

## Kontrol Ketinggian Air pada Budidaya Ikan dan Tanaman Yumina Bumina Menggunakan Metode Fuzzy Takagi-Sugeno

Tegar Assyidiqi Nugoro<sup>1</sup>, Tibyani<sup>2</sup>, Rekyan Regasari Mardi Putri<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya  
Email: <sup>1</sup>tegarnugroho41@gmail.com, <sup>2</sup>tibyani@ub.ac.id, <sup>3</sup>rekyan.rmp@ub.ac.id

### Abstrak

Ketinggian air yang kurang dari ideal dapat menyebabkan kurangnya area bebas dan kurangnya oksigen dalam air yang mengakibatkan ikan tidak sehat dan mati dan merusak akar tanaman. Selain itu ketinggian air kolam pada area terbuka juga dipengaruhi oleh air hujan dapat menyebabkan air pada kolam meluap, air menjadi asam yang juga dapat menyebabkan kesehatan ikan terganggu. Berdasarkan masalah tersebut dibuatkan sistem kontrol ketinggian air pada budidaya ikan dan tanaman yumina-bumina menggunakan metode *fuzzy takagi-sugeno*. Pada penelitian ini menggunakan 2 parameter yaitu ketinggian air dan hujan sebagai masukan yang dikontrol oleh arduino dan memberi keluaran berupa pengontrolan pompa untuk mengisi, mengurangi atau mengganti air kolam. Untuk menentukan keluaran menggunakan metode *fuzzy takagi-sugeno*. Pada akhir penelitian dapat disimpulkan sistem ini mampu mengontrol ketinggian air sesuai dengan rancangan awal.

**Keywords:** arduino, *fuzzy*, sensor hujan, sensor ultrasonik, *takagi-sugeno*, yumina bumina

### Abstract

*The water level is less than ideal can lead to a lack of free areas and the lack of oxygen in the water that results in unhealthy and dying fish and damage plant roots. In addition to the pool water at open area also affected by the rain water can cause the water in the pond overflowed, the water becomes acid can also lead to impaired fish health. Based on the issue of his height control system of water on fish farming and plant yumina-bumina using fuzzy method of takagi-sugeno. This research uses 2 parameter i.e. altitude and rainfall as input that is controlled by the arduino and gives the output form control pumps to fill, reduce or replace the pool water. To define the output method using fuzzy takagi-sugeno. At the end of the study it can be concluded the system is able to control the height of the water in accordance with the initial draft.*

**Keywords:** arduino, *fuzzy*, rain sensor, *takagi-sugeno*, ultrasonic sensor, yumina bumina

## 1. PENDAHULUAN

Yumina-Bumina adalah konsep budidaya yang memadukan pembudidayaan ikan (*akuakultur*) dan tanaman tanpa media tanah (*hidroponik*). Konsep Yumina adalah konsep budidaya ikan dan sayuran, sedangkan konsep bumina adalah konsep budidaya ikan dan buah-buahan. Kelebihan dari konsep ini adalah ekonomi biru (*blue economy*), ramah lingkungan dan mudah diaplikasikan dimana saja baik didataran tinggi maupun dataran rendah baik untuk skala rumah tangga maupun skala industri dan tidak membutuhkan lahan yang luas. Kelebihan lainnya adalah dapat diterima masyarakat umum karena dapat memberikan

kontribusi tambahan sebagai ketahanan pangan (*food crisis*).

Hadirnya kemudahan tersebut bukan berarti membuat banyak orang ikut serta melakukan konsep budidaya yumina bumina. Ada beberapa kendala dalam hal perawatan, jumlah ikan yang terlalu banyak dan tidak sepadan dengan volume air dapat menyebabkan ikan kurang sehat dan mati karena kekurangan area bebas, hal tersebut juga bisa membuat ikan merusak akar tanaman. Selain itu, kolam yang berada di tempat terbuka ketinggian airnya dipengaruhi oleh cuaca. Ketika cuaca sedang terik atau panas air akan cepat berkurang dan membuat area bebas untuk ikan berkurang, sedangkan ketika cuaca hujan dapat meningkatkan volume air pada kolam

namun air hujan dapat menyebabkan kadar keasaman kolam meningkat yang dapat menyebabkan ikan stress, mengambang, atau bahkan mati (Gunawan, 2014). Air hujan pada dasarnya bersifat asam (pH 5,6) karena karbondioksida di udara larut dalam air hujan yang menyebabkan air menjadi asam. Keadaan tersebut dapat diatasi dengan melakukan penggantian air kolam, membuang sebagian air kolam dan mengisinya dengan air baru yang akan menetralkan kembali kondisi pH air. Namun hal tersebut memakan banyak waktu karena pembudidaya harus melakukan pengecekan rutin untuk memastikan kolam dalam keadaan normal dan akan sulit dilakukan ketika pembudidaya sedang tidak berada di area kolam mengingat kondisi cuaca yang tidak pasti dan sulit diprediksi.

Dengan adanya permasalahan tersebut diharapkan adanya sebuah sistem yang mampu mengontrol ketinggian, mengganti dan mengisi air pada kolam. Penelitian sebelumnya yang menjadi dasar penelitian ini yaitu berkaitan dengan pengendalian level air yang dilakukan oleh (Adam, 2016). Pada penelitian tersebut dilakukan pengendalian level air pada tanki menggunakan sensor ultrasonik yang akan dijadikan parameter *input* untuk menghasilkan *output* berupa pengontrolan *valve* dan pompa. Dikarenakan ketinggian air kolam yang berada diluar ruangan dipengaruhi oleh cuaca, penelitian selanjutnya yang dijadikan acuan adalah yang berhubungan dengan pendeteksian hujan yaitu, “buka tutup tirai garasi otomatis dengan sensor hujan serta sensor ldr (*light dependent resistor*) berbasis arduino uno” oleh (Putro, 2017). Pada penelitian ini sistem berhasil mengontrol tirai garasi berdasarkan *input* dari sensor hujan untuk mendeteksi adanya air hujan dan sensor ldr untuk mendeteksi cahaya yang akan menentukan kondisi menutup tirai menggunakan motor universal ketika dalam keadaan hujan, malam, atau keduanya.

Penelitian lain yang dijadikan acuan dalam penelitian ini adalah yang berkaitan dengan metode pengambilan keputusan yaitu “implementasi sistem monitoring luapan air pada selokan menggunakan metode *fuzzy*” oleh (Anwar, 2017). Pada penelitian tersebut dilakukan monitoring luapan air pada selokan menggunakan dua parameter yaitu, ketinggian air dan debit air. Dimana dalam penelitian tersebut menggunakan metode *fuzzy sugeno* yang merupakan sebuah proses pengambilan keputusan pada aturan yang memiliki tujuan

untuk memecahkan masalah, dimana sistem tersebut sulit diilustrasikan atau terdapat banyak ketidakjelasan. Sistem ini berhasil menentukan kondisi aman, waspada dan bahaya terhadap banjir dengan kesesuaian fungsional logika *fuzzy* sebesar 100%.

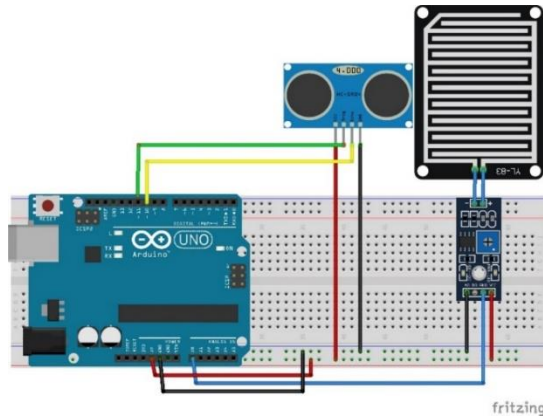
Dari permasalahan dan penelitian sebelumnya yang telah dijelaskan diatas maka penulis akan membangun sebuah sistem yang dapat mengontrol ketinggian air kolam dengan memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air dan sensor hujan untuk mendeteksi kondisi cuaca pada area kolam. Data yang diperoleh dari kedua sensor tersebut akan diolah oleh mikrokontroler Arduino Uno dengan menggunakan metode *fuzzy takagi-sugeno* untuk menentukan kondisi apakah perlu pompa *on* atau *off*. Metode *takagi-sugeno* dipilih karena memiliki nilai *output* yang tegas dan sesuai dengan kebutuhan sistem yang akan dibangun. Terakhir data yang telah diukur oleh sensor akan ditampilkan pada LCD yang terpasang pada sistem.

## 2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan membahas mengenai perancangan dan implementasi dari sistem yang akan dibuat dalam penelitian ini yaitu “Kontrol Ketinggian Air Pada budidaya ikan, dan tanaman yumina-bumina menggunakan metode *fuzzy takagi-sugeno*”. Tahap perancangan sistem terdiri dari perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

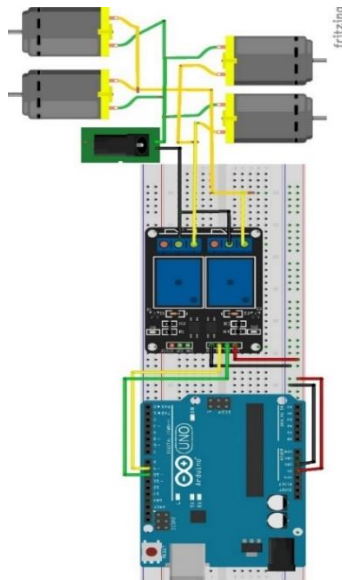
### 2.1. Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam membangun sistem yang mendukung mikrokontroler untuk menerapkan metode *fuzzy takagi-sugeno* sebagai metode pengambilan keputusan *output* dalam sistem kontrol ketinggian air ini. Mikrokontroler yang digunakan dalam sistem ini untuk mengolah data *input* dari sensor adalah Arduino Uno R3. Sensor yang digunakan untuk memperoleh ketinggian air adalah sensor ultrasonik, dan untuk memperoleh *input* kondisi hujan atau tidak hujan menggunakan sensor hujan.



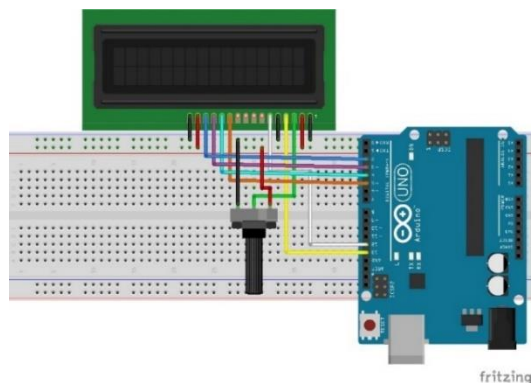
Gambar 1 Skema Perancangan Sensor

Pada Gambar 1 menunjukkan skema perancangan sensor yang digunakan untuk melakukan pembacaan keadaan dalam sistem yang akan dibangun.



Gambar 2 Skema Perancangan Aktuator

Pada Gambar 2 menunjukkan skema perancangan aktuator yang digunakan untuk menjalankan *output* dari keadaan yang dibaca oleh sensor dalam sistem yang akan dibangun.



Gambar 3 Skema Perancangan LCD

Pada Gambar 3 menunjukkan skema perancangan LCD yang digunakan untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor dan output yang diberikan dalam sistem yang akan dibangun.

Koneksi pin dari perancangan perangkat keras yang digunakan oleh sistem ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2 berikut.

Tabel 1. Koneksi Pin Perangkat Keras

Pin Arduino Uno	Pin Sensor Ultrasonik	Pin Sensor Hujan	Pin LCD 16x2	Pin Potensiometer	Relay 2 Channel
Vcc	Vcc	Vcc	VCC	Vcc	Vcc
GND	GND	GND	GND	GND	GND
A0	-	A0	-	-	-
D2	-	-	-	D7	-
D3	-	-	-	D6	-
D4	-	-	-	D5	-
D5	-	-	-	D4	-
D7	TRIGGER	-	-	-	-
D8	ECHO	-	-	-	-
D10	-	-	-	-	INP1
D11	-	-	-	-	INP2
D12	-	-	-	EN	-
D13	-	-	-	RS	-

Tabel 2. Koneksi Pin Perangkat Keras 2

Jack Power	Relay Channel	Pompa DC 6v Kolam	Pompa DC 6v 2 Tandon
Vcc	COM1	-	-
Vcc	COM2	-	-
-	NO1	Red	-
-	NO2	-	Red
GND	-	White	-

## 2.2. Perancangan Perangkat Lunak

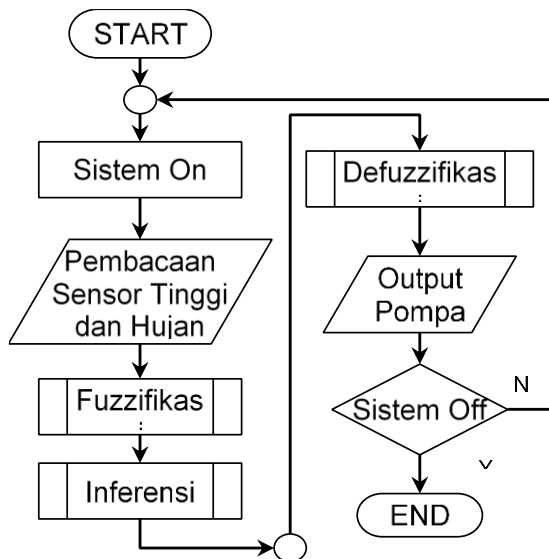
Perangkat lunak dalam sistem ini berupa rangkaian *code* program yang dibuat dalam *software* mikrokontroler yang bernama Arduino IDE. Program yang dibuat dengan menerapkan metode *fuzzy takagi-sugeno* sebagai metode pengambilan keputusan *output* berdasarkan *input* dari sensor Ultrasonik untuk mengetahui ketinggian air pada kolam, dan sensor hujan untuk mengetahui kondisi lingkungan hujan atau tidak hujan. Data input dari kedua sensor tersebut akan disimpan dalam suatu variabel yang akan diolah menggunakan metode *fuzzy takagi-sugeno* untuk menentukan kondisi himpunan *fuzzy* dari masing-masing variabel.

Penerapan metode *fuzzy takagi-sugeno* kedalam sistem kontrol ketinggian air pada budidaya ikan dan tanaman *yumina-bumina* yang akan diteliti, akan dibuat suatu variabel array yang memiliki fungsi untuk menyimpan

hasil dari proses fuzzifikasi, juga terdapat variabel inferensi *fuzzy* dan defuzzifikasi. Proses inferensi *fuzzy* dilakukan dengan menggunakan metode *min* yang memiliki untuk menentukan *output* sebagai bentuk pengambilan keputusan. Sedangkan variabel defuzzifikasi menggunakan metode *high method* untuk melakukan pemetaan himpunan *fuzzy* ke himpunan tegas (*crisp*) sehingga akan diperoleh *output* dari sistem. *Output* dari sistem kontrol ketinggian air pada budidaya ikan dan tanaman yumina-bumina berupa pompa menyala dan menampilkan kondisi pada LCD yang merupakan hasil dari proses defuzzifikasi.

**2.2.1 Perancangan Fuzzy**

Perancangan sistem menggunakan metode *fuzzy* memerlukan beberapa tahap agar keputusan yang menjadi *output* dari sistem sesuai dengan perhitungan metode fuzzy. Tahap tersebut adalah fuzzifikasi, inferensi *fuzzy* dan defuzzifikasi. Pada gambar 4 menunjukkan tahapan pada kontrol *fuzzy* memiliki fungsi yang saling berhubungan dengan tahapan yang lain sehingga tahapan yang dihasilkan akan menjadi input dari tahapan berikutnya sampai menjadi *output* akhir dari sistem.

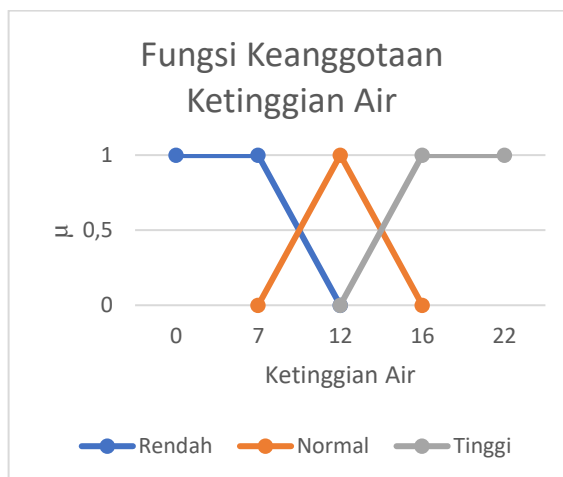


**Gambar 4** Perancangan *Fuzzy*

Pada proses fuzzifikasi adalah proses pembuatan fungsi keanggotaan dari bilangan *real*. Keluarannya berupa variabel linguistik yang membedakan tiap kondisi yang ada berdasarkan nilai *range*.

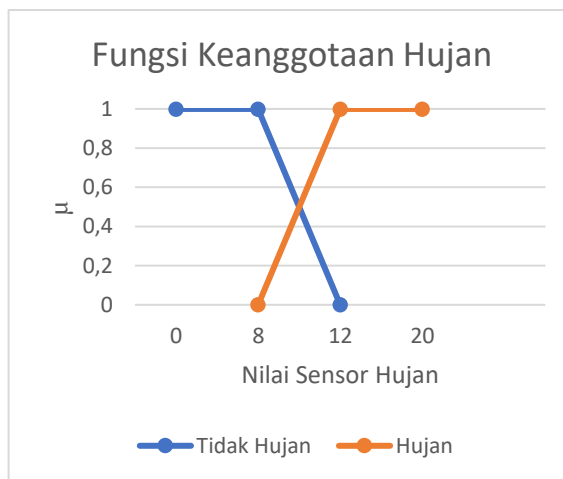
Variabel ketinggian air, memiliki 3 variabel linguistik yaitu, rendah, normal dan tinggi. Gambar 5 menunjukkan fungsi keanggotaan dari

variabel ketinggian air.



**Gambar 5** Fungsi Keanggotaan Ketinggian Air

Variabel hujan memiliki 2 variabel linguistik yaitu, tidak hujan dan hujan. Gambar 6 menunjukkan fungsi keanggotaan dari variabel hujan.



**Gambar 6** Fungsi Keanggotaan Hujan

Dalam proses *fuzzy* perlu dibuat beberapa aturan dasar (*rule*), aturan ini berisi beberapa kondisi yang memiliki kemungkinan terjadi menggunakan *if*, dan menghasilkan respon yang dihasilkan sistem dengan *then*. Pada Tabel 3 berikut adalah aturan yang dibuat dalam penelitian ini.

**Tabel 3.** Aturan Dasar (*rule*)

Rule	Ketinggian Air	Hujan	Kondisi Pompa
0	Rendah	Tidak Hujan	Mengisi Air Kolam
1	Rendah	Hujan	OFF
2	Normal	Tidak Hujan	OFF
3	Normal	Hujan	Mengganti Air Kolam
4	Tinggi	Tidak Hujan	Mengurangi Air Kolam
5	Tinggi	Hujan	Mengganti Air Kolam

Tahap selanjutnya adalah defuzzifikasi,



yang merupakan tahap pengolahan dari himpunan *fuzzy* ke himpunan tegas (*crisp*). Setelah memperoleh nilai  $\alpha$ , berdasarkan metode *high method* setiap variabel akan menilai setiap *rule* untuk mencari nilai tertinggi (*max*). Berikut ini adalah contoh penerapan defuzzifikasi menggunakan metode *high method*.

- Mengisi air kolam: rule0;
- Mengurangi air kolam: rule4;
- Mengganti air kolam: max (rule3, rule5);
- Off: max(rule1,rule2);

**2.3 Implementasi Sistem**

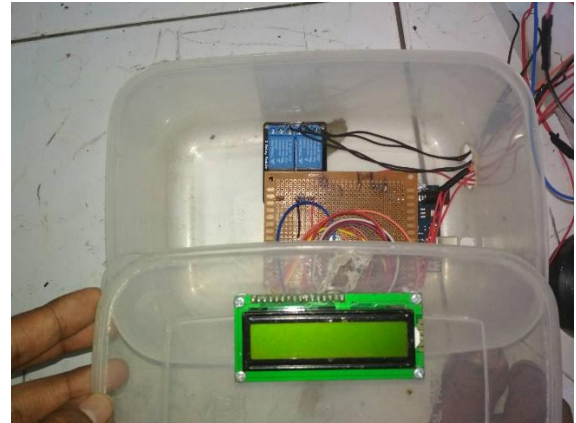
Pada tahap implementasi sistem ini akan menjelaskan tentang proses implementasi sistem yang meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Implementasi sistem yang diterapkan harus sesuai dengan perancangan sistem yang telah dilakukan sebelumnya.

**2.3.1 Implementasi Perangkat Keras**

Pada tahap implementasi perangkat keras adalah proses perakitan komponen-komponen elektronik berdasarkan perancangan yang telah dibuat agar dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Berikut implementasi perangkat keras yang ditunjukkan pada Gambar 7 dan 8.



**Gambar 7** Implementasi *Prototype* Depan



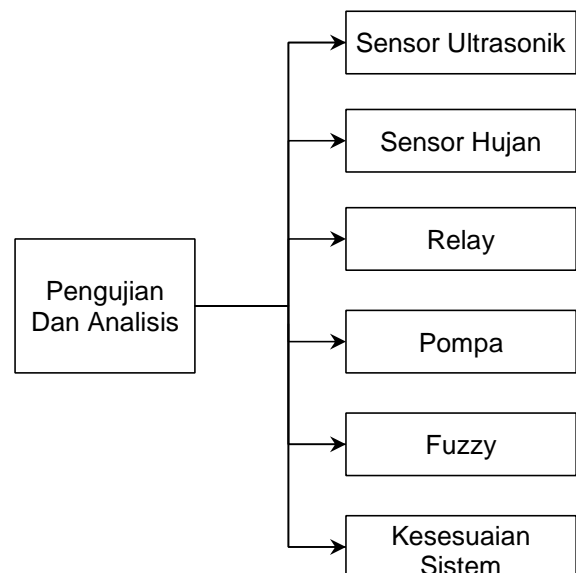
**Gambar 8** Implementasi *Prototype* Dalam

**2.3.2 Implementasi Perangkat Lunak**

Pada implementasi perangkat lunak merupakan tahap pembuatan program untuk agar sistem dapat berjalan sesuai dengan perancangan menggunakan pemrograman C yang digunakan oleh mikrokontroler arduino. Mulai dari tahap pembacaan sensor, pengolahan *fuzzy*, dan menjalankan *output* akan di buat pada tahap ini.

**3. PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Pada Tahap pengujian, dilakukan 6 pengujian yaitu, pengujian akuisisi data sensor ultrasonik, sensor hujan, pengujian fuzzifikasi, pengujian relay, pengujian pompa dan pengujian kesesuaian sistem. Tahap pengujian tersebut digambarkan pada Gambar 7.



**Gambar 9** Pohon Pengujian dan Analisis

**3.1. Pengujian Sensor Ultrasonik**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor ultrasonik mampu mengukur

ketinggian air pada kolam dengan akurat. *Output* dari sensor ultrasonik telah dikalibrasi agar dapat mengukur ketinggian air. Pengujian dilakukan dengan menambahkan air dalam wadah secara berkala dan membandingkan dengan pengukuran manual menggunakan penggaris.

**Tabel 4** Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

No.	Pengukuran Sensor(cm)	Pengukuran Manual(cm)
1	3	3
2	4	4
3	5	5
4	6	6
5	7	7
6	8	8
7	11	11
8	12	12
9	13	13
10	15	15

Pada Tabel 4 diatas menunjukkan bahwa pengujian sensor ultrasonik telah berhasil dilakukan. Sensor mengukur jarak permukaan pelampung di wadah tanpa air sebesar 24cm yang kemudian dikurangi dengan ketinggian sensor ke permukaan pelampung ketika ada air. Hasilnya dibandingkan dengan pengukuran manual ketinggian air dari dasar wadah ke permukaan air. Dari data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa data yang dibaca sensor akurat karena nilai nya sama dengan pengukuran manual.

### 3.2 Pengujian Sensor Hujan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor hujan mampu membaca kondisi hujan melalui tetesan air. *Output* dari sensor hujan telah dikonversi agar mempermudah dalam pengolahan dalam metode *fuzzy*. Pengujian dilakukan dengan meneteskan air pada panel sensor.

**Tabel 5** Hasil Pengujian Sensor Hujan

No	Kondisi	Nilai Analog	Nilai Hasil Konversi
1	Tidak Hujan	1018	0
2		929	1
3		725	5
4		577	8
5		766	5
6	Hujan	449	11
7		390	12
8		280	14
9		507	10
10		448	11

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa pengujian sensor hujan telah berhasil dilakukan. Ketika sensor belum menerima data dari tetesan air nilai hujan menunjukkan angka 0 dengan nilai analog sebesar 1018. Hal tersebut menunjukkan bahwa disekitar sensor tidak terjadi hujan. Ketika panel sensor diberi tetesan air menunjukkan ada perubahan nilai yaitu 0, 1, 5 menunjukkan tidak hujan, kemudian 11, 12, 14 yang menunjukkan hujan deras. Dari hasil pengujian pengujian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa sensor berhasil mendeteksi hujan dengan baik.

### 3.3 Pengujian Relay

Pengujian relay dilakukan untuk mengetahui apakah relay mampu menyambung dan memutuskan arus listrik seperti bagaimana saklar manual bekerja.

**Tabel 6** Pengujian Relay

No.	Kondisi	Input 1	Input 2
1	Membuka	Berhasil	Berhasil
2	Menutup	Berhasil	Berhasil
3	Membuka	Berhasil	Berhasil
4	Menutup	Berhasil	Berhasil
5	Membuka	Berhasil	Berhasil
6	Menutup	Berhasil	Berhasil

Dari Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa relay dapat bekerja dengan benar dapat menyambung dan memutus arus listrik dengan akurat.

### 3.4 Pengujian Pompa

Pengujian pompa air dilakukan untuk mengetahui apakah pompa dapat mengalirkan air dari satu tempat ke tempat yang lain dan

berapa kemampuan pompa dalam mengalirkan air dalam waktu yang telah ditentukan.

**Tabel 7** Hasil Pengujian Pompa

No	Waktu (detik)	Jumlah (liter)
1	15	1,5
2	10	1
3	5	0,5

Dari data yang ditunjukkan pada Tabel 7 tersebut dapat dilihat bahwa pompa berhasil mengalirkan air 0,5 liter dalam waktu 5 detik sampai 1,5 liter dalam waktu 15 detik. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pompa berhasil bekerja baik dan benar.

### 3.5 Pengujian Fuzzy

Tujuan dilakukan pengujian metode fuzzy adalah untuk mengetahui keberhasilan sistem dalam menentukan kondisi pompa berdasarkan perhitungan fuzzy. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan fuzzy sistem dengan hasil perhitungan fuzzy manual.

**Tabel 8** Hasil Pengujian Fuzzy

No.	Pembacaan Sensor Ultrasonik	Pembacaan Sensor Hujan	Output Perhitungan Sistem	Output Perhitungan manual	Kondisi
1	10	0	0,6	0,6	OFF
2	12	1	1	1	OFF
3	4	5	1	1	ONIN
4	15	8	0,75	0,75	OFF
5	10	5	0,6	0,6	OFF
6	10	11	0,6	0,6	ONOUT
7	3	12	0,83	0,83	OFF
8	13	14	0,75	0,75	ONOUT
9	6	10	0,5	0,5	OFF
10	12	11	0,7	0,7	ONOUT

Berdasarkan Tabel 8 pengujian fuzzy menggunakan 10 sampel dengan menggunakan input dan output yang berbeda yaitu *off*, *onin*, *onout1*, *onout*. Pengujian yang dilakukan adalah dengan menganalisis bahwa rumus fuzzy yang diterapkan pada sistem dapat menghasilkan output yang sesuai dengan perhitungan fuzzy. dari 10 sampel yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa output dari sistem sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan. Hal tersebut dibuktikan dengan membandingkan nilai output dari sistem sama dengan output dari perhitungan manual.

### 3.6 Pengujian Kesesuaian Sistem

Pengujian kesesuaian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah setiap komponen sistem dapat bekerja secara bersamaan dengan baik dan benar. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan output sistem dengan output sebenarnya dengan kondisi yang terbaca oleh sistem.

**Tabel 9** Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Nilai Ketinggian Air (cm)	Nilai Pembacaan Hujan		Nilai Ketinggian Air Sebenarnya (cm)	Kondisi Cuaca Sebenarnya	Ketuaran Sistem	Keluaran Sistem Seharusnya
		Nilai	Kondisi Cuaca				
1	0	0	Tidak Hujan	0	Tidak Hujan	Mengisi Air Kolam	Mengisi Air Kolam
2	3	9	Tidak Hujan	3	Tidak Hujan	Mengisi Air Kolam	Mengisi Air Kolam
3	4	12	Hujan	4	Hujan	Pompa Off	Pompa Off
4	15	5	Tidak Hujan	15	Tidak Hujan	Pompa Off	Pompa Off
5	8	11	Hujan	8	Hujan	Mengganti Air Kolam	Mengganti Air Kolam
6	15	10	Hujan	15	Hujan	Mengganti Air Kolam	Mengganti Air Kolam

Berdasarkan data hasil pengujian kesesuaian sistem yang ditunjukkan pada Tabel 9. dapat dilihat sistem mampu mengukur ketinggian air dan membaca kondisi hujan serta mengolah data hasil pembacaan sensor menggunakan metode fuzzy takagi-sugeno dengan akurat. Dengan hasil pengolahan sensor tersebut sistem juga dapat memberikan output berupa pompa mati, pompa mengisi air kolam, pompa mengurangi air kolam dan pompa mengganti air kolam, tergantung kondisi yang telah diolah menggunakan metode tersebut. Dengan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil dibuat sesuai dengan rancangan awal.

## 4. KESIMPULAN

1. Pada Akhir penelitian ini, perancangan dan implementasi sistem yang dapat mengontrol ketinggian air memanfaatkan metode fuzzy takagi-sugeno pada kolam berdasarkan ketinggian air dan kondisi hujan berhasil dirancang dan diimplementasikan. Terbukti sistem mampu membaca ketinggian air, kondisi hujan dan megolah data tersebut menggunakan metode fuzzy.
2. Pada proses perancangan pembacaan ketinggian air peneliti menggunakan sensor ultrasonik. Keluaran berupa jarak antara sensor ke permukaan air. Untuk mengetahui ketinggian air dilakukan pengukuran jarak dari sensor ke dasar kolam ketika tidak ada

air dengan jarak dari sensor ketika tidak ada air. Hasil keluaran tersebut dilakukan perbandingan dengan pengukuran ketinggian air manual menggunakan penggaris. Pada hasil pengujian tersebut hasil dari pembacaan sensor sesuai dengan hasil pengukuran manual. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sensor bekerja dengan akurat.

3. Pada proses perancangan pembacaan hujan peneliti menggunakan sensor hujan. Dimana keluaran dari sensor tersebut berupa nilai analog antara 1023 – 0, yang kemudian dikonversi menjadi 0 – 20 untuk mempermudah proses pengolahan datanya. Pada hasil pengujian, sensor memberikan nilai analog 10 atau lebih tinggi ketika ada hujan dan 9 atau lebih rendah ketika tidak ada hujan atau air yang ada pada panel sensor. Dengan demikian dapat disimpulkan sensor dapat bekerja dengan baik.
4. Pada implementasi metode *fuzzy takagi-sugeno* pada sistem kontrol ketinggian air ini menunjukkan bahwa hasil dari pengujian sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Sistem mampu menentukan *output* berupa pompa *off*, pompa onin, pompa onout1 dan pompa onout dengan memanfaatkan input dari sensor ketinggian air dan hujan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tahap implementasi metode *fuzzy* pada sistem telah berhasil dilakukan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adam, R. (2016). Perancangan Alat Ukur Pengendalian Level Air Berbasis Arduino Mega 2560. Universitas Gajah Mada. *Perancangan Alat Ukur Pengendalian Level Air Berbasis Arduino Mega 2560. Universitas Gajah Mada.*
- Andi Kurniawan Nugroho. (2010). Pengendali Logika Fuzzy Suhu Hipotermia Berbasis Visual Basic dan Akuisisi Berbasis USB. *Pengendali Logika Fuzzy Suhu Hipotermia Berbasis Visual Basic dan Akuisisi Berbasis USB.*
- Anwar, A. T. (2017). Implementasi Sistem Monitoring Luapan Air Pada Selokan Menggunakan Metode Fuzzy. *Implementasi Sistem Monitoring Luapan Air Pada Selokan Menggunakan Metode Fuzzy.*
- Arduino. (2017). Arduino Uno R3. *Arduino Uno R3.*
- Gunawan, S. (2014). *Kupas Tuntas Budidaya dan Bisnis Lele.* Penebar Swadaya.
- Lab, C. (2017, 5 20). *2 Channel Relay Circuit.* Diambil kembali dari Circuit Lab: <https://www.circuitlab.com/circuit/vrd476/2-channel-relay-shield-circuit/>
- Naba, A. (2009). Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan MATLAB. *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan MATLAB.*
- Nasution. (2012). Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan. *Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan.*
- Okpara, M. (2013). The Design of an Embedded Self-Diagnostic Hybrid Aquarium Control System. *The Design of an Embedded Self-Diagnostic Hybrid Aquarium Control System.*
- Putro, I. F. (2017). Buka Tutup Tirai Garasi Otomatis dengan Sensor Hujan Serta Sensor LDR(Light Dependent Resistor) Berbasis Arduino Uno. *Buka Tutup Tirai Garasi Otomatis dengan Sensor Hujan Serta Sensor LDR(Light Dependent Resistor) Berbasis Arduino Uno.*
- Syahwil, M. (2013). . *Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler.* Yogyakarta: ANDI.
- Taufik, I. (2015). Panen Ikan, Sayur dan Buah dengan Teknik Yumina Bumina. *Panen Ikan, Sayur dan Buah dengan Teknik Yumina Bumina.*
- Wardhani, N. K. (2015). Studi Tingkat Keasaman Air Hujan Berdasarkan Kandungan Gas CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> Di Udara (Studi Kasus Balai Pengamatan Dirgantara Pontianak). *Studi Tingkat Keasaman Air Hujan Berdasarkan Kandungan Gas CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> Di Udara (Studi Kasus Balai Pengamatan Dirgantara Pontianak).*
- Wicaktini, A. (2014). Pengantar Konservasi Sumberdaya Alam II Konservasi Flora di Indonesia. *Pengantar Konservasi Sumberdaya Alam II Konservasi Flora di Indonesia.*