

# PROTOTYPE KONTROL PENGAIRAN DAN CAHAYA PADA TANAMAN HYDROPONIK BERBASIS FUZZY LOGIC CONTROLLER ARDUINO

Masroni<sup>1</sup>, Endah Fitriani<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Electrical Engineering, Bina Darma University, Palembang, Indonesia  
Email: masroni@mobikom.co.id<sup>1</sup>, endahfitriani@binadarma.ac.id<sup>2</sup>

## ABSTRAK

Hydroponik merupakan sebuah system bertanam tumbuhan dengan menggunakan media air. System ini sangat cocok digunakan untuk daerah yang memiliki lahan terbatas seperti daerah perkotaan dan tidak menutup kemungkinan dilakukan di daerah pedesaan. Tanaman selada sangat cocok ditanam didaerah yang memiliki intensitas cahaya matahari yang tidak terlalu tinggi seperti daerah pergunungan. Intensitas cahaya matahari yang tinggi mempengaruhi suhu udara disekitar tanaman. Selain dapat menyebabkan tanaman selada cepat layu, suhu yang tinggi dapat juga menyebabkan proses penguapan air nutrisi hydroponik menjadi tinggi sehingga air nutrisi akan cepat habis. Dengan memanfaatkan sensor ultrasonic, sensor cahaya (LDR), dan inferensyi fuzzy logic mamdani pada Arduino UNO, akan mengatur ketersediaan air pada bak utama penampungan air nutrisi serta mengatur atap untuk mengurangi paparan intensitas cahaya yang tinggi pada tanaman.

**Kata kunci:** Arduino Uno, hydroponik, fuzzy logic mamdani, sensor jarak level air, sensor cahaya, sensor ultrasonik, ultrasonik HC-SR04.

## ABSTRACT

*Hydroponics is a plant growing system using water media. This system is very suitable for use in areas that have limited land such as urban areas and it is possible to do so in rural areas. Lettuce plants are very suitable to be planted in areas that have light intensity that is not too high, such as mountainous areas. High sunlight intensity affects the air temperature around the plant. Besides being able to cause lettuce plants to quickly wither, high temperatures can also cause the evaporation of hydroponic nutrient water to be high so that the nutrient water will run out quickly. By utilizing ultrasonic sensors, light sensors (LDR), and mamdani fuzzy logic inference on the Arduino UNO, it will regulate the availability of water in the main tub of nutrient water storage and adjust the roof to reduce exposure to high light intensity on plants..*

**Kata kunci:** Arduino Uno, hydroponic, fuzzy logic mamdani, ultrasonic sensor, light sensor, ultrasonic HC-SR04.

## 1. PENDAHULUAN

Hydroponik diciptakan sebagai sebuah alternatif pertanian pada lahan terbatas. Dengan sistem ini, para petani dapat menanam sayuran pada daerah sempit atau pada lahan yang kurang subur, serta lahan yang padat penduduknya.

Penerapan sistem hydroponik dapat dilakukan secara komersial untuk meningkatkan produksi sayuran sehat dan buah yang segar dan sehat serta bernilai ekonomi tinggi. Oleh sebab itu prospek untuk pengembangan sistem tanam hydroponik di Indonesia sangat cerah dalam memenuhi kebutuhan akan sayuran sehat dalam negeri juga berpeluang untuk merebut pasaran ekspor.

Tanaman sangat membutuhkan paparan sinar matahari untuk membantu proses pertumbuhannya. Akan tetapi, paparan intensitas sinar matahari yang terlalu tinggi juga dapat mempengaruhi pertumbuhan dari tanaman tersebut. Tanaman akan layu sementara saat mendapatkan paparan sinar yang tinggi karena suhu udara sekitarnya akan menjadi panas.

Untuk memudahkan pengontrolan ketinggian air dan intensitas cahaya secara elektronik, dapat menggunakan pengendali mikro single-board open source yang sangat populer saat ini, yaitu Arduino. Spesifikasi prosesornya menggunakan Atmel AVR dengan software yang menggunakan bahasa pemrograman sendiri. Para pemula yang ingin belajar mengenal tentang teknik pengendalian robotika harus memperdalam "Arduino" karena sangat mudah dipelajari..

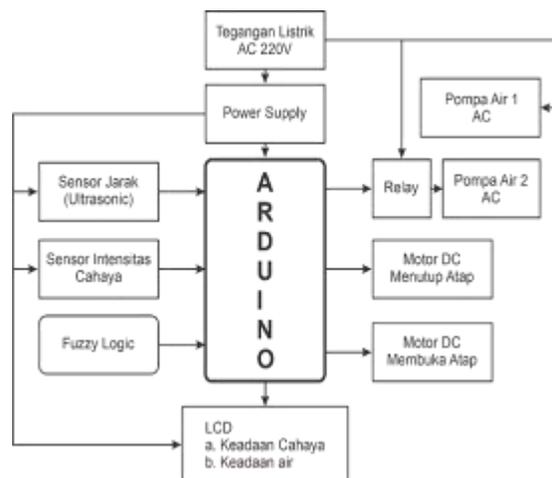
Dasar pemrograman logika adalah bahasa alami, sehingga penerapannya dapat digabungkan secara bersamaan dengan teknik-teknik kendali digital secara konvensional. Kelebihan lain dari penerapan logika fuzzy adalah fleksibilitas dalam penggunaannya. Selain itu logika fuzzy juga memiliki toleransi dan konsep matematis yang sangat sederhana sehingga mudah dimengerti.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahap paling penting dalam pembuatan alat adalah perancangan (Design Alat). Karena pada tahap ini akan ditentukan komponen - komponen apa saja yang digunakan sehingga alat dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Ada 2 hal yang harus mulai dikonsepsi dari awal yaitu perancangan dari sisi perangkat keras (hardware) dan dari sisi perangkat lunak (software).

### 2.1 Blok Diagram

Perancangan yang baik diharapkan akan menghasilkan hasil akhir yang memenuhi kriteria awal yang telah ditentukan untuk meminimalisir kendala yang akan terjadi saat pengujian.

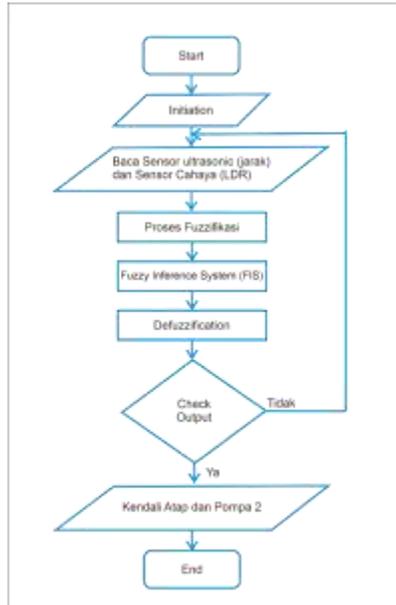


Gambar 1. Blok Diagram Rangkaian

### 2.2 Flowchart

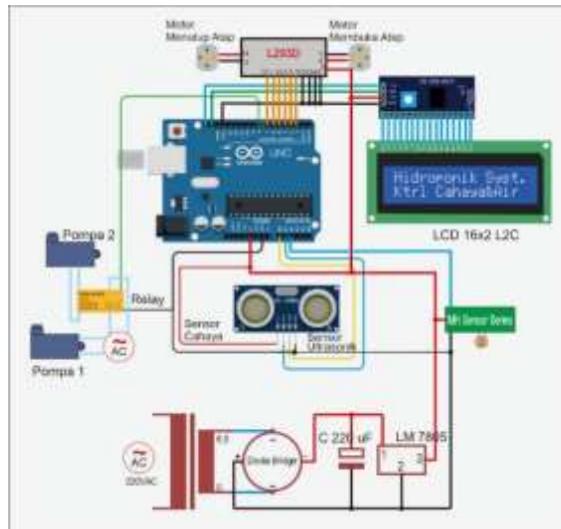
Alur diagram (*Flowchart*) diperlukan untuk mempermudah proses pemrograman Arduino yang menggunakan Bahasa Pemrograman C dengan menggunakan variable input level air yang berasal dari sensor ultrasonik dan intensitas cahaya yang berasal dari sensor cahaya (LDR).

Dengan memanfaatkan proses inferensi fuzzy, output yang dihasilkan berupa variabel pompa\_2 akan mengendalikan pompa air pada bak cadangan dan variabel atap untuk mengendalikan atap.



**Gambar 2.** Flowchart Program Arduino Dengan Proses Fuzzy Logic

### 2.3 Gambar Rangkaian lengkap



**Gambar 3.** Gambar Rangkaian Lengkap Kontrol Pengairan Dan Cahaya Pada Tanaman Hydroponik Berbasis Fuzzy Logic Controller Arduino

### 2.4 Fuzzy logic (Logika Fuzzy)

Logika Samar adalah nama lain dari Logika Fuzzy (Fuzzy Logic). Dalam memetakan suatu ruang input ke ruang output dapat menggunakan sistem Logika Fuzzy. Hal ini sangat tepat karena konsep pemetaannya didasari oleh konsep himpunan fuzzy. [1]

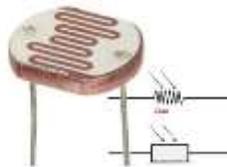
## 2.5 Hydroponik

Untuk memulai menanam selada hydroponik, yang harus disiapkan adalah media tanam dan bibit selada terlebih dahulu. Media tanam yang dibutuhkan adalah rockwool, netpot plastik, kain flanel, baki serta air yang sudah diberi nutrisi AB Mix untuk tanaman daun selada.

Proses penanaman selada hydroponik adalah dengan memindahkan bibit selada pada media tanam. Setelah dirasa cukup tinggi, bibit selada siap untuk dipindahkan kedalam netpot dan dimasukkan kedalam lubang tanam sistem hydroponik. Cara memindahkan bibit selada kedalam netpot sangat mudah, yaitu cukup ambil satu rockwool yang sudah tumbuh bibit selada dengan menggunakan bantuan alat penjepit (pinset) lalu memasukkannya kedalam netpot plastik. [2]

## 2.6 Sensor Cahaya LDR

LDR merupakan termasuk dalam keluarga resistor variable peka cahaya. Saat cahaya gelap, nilai hambatannya akan sangat tinggi yaitu berkisar di 200 K $\Omega$ . Dalam kondisi terang nilai hambatannya cukup rendah yaitu sekitar 500 $\Omega$ . [3]



Gambar 4. Komponen LDR dan symbol

## 2.7 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor Ultrasonik HC-SR04 merupakan sebuah modul sensor ultrasonik yang dapat difungsikan sebagai sensor untuk mengukur jarak dalam hal ini yaitu level ketinggian air. Pada modul ini terdapat alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Akurasi jarak yang dihasilkan sangat tinggi yaitu berkisar antara 3mm saat mengukur jarak 2cm sd 4 meter. [4]

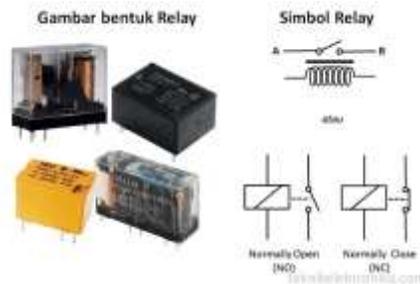


Gambar 5. Sensor Ultrasonik HC-SR04

## 2.8 Relay

Relay merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang dioperasikan secara listrik yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Untuk menggerakkan Kontak Saklar, Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik dengan arus listrik yang kecil (low power) sehingga bisa menghantarkan listrik yang mempunyai tegangan lebih tinggi. Misalnya, dengan sebuah Relay yang menggunakan

Elektromagnet 5V dan 50 mA bisa menggerakkan Armature Relay (berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. [5]



**Gambar 6.** Relay dan symbolnya

### 2.9 IC L293D

Untuk mengontrol motor DC, dapat digunakan sebuah IC L293D yang memang didesign khusus sebagai driver motor DC. sebuah IC L293D memiliki 4 buah driver motor DC yang berdiri sendiri untuk dapat mengeluarkan arus maksimal 1 Ampere pada setiap drivernya. Hal ini memberikan kemampuan IC ini untuk digunakan sebagai driver H-bridge untuk 2 buah motor DC. [6]

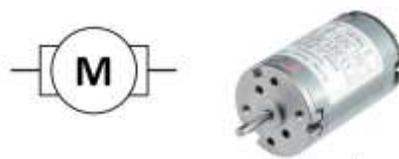


**Gambar 7.** Gambar fisik IC L293D

Setiap pin driver Motor DC IC L293 ini sesuai dengan datasheet-nya mempunyai fungsi antara lain adalah :

### 2.10 Motor DC

Ada dua bagian penting dalam Motor Listrik DC, yaitu Stator dan Rotor. Bagian motor yang tidak berputar disebut stator, bagian ini terdiri dari rangka dan kumparan medan. Sedangkan bagian yang berputar disebut Rotor, bagian ini terdiri dari kumparan Jangkar. [7]



**Gambar 8.** Bentuk motor DC dan symbolnya

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

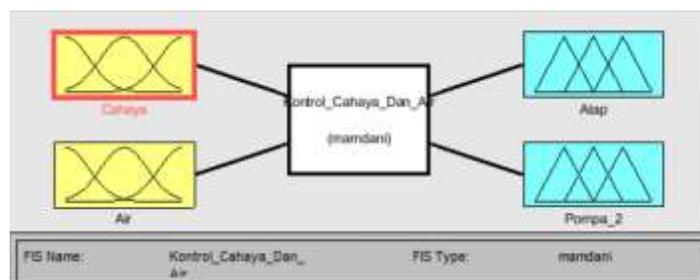
#### 3.1 Operasi Himpunan Fuzzy

System operasi himpunan fuzzy dibutuhkan dalam proses inferensi atau penalaran. Dalam hal ini yang dioperasikan adalah derajat keanggotaanya. Derajat keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua buah himpunan fuzzy disebut sebagai fire strength atau  $\alpha$  predikat.

#### 3.2 Logika Fuzzy Mamdani

Metode Mamdani paling sering digunakan dalam aplikasi-aplikasi karena strukturnya yang sederhana, yaitu menggunakan operasi MIN-MAX atau MAX-PRODUCT. Pada proses fuzzifikasi langkah yang pertama adalah menentukan variable fuzzy dan himpunan fuzzinya. Kemudian tentukan derajat kesepadanan (degree of match) antara data masukan fuzzy dengan himpunan fuzzy yang telah didefinisikan untuk setiap variabel masukan sistem dari setiap aturan fuzzy. Pada metode mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy. [8]

#### 3.3 Pembentukan Himpunan Fuzzy (Fuzzyfikasi)

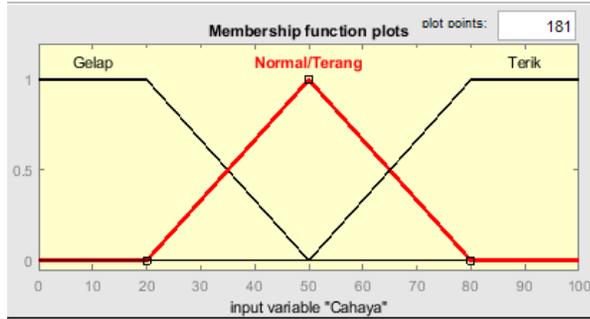


**Gambar 9.** Fuzzyfikasi dengan 2 input dan 2 Output

Variabel input pada alat ini yaitu variabel cahaya dan air, sedangkan variabel outputnya yaitu atap dan pompa\_2. Penjelasan membership function (fungsi keanggotaan) pada setiap variabel adalah sebagai berikut :

##### a. Variabel Input Cahaya

Cahaya mewakili level intensitas cahaya yang berasal dari sensor cahaya (LDR) pada alat ini dengan range  $\{0 - \infty\}$ . Parameter nilai intensitas cahaya yang akan dipakai adalah dalam persen (%). Fungsi keanggotaan cahaya dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy yaitu {GELAP, NORMAL / TERANG, TERIK}. Diagram fungsi keanggotaan dari variabel Cahaya dapat dilihat pada Gambar 3.7



Gambar 10. Fungsi Keanggotaan Cahaya

Fungsi keanggotaan masing-masing himpunan fuzzynya adalah sebagai berikut :

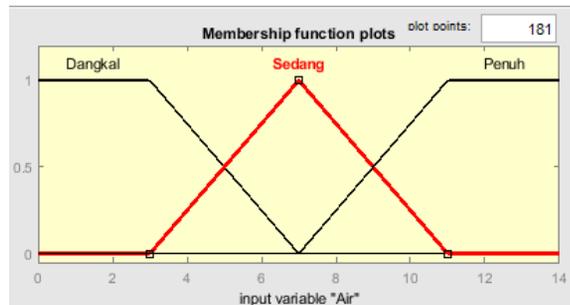
$$\mu_{GELAP}(x) = \begin{cases} 1; & x < 10 \\ \frac{50-x}{50-10}; & 10 \leq x \leq 50 \\ 0; & x > 50 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{NORMAL}(x) = \begin{cases} 1; & x < 10 \text{ atau } > 90 \\ \frac{x-10}{50-10}; & 10 \leq x \leq 50 \\ \frac{90-x}{90-50}; & 50 < x \leq 90 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{TERIK}(x) = \begin{cases} 0; & x < 50 \\ \frac{x-50}{90-50}; & 50 \leq x \leq 90 \\ 1; & x > 90 \end{cases} \quad (3)$$

b. Variabel Input Air

Air mewakili level ketinggian air pada alat ini dengan range  $\{0 - \infty\}$ . Parameter nilai level keanggotaan level air yang dipakai pada alat ini adalah cm, yaitu jarak ketinggian air dari dasar bak penampungan utama. Fungsi keanggotaan air juga dibagi menjadi tiga himpunan fuzzy yaitu {DANGKAL, SEDANG, PENUH}. Diagram fungsi keanggotaan dari variabel Air dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 11. Fungsi Keanggotaan Air

Fungsi keanggotaan masing-masing himpunan fuzzynya adalah sebagai berikut :

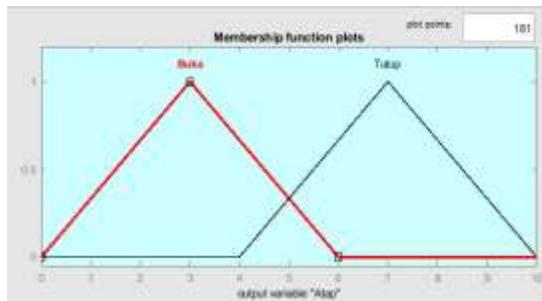
$$\mu_{DANGKAL}(y) = \begin{cases} 1; y < 3 \\ \frac{7-y}{7-3}; 3 \leq x \leq 7 \\ 0; x > 7 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{SEDANG}(y) = \begin{cases} 1; y < 3 \text{ atau } > 11 \\ \frac{y-3}{7-3}; 3 \leq y \leq 7 \\ \frac{3-y}{11-7}; 7 < y \leq 11 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{PENUH}(y) = \begin{cases} 0; y < 7 \\ \frac{y-7}{11-7}; 7 \leq y \leq 11 \\ 1; y > 11 \end{cases} \quad (5)$$

c. Variabel Output Atap

Variabel Atap hanya dibagi menjadi dua himpunan yaitu {BUKA, TUTUP}. Diagram fungsi keanggotaan dari variabel Atap dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 12.** Fungsi Keanggotaan Atap

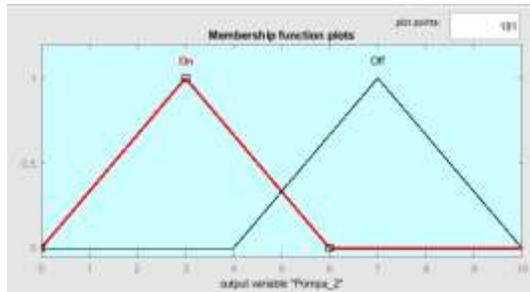
Fungsi keanggotaan masing-masing himpunan fuzzynya adalah sebagai berikut :

$$\mu_{BUKA}(a) = \begin{cases} 0; a < 0 \text{ atau } a > 6 \\ \frac{a-0}{3-0}; 0 \leq a \leq 3 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_{TUTUP}(t) = \begin{cases} 0; a < 4 \text{ atau } > 10 \\ \frac{a-4}{7-4}; 4 \leq a \leq 7 \end{cases} \quad (7)$$

d. Variabel Output Pompa\_2

Pompa\_2 juga dibagi menjadi dua himpunan yaitu {ON, OFF}. Diagram fungsi keanggotaan dari variabel Pompa\_2 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 13. Fungsi Keanggotaan Pompa\_2

Fungsi keanggotaan masing-masing himpunan fuzzynya adalah sebagai berikut :

$$\mu_{ON}(p) = \begin{cases} 0; p < 0 \text{ atau } p > 6 \\ \frac{p-0}{3-0}; 0 \leq p \leq 3 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{OFF}(q) = \begin{cases} 0; p < 4 \text{ atau } > 10 \\ \frac{a-4}{7-4}; 4 \leq ap \leq 7 \end{cases} \quad (9)$$

### 3.4 Aturan Fuzzy (Fuzzy Rule)

Aturan yang digunakan pada himpunan fuzzy alat ini adalah aturan if-then. Daftar aturan yang digunakan diperlihatkan pada tabel 1. [9]

Tabel 1 Aturan Fuzzy (Fuzzy Rule) pada proses fuzzy inferensi system

No	Deskripsi Aturan Fuzzy
1	If (Cahaya is Gelap) and (Air is Dangkal) then (Atap is Buka)(Pompa_2 is On)
2	If (Cahaya is Gelap) and (Air is Sedang) then (Atap is Buka)(Pompa_2 is Off)
3	If (Cahaya is Gelap) and (Air is Penuh) then (Atap is Buka)(Pompa_2 is Off)
4	If (Cahaya is Normal) and (Air is Dangkal) then (Atap is Tutup)(Pompa_2 is On)
5	If (Cahaya is Normal) and (Air is Sedang) then (Atap is Buka)(Pompa_2 is On)
6	If (Cahaya is Normal) and (Air is Penuh) then (Atap is Buka)(Pompa_2 is Off)
7	If (Cahaya is Terik) and (Air is Dangkal) then (Atap is Tutup)(Pompa_2 is On)
8	If (Cahaya is Terik) and (Air is Normal) then (Atap is Tutup)(Pompa_2 is On)
9	If (Cahaya is Terik) and (Air is Penuh) then (Atap is Tutup)(Pompa_2 is Off)

Aturan fuzzy tersebut dapat di analogikan dengan logika sederhana pada tabel 2.

Tabel 2. Analogi sederhana fuzzy rule

<i>Keadaan Cahaya/Air</i>	<i>Gelap</i>		<i>Normal/Terang</i>		<i>Terik</i>	
<i>Dangkal</i>	<i>PH</i>	<i>AB</i>	<i>PH</i>	<i>AT</i>	<i>PH</i>	<i>AT</i>
<i>Normal</i>	<i>PM</i>	<i>AB</i>	<i>PM</i>	<i>AB</i>	<i>PH</i>	<i>AT</i>
<i>Penuh</i>	<i>PM</i>	<i>AB</i>	<i>PM</i>	<i>AB</i>	<i>PM</i>	<i>AT</i>

Keterangan :

*PH* : *Pompa\_2 Hidup*

*PM* : *Pompa\_2 Mati*

*AB* : *Atap Membuka*

*AT* : *Atap Menutup*

### 3.5 Proses Defuzzyfikasi

Tahap defuzzyfikasi lebih dikenal dengan tahap penegasan, yaitu tahap dimana himpunan fuzzy diubah menjadi himpunan yang riil. Input dari proses defuzzyfikasi ini berasal dari himpunan fuzzy dari komposisi aturan fuzzy. Proses defuzzyfikasi akan menghasilkan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Metode yang digunakan dalam menentukan mencari nilai COA (Center of Area) dengan metode Mean of Maximum (MOM) dengan persamaan :

$$COA = \frac{\sum_{j=1}^n U_c(Z_j)Z_j}{\sum_{j=1}^n U_c(Z_j)} \tag{10}$$

### 3.6 Penentuan Kondisi Output

Penentuan kondisi output dilakukan dengan menghitung nilai keanggotaan dari proses defuzzyfikasi dan mencocokkan dengan anggota himpunan yang ada dalam variabel output dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. Kondisi output Atap

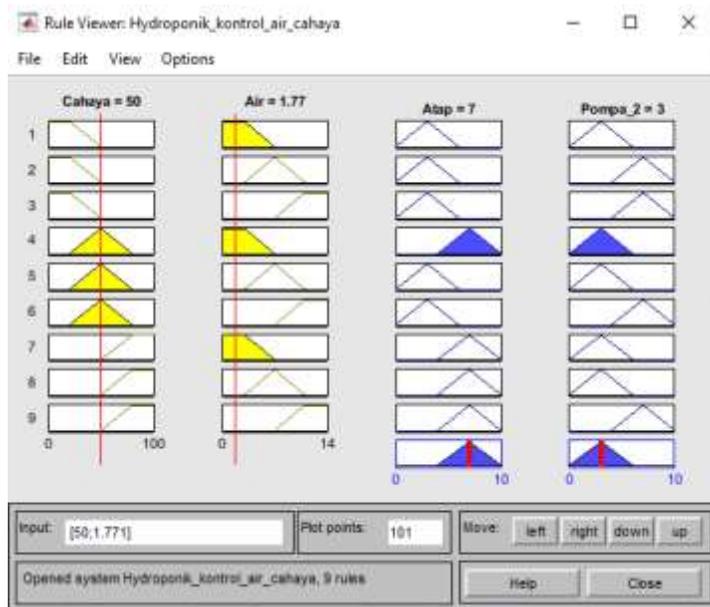
$$Kondisi\ Atap = \begin{cases} BUKA ; \mu_{BUKA}(a) > \mu_{TUTUP}(t) \\ TUTUP ; \mu_{TUTUP}(t) > \mu_{BUKA}(a) \end{cases} \tag{11}$$

- b. Kondisi output Pompa\_2

$$Kondisi\ Pompa\_2 = \begin{cases} ON ; \mu_{ON}(p) > \mu_{OFF}(q) \\ OFF ; \mu_{OFF}(q) > \mu_{ON}(p) \end{cases} \tag{12}$$

Setelah didapat sebuah kondisi output berdasarkan ketentuan diatas, alat akan bekerja sesuai dengan aturan fuzzy yang telah dibuat.

Dengan menggunakan aplikasi matlab, dapat disimulasikan kondisi output dari atap dan pompa\_2 adalah seperti gambar 15.



**Gambar 14.** Simulasi Proses Penentuan Kondisi Output Dengan Matlab

Saat intensitas cahaya di angka = 50%, dan air di level = 1,77 cm, maka kondisi output Atap di angka = 7 dan Pompa\_2 di angka = 3. Dalam kondisi tersebut, atap akan menutup dan Pompa\_2 akan hidup untuk mengisi air yang kurang pada bak penampungan utama. [10]

#### 4. KESIMPULAN

Dari berbagai macam hasil uji coba dan analisa terhadap rangkaian prototype hydroponik ini dapat diambil kesimpulan antara lain adalah :

1. Metode fuzzy logic sangat akurat dalam membandingkan nilai keluaran yang dihasilkan oleh setiap sensor.
2. Rangkaian prototype hydroponik ini dapat memberikan manfaat untuk menjaga tanaman hydroponik dari paparan cahaya matahari yang sangat tinggi dan menjaga tersedianya air sebagai media tanamnya
3. Peralatan bekerja sesuai dengan yang diharapkan
4. Tanaman hydroponik mempunyai biaya operasional yang kecil pada saat proses penanaman.
5. Tanaman hydroponik dapat membantu masyarakat untuk bercocok tanam pada lahan yang sempit.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Kusumadewi, S. & Purnomo, H., 2010, "*Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*", Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [2] WN, Bayu. 2016. "*Cara Menanam Selada Hidroponik*", <http://hidroponikpedia.com/step-step-cara-menanam-selada-hidroponik/>, diakses pada 12 Juli 2020 pukul 17.00.
- [3] Kho, Dickson. 2016. "Pengertian LDR (Light Dependent Resistor) dan Cara Mengukurnya", <https://teknikelektronika.com/pengertian-ldr-light-dependent-resistor-cara-mengukur-ldr/>, diakses pada 12 Juli 2020 pukul 17.30.
- [4] Anonim. 2018. "Cara kerja dan Karakteristik Sensor Ultrasonic HC SR04", <https://www.andalanelektro.id/2018/09/cara-kerja-dan-karakteristik-sensor-ultrasonic-hcsr04.html>, diakses pada 12 Juli 2020 pukul 17.45.
- [6] Kho, Dickson. 2016. "Pengertian Relay dan Fungsinya", <https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>, diakses pada 12 Juli 2020 pukul 17.50.
- [6] Anonim. 2020. "*Driver Motor DC L293D*", <https://elektronika-dasar.web.id/driver-motor-dc-l293d/>, diakses pada 01 Februari 2021 pukul 20.00.
- [7] Kho, Dickson. 2009. "*Pengertian Motor DC dan Prinsip Kerjanya*", <https://teknikelektronika.com/pengertian-motor-dc-prinsip-kerja-dc-motor/>, diakses pada 21 Oktober 2020 pukul 21.00.
- [8] Sandhi Yani Zulqifli dan Sutikno, 2017 "*Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Tempat Kuliner Berbasis Android Menggunakan Model Fuzzy Mamdani*", JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika) Volume 02, Nomor 02, Desember 2017 : 43 – 54
- [9] Anonim. 2020. "*Tutorial Fuzzy Logic Controller dengan Arduino (Rule)*", <https://www.anakkendali.com/tutorial-aturan-fuzzy-logic-controller-dengan-arduino/>, diakses pada 21 Oktober 2020 pukul 22.00.
- [10] Rusli, Mochammad. 2017. "*Dasar Perancangan Kendali Logika Fuzzy*". Malang:UB Press Naba, Dr.Eng. Agus. 2009. "*Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan MATLAB*". Yogyakarta:Andi