

Prototipe Alat Pengatur pH Air Otomatis pada Metode Hidroponik dengan Sistem DFT Berbasis Mikrokontroler

Hari Setiawan¹, Akhmad Fauzi Ikhsan², Ade Rukmana³

¹ Fakultas Teknik Universitas Garut, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

² Fakultas Teknik Universitas Garut, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

³ Fakultas Teknik Universitas Garut, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

Korespondensi: ¹harisetiawan66662@gmail.com

ARTICLE HISTORY

Received:02-06-2022

Revised:14-06-2022

Accepted:19-06-2022

Abstrak

Dalam bertanam hidroponik pengaturan pH air sangatlah penting karena dapat membantu penyerapan nutrisi tanaman hidroponik secara maksimal, pengaturan pH air dapat dilakukan dengan cara penambahan cairan asam atau basa. Permasalahannya adalah bagaimana cara melakukan penambahan cairan asam atau basa secara otomatis supaya dapat membantu meringankan pekerjaan petani hidroponik. Pada penelitian ini solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan cara menggunakan kendali berbasis logika *fuzzy*, nilai air yang ditargetkan dapat sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Komponen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Arduino Mega 2560, LCD 16x2 I2C, Driver Motor L298N, Pompa Peristaltik 12V dan sensor pH air. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dalam mengatur nilai pH air dengan rata-rata error pembacaan sensor pH air 0,003% dan percobaan sistem keseluruhan dengan logika fuzzy mempunyai *error* 0,017%.

Kata kunci: Arduino Mega 2560, Sensor pH air, Logika *Fuzzy*.

Prototype of Automatic Water pH Regulatory Tool on Hydroponic Methods with Microcontroller Based DFT System

Abstract

In hydroponic farming, setting the pH of the water is very important because it can help the absorption of hydroponic plant nutrients to the maximum. The problem is how to add acid or base liquid automatically so that it can help ease the work of hydroponic farmers. In this study, the solution to this problem is by using fuzzy logic-based control, the targeted water value can be in accordance with the desired needs. The components used in this research consist of Arduino Mega 2560, 16x2 I2C LCD, L298N Motor Driver, 12V Peristaltic Pump and water pH sensor. The results of this study indicate that the system can work well in adjusting the pH value of the water with an average error reading of the water pH sensor 0.003% and the overall system experiment with fuzzy logic has an error of 0.017%.

Key words: Arduino Mega 2560, Water pH Sensor, Fuzzy Logic

1. Pendahuluan

Semakin hari lahan tempat huni manusia semakin sempit sehingga menyisakan sedikit ruang untuk bercocok tanam. Maka dari itu munculah sistem tanam hidroponik. Hidroponik adalah budidaya menanam dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan tanah dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman [1]. Terdapat beberapa sistem hidroponik yang sering digunakan oleh para petani hidroponik. Salah satunya sistem *Deep Flow Technique (DFT)* yaitu metode budidaya tanaman dimana air nutrisi dipompa menuju wadah dengan kemiringan tertentu dan akan mengalir kembali ke tangki penampung air nutrisi. Keunggulan sistem DFT diantaranya tanaman tidak mudah mati karena *volume* air yang tinggi sehingga akar tetap terendam air dalam kondisi apapun, baik saat listrik padam atau pompa tidak dapat menyuplai air dengan optimal. Sehingga sistem ini menjadi lebih fleksibel dalam menghemat pemakaian energi listrik. Dalam penelitian ini penulis membuat sistem pengendalian yang khusus, yaitu alat yang dapat melakukan proses penyeimbang derajat keasaman air atau pH secara otomatis dengan logika *fuzzy* dengan lima fungsi keanggotaan (*membership function*) yaitu sangat asam, asam, netral, basa dan sangat basa. Dengan logika fuzzy maka fungsi keanggotaan tersebut akan diolah sehingga diperoleh hasil berupa pengontrolan pH air yang sesuai dengan pH yang diinginkan. Penelitian ini menggunakan sensor pH air E201 BNC dan modul 4502C yang dihubungkan dengan Arduino Mega 2560. Berdasarkan latar belakang yang telah di jelaskan maka penulis membuat sebuah penelitian yaitu Prototipe Alat Pengatur pH Air Otomatis pada Metode Hidroponik dengan Sistem DFT Berbasis Mikrokontroler.

2. Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode studi literatur dan perancangan. Metode studi literatur merupakan metode yang memahami dan mempelajari dasar komponen yang digunakan dalam realisasi penelitian, sedangkan metode perancangan yaitu membuat atau merancang suatu sistem yang akan dikembangkan kembali.

2.1. Alat dan Bahan

2.1.1. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip Atmega 2560. Cara kerjanya yaitu, program terlebih dahulu pada *software* Arduino IDE sesuai dengan kebutuhan, pada skripsi ini Arduino Mega 2560 digunakan sebagai mikrokontroler yang bertugas untuk mengolah data input dari sensor pH air lalu mengolahnya dengan menggunakan logika *fuzzy*

2.1.2. pH Elektroda E201-BNC

pH Elektroda E201-BNC merupakan salah satu jenis sensor pH air yang dicelupkan kedalam cairan yang fungsinya dalam penelitian ini untuk mengukur derajat keasaman suatu cairan.

2.1.3. Modul pH-4502C

Modul PH-4502C adalah modul dari sensor pH yang digunakan untuk mengoneksikan probe sensor pH dengan mikrokontroler sehingga probe sensor pH dapat mengirim data untuk diolah oleh mikrokontroler.

2.1.4. Modul Motor L298N

Driver Motor L298N adalah jenis driver motor yang berfungsi untuk mengatur kecepatan motor DC. Pada penelitian ini Driver Motor L298N difungsikan untuk mengatur kecepatan dari pompa peristaltik.

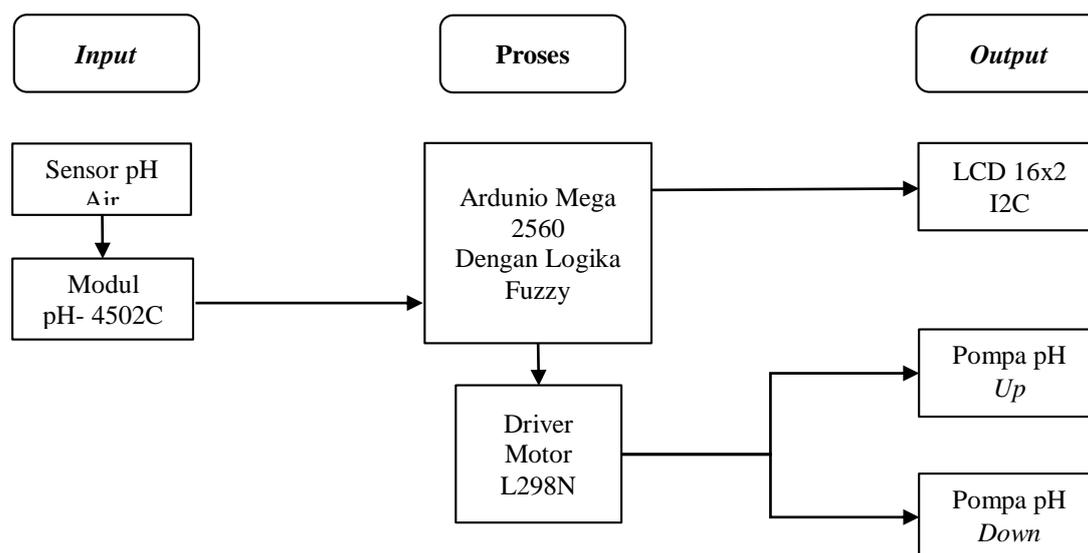
2.1.5. Pompa Peristaltik

Pompa peristaltik adalah jenis pompa yang berfungsi untuk memindahkan cairan dari tempat yang berbeda dengan cara melalui selang yang dipasangkan pada pompa tersebut. Kegunaan dari pompa jenis ini dalam penelitian yang dibuat adalah untuk memindahkan cairan asam dan cairan basa ke dalam bak air yang telah berisi nutrisi.

2.1.6. LCD 16x2 I2C

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah lapisan kaca bening dengan elektroda transparan yang bekerja dengan memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya. Cara kerja dari LCD tersebut pada penelitian ini untuk menampilkan data yang telah diolah oleh mikrokontroler.

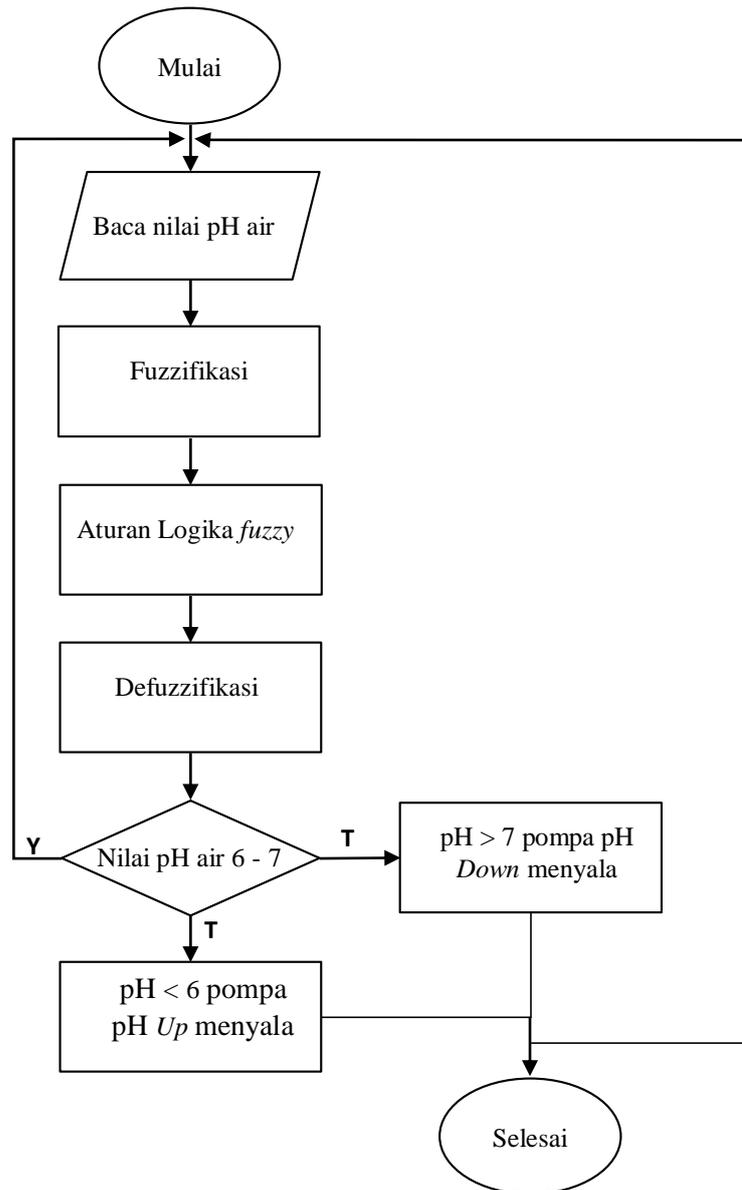
2.2. Blok Diagram



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Keseluruhan

Blok diagram memiliki beberapa bagian, yaitu bagian *input*, proses dan *output*. Pada bagian *input* terdapat Sensor pH Air dan Modul pH-4502C. kemudian pada bagian proses terdapat Arduino Mega 2560 yang digunakan untuk memproses data dari sensor dan proses logika *fuzzy* yang dimana nantinya bisa menjalankan Driver Motor L298N sesuai dengan yang disetting pada program Arduino. Kemudian pada bagian *output* ada beberapa bagian, yaitu ada LCD untuk melihat nilai pH yang terbaca oleh sensor pH serta ada pompa pH *Up* dan pompa pH *Down* untuk memompa cairan basa dan asam.

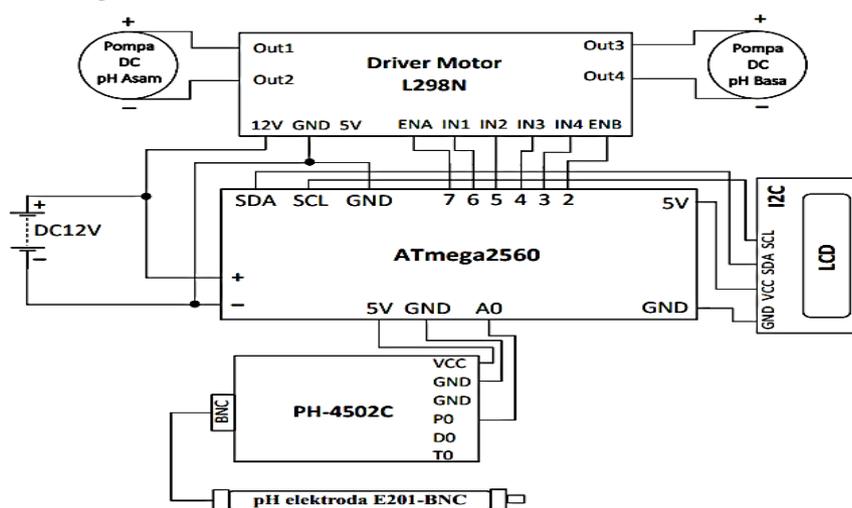
2.3. Flowchart



Gambar 2. Flowchart Sistem Keseluruhan

Cara kerja alat pada penelitian ini, pertama adalah membaca nilai pH air, selanjutnya masuk pada proses fuzzifikasi yang disesuaikan dengan aturan logika *fuzzy* yang digunakan, selanjutnya masuk pada proses defuzzifikasi yang nantinya apabila nilai pH air berkisar antara 6-7 maka proses nya selesai, tetapi apabila nilai pH air kurang dari 6 maka pompa pH *Up* menyala dan sebaliknya apabila nilai pH air lebih dari 7 maka pompa pH *Down* menyala.

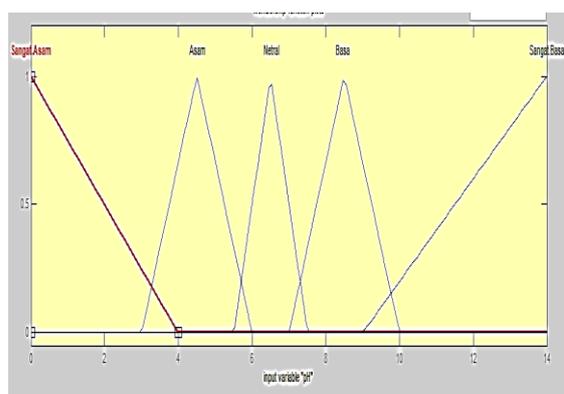
2.4. Skematik Rangkaian



Gambar 3. Skematik Rangkaian

2.5. Perancangan Logika Fuzzy

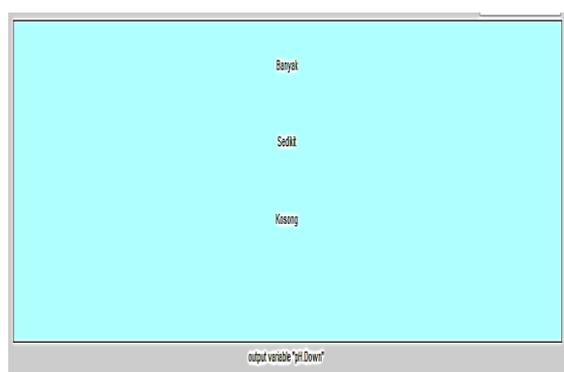
Pada perancangan logika *fuzzy* ini penulis menggunakan metode Sugeno dengan menggunakan 1 *input* dan 2 *output* dengan lima (5) *membership function* untuk *input* dan tiga (3) *membership function* untuk masing-masing *output*.



Gambar 4. Input dari Logika Fuzzy

Tabel 1. Variabel Input

<i>Membership Function</i>	Parameter
Sangat Asam	[0 0 4]
Asam	[3 4,5 6]
Netral	[5,5 6,5 7,5]
Basa	[7 8,5 10]
Sangat Basa	[9 14 14]



Gambar 5. Output dari Logika Fuzzy

Tabel 2. Variabel *Output* Pompa pH Up dan Pompa pH Down

<i>Membership Function</i>	Parameter (Constant)
Diam	0
Sedang	50
Cepat	100

Rule base yang digunakan:

- [R1] *If (pH is Netral) then (pompa.pH.Up is Diam) (Pompa.pH.Down is Diam).*
 [R2] *If (pH is Basa) then (pompa.pH.Up is Diam) (Pompa.pH.Down is Sedang).*
 [R3] *If (pH is Asam) then (pompa.pH.Up is Sedang) (Pompa.pH.Down is Diam).*
 [R4] *If (pH is Sangat.Asam) then (pompa.pH.Up is Cepat) (Pompa.pH.Down is Diam).*
 [R5] *If (pH is Sangat.Basa) then (pompa.pH.Up is Diam) (Pompa.pH.Down is Cepat).*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian

Setelah perancangan telah selesai, maka pada tahapan ini akan membahas tentang hasil pengujian dari alat yang di buat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah alat dan sistem ini sudah berjalan sesuai dengan yang di rencanakan atau tidak.

3.1.1. Data Hasil Pengujian

Berikut adalah data-data hasil dari pengujian sensor sensor dan sistem pengiriman notifikasi.

3.1.1.1. Pengujian Putaran Motor DC dengan Driver L298N

Pengujian motor DC dilakukan untuk mengetahui kesesuaian putaran motor DC. Pengujian dilakukan dengan cara membuat program yang diupload pada Arduino Mega 2560 yang berisi perintah menggerakkan motor DC.

Tabel 3. Pengujian Putaran Motor DC

Input	Driver L298N	Status Motor DC
High	On	On
Low	Off	Off

3.1.1.2 Pengujian Sensor pH Air

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon terhadap sensor pH terhadap perubahan pH pada air. Respon dari sensor yang diketahui adalah nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) terhadap pH. Sensor pH dihubungkan dengan Arduino Mega 2560 untuk menampilkan nilai ADC dari sensor melalui serial monitor yang terdapat pada Arduino IDE. Dalam pengujiannya terdapat 3 jenis sampel yang berbeda-beda. Cairan tersebut ialah serbuk pH 4,0, pH 6,8 dan pH 9,18 yang telah dilarutkan dengan air 250ml.

Tabel 4. Nilai ADC Terhadap Kalibrator

KALIBRASI PH	
Nilai ADC (<i>Analog to Digital Conversion</i>)	Kalibrator (pH)
628	4,01
538	6,86
458	9,18

3.1.1.3 Pengujian Sensor pH dengan Beberapa Cairan

Kemudian dilanjutkan pengujian dengan menggunakan cairan non-sampel dan dibantu oleh pH digital yang sudah di kalibrasi untuk membantu melakukan pembacaan nilai pH yang terkandung pada sebuah cairan, cairan non-sampel yang dipakai ada lima cairan yaitu air teh, air sumur, air minum kemasan, air deterjen dan air yang mengandung nutrisi hidroponik.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor pH pada larutan non-sampel dengan perbandingan pH digital

Cairan	Nilai pH Digital	Nilai pH Sensor	Error
Air Sumur	10,0	10,0	0%
Air Minum Kemasan	9,5	9,5	0%
Air Nutrisi Hidroponik	9,7	9,6	0,01%
Rata-rata error %			0,003%

Untuk selanjutnya perlu menghitung persentase *error* dan juga rata-rata *error* nilainya. Hasil perhitungan ini mengambil salah satu data dalam tabel dengan menggunakan perhitungan *relative error*. Perhitungan dilakukan pada percobaan ketiga yaitu air nutrisi hidroponik dimana pada pH meter digital terbaca dengan nilai 9,7 sedangkan pada sensor pH air terbaca dengan nilai 9,6.

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \left(\frac{\text{Nilai sensor pH meter} - \text{Nilai pH meter digital}}{\text{Nilai pH meter digital}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (1) \\
 &= \left(\frac{9,6 - 9,7}{9,7} \right) \times 100\% = 0,01\%
 \end{aligned}$$

Dan dibawah ini merupakan proses perhitungan rata-rata *error* berdasarkan pada nilai yang ada di tabel 5.

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata error} &= \left(\frac{\sum \text{error}}{\sum \text{uji coba}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (2) \\
 &= \left(\frac{0,01}{3} \right) \times 100\% \\
 &= 0,003\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perbandingan dari data pH air menggunakan sensor pH air dan pH meter digital maka diperoleh nilai rata-rata *error* sebesar 0,003%.

3.1.1.4 Pengujian Sistem Keseluruhan Serta Logika Fuzzy pada Mikrokontroler dan MATLAB

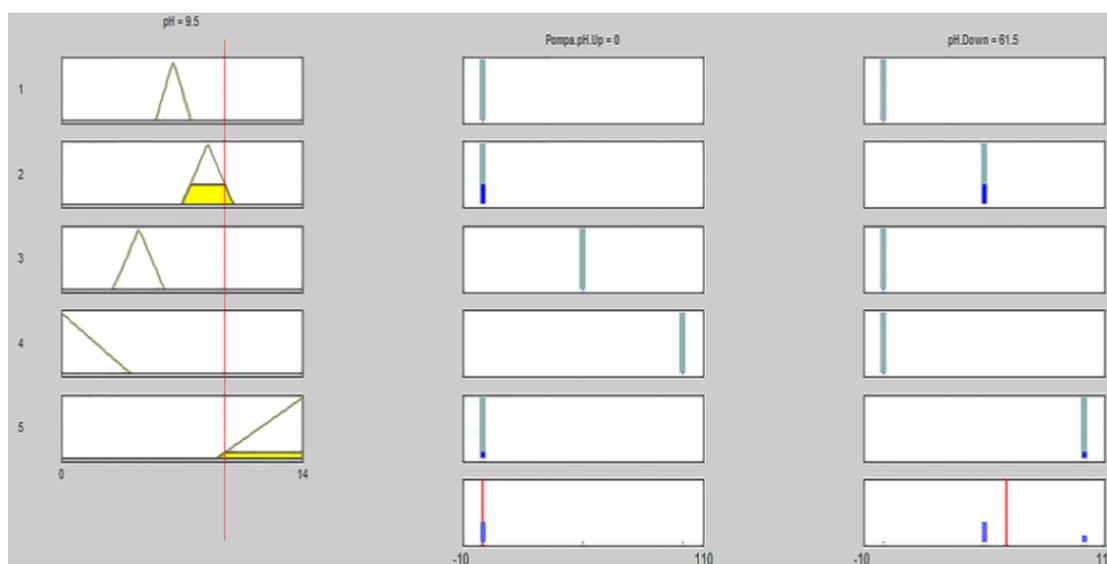
Pada tahap ini dilakukan pengukuran terhadap kinerja keseluruhan sistem alat pengatur pH air. Dimana dalam pengukurannya, nilai yang diberikan/*input* dan yang dikeluarkan/*output* oleh mikrokontroler akan di bandingkan dengan nilai pada logika *fuzzy* yang dibuat dengan *software* MATLAB R2012a. Pada tabel 6. ini merupakan *input* dan *output* dari logika *fuzzy* pada mikrokontroler.

Tabel 6. Hasil Pengujian Nilai input dan output pada Mikrokontroler

No	Jenis Cairan	Input	Output	
		Nilai pH Air	Pompa Up (rpm)	Pompa Down (rpm)
1	pH Buffer 4,01	4,01	50	0
2	pH Buffer 6,86	6,86	0	0

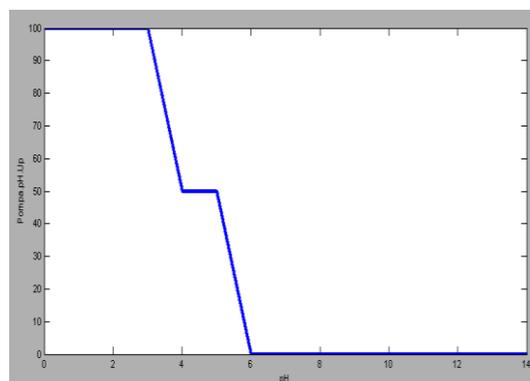
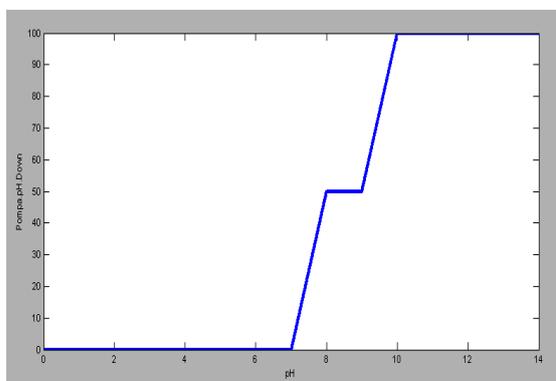
3	pH Buffer 9,18	9,18	0	53,1
4	Air The	7,53	0	50
5	Air Sumur	10,0	0	100
6	Air Mineral	9,5	0	62,6
7	Deterjen	11,9	0	100
8	Air Nutrisi Hidroponik	9,6	0	65,5

Dibawah ini merupakan gambar dati *input* dan *output* pada MATLAB R2012a dengan mengambil dari salah satu data dari tabel 5. dengan nilai *input* 9,5 dan hasil defuzzifikasi mengeluarkan nilai *output* dengan nilai pompa pH *up* 0 dan pompa pH *down* 61,5.



Gambar 6. Simulasi Nilai *Input* dan *Output* Pada MATLAB R2012a

Pada gambar 6 dan 7 merupakan grafik pergerakan kecepatan pompa berdasarkan aturan atau *rule* yang telah dibuat, dimana pada gambar 7 dijelaskan bahwa pompa pH *Down* akan merespon jika nilai pH lebih dari 7 dan pada gambar 8 dijelaskan bahwa pompa pH *Up* akan merespon jika pH dibawah dari 6.



Gambar 7 Grafik Kecepatan Pompa pH *Down* Gambar 8 Grafik Kecepatan Pompa pH *Up*

Pada tabel 7. merupakan hasil dari perhitungan logika *fuzzy* pada MATLAB R2012a yang dimana data *input* pada tabel ini diambil dari data *input* pada tabel 6.

Tabel 7. Hasil Pengujian Nilai input dan output pada MATLAB R2012a

No	Jenis Cairan	Input	Output	
		Nilai pH Air	Pompa Up (rpm)	Pompa Down (rpm)
1	pH Buffer 4,01	4,01	50	0
2	pH Buffer 6,86	6,86	0	0
3	pH Buffer 9,18	9,18	0	53,1
4	Air The	7,53	0	50
5	Air Sumur	10,0	0	100
6	Air Mineral	9,5	0	61,5
7	Deterjen	11,9	0	100
8	Air Nutrisi Hidroponik	9,6	0	65,5

Berdasarkan tabel diatas didapat nilai perbedaan (*error*) dari hasil perhitungan logika fuzzy pada mikrokontroler dengan perhitungan pada MATLAB R2012a.

$$Error = \left(\frac{Nilai\ MATLAB - Nilai\ Mikrokontroler}{Nilai\ Mikrokontroler} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

$$Error = \left(\frac{61,5 - 62,6}{62,6} \right) \times 100\%$$

$$Error = 0,017\%$$

3.2 Analisis

Berdasarkan data yang di dapat dari pengujian diatas maka akan dilakukan analisis untuk mengetahui apakah kualitas dan tujuan dari alat tersebut telah tercapai atau tidak. Analisis juga dilakukan agar dapat mengetahui performa dari sensor yang digunakan pada penelitian ini.

3.2.1 Analisa Hasil Pembacaan Sensor pH

Hasil pengujian sensor pH dapat dilihat pada tabel 5. yang dilakukan dengan cara pengambilan sampel dari beberapa sampel air yang menunjukkan hasil pengukuran antara sensor pH digital dengan sensor pH Elektroda E201-BNC yaitu dengan rata-rata *error* keseluruhannya 0,003%.

3.2.2 Analisa Pengujian Sistem Keseluruhan Serta Logika Fuzzy pada output kecepatan pompa

Hasil pengujian sistem terdapat 3 bagian yaitu nilai pH air. Pompa pH Up, dan Pompa pH Down, maka hasil pengukuran nilai pH <=6 pompa pH Up akan menyala, sedangkan apabila nilai pH =>7 maka pompa pH Down akan menyala sesuai dengan yang dibutuhkan. Pada hasil pengujian yang telah dilakukan pada sistem pengendalian kecepatan, bahwa kendali logika fuzzy dapat digunakan untuk mengatur motor DC dengan Driver L298N pada putaran pompa dengan metode fuzzifikasi adalah metode Min-Max sedangkan pada defuzzifikasi menggunakan metode sugeno, dengan menggunakan 5 membership function untuk input dan 3membership function untuk masing-masing output dengan hasil analisis didapat selisih angka atau error sebesar 0,017% dalam perhitungan logika fuzzy pada mikrokontroler dengan MATLAB R2012a.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan diantara lain sebagai berikut; pada pengujian kalibrasi sensor pH air berjalan dengan semestinya dengan menggunakan metode regresi linear, sensor juga dapat membaca nilai pH pada cairan *buffer* yang telah ditentukan walaupun masih ada sedikit *error* yang diterima pada saat uji coba terhadap beberapa cairan non-*buffer* jika di bandingkan dengan pH meter digital dengan rata-rata *error* sebesar 0,003%; waktu yang dibutuhkan alat untuk membaca nilai pH pada air sampai stabil memerlukan waktu ± 3 detik; kinerja logika *fuzzy* pada sistem alat ini bekerja dengan semestinya perbandingan *output* antara program logika *fuzzy* pada mikrokontroler dibandingkan dengan logika *fuzzy* pada MATLAB R2012a masih terdapat *error* sebesar 0,017%; dan dalam pengaturan pH pada air sangatlah penting dalam penyerapan nutrisi bagi tanaman hidroponik sehingga tanaman dapat tumbuh lebih cepat berdasarkan hasil analisa kinerja alat pada tanaman.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Garut dan beserta pihak lain yang telah bekerja sama dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] d. H. K. Danie Indra Yama, *Pertumbuhan dan Kandungan Klorofil Pakcoy (bassica rappa L) pada Beberapa Konsentrasi AB mix Dengan Sistem Wick.*, 2019.
- [2] R. S. A. R. A. K. d. I. P. R. Elly Mufida, *Perancangan Alat Pengontrol pH Air Untuk Tanaman Hidroponik*, 2020.
- [3] M. DR.SUSILAWATI, *DASAR-DASAR BERTANAM SECARA HIDROPONIK*, Palembang, 2019.
- [4] I. d. Fitmawati, "Penerapan teknologi hidroponik sistem deep flow technique," *RIAU JOURNAL OF EMPOWERMENT*, 2018.
- [5] U. Raharja, *LOGIKA FUZZY*, 06 April 2020.
- [6] H. P. Sri Kusumadewi, *APLIKASI LOGIKA FUZZY UNTUK PENDUKUNG KEPUTUSAN*, Yogyakarta: GRAHA ILMU, 2013.
- [7] B. P. F. K. U. Indonesia, in *GANGGUAN KESEIMBANGAN AIR-ELEKTROLIT ASAM DAN BASA*, JAKARTA, 2012.
- [8] P. B. MALANG, *SENSOR DAN AKTUATOR*, Malang, 2013.
- [9] R. S. A. d. Elly Mufid, "Perancangan Alat Pengontrol pH Air Untuk Tanaman Hidroponik," *INSANtek – Jurnal Inovasi dan Sains Teknik Elektro*, 2020.
- [10] M. S. Imran Oktariawan, "Jurnal FEMA," *Pembuatan Sistem Otomasi Dispenser Mnegunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560*, vol. 1, 2013.