, dan A. Mazumdar, "Safe and efficient control of hydro power plant by fuzzy logic," *IJESAT*, vol. 2, no. 5, hlm. 1270–1277, 2012.

Y. Linmao *dkk.*, "FDR Soil Moisture Sensor for Environmental Testing and Evaluation," *Phys. Procedia*, vol. 25, hlm. 1523–1527, 2012.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Sistem ini telah berhasil menerapkan metode *fuzzy mamdani* untuk menentukan lama penyiraman pada tanaman cabai yang telah sesuai dengan yang diharapkan.
- 2) Raspberry Pi dapat melakukan kontrol secara otomatis terhadap penyiraman tanaman cabai dengan mengolah masukkan keadaan suhu udara dan kelembapan tanah. Masukan tersebut akan diproses menggunakan *inferensi fuzzy* untuk mendapatkan waktu penyiraman tanaman cabai yang dibutuhkan.
- 3) Website yang digunakan sebagai monitoring penyiraman tanaman cabai bekerja dengan baik dan dapat berjalan secara otomatis.
- 4) Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem penyiraman tanaman secara otomatis lebih subur daripada tanaman penyiramannya secara manual.

### 5.2 Saran

Saran yang didapat pada untuk pengembangan sistem ini adalah dengan penambahan sensor curah hujan dan anemometer supaya sistem ini semakin lengkap. Serta penambahan sensor untuk mendeteksi banyaknya air dalam tangki penyimpanan air.

### Daftar Pustaka :

- A. Sumarna, "Irigasi Tetes Pada Budidaya Cabai," no. 9, hlm. 40, 1998.
- I. D. Wijaya, U. Nurhasan, dan M. A. Barata, "Implementasi Raspberry Pi Untuk Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Ruang Server Dengan Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Triangle," vol. 4, hlm. 8, 2017.
- Indarti Diah, "Outlook Cabai 2016," *Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian*, ISSN:1907-1507, 2016 .
- M. Maksimović, V. Vujović, B. Perišić, dan V. Milošević, "Developing a fuzzy logic based system for monitoring and early detection of residential fire based on thermistor sensors," *Comput. Sci. Inf. Syst.*, vol. 12, no. 1, hlm. 63–89, 2015.