

# PERANCANGAN SISTEM KONTROL KETINGGIAN AIR PADA TANAMAN HIDROPONIK DENGAN METODE LOGIKA FUZZY MAMDANI

Muhammad Fajar Ramadhan<sup>1</sup>, Sholihin<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Teknik, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspiptek No. 46,  
Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: <sup>1</sup>[muhamadfajarramadhan392@yahoo.co.id](mailto:muhamadfajarramadhan392@yahoo.co.id), <sup>2\*</sup>[dosen00404@unpam.ac.id](mailto:dosen00404@unpam.ac.id)

(\* : coressponding author)

**Abstrak**—Tanaman hidroponik telah menjadi perbincangan di kalangan kaum milenial. Tanaman hidroponik menjadi sistem pertanian alternatif bagi penduduk kota karena tidak memerlukan media tanah dan ruang yang luas. Namun, cara untuk menanam hidroponik masih dirasa sulit bagi orang awam. Tanaman hidroponik tidak boleh diberi sinar matahari secara terus menerus melainkan harus dipindahkan ke tempat yang dapat melindungi tanaman tersebut dari sinar matahari secara langsung. Penggunaan air pada tanaman hidroponik juga merupakan masalah yang sangat penting. Air dapat berkurang karena penguapan dari sinar matahari sehingga tanaman hidroponik yang menggunakan bak penampung harus terus menerus diisi oleh air yang cukup. Hal tersebut tentunya menyulitkan pemilik tanaman karena faktor kesibukan dari pemilik tanaman itu sendiri. Dengan adanya masalah tersebut, dibuatlah sebuah rancangan alat untuk mengendalikan volume air di dalam bak penampung dengan teknologi fuzzy. Sistem fuzzy dibuat untuk memenuhi kebutuhan pemilik tanaman hidroponik dengan metode bak penampung sehingga air tetap berada pada ambang batas dimana akar tanaman dapat menyerap air. Penggunaan pompa mungkin menjadi salah satu alternatif, tetapi ketercapaian ambang batas dan efisiensi mungkin tidak tercapai. Sistem yang diusulkan dalam penelitian ini merupakan pengendalian pompa air dalam mengalirkan air dengan dua buah sensor sehingga air yang ada di dalam bak penampung akan selalu pas pada ambang batas.

**Kata Kunci:** Tanaman hidroponik, Logika Fuzzy, Perancangan Alat

**Abstract**—Hydroponic plants have become a conversation among millennials. Hydroponic plants are an alternative farming system for city dwellers because they do not require extensive soil and space media. However, how to grow hydroponics is still difficult for ordinary people. Hydroponic plants should not be given direct sunlight but must be moved to a place that can protect these plants from direct sunlight. The use of water in hydroponic plants is also a very important issue. Water can be reduced due to evaporation from sunlight so that hydroponic plants that use reservoirs must be continuously filled with sufficient water. This of course makes it difficult for the plant owner because of the busyness of the plant owner himself. With this problem in mind, a tool design was made to control the volume of water in the reservoir using fuzzy technology. The fuzzy system was made to meet the needs of hydroponic plant owners with a holding tank method so that water remains at a threshold where plant roots can absorb water. The use of a pump may be an alternative, but the achievement of thresholds and efficiency may not be achieved. The system proposed in this study is the control of a water pump to circulate water with two sensors so that the water in the reservoir will always be right at the threshold.

**Keywords:** Hydroponic Plants, Fuzzy Logic, Tool Design

## 1. PENDAHULUAN

Hidroponik merupakan sistem pertanian yang menggunakan air sebagai media tanam. Hidroponik digunakan di lingkungan pertanian maupun lingkungan rumah. Hidroponik tidak membutuhkan media tanah ataupun area yang luas sehingga dijadikan alternatif dari pertanian konvensional. Hidroponik juga dapat digunakan pada musim hujan maupun kemarau secara kontinu, tidak seperti pertanian konvensional yang hanya dapat bercocok tanam pada musim tertentu. Namun, bertani menggunakan sistem hidroponik juga memiliki tantangan tersendiri untuk dilakukan. Hidroponik memerlukan perlakuan khusus terkait berbagai parameter untuk memberi hasil panen yang optimal dengan kualitas baik. Salah satu parameter yang perlu diperhatikan pada hidroponik adalah ketinggian air.

Hidroponik berasal dari dua kata yaitu hidro yang berarti air dan ponos yang berarti pekerja. Hidroponik adalah teknik penanaman modern yang menggunakan larutan nutrisi (tidak

menggunakan tanah). Keunggulan hidroponik yang utama adalah tidak menggunakan pestisida, meningkatkan hasil panen, dan penggunaan air yang lebih minim. Cara bercocok tanam secara hidroponik sudah banyak dilakukan oleh masyarakat. Teknik menanam ini dapat menguntungkan dari segi kualitas dan kuantitas hasil pertaniannya, serta dapat memaksimalkan lahan pertanian yang ada karena tidak membutuhkan banyak lahan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Seperti penelitian pada umumnya, proses pelaksanaan penelitian ini diawali dengan pencarian masalah, identifikasi masalah, pembacaan literatur, eksperimen, pembuatan laporan penelitian, dan penarikan kesimpulan.

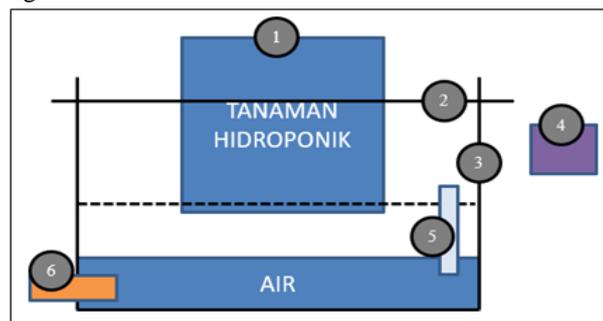
### 2.1 Metode Pengumpulan Data

Metode penelitian yang akan digunakan adalah penelitian perpustakaan (*library research*) dan penelitian lapangan (*field research*).

- a. Penelitian Perpustakaan (*library research*) yaitu mengumpulkan data dengan cara membaca buku-buku yang berkaitan dengan penelitian, seperti buku-buku tentang mikrokontroler.
- b. Penelitian lapangan (*field research*) yaitu mengumpulkan data dengan melakukan penelitian secara langsung di tempat penelitian yang telah ditentukan untuk memperoleh data yang dibutuhkan sebagai bahan pembahasan dalam penulisan ini. Dalam hal ini, metode yang digunakan yaitu observasi (*observation*) dan wawancara (*interview*).
- c. Pengamatan (*observation*) yaitu melakukan pengamatan secara langsung di lokasi penelitian terhadap obyek yang akan diteliti dan dibahas serta mengumpulkan data atau informasi sebanyak mungkin yang berhubungan dengan masalah yang akan diteliti.
- d. Wawancara (*interview*) yaitu mengadakan wawancara dan mencatat keterangan-keterangan mengenai masalah yang akan di bahas.

### 2.2 Perancangan Penelitian

Desain rancangan yang digunakan selama penelitian dibuat agar praktis dan mudah dalam pengoperasian serta aman dalam penggunaannya. Adapun desain rancangan penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut.



**Gambar 1.** Desain Rancangan Alat

Keterangan:

1. Tanaman Hidroponik berlaku sebagai obyek penelitian.
2. Penutup Bak Penampung berlaku agar air yang berada di dalam bak tidak bercampur dengan benda asing ataupun cairan lainnya.
3. Bak Penampung berlaku sebagai penampung air untuk tanaman hidroponik.
4. Kontroler berlaku sebagai pengendali sistem ketinggian air.
5. Sensor berlaku sebagai peran utama untuk mengukur ketinggian air dalam bak penampung.
6. Pompa Air berlaku sebagai pengisi air apabila ketinggian air di dalam bak penampung berkurang.

### 2.3 Metode/Teknik Analisis

Dalam penelitian ini penulis melakukan metode yang diawali dengan pengidentifikasian masalah hingga menentukan metode pengembangan sistem, dilanjutkan dengan pengumpulan data yang disertai pengumpulan pustaka hingga dihasilkan sistem kontrol berbasis logika fuzzy mamdani.

## 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisa Kebutuhan Sistem

Analisa kebutuhan dilakukan untuk mengetahui spesifikasi dari kebutuhan alat yang akan dibuat. Pada tahap ini akan membahas mengenai perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan Perancangan Sistem Kontrol Ketinggian Air Pada Tanaman Hidroponik Dengan Metode Logika Fuzzy Mamdani.

### 3.2 Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

Ada beberapa perangkat lunak yang digunakan untuk membuat penelitian, diantaranya:

a. *Microsoft Office*

Untuk pembuatan skripsi ini penulis menggunakan microsoft office terutama microsoft office word untuk membuat paper, dan microsoft office power point untuk membuat hasil presentasi.

b. *Corel Draw X7*

Selama penelitian penulis menggunakan aplikasi desain grafis seperti corel draw x7 untuk membuat diagram blok, diagram alur, perancangan alat, dan kebutuhan grafis lainnya.

c. *Arduino IDE*

Dalam hal ini Arduino IDE digunakan sebagai sarana untuk menuliskan kode program pada mikrokontroler Arduino Uno dengan demikian rangkaian perangkat mikrokontroler dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

### 3.3 Analisa Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Kebutuhan perangkat keras yang dibutuhkan dalam Perancangan Sistem Kontrol Ketinggian Air Pada Tanaman Hidroponik Dengan Metode Logika Fuzzy Mamdani meliputi mikrokontroler dan komponen komponen penunjangnya, antara lain:

- a. Adaptor
- b. Arduino UNO
- c. Modul Jack DC
- d. Modul LCD
- e. Modul MOSFET
- f. Modul *Step Down*
- g. PCB
- h. *Submersible Water Pump*
- i. *Water Level Sensor*

## 4. IMPLEMENTASI

### 4.1 Implementasi

#### 4.1.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

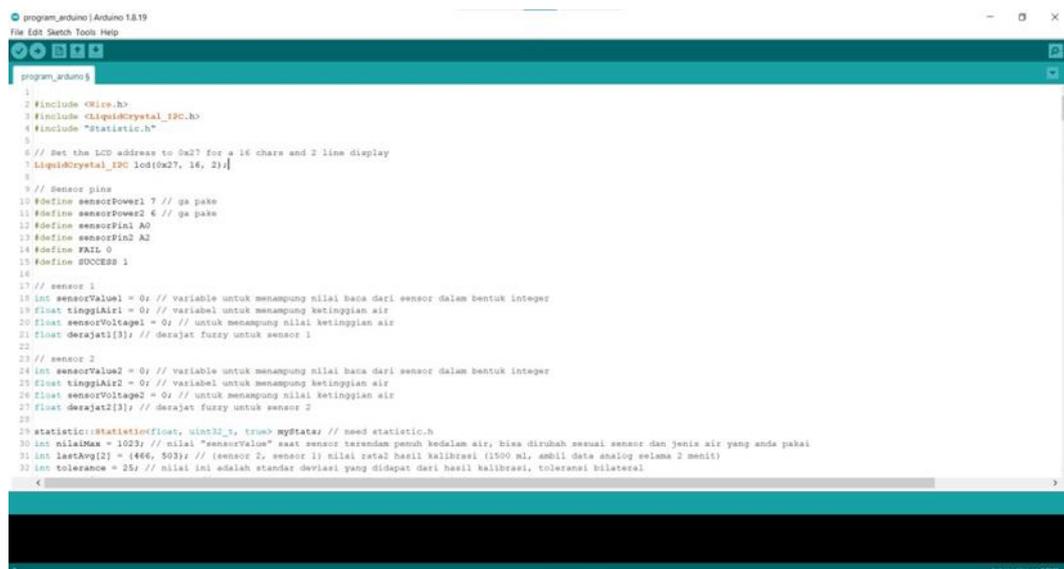
Berikut adalah hasil dari perancangan perangkat keras Perancangan Sistem Kontrol Ketinggian Air pada Tanaman Hidroponik dengan Metode Logika Fuzzy Mamdani. Perakitan dimulai dengan menghubungkan antara komponen yang telah didesain dan rangkaian elektronik dari hardware yang akan digunakan. Bentuk fisik penelitian ini, ditunjukkan pada gambar di bawah. Untuk mengaktifkan sistem, pengguna hanya perlu memberi catudaya. Setelah sistem mendapatkan catudaya, Arduino uno akan bekerja secara otomatis.



**Gambar 2.** Rancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

#### 4.1.2 Hasil Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak disusun menggunakan aplikasi Arduino IDE dengan bahasa C/C++. Selama perancangan perangkat lunak, penulis banyak menggunakan kode program yang sudah tersedia dalam aplikasi ini karena dinilai efektif dan efisien serta mempercepat pembuatan program. Untuk menjalankan sistem, pengguna alat tidak perlu memberikan perintah pada sistem karena saat sistem dihidupkan alat akan berjalan secara otomatis. Berikut adalah hasil perancangan perangkat lunak pada tugas akhir ini.



**Gambar 3.** Rancangan Perangkat Lunak (*Software*)

## 4.2 Pengujian Sistem

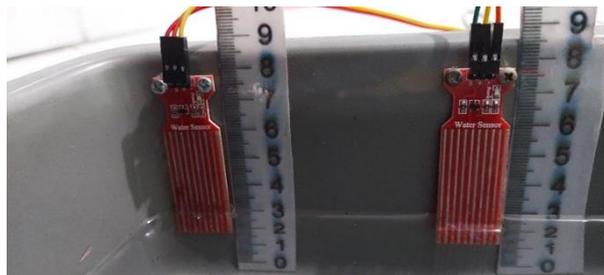
Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui keberhasilan rancangan alat. Pengujian sistem dilakukan pada perangkat keras dan perangkat lunak. Alur pengujian sistem digambarkan pada gambar 2. Sistem pendeteksian atau sensorik akan diuji terlebih dahulu sebelum melakukan pengujian lainnya. Ini terjadi disebabkan sistem pendeteksian adalah sistem terpenting dalam rancangan alat ini. Apabila hasil pembacaan sensorik bersifat fluktuatif, hasil analisis sistem dengan fuzzy juga akan bersifat fluktuatif. Pengujian subsistem lainnya akan dijelaskan dalam subbab di bawah ini:



**Gambar 4.** Diagram Pengujian Sistem

### 4.2.1 Pengujian Mikrokontroler Terhadap Sensor

Untuk mengetahui kemampuan sensor yang digunakan dalam rancangan tugas akhir ini, diperlukan sebuah pengujian terhadap sensor. Rangkaian pengujian terdiri dari mikrokontroler, dua buah sensor ketinggian air, kabel jumper, bak atau penampung air, dan gelas ukur. Kedua sensor akan ditempelkan pada bak atau penampung air menggunakan baut dan mur sehingga kedua sensor tidak dapat berpindah posisi atau tetap. Selanjutnya, mikrokontroler perlu disambungkan dengan kedua sensor menggunakan kabel jumper. Kabel jumper akan mewakili kaki plus (+), minus (-), dan keluaran analog sensor (S). Terdapat 6 buah kabel jumper yang terpasang pada sensor dan mikrokontroler.



**Gambar 5.** Rangkaian Sensor Ketinggian Air



**Gambar 6.** Rangkaian Arduino dan Sensor Ketinggian Air

Setelah menghubungkan kabel jumper, bak penampung diberi air secara perlahan dengan gelas ukur 220 ml. Bak penampung diberi air hingga sensor mengenai air tersebut, seperti pada gambar di atas. Kemudian, mikrokontroler mulai diprogram untuk membaca ketinggian air.

Nilai analog yang didapat tidak bisa langsung digunakan, melainkan harus diolah terlebih dahulu. Supaya pembacaan nilai sensor mendekati stabil, digunakan sebuah metode statistik yang berfungsi sebagai penyaring digital (digital filter) berupa perhitungan rata-rata dan standar deviasi. Selanjutnya, nilai tersebut ditetapkan sebagai acuan atau nilai referensi untuk pembacaan data berikutnya.

Proses ini dinamakan kalibrasi. Berikut adalah data hasil pengujian sensor berdasarkan ketinggian volume air.

**Tabel 1.** Data Pengujian Mikrokontroler Terhadap Sensor Ketinggian Air

No.	Volume Air (ml)	Sensor 1	Sensor 2
		Tegangan(V)	Tegangan(V)
1	800	0.70	0
2	960	0.99	0.78
3	1120	2.08	2.06
4	1280	2.45	2.43
5	1440	2.47	2.46
6	1600	2.53	2.55
7	1760	2.62	2.65
8	1920	2.66	2.72
9	2080	2.69	2.77
10	2240	2.67	2.75
11	2400	2.77	2.76
12	2560	2.82	2.79
13	2720	2.70	2.80

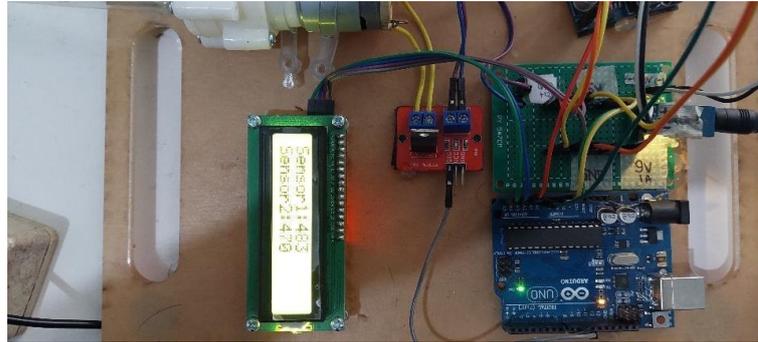
Warna hijau melambangkan volume air yang tepat mengenai bagian bawah sensor. Warna kuning melambangkan volume air berada di tengah-tengah bagian sensor atau setengah dari bak penampung. Warna merah melambangkan volume air yang tepat mengenai bagian atas sensor yang berarti bak penampung telah terisi penuh dengan air. Jika bak penampung diberi air lebih dari 2720 ml maka air akan mengenai rangkaian listrik sensor sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada kedua sensor. Nilai analog yang terbaca (analog read) diprogram agar muncul pada layar LCD. Sedangkan, nilai tegangan didapat dengan memakai multi meter.

#### 4.2.2 Pengujian Mikrokontroler Terhadap LCD

Pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan mikrokontroler dengan Layar LCD. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan LCD dalam menampilkan data dan hasil program sesuai kebutuhan. LCD dikombinasikan dengan modul I2C agar mempermudah dalam perangkaian terhadap arduino uno.

Perangkaian pin I2C yaitu menggunakan pin V+, GND, A4, dan A5 pada Arduino Uno. Berikut adalah langkah-langkah pengujian layar LCD pada Arduino Uno:

1. Hubungkan PIN VCC 5V dari papan PCB dengan VCC pada modul I2C.
2. Hubungkan PIN GND dari MODUL I2C dengan Ground (GND) pada papan PCB.
3. Hubungkan PIN SDA dari Modul I2C dengan pin A4 arduino uno.
4. Hubungkan PIN SCL dari Modul I2C dengan pin A5 arduino uno.
5. Setelah selesai menghubungkan semuanya, langkah selanjutnya adalah membuat program pada software Arduino IDE.



**Gambar 7.** Rangkaian Pengujian LCD

```

program_arduino | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
program_arduino $
200     }
201     if (lcdContent == 1) {
202         lcd.setCursor(0,0);
203         lcd.print("Sensor1:");
204         lcd.print(sensorValue1);
205         //lcd.print(tinggiAir1, 1); lcd.print(" cm");
206         lcd.setCursor(0,1);
207         lcd.print("Sensor2:");
208         lcd.print(sensorValue2);
209         //lcd.print(tinggiAir2, 1); lcd.print(" cm");
210     }
211 //     else if (lcdContent == 2) {
212 //         lcd.setCursor(0,0);
213 //         lcd.print("R1:"); lcd.print(derajat1[0]);
214 //         lcd.print(", S1:"); lcd.print(derajat1[1]);
215 //         lcd.setCursor(0,1);
216 //         lcd.print("T1:"); lcd.print(derajat1[2]);
217 //
Done uploading.
avrdude done. Thank you.
377 Arduino Uno on COM3

```

**Gambar 8.** Kode Program untuk Menguji LCD

#### 4.2.3 Pengujian Mikrokontroler Terhadap Modul MOSFET dan Pompa

Untuk melakukan pengujian ini, diperlukan beberapa kabel jumper untuk menghubungkan mikrokontroler dengan modul MOSFET. Untuk menghubungkan modul MOSFET dengan pompa air, diperlukan kabel AWG. Untuk mengendalikan pompa air, mikrokontroler perlu mengeluarkan sinyal pulsa berbentuk kotak atau disebut juga sinyal PWM (Pulse Width Modulation). Pada aplikasi arduino IDE, mikrokontroler dapat mengeluarkan sinyal PWM dengan cara memberikan perintah berupa analogWrite() beserta nilai PWM yang diinginkan. Nilai PWM yang dapat dikeluarkan oleh mikrokontroler sebesar 0 hingga 255, apabila dinyatakan dalam persentase maka 0 hingga 100 %. Berdasarkan informasi yang tercantum dalam lembar data arduino uno, sinyal PWM bertegangan 0 hingga 5 volt. Besarnya sinyal PWM yang diberikan kepada modul MOSFET akan mengendalikan keluaran tegangan pompa sehingga tegangan yang masuk ke dalam pompa air dapat bervariasi mulai dari 0 hingga 12 volt. Untuk mengetahui besar tegangan yang dihasilkan mikrokontroler dan modul MOSFET, digunakan sebuah alat ukur bernama multi meter. Multi meter memiliki 2 kabel yang

berwarna merah dan hitam. Kabel berwarna merah atau kabel bertanda positif adalah kabel yang digunakan untuk mendeteksi tegangan pada obyek. Sementara kabel berwarna hitam atau kabel bertanda negatif adalah kabel yang digunakan untuk menghubungkan alat ukur ke tanah (ground). Kabel merah diarahkan pada kaki mikrokontroler untuk membaca tegangan analogWrite. Selanjutnya, kedua kabel multimeter diarahkan pada kaki pompa air untuk membaca tegangan pompa. Berikut adalah hasil pengujian mikrokontroler terhadap modul MOSFET dan Pompa air mini 12 VDC.

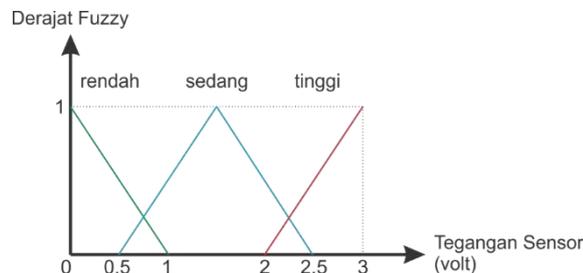
**Tabel 2.** Data Pengujian Mikrokontroler Terhadap Modul Mosfet dan Pompa

No.	Analog Write	Analog Write (%)	Arduino Voltage (V)	Water Pump Voltage (V)	Status
1	255	100.00	3.61	11.37	Highest Speed
2	240	94.12	3.509	9.43	
3	220	86.27	3.215	8.72	
4	200	78.43	2.929	7.92	
5	180	70.59	2.636	7.03	
6	160	62.75	2.354	6.05	
7	140	54.90	2.072	5.02	
8	120	47.06	1.8	3.79	
9	100	39.22	1.5	2.7	Lowest Speed

Berdasarkan pengujian dapat diketahui bahwa semakin kecil tegangan pompa maka semakin kecil pelan air yang dialirkan dari pompa. Sebaliknya, semakin besar tegangan pompa maka semakin cepat air yang dialirkan dari pompa.

#### 4.2.4 Pengujian Sistem Fuzzy

Pengujian ini termasuk salah satu bagian utama dari rancangan tugas akhir. Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, metode perhitungan fuzzy yang digunakan adalah metode mamdani dimana nilai crisp dihitung berdasarkan titik berat (centroid). Masukan dari sistem ini adalah nilai ketinggian air dari sensor yang telah dikonversi dari nilai tegangan sensor. Namun, nilai tegangan sensor tidak dapat langsung dihitung menggunakan metode mamdani, melainkan harus dikonversi menjadi himpunan fuzzy terlebih dahulu. Untuk mendapatkan himpunan fuzzy, nilai tegangan sensor dikelompokkan menjadi beberapa poin, yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi. Ketiga poin ini disebut sebagai himpunan fuzzy. Ketiga nilai tersebut diberi rentang nilai agar dapat dibedakan. Himpunan rendah dapat diartikan sebagai nilai tegangan sensor di bawah 1 volt. Himpunan sedang dapat diartikan sebagai nilai tegangan sensor di antara 0.5 dan 2.5 volt. Himpunan tinggi dapat diartikan sebagai nilai tegangan sensor di antara 2 dan 3 volt.



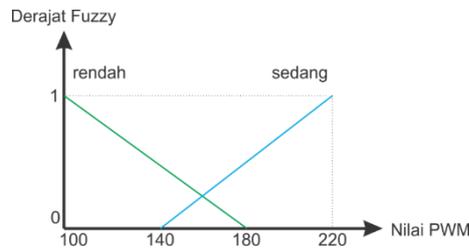
**Gambar 9.** Diagram Fuzzy untuk Sensor 1 dan Sensor 2

Diagram di atas menunjukkan hubungan antara nilai tegangan sensor terhadap derajat fuzzy. Setelah nilai ketinggian air dikonversi menjadi bahasa fuzzy atau himpunan fuzzy, nilai tersebut dinamakan sebagai derajat fuzzy. Derajat fuzzy dievaluasi berdasarkan aturan (rule) yang dibuat secara mandiri. Berikut adalah aturan-aturan yang digunakan dalam rancangan tugas akhir ini.

**Tabel 3.** Aturan Fuzzy yang Digunakan

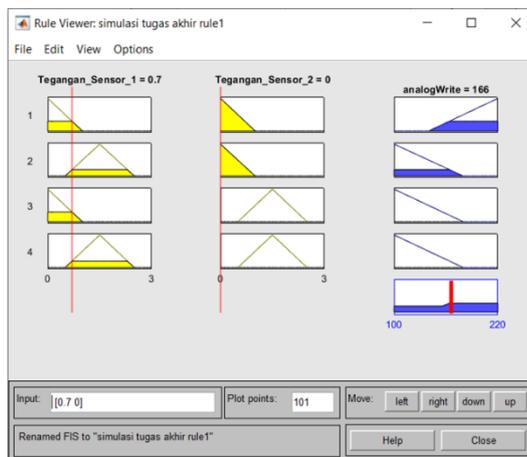
		sensor 2	
		rendah	seda
sensor 1	rendah	sedan	
	sedang		

Kolom yang berwarna hijau menandakan keluaran sistem berupa himpunan fuzzy untuk pompa air. Pompa air memiliki 2 buah himpunan fuzzy, yaitu Rendah dan Sedang. Sedangkan, kolom yang berisikan huruf “x” menandakan bahwa sistem akan mati apabila kedua sensor mencapai himpunan tersebut. Aturan ini dibuat sedemikian rupa agar menyesuaikan dengan kondisi asli dari tanaman hidroponik. Titik air tertinggi bukanlah batas atas dari sensor melainkan titik tengah dari sensor. Oleh sebab itu, sensor dan pompa diatur hanya untuk mendeteksi pada rentang Rendah hingga Sedang saja.



**Gambar 10.** Diagram Fuzzy Untuk Keluaran Sistem

Derajat pompa air yang didapat akan dikonversi menjadi nilai PWM untuk pompa air. Kecepatan air atau debit air yang mengalir pada bak penampung akan dikendalikan oleh sistem fuzzy. Keluaran sistem mungkin dapat menyebabkan guncangan atau ketidakstabilan permukaan air sehingga terjadinya gelombang air pada permukaan bak penampung. Dengan demikian, nilai crisp yang dihasilkan oleh sistem fuzzy akan memiliki rentang nilai PWM sebesar 100 hingga 220. sehingga keluaran sistem tetap terlindungi dari guncangan. Berikut adalah nilai hasil pengujian dari sistem fuzzy dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB.



**Gambar 11.** Data Pengujian Sistem Fuzzy Pada Tegangan 0,7 Dan 0,0

Setiap data tegangan disimulasikan dengan perangkat lunak MATLAB untuk mengetahui hasil perhitungan secara teoretis. Kemudian, data-data ditulis dalam tabel menggunakan perangkat lunak microsoft excel.

**Tabel 4.** Data Pengujian Sistem Fuzzy pada Tegangan Lainnya

No.	Volume Air (ml)	Masukan 1	Masukan 2	Keluaran Sistem
		Tegangan Sensor 1 (V)	Tegangan Sensor 2 (V)	Nilai PWM
1	800	0.70	0	166
2	960	0.99	0.78	136
3	1120	2.08	2.06	132
4	1280	2.45	2.43	139
5	1440	2.47	2.46	139
6	1600	2.53	2.55	X
7	1760	2.62	2.65	
8	1920	2.66	2.72	
9	2080	2.69	2.77	
10	2240	2.67	2.75	
11	2400	2.77	2.76	
12	2560	2.82	2.79	
13	2720	2.70	2.80	

#### 4.3.5 Pengujian Keseluruhan

Nilai PWM yang dikeluarkan mikrokontroler akan diberikan pada modul MOSFET untuk mengendalikan tegangan pompa. Sistem fuzzy yang diusulkan dalam rancangan tugas akhir ini merupakan sistem pengendalian tegangan pompa air. Dengan demikian, apabila sistem dapat mengklasifikasikan data ke dalam aturan fuzzy kemudian menghasilkan nilai PWM yang bervariasi sehingga menyebabkan tegangan pompa air yang bervariasi juga maka dapat disimpulkan bahwa sistem pengendalian yang diusulkan dalam rancangan tugas akhir ini berhasil. Setelah menghubungkan sistem secara utuh, didapat data keseluruhan sistem sebagai berikut.

**Tabel 5.** Data Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

No.	Volume Air (ml)	Masukan 1	Masukan 2	Keluaran Sistem	
		Tegangan Sensor 1 (V)	Tegangan Sensor 2 (V)	Nilai PWM	Water Pump Voltage (V)
1	800	0.70	0	166	6.21
2	960	0.99	0.78	136	4.66
3	1120	2.08	2.06	132	4.46
4	1280	2.45	2.43	139	4.82
5	1440	2.47	2.46	139	4.82
6	1600	2.53	2.55	X	0.00
7	1760	2.62	2.65		
8	1920	2.66	2.72		
9	2080	2.69	2.77		
10	2240	2.67	2.75		
11	2400	2.77	2.76		
12	2560	2.82	2.79		
13	2720	2.70	2.80		

Terlihat bahwa perubahan nilai PWM berdampak pada tegangan pompa yang dapat menurun atau meninggi secara perlahan sesuai dengan volume air yang tersedia.

## 5. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, penelitian ini telah berhasil menjawab masalah penguapan yang sering terjadi pada tanaman hidroponik. Terlihat pada data penelitian yang didapat bahwa nilai volume air yang bertambah akan menyebabkan peningkatan pada tegangan sensor. Tegangan pada sensor akan dibaca oleh mikrokontroler kemudian data diolah menggunakan sistem fuzzy. Sistem fuzzy mengendalikan nilai PWM yang mana dapat mengendalikan tegangan pompa air secara tidak langsung. Hal tersebut berdampak pada kecepatan air yang dialirkan oleh pompa sehingga semakin ketinggian air mendekati titik tengah sensor maka semakin pelan kecepatan air yang dialirkan oleh pompa. Dengan adanya alat dan sistem kontrol ini, ketinggian air di dalam bak penampung tanaman hidroponik tetap terjaga.

### 5.2 Saran

Untuk mengatasi kekurangan yang terjadi pada penelitian ini, diharapkan peneliti selanjutnya dapat menambahkan beberapa variabel penelitian dan menguji dengan metode yang lain sehingga penelitian selanjutnya lebih komprehensif lagi serta menggunakan sensor ketinggian air yang lebih teliti sehingga tidak lagi diperlukan penyaring (filter) pada perangkat keras dan perangkat lunak (digital filter).

## REFERENCES.

- Cakra, B., Kesuma, J., Hannats, M., dan Ichsan H. (2018). "Implementasi metode fuzzy pada akuaponik deep water culture berdasarkan derajat keasaman dan ketinggian air," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 11, hal. 5192–5200.
- Inggi R. dan Rizal, "Perancangan alat pengontrol ketinggian air dan penyiraman tanaman secara otomatis berbasis arduino pada media tanam hidroponik," *Simkom*, vol. 5, no. 2, hal. 28–34, 2020, doi: 10.51717/simkom.v5i2.49.
- Indriani E. S., Qurthobi A., dan Darmawan D., "Perancangan kontrol suhu larutan nutrisi pada sistem hidroponik menggunakan kontrol logika fuzzy; studi kasus selada keriting (*lactuca sativa l.*)," *eProceedings Eng.*, vol. 7, no. 1, hal. 1274–1280, 2020.
- Mukhlis, A. R. M. M.S., & Yamato. (2015). *Sistem mikrokontroler ATmega328P sebagai pengontrol suhu dan level air*. Hal. 1–10.
- Prasetya B., Setiawan A. B., dan Hidayatulail B. F., "Fuzzy mamdani pada tanaman tomat hidroponik (mamdani fuzzy on hydroponics tomato plants)," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 2, hal. 228, 2019.