

PENGIMPLEMENTASIAN FUZZY LOGIC PADA SISTEM PENGENDALIAN PH AIR DAN MONITORING TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS IOT

Muhammad Rizqi Hidayatulloh
Jurusan Informatika, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru No.45 Surabaya Jawa Timur 60118
Email: mrizqihid@gmail.com

Abstract

Hydroponics is defined scientifically as a way of cultivating plants without using soil. The obstacle in using a hydroponic system is in terms of maintenance. For beginners, they do not understand how to measure and condition plant nutrients such as PH and TDS values that must be checked and controlled every day manually and liquid levels that can affect the ideal conditions of plants. This causes not a few who experience crop failure. Thus, the hydroponic system can be combined with the internet of things (IOT), as a device that can monitor remotely and maintain hydroponic fluid levels automatically. In this tool the method used is fuzzy logic with ph and tds sensor inputs with an output in the form of a peristaltic pump to give a ph up solution if the ph value is < 5.5 and a ph down solution if the ph value is > 6.5 , and give abmix fertilizer solution if the tds value < 1050 and the tds solution is down if the tds value is > 1400 . For the monitoring system for the value of ph, tds, air temperature and humidity, water temperature, and water level using the flutter application as a user interface and displaying data from the database.

Keywords: *Hydroponics, pH, Tds, IOT, fuzzy logic, monitoring.*

Abstrak

Hidroponik didefinisikan secara ilmiah sebagai suatu cara budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah. Kendala dalam menggunakan sistem hidroponik yaitu dari segi pemeliharaan. Bagi pemula, mereka kurang memahami tentang cara mengukur dan mengondisikan nutrisi tanaman seperti, nilai PH dan TDS yang harus diperiksa dan dikontrol setiap hari secara manual dan tingkat cairan yang dapat mempengaruhi kondisi ideal tanaman. Hal ini menyebabkan tidak sedikit yang mengalami kegagalan panen. Dengan demikian, sistem hidroponik dapat dipadukan dengan internet of things (IOT), sebagai perangkat yang dapat memonitoring dari jarak jauh dan menjaga tingkat cairan hidroponik secara otomatis. Pada alat ini metode yang digunakan yaitu fuzzy logic dengan inputan sensor ph dan tds dengan keluaran berupa pompa peristaltic untuk memberi larutan ph up jika nilai ph $< 5,5$ dan larutan ph down jika nilai ph $> 6,5$, serta memberi larutan pupuk abmix jika nilai tds < 1050 dan larutan tds down jika nilai tds > 1400 . Untuk sistem monitoring nilai ph, tds, suhu dan kelembaban udara, suhu air, dan ketinggian air menggunakan aplikasi flutter sebagai user interface dan menampilkan data dari database.

Kata kunci: *Hidroponik, pH, Tds, IOT, fuzzy logic, monitoring.*

1. PENDAHULUAN

Di era pandemi saat ini penulis melakukan tindakan yang berinovasi dan harus menambah peluang usaha dengan cara bercocok tanam. Dengan lahan yang terbatas, bercocok tanam dengan sistem hidroponik merupakan solusi yang tepat.

Hidroponik didefinisikan secara ilmiah sebagai suatu cara budidaya tanaman tanpa memerlukan media tanah, akan tetapi media yang digunakan yaitu media inert seperti gravel, pasir, peat, vermikulit, pumice atau sawdust, yang diberikan larutan hara yang mengandung semua elemen esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan normal tanaman [1].

Kendala yang sering di temukan bagi pemula yang kurang dalam memahami tentang cara mengatur dan mengondisikan nutrisi tanaman seperti nilai pH yang harus di periksa dan dikontrol setiap hari secara berkala, hal tersebut dilakukan secara manual maka tingkatan cairan yang dapat mempengaruhi kondisi ideal tanaman. Maka hal tersebut menyebabkan tidak sedikitnya yang mengalami kegagalan dalam memanen.

Nutrisi yang diberikan pada tanaman berkaitan erat dengan nilai keasaman maupun basah air (pH), di mana pH air akan mempengaruhi daya larut unsur hara pada tanaman yang berdampak pada kualitas kesuburan sayuran tersebut. Pada kenyataannya nilai pH dalam tangki selalu berubah disebabkan berbagai faktor seperti media tanam, proses fotosintesis dan respirasi, maupun bakteri. Dengan demikian, nilai pH perlu dijaga agar dapat bertahan pada nilai 5,5 – 6,5 menyesuaikan dengan sayuran yang dibudidayakan.

Dengan hal tersebut maka peneliti melakukan penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasi metode Fuzzy Logic Controller (FLC) untuk mengatur besaran nilai pH nutrisi sebesar 5,5 hingga 6,5 agar dapat menjaga pH nutrisi yang diperlukan pada sistem hidroponik NFT.

Dengan demikian, sistem hidroponik dapat dipadukan dengan internet of things (IOT), sebagai perangkat yang dapat memonitoring dari jarak jauh dan menjaga tingkat cairan hidroponik secara otomatis. Sistem hidroponik yang dipadukan dengan *IoT* diharapkan dapat mengurangi risiko kegagalan dalam membudidayakan tanaman dan mempermudah memantau pertumbuhan tanaman, sehingga sangat mudah dilakukan oleh orang yang baru memulai bercocok tanam menggunakan sistem hidroponik maupun orang memiliki jadwal yang padat seperti penduduk yang berada dipertanian.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ini dimulai dari peninjauan literatur, desain perancangan sistem kemudian akan dilanjutkan dengan pembuatan sistem yang sudah dirancang. Pengujian dilakukan dengan beberapa skema pengujian yang sudah direncanakan, selanjutnya membuat laporan dan simpulan penelitian berupa buku tugas akhir dan jurnal.

Rancangan pembuatan alat pengontrol sistem pada penelitian ini terbagi atas beberapa perangkat yang saling berhubungan yaitu perangkat elektronik (hardware) dan perangkat lunak (software) yang berisi instruksi untuk menjalankan program.

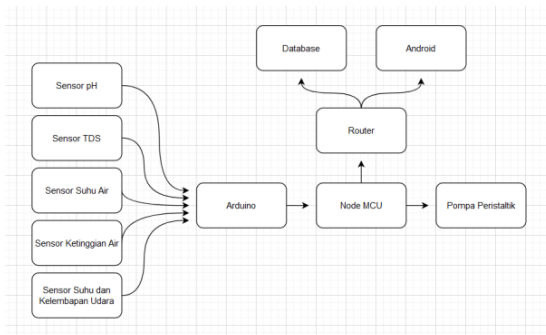
Kebutuhan Alat yaitu Node MCU ESP8266, Arduino Uno, DHT11, Sensor pH, DS18B20, JSN-SR04T, L298N, Relay, Pompa Peristaltik, Breadboard, Kabel Jumper, Kabel Power, Power Supply, pH Buffer.

Perangkat keras yang di gunakan dalam proses penelitian ini yaitu Prosesor Intel Core I5-10300H, Ram 8 GB, Solid State Drive 512 GB, Samsung A7 2018, Kabel USB.

Adapun Perangkat lunak serta bahasa pemrograman yang di gunakan dalam proses penelitian ini, yaitu Microsoft Windows 10, Arduino IDE, Android Studio, Flutter.

A. Desain Perancangan Sistem

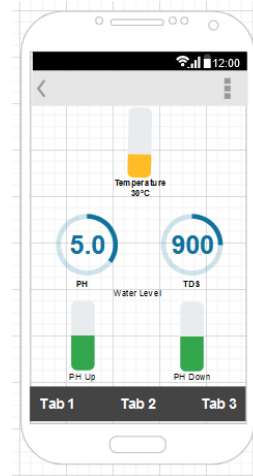
Sistem ini dijalankan dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sebagai pusat pengelolaan data. Input data terdiri dari berbagai macam sensor, seperti sensor DHT11 sebagai sensor pendeteksi suhu dan kelembapan udara, sensor pH sebagai sensor pengukur tingkat pH air, sensor TDS sebagai sensor pengukur tingkat PPM air, DS18B20 sebagai sensor pendeteksi suhu air, dan JSN-SR04T sebagai sensor ketinggian air. Output yang dihasilkan yaitu pompa peristaltik sebagai pengatur cairan pH up, pH down, TDS up, dan TDS down. Dengan di bantu oleh driver motor L298N yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan motor. Bagian IoT berupa data realtime yang di kirim oleh NodeMCU ke database yang ditampilkan melalui android, sebagai sarana pengguna dalam mengontrol dan memonitoring sistem.



Gambar 2.1 Desain Diagram Sistem

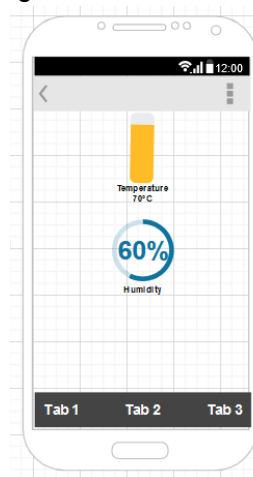
B. Desain Antarmuka Android

Pada antarmuka di perangkat android terdapat 3 desain *mockup*. Bagian pertama adalah halaman kondisi air, halaman ini terdapat beberapa tampilan ui sensor air, yaitu sensor temperature air, sensor ph, sensor tds, sensor ultarsonik.



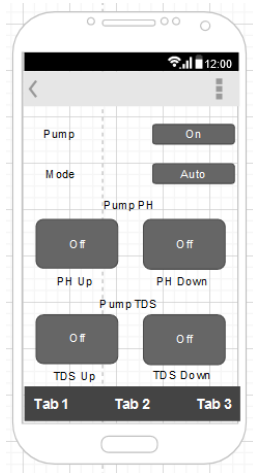
Gambar 2.2 Mockup Halaman Kondisi Air

Bagian kedua halaman kondisi lingkungan merupakan desain halaman yang menampilkan nilai suhu dan kelembapan dan halaman setting.



Gambar 2.3 Mockup Halaman Kondisi Lingkungan

Bagian ketiga halaman setting merupakan desain halaman yang menampilkan button kontrol pompa dan mode.

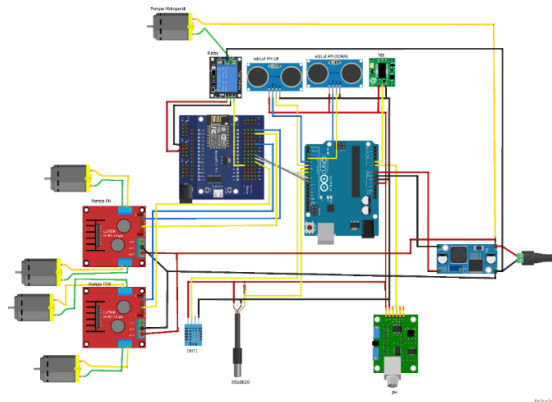


Gambar 2.4 Mockup Halaman Setting

Dalam control pompa terdiri dari pompa utama sebagai pengalir air pada hidroponik, lalu ph up dan down sebagai pompa larutan ph serta pompa tds up dan down sebagai pompa pemberi nutrisi abmix.

C. Desain Wiring Modul

Desain wiring modul merupakan desain yang di gunakan dalam jumper antara kabel Arduino atau nodemcu ke modul berbagai modul yang ada.



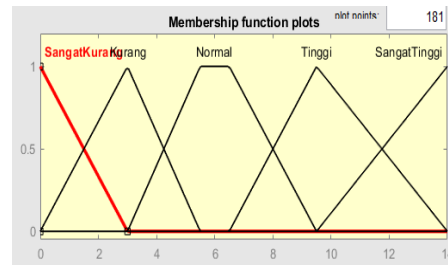
Gambar 2.5 Desain Wiring Modul

D. Pemrograman Fuzzy Logic

Pemrograman fuzzy logic memiliki 3 tingkatan, mulai dari fuzzyfikasi, rule, dan defuzzyfikasi.

Fuzzyfikasi memiliki fungsi sebagai nilai input dalam menentukan nilai membership fuction

dari nilai sangat kurang, kurang, normal, tinggi, dan sangat tinggi.



Gambar 2.6 membership Function pH

Sangat Kurang

$$\mu = \begin{cases} \frac{3-x}{3-0} & 0 \leq x \leq 3 \\ 0 & x \geq 3 \end{cases}$$

Tinggi

$$\mu = \begin{cases} \frac{x-6.5}{9.5-6.5} & 6.5 \leq x \leq 9.5 \\ 1 & x = 9.5 \\ \frac{14-x}{14-9.5} & 9.5 \leq x \leq 14 \end{cases}$$

Kurang

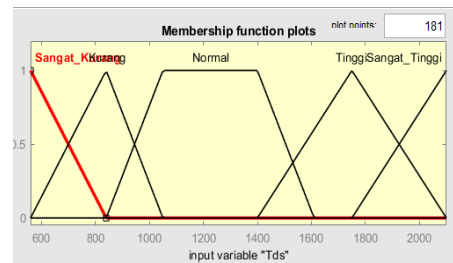
$$\mu = \begin{cases} \frac{x-0}{3-0} & 0 \leq x \leq 3 \\ 1 & x = 3 \\ \frac{5.5-x}{5.5-3} & 3 \leq x \leq 5.5 \end{cases}$$

Sangat Tinggi

$$\mu = \begin{cases} \frac{x-9.5}{14-9.5} & 9.5 \leq x \leq 14 \\ 1 & x = 14 \end{cases}$$

Normal

$$\mu = \begin{cases} \frac{x-3}{5.5-3} & 3 \leq x \leq 5.5 \\ 1 & 5.5 \leq x \leq 6.5 \\ \frac{9.5-x}{9.5-6.5} & 6.5 \leq x \leq 9.5 \end{cases}$$



Gambar 2.7 membership Function Tds

Sangat Kurang

$$\mu = \begin{cases} \frac{840-x}{840-560} & 560 \leq x \leq 840 \\ 0 & x \geq 840 \end{cases}$$

Tinggi

$$\mu = \begin{cases} \frac{x-1400}{1750-1400} & 1400 \leq x \leq 1750 \\ 1 & x = 1750 \\ \frac{2100-x}{2100-1750} & 1750 \leq x \leq 2100 \end{cases}$$

Kurang

$$\mu = \begin{cases} \frac{x-560}{840-560} & 560 \leq x \leq 840 \\ 1 & x = 840 \\ \frac{1050-x}{1050-840} & 840 \leq x \leq 1050 \end{cases}$$

Sangat Tinggi

$$\mu = \begin{cases} \frac{x-1750}{2100-1750} & 1750 \leq x \leq 2100 \\ 1 & x = 2100 \end{cases}$$

Normal

$$\mu = \begin{cases} \frac{x-840}{1050-840} & 840 \leq x \leq 1050 \\ 1 & 1050 \leq x \leq 1400 \\ \frac{1750-x}{1750-1400} & 1400 \leq x \leq 1750 \end{cases}$$

Rule merupakan aturan yang dibuat untuk pengambilan keputusan dari hasil nilai memberchip function, serta output yang digunakan dalam perhitungan dalam defuzzyfikasi.

Tabel 2.1 Output pH

No	Variabel	Nilai
1	Ph Down Lama	5500
2	Ph Down Sedang	2750
3	Ph Diam	0
4	Ph Up Sedang	2750
5	Ph Up Lama	5500

Tabel 2.2 Output Tds

No	Variabel	Nilai
1	Tds Down Lama	5500
2	Tds Down Sedang	2750
3	Tds Diam	0
4	Tds Up Sedang	2750
5	Tds Up Lama	5500

Defuzzyfikasi merupakan nilai output yang dihasilkan dari penjumlahan setiap nilai rule.

$$Output = \frac{(a_1 \times z_1) + (a_2 \times z_2) + (a_3 \times z_3) + \dots + (a_n \times z_n)}{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n} \quad (2.1)$$

Keterangan :

Output: Nilai yang di gunakan untuk mengatur waktu

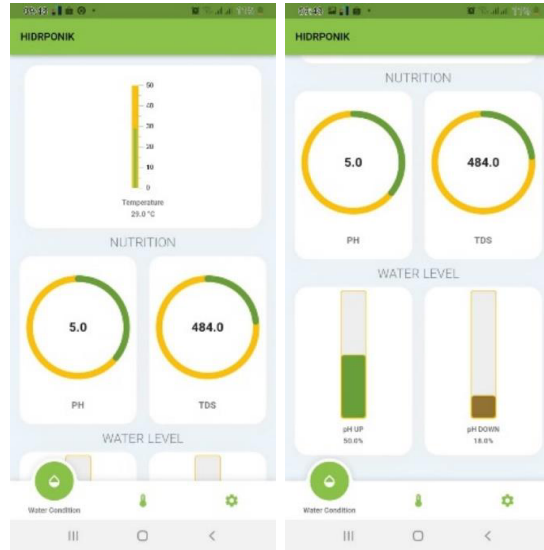
a_n : Nilai hasil dari fuzzyfikasi

z_n : indeks nilai output

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

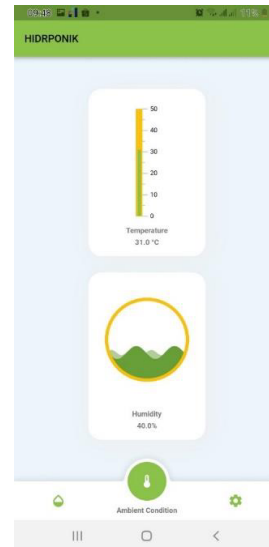
A. Hasil Pembuatan Aplikasi Android

Halaman kondisi air menampilkan nilai kondisi air diantaranya yaitu nilai suhu air, nilai ph air, nilai tds air, nilai ketinggian air ph up dan ph down.



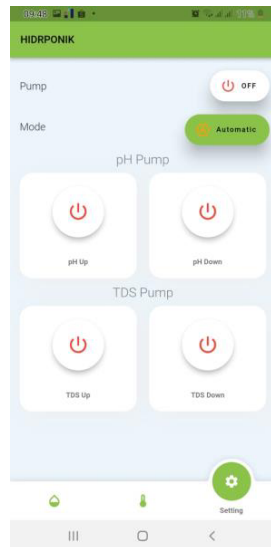
Gambar 3.1 Halaman Kondisi Air

Halaman kondisi lingkungan terdapat tampilan sensor suhu dan sensor kelembapan.



Gambar 3.2 Halaman Kondisi Lingkungan

Halaman setting menampilkan button kontrol diantaranya, yaitu button pompa, button modul, button pompa ph up dan ph down, dan pompa tds up dan tds down.



Gambar 3.3 Halaman Setting

B. Tahap Pengujian Sensor pH

Pengujian Sensor pH di lakukan dengan memberikan perbandingan antara sensor ph dengan ph meter.

Tabel 3.1 Pengujia Sensor pH (4.01)

Sampel	Percobaan	Hasil Percobaan		Selisih
		pH Sensor	pH meter	
Larutan buffer 4.01	1	4.02	4.03	0.01
	2	3.92	4.01	0.09
	3	3.90	4.00	0.1
	4	3.91	4.02	0.11
	5	3.93	4.02	0.09
Rata-rata		3.936	4.016	0.08

Berdasarkan pengujian didapatkan nilai pH dengan Larutan buffer 4.01 yang dilakukan sebanyak 5 kali uji, didapat hasil selisih nilai ph tertinggi pada tabel percobaan ke 4 yaitu 0.09, sedangkan untuk selisih nilai ph terendah terdapat pada tabel percobaan ke 5 yaitu 0.9. Untuk hasil rata-rata yang didapat dengan pH sensor adalah 3.936 dan pH meter adalah 4.016.

Tabel 3.2 Pengujia Sensor pH (6.86)

Sampel	Percobaan	Hasil Percobaan		Selisih
		pH Sensor	pH meter	
	1	7.12	6.88	0.24
	2	7.08	6.86	0.22
	3	7.14	6.88	0.26

Larutan buffer 6.86	4	7.14	6.87	0.27
	5	7.10	6.86	0.24
Rata-rata		7.116	6.87	0.246

Berdasarkan pengujian nilai pH dengan Larutan buffer 6.86 yang dilakukan sebanyak 5 kali uji, didapat hasil selisih nilai ph tertinggi pada tabel percobaan ke 4 yaitu 0.27, sedangkan untuk selisih nilai ph terendah terdapat pada tabel percobaan ke 2 yaitu 0.22. Untuk hasil rata-rata yang didapat dengan pH sensor adalah 7.116 dan pH meter adalah 6.87.

Tabel 3.3 Hasil Analisa

Percobaan	Hasil Analisa Data		
	Rata - rata	Selisih	Error (%)
1	3.936	0.08	2.03%
2	7.116	0.246	3.46%

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil uraian data yang dapat dilihat pada table diatas. Pada table dapat dilihat uraian data hasil pengukuran berdasarkan rata-rata, selisih, dan error.

Pengujian Sensor Tds di lakukan dengan memberikan perbandingan antara sensor Tds dengan Tds meter.

Tabel 3.4 Hasil Analisa

No	Tds Sensor (ppm)	Tds Meter (ppm)	Selisih	Error (%)
1	680	702	22	3.13%
2	553	566	7	1.23%
3	509	547	38	6.94%
4	511	546	35	6.41%
5	486	529	23	4.34%
Rata-rata Error				4.41%

Berdasarkan pengujian nilai Tds Sensor dengan Tds Meter yang dilakukan sebanyak 5 kali uji, didapat hasil nilai tds error tertinggi pada tabel percobaan ke 3 yaitu 6.94%, sedangkan untuk nilai tds error terendah terdapat pada tabel percobaan ke 2 yaitu

1.23%. Untuk hasil rata-rata error adalah 4.41%.

C. Tahap Pengujian Sensor Suhu Air

Pengujian Sensor Suhu Air di lakukan dengan memberikan perbandingan antara sensor Sensor Suhu Air dengan Thermometer Air.

Tabel 3.5 Pengujian Sensor Suhu Air

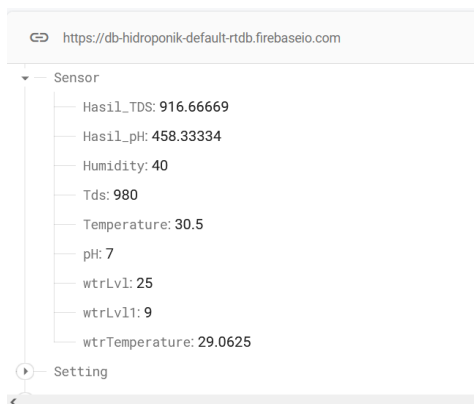
No	Sensor Suhu (°C)	Thermometer Air (°C)	Selisih	Error (%)
1	28.50	29.9	1.4	4.68%
2	29.28	30.6	1.32	5.19%
3	28.12	29.1	0.98	4.31%
4	27.62	28.5	0.88	3.08%
5	29.42	30.4	0.98	3.22%
Rata-rata Error				4.1%

Berdasarkan pengujian nilai Sensor Ultrasonik dengan Alat Ukur yang dilakukan sebanyak 5 kali uji, didapat hasil nilai ketinggian error tertinggi pada tabel percobaan ke 2 yaitu 6.67%, sedangkan untuk nilai ketinggian error terendah terdapat pada tabel percobaan ke 5 yaitu 4.4%. Untuk hasil rata-rata error adalah 4.35%.

D. Tahap Pengujian Metodologi

Pengujian Metodologi ini menggunakan 3 tahapan, tahap perhitungan alat, tahap perhitungan matlab, dan tahap perhitungan manual.

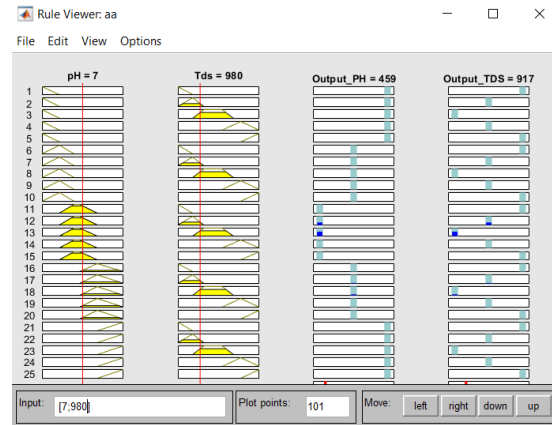
Tahap perhitungan alat ini di lakukan oleh alat yang memproses nilai input sensor pH dan di kirim ke database.



Gambar 3.4 Pengujian Alat

Pada tampilan gambar diatas dengan nilai ph 7 dan tds 980 maka dihasilkan nilai output dari alat yaitu Ph Output 916.66669 dan Tds Output 458.33334.

Tahap perhitungan matlab ini di buat dengan input, rule dan output yang sama dengan aturan fuzzy di atas.



Gambar 3.5 Pengujian Matlab

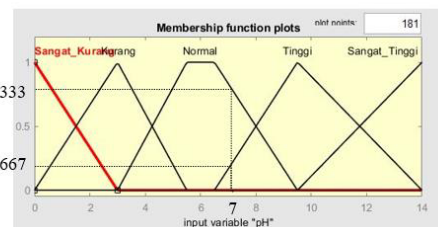
Tahap perhitungan manual, jika diketahui nilai Ph 7 dan nilai Tds 980 maka di dapatkan nilai fuzzyfikasi yaitu.

$$Ph \text{ Normal} = \frac{9.5 - 7}{9.5 - 6.5} = 0.8333$$

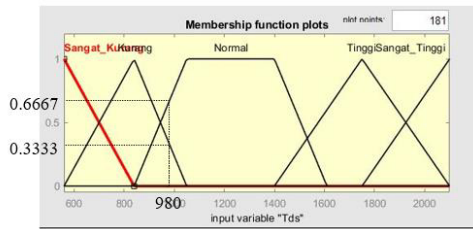
$$Ph \text{ Tinggi} = \frac{7 - 6.5}{9.5 - 6.5} = 0.1667$$

$$Tds \text{ Kurang} = \frac{1050 - 980}{1050 - 840} = 0.3333$$

$$Tds \text{ Normal} = \frac{980 - 840}{1050 - 840} = 0.6667$$



Gambar 3.6 Memberchip function pH



Gambar 3.7 Membership function Tds

Rule yang didapat

Tabel 3.6 Rule yang didapat

No	IF	THEN
1	PH Normal and TDS Kurang	PH Diam TDS Up Sedang
2	PH Normal and TDS Normal	PH Diam TDS Diam
3	PH Tinggi and TDS Kurang	PH Down Sedang TDS Up Sedang
4	PH Tinggi and TDS Normal	PH Down Sedang TDS Diam

Defuzzifikasi.

$$PH\ Output = \frac{(0.8333 \times 0) + (0.1667 \times 2750)}{0.0333 + 0.1667} = 458,425$$

$$TDS\ Output = \frac{(0.6667 \times 0) + (0.3333 \times 2750)}{0.6667 + 0.3333} = 916,575$$

Maka hasil dari fuzzy logic yaitu menyalakan pompa pH Down selama 458,425 milidetik dan pompa TDS Up selama 916,575.

E. Hasil Pertumbuhan Tanaman

Tabel 3.7 Pertumbuhan Tanaman

Minggu	Tinggi Tanaman		
	Kangkung (Cm)	Sawi Calsim (Cm)	Sawi Kailan (Cm)
Minggu1	4	2	2
Minggu 2	10	8	6
Minggu 3	17	14	10
Minggu 4	28	26	14

Berdasarkan table di atas kangkung dan sawi calsim masa pertumbuhannya lebih cepat

karena memang pada kangkung dan sawi calsim memiliki masa panen hanya 1 bulan, sedangkan pada sawi kailan masa pertumbuhannya lebih lambat karena sawi kailan memiliki masa panen yang lebih lama yaitu 2 bulan.

4. Simpulan

Setelah melakukan tahap pengujian dari keseluruhan sistem serta berdasarkan data yang telah didapatkan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan metode fuzzy logic dapat menjaga tingkat nilai ph dan ppm air sesuai dengan ambang normal yang dianjurkan pada tanaman sawi kailan, sawi calsim, kangkung yaitu ph 5,5 sampai 6,5 dan ppm 1050 sampai 1400.
2. Dengan menggunakan Internet of Thing (IoT) pada tanaman hidroponik dapat mempermudah memonitoring kondisi lingkungan dan air.

B. Saran

Berdasarkan hasil pengimplementasian fuzzy logic pada sistem pengendalian ph air dan monitoring tanaman hidroponik berbasis IoT dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengujian yang lebih lama agar mendapat data yang maksimal
2. Perbaiki UI pada aplikasi agar dapat menampilkan data lebih sederhana.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Tulzina, K. H. Ate, D. Irnawan, G. R. Amah, Fransiska, and N. Umbu, "Penerapan Sistem Hidroponik Dalam Budidaya Sayuran," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.