



**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
BANDUNG**
Islamic Technopreneur University

JSTE

Journal of Science, Technology,
and Entrepreneurship

Rancang Bangun Prototipe Sistem Automasi Pengairan Hidroponik Berbasis Mikrokontroler Arduino

Anisha Yuniawati Firdaus¹, Jaya Kuncara Rosa Susila^{2*}, Pujo Laksono³

^{1,2,3}Universitas Muhammadiyah Bandung

Jl. Soekarno - Hatta No. 752, Cipadung Kidul, Panyileukan, Kota Bandung, (022) 63744992

e-mail: ¹anishaayf@gmail.com, ^{2*}jaya.kuncara@umbandung.ac.id, ³pujo.laksono@umbandung.ac.id

Abstrak

Pertanian presisi menjadi salah satu teknologi pertanian yang dapat diimplementasikan pada sistem hidroponik. Pengontrolan nilai Parts per Million (PPM) yang sesuai dengan usia tanaman pada proses pencampuran nutrisi A dan B serta air pada sistem tersebut menjadi sangat penting supaya tanaman dapat tumbuh dan berkembang secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sistem automasi hidroponik yang berbasis pada nilai PPM yang disesuaikan dengan usia tanaman pada sistem hidroponik model NFT milik program studi agribisnis pada kampus universitas Muhammadiyah Bandung. Arduino Mega 2560 digunakan sebagai pengontrol, masukan terdiri dari dua sensor yaitu modul sensor TDS dari DF Robot dan modul RTC seri DS1302, sedangkan keluaran berupa pompa dan juga motor DC. Fuzzy Logic dengan metode mamdani dengan variabel nilai PPM, usia tanaman, dan juga waktu pengairan digunakan pada sistem sebagai pengambil keputusan untuk menyalakan pompa nutrisi atau air dan juga motor pengaduk. Hasil penelitian ini memperlihatkan sistem yang dibuat sudah dapat bekerja sesuai dengan tujuan yang diinginkan dengan galat error sebesar 7,21% untuk keberhasilan sistem dalam mencapai set poin nilai PPM yang sesuai dengan usia tanaman.

Kata kunci: pertanian presisi sistem hidroponik, PPM, fuzzy logic sistem hidroponik, fuzzy logic metode mamdani.

Abstract

Precision agriculture is one of the agricultural technologies that can be implemented in hydroponic systems. Controlling the Parts per Million (PPM) value according to the age of the plant in the process of mixing nutrients A and B and water in the system is very important so that plants can grow and develop optimally. This study aims to design a hydroponic automation system based on the PPM value that is adjusted to the age of the plant on the NFT model hydroponic system belonging to the agribusiness study program at the University of Muhammadiyah Bandung. Arduino Mega 2560 is used as a controller, the input consists of two sensors, namely the TDS sensor module from the DF Robot and the DS1302 series RTC module, while the output is a pump and a DC motor. Fuzzy Logic mamdani method with variable PPM value, plant age, and also irrigation time is used in the system as a decision maker to turn on the nutrient or water pump and also the stirrer motor. The results of this study show that the system created has been able to work in accordance with the desired goal with an error of 7.21% for the success of the system in achieving the set point value of PPM according to the age of the plant.

Keywords: precision agriculture hydroponic system, PPM, fuzzy logic hydroponic system, fuzzy logic mamdani method.

1. PENDAHULUAN

Teknik pertanian tanpa tanah dan menggunakan media air yang ditambahkan nutrisi atau lebih dikenal dengan Hidroponik dewasa ini banyak dilakukan oleh orang baik di skala rumah tangga maupun di tingkat perusahaan. Ini semakin digemari karena lahan pertanian khususnya di daerah perkotaan semakin sempit. Salah satu jenis hidroponik dengan metode tanam berupa menempatkan tanaman pada talang-talang atau pipa-pipa panjang dan mengalirinya dengan air serta nutrisi disebut dengan Nutrient Film Technique atau disingkat NFT[1], [2]. Untuk menghasilkan tanaman yang tumbuh optimal pada

Teknik hidroponik jenis ini maka sirkulasi air dan nutrisi perlu dikontrol supaya menyebar merata ke semua talang atau pipa tersebut[3], [4]

Program studi Agribisnis di kampus Universitas Muhammadiyah Bandung memiliki lahan hidroponik yang sudah dimanfaatkan oleh sivitas akademika untuk melakukan penelitian dan praktikum. Dalam pemanfaatan lahan tersebut dosen atau mahasiswa perlu mengecek kadar PPM yang terdapat pada ember pancampuran air dan nutrisi supaya nilainya sesuai dengan usia dari tanaman yang dibudidayakan. Namun demikian pengecekan PPM tersebut dilakukan secara manual dengan mengunjungi lahan tersebut setiap beberapa hari. Masalah tersebut dapat dijawab dengan mengimplementasikan sistem kontrol sederhana untuk memantau kadar PPM dengan memanfaatkan sensor TDS sebagai pemantau kadar PPM dan juga sensor RTC untuk mengetahui usia tanaman. Sebuah mikrokontroler dimanfaatkan sebagai pengontrol untuk menyalakan pompa solenoid dan juga motor pengaduk[5]–[7]. Dengan sistem tersebut maka pengecekan tidak perlu dilakukan manual oleh dosen atau mahasiswa dan juga mengoptimalkan tumbuh kembang tanaman.

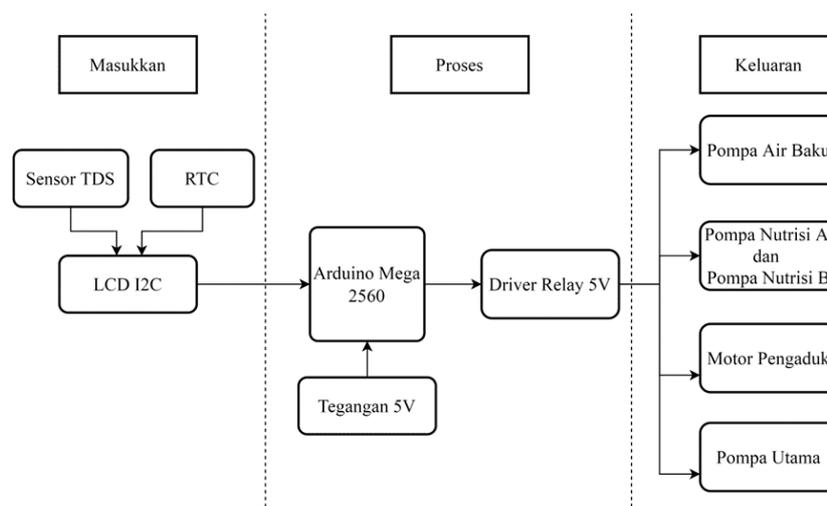
Untuk mengoptimalkan sumber energi yang digunakan oleh sistem automasi tersebut maka sistem diset untuk melakukan pemantauan PPM hanya dua kali per hari yaitu pada pagi dan sore hari[8] dan supaya meningkatnya PPM yang sedikit dapat dikontrol maka ditanamkan metode fuzzy logic sebagai pengambil keputusan pada mikrokontroler yang digunakan[9]. Tiga variabel yang digunakan pada input sistem fuzzy logic adalah nilai PPM, usia tanaman, dan juga waktu pengairan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian prototipe dimana tahapan yang dilakukan dimulai dari analisis kebutuhan, dilanjutkan pembuatan desain sederhana yang akan memberi gambaran singkat tentang sistem yang ingin dibuat, kemudian pembangunan prototipe sebenarnya, selanjutnya terdapat proses evaluasi dan jika diperlukan perubahan maka akan ada tahap perbaikan prototipe, dan terakhir adalah tahap implementasi dan pemeliharaan.

2.1. Blok Diagram Hubungan Masukan-Proses-Keluaran

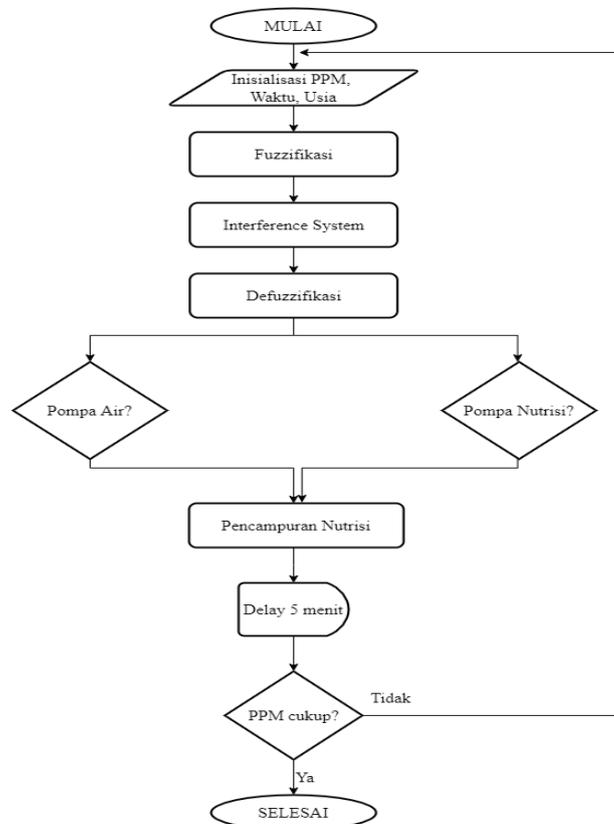
Pada Gambar 1 disajikan blok diagram dari hubungan masukan, proses, dan keluaran secara perangkat keras. Pada bagian masukan terdapat dua modul yang digunakan yaitu modul sensor TDS sebagai pengambil nilai PPM, dan yang kedua adalah Modul RTC untuk mengetahui usia tanaman dan juga waktu pengairan. Kedua sensor tersebut akan ditampilkan ke LCD yang sudah memanfaatkan I2C. Pada bagian proses terdapat mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pusat kendali sistem dan juga driver Relay yang berfungsi selayaknya saklar yang akan terhubung ke bagian keluaran. Sebagai pengambil keputusan ditanamkan sistem fuzzy logic pada mikrokontroler tersebut. Di bagian akhir yaitu keluaran ada beberapa pompa dan motor yang digunakan. Beberapa pompa tersebut diantaranya pompa utama yang akan mendistribusikan air ke sistem hidroponik setiap saat, pompa nutrisi A dan nutrisi B serta Air yang akan menyala sesuai perintah dari mikrokontroler, dan terakhir ada motor pengaduk yang akan menyala ketika proses pencampuran nutrisi atau air pada ember atau penampung utama.



Gambar 1. Bagan hubungan masukan, proses, dan keluaran

2.2. Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak

Pengembangan perangkat lunak memanfaatkan Arduino IDE dengan library yang sudah disesuaikan. Pada Gambar 2 disajikan diagram alir dari sistem yang dikembangkan.



Gambar 2. Diagram alir sistem otomasi hidroponik

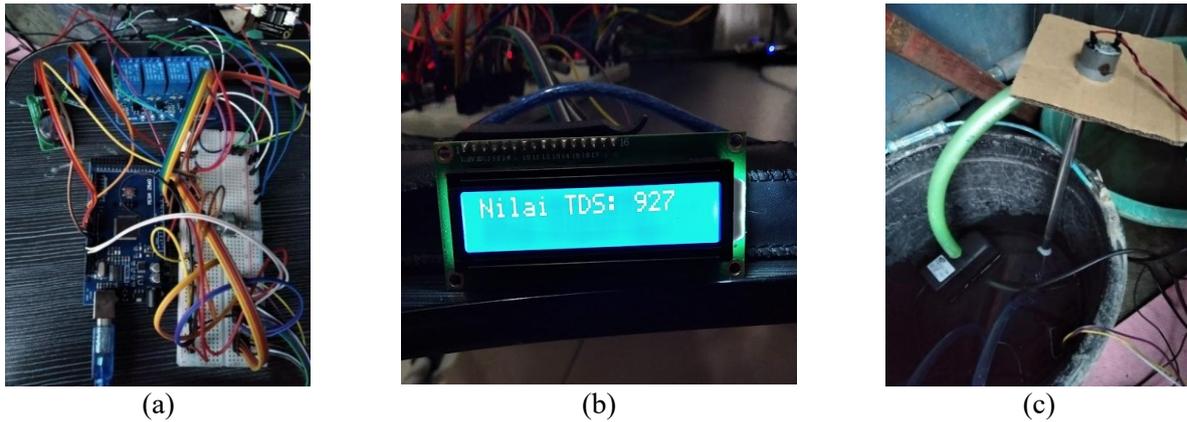
Alur kerja pada arduino dimulai dari inisialisasi pin TDS meter yang akan mendeteksi nilai PPM atau kadar nutrisi pada bak penampungan, kemudian dilanjutkan dengan inisialisasi RTC yang akan mendeteksi waktu dan usia tanaman. Kemudian dilanjutkan dengan proses fuzzifikasi, inference system dan defuzzifikasi. Setelah proses defuzzifikasi, akan ada pertanyaan lanjutan mengenai pompa yang akan diaktifkan, pengaktifan pompa dipengaruhi oleh nilai PPM, waktu dan juga usia tanaman. Setelah pompa dipilih dan dilakukan pencampuran nutrisi, akan ada proses delay selama 5 menit kemudian proses pencampuran akan berhenti jika nilai PPM sudah sesuai set point.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan perancangan maka tahapan selanjutnya adalah implementasi dan pengujian. Pengujian sistem prototipe ini dilakukan secara keseluruhan dengan menghubungkan semua perangkat masukan, kontroler dan perangkat keluaran. Pengujian secara keseluruhan merupakan pengujian otomasi sistem yang dilakukan untuk mengetahui kinerja dan fungsi prototipe yang telah dibuat.

3.1. Implementasi Perangkat Keras

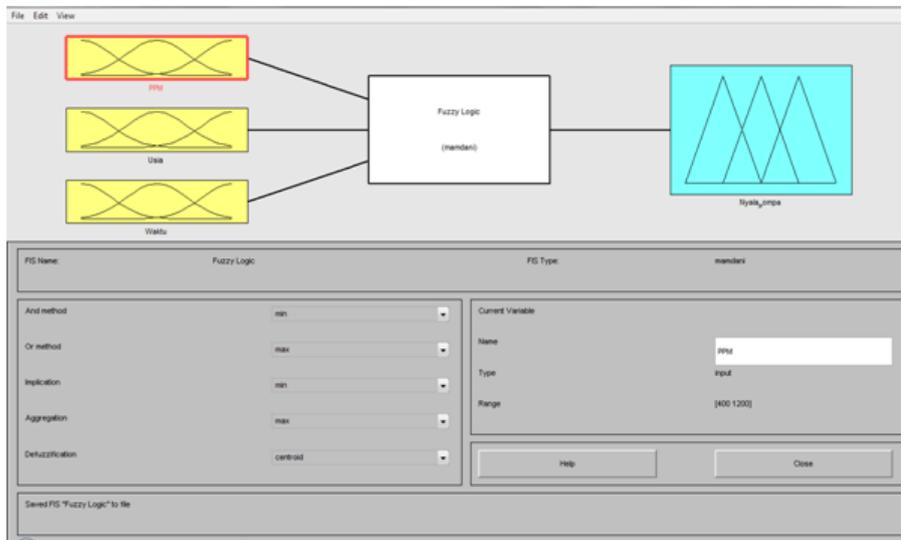
Gambar 3 menyajikan hasil implementasi dari rancangan sistem dimana semua komponen sudah terpasang dengan baik seperti terlihat pada Gambar 3 bagian (a). Pembacaan sensor dan ditampilkan di LCD juga sudah terlihat pada Gambar 3 bagian (b). Sedangkan sistem pengadukan pada ember pencampur terlihat pada Gambar 3 bagian (c).



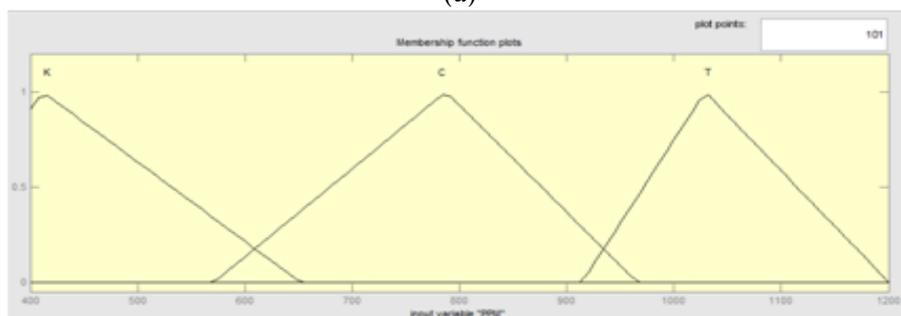
Gambar 3. (a) implementasi perangkat keras. (b) uji pembacaan nilai PPM dan ditampilkan di LCD. (c) uji motor pengaduk pada penampungan utama sistem hidroponik.

3.2. Implementasi Perangkat Lunak dan Fuzzy Logic

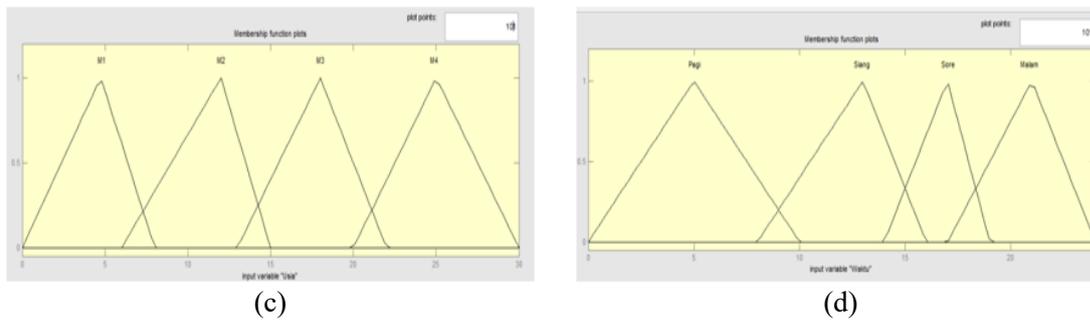
Untuk implementasi fuzzy logic pada sistem digunakan aplikasi MATLAB versi R2008a yang mana sudah terdapat toolbox fuzzy sehingga memudahkan dalam implementasinya[9]. Pada Gambar 4 tersaji tiga masukan yaitu nilai PPM, usia tanaman, dan juga waktu pengairan dan keluaran dari sistem tersebut adalah nyala pompa. Keanggotaan nilai PPM terdiri dari kurang dari set point (K=Kurang), tepat pada set point (C=Cukup), dan lebih dari set point (T=Tinggi). Keanggotaan dari usia dibagi menjadi empat pekan sesuai pertumbuhan tanaman dari awal penyemaian hingga panen yakni, pekan pertama (M1), pekan kedua (M2), pekan ketiga (M3) dan pekan keempat (M4). Untuk keanggotaan waktu penyiraman dibagi menjadi empat yakni pagi, siang, sore, dan malam.



(a)



(b)



Gambar 4. (a) Implementasi Fuzzy Logic menggunakan Toolbox Matlab versi R2008a. (b) Keanggotaan nilai PPM. (c) Keanggotaan usia tanaman. (d) Keanggotaan waktu penyiraman

Setelah fuzzy logic yang diinginkan sudah sesuai maka selanjutnya mengimplementasikannya pada Arduino IDE untuk selanjutnya diunggah ke perangkat Arduino Mega yang digunakan.

3.3. Pengujian Sistem

3.3.1. Perhitungan nilai Error

Nilai error pada pengujian sistem yang dimaksud adalah menguji tingkat kebenaran pembacaan sensor TDS yang dibandingkan dengan TDS meter dengan rumus seperti berikut ini [10].

$$error = |Xi - X| \dots\dots\dots (1)$$

$$\% error = \left| \frac{(Xi-X)}{X} \times 100\% \right| \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

X = Data Sebenarnya

Xi = Data Terukur

% Error = Ralat

3.3.2. Pengujian Sensor TDS

Pengujian sensor TDS dilakukan dengan membandingkan pembacaan nilai PPM dari sensor TDS dengan TDS meter yang ditunjukkan pada Tabel 1. Perlakuan yang akan diberikan yakni dengan menggunakan air sebanyak 200 ml dengan penambahan larutan AB mix sebanyak 2ml.

Tabel 1. Pengujian modul sensor TDS

No.	Pekatan Nutrisi AB Mix [mL]	Level Air [mL]	TDS Meter [PPM]	TDS Sensor [PPM]	Error [%]
1	2	200	268	403	0.5
2	4	200	1030	836	0.18
3	6	200	1440	1441	0.06
4	8	200	1790	1037	0.42
5	10	200	2190	1257	0.42
6	12	200	2840	1009	0.64
7	14	200	1780	1013	0.43
8	16	200	2510	1009	0.59
9	18	200	2930	1326	0.54
10	20	200	2770	1005	0.63
Rata-rata error (%)					0.441

3.3.3. Pengujian Keseluruhan

Pada pengujian keseluruhan, implementasi fuzzy logic sudah tertanam pada mikrokontroler yang digunakan. Pengujian dilakukan pada bak atau ember utama untuk pembacaan PPM oleh sensor TDS. Larutan pada bak penampungan akan dibuat pada set point sesuai dengan usia tanaman, yakni

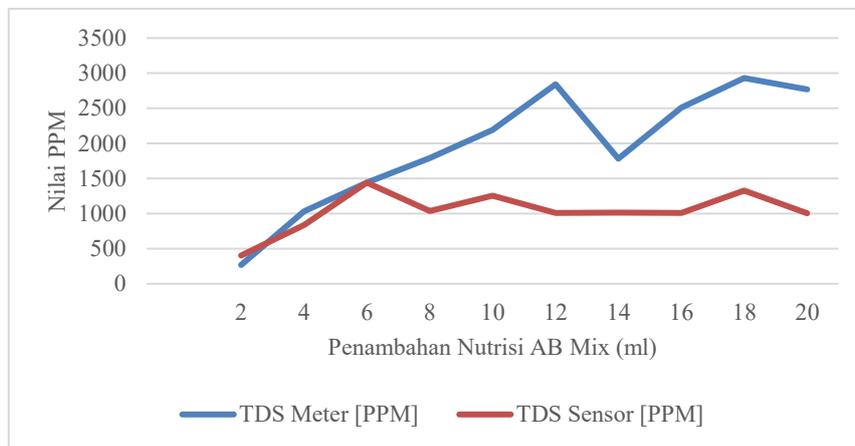
untuk 10 hari pertama nilai set point pada 500 PPM, 10 hari kedua 800 PPM dan 10 hari terakhir hingga panen 1200 PPM. Penentuan nilai set point PPM ini telah termasuk toleransi kesalahan pembacaan nilai PPM melalui sensor TDS. Untuk menguji apakah program fuzzy logic bekerja dengan baik pada mikrokontroler, maka pengujian akan dilakukan dengan cara menambahkan air dan nutrisi sehingga nilai PPM akan berada pada nilai persimpangan yang menentukan nyala atau tidaknya pompa air atau nutrisi. Untuk penambahan air akan dilakukan setiap 100 ml per percobaan dan untuk penambahan nutrisi akan dilakukan setiap 5 ml per percobaan. Hasil pengujian keseluruhan sistem tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil pengujian keseluruhan sistem

No.	Waktu	Usia	Level Air [mL]	Larutan Nutrisi [mL]	Set Point Larutan [PPM]	Kadar Larutan [PPM]		Error (%)	Output Motor Pompa	
						Sensor	TDS Meter		Air	Nutrisi
1	7:00		1000	10		810	421	0.48	-	-
2	7:06		1100	10		759	406	0.47	-	-
3	7:11		1200	10		638	396	0.38	√	-
4	7:16		1300	10		479	345	0.28	-	-
5	7:21	M1	1400	10	±500	479	321	0.33		-
6	7:26		1400	15		749	444	0.41	-	-
7	7:31		1400	20		1175	592	0.50	-	-
8	7:36		1400	25		1245	752	0.40	√	-
9	7:41		1400	30		1622	942	0.42	-	-
10	7:46		1400	35		1289	1060	0.18	-	-
11	7:51		1500	35		1179	999	0.15	√	-
12	7:56		1600	35		1236	976	0.21	√	-
13	8:01		1700	35		1270	967	0.24	√	-
14	8:06		1800	35		1231	898	0.27	√	-
15	8:11	M2	1900	35	±800	1175	902	0.23	√	-
16	8:16		1900	40		1420	977	0.31	√	-
17	8:21		1900	45		1345	1070	0.20	√	-
18	8:26		1900	50		1393	1240	0.11	√	-
19	8:31		1900	55		1469	1290	0.12	√	-
20	8:36		1900	60		1279	1370	0.07	√	-
21	8:41		2000	60		1345	1360	0.01	-	√
22	8:46		2100	60		1398	1290	0.08	-	√
23	8:51		2200	60		1350	1280	0.05	-	√
24	8:56		2300	60		1431	1240	0.13	-	√
25	9:01	M3	2400	60	±1200	1442	1140	0.21	-	√
26	9:06		2400	65		1498	1310	0.13	-	√
27	9:11		2400	70		1898	1390	0.27	-	√
28	9:16		2400	75		1665	1470	0.12	-	-
29	9:21		2400	80		1755	1490	0.15	-	-
30	9:26		2400	85		1184	1550	0.31	-	-
Rata-rata error (%)								7.21		

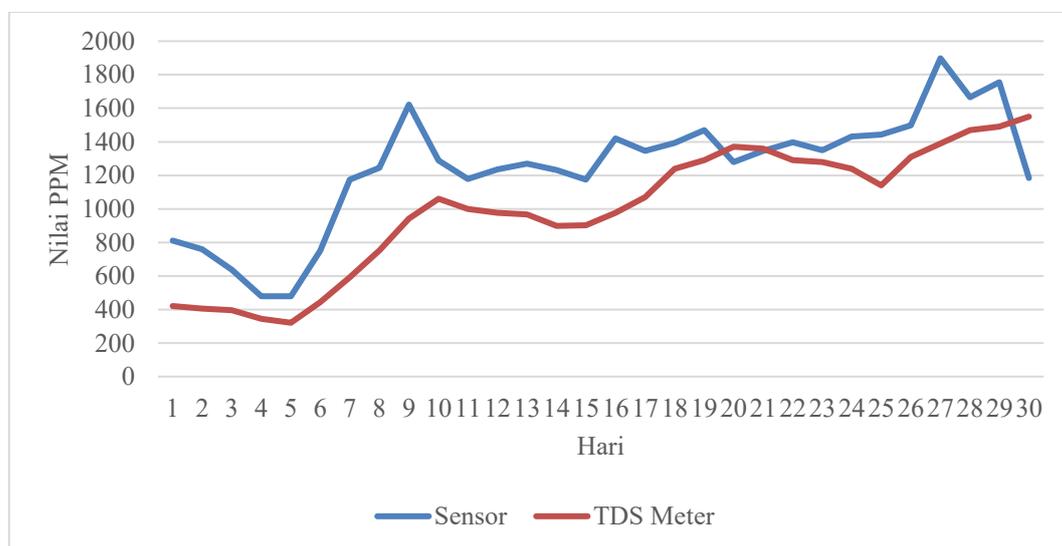
3.4. Pembahasan

Grafik hasil pengujian sensor TDS pada tabel 1 tersaji pada Gambar 5. Sumbu horisontal menunjukkan perubahan nilai nutrisi dalam mili liter, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan perubahan nilai PPM. Jarak yang renggang terjadi ketika nilai PPM sudah melebihi 1000PPM, dimana TDS Meter yang digunakan masih dapat mendeteksi sampai 3000PPM sedangkan sensor TDS yang digunakan hanya mendeteksi disekitar 1000PPM. Ini tidak terlalu bermasalah karena nilai PPM yang akan diterapkan pada tanaman maksimal pada nilai 1200PPM.



Gambar 5. Grafik hasil pengujian sensor TDS

Grafik pengujian sistem secara keseluruhan tersaji pada Gambar 6. Kesalahan yang terus bertambah disebabkan oleh pengujian yang dilakukan secara terus menerus menjadi penyebab pembacaan sensor mengalami penurunan akurasi sehingga perlu dilakukan kalibrasi ulang pada sensor TDS. Untuk pengujian terhadap modul RTC tidak dilakukan pengambilan data tersendiri namun tersaji pada Tabel 2.



Gambar 6. Grafik hasil pengujian sistem secara keseluruhan

4. KESIMPULAN

Hasil dari rancang bangun sistem automasi pengairan hidroponik adalah sistem dengan metode kendali closed loop dengan memanfaatkan fuzzy logic mamdani sebagai dasar pengambilan keputusan sudah berjalan sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Hasil pengujian sensor TDS meter menunjukkan nilai akurasi yang dihasilkan adalah 0.441% dan hasil pengujian pompa berdasarkan fuzzy logic didapatkan nilai error sebesar 7.21%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Bandung terkhusus Program Studi Teknik Elektro dan Agribisnis yang sudah memfasilitasi penelitian ini sampai selesai. Semoga hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan secara luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Susilawati, *Dasar – Dasar Bertanam Secara Hidroponik*, 1st ed. Bukit Tinggi: UNSRI Press, 2019.
- [2] D. Haryanto and N. KN, “Simulator Sistem Pengairan Otomatis Tanaman Hidroponik Dengan Arduino,” *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 20, no. 2, pp. 131–139, 2018, doi: 10.24912/tesla.v20i2.2988.
- [3] P. D. Admin, “Apa Itu Hidroponik?,” *petanidigital.com*. <https://petanidigital.id/hidroponik> (accessed Oct. 30, 2022).
- [4] Admin, “Memahami Konsep Pertanian Presisi dan Implementasinya di Indonesia,” *Teknik Pertanian UGM*, 2018. <https://smart-farming.tp.ugm.ac.id/2018/11/21/memahami-konsep-pertanian-presisi-dan-implementasinya-di-indonesia/> (accessed Oct. 30, 2022).
- [5] A. R. Nurcahyo, K. Prawiroredjo, and S. Sulaiman, “Prototipe Sistem Pembuatan Larutan Nutrisi Otomatis pada Hidroponik Metode Nutrient Film Technique,” *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. 19, no. 02, pp. 71–82, 2020, doi: 10.31358/techne.v19i02.230.
- [6] S. M. Julyana, R. M. Suhendar, and Janizal, “Sistem Pengendalian Nutrisi pada Tanaman Kangkung Hidroponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560,” *Elektra*, vol. 3, no. 2, pp. 69–72, 2018.
- [7] S. F. Mujiyanti, S. N. Patrialova, M. F. Febrian, and M. Kartika, “Design and Implementation of Nutrition Control System for Optimization of Hydroponic Plant Growth,” in *2021 International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture and Industrial Automation, ICAMIMIA 2021 - Proceeding*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021, pp. 52–57. doi: 10.1109/ICAMIMIA54022.2021.9807772.
- [8] A. Carberry, “Cara Memilih Waktu Terbaik untuk Menyiram Tanaman,” *id.wikihow*. <https://id.wikihow.com/Memilih-Waktu-Terbaik-untuk-Menyiram-Tanaman> (accessed Nov. 04, 2022).
- [9] F. SURYATINI, S. PANCONO, S. B. BHASKORO, and P. M. S. MULJONO, “Sistem Kendali Nutrisi Hidroponik berbasis Fuzzy Logic berdasarkan Objek Tanam,” *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 9, no. 2, p. 263, 2021, doi: 10.26760/elkomika.v9i2.263.
- [10] A. Wikihow, “Cara Menghitung Galat Persentase,” *id.wikihow*. <https://id.wikihow.com/Menghitung-Galat-Persentase> (accessed Nov. 04, 2022).