

PENERAPAN FUZZY MAMDANI UNTUK PENGENDALIAN LEVEL PH DAN TDS PADA TANAMAN HIDROPONIK SELADA BERBASIS IOT**Rizal Kusuma Priadana, Ika Setyowati, Nurkholis Abdillah**Fakultas Teknik, Universitas Tidar
rizalkusuma7@gmail.com**Abstract**

The water quality in hydroponic plants significantly impacts growth. PH and TDS are the parameters that greatly influence water quality. Imbalanced pH level, too acidic or too basic, will inhibit the absorption of nutrients by plant roots. A low TDS value indicates a lack of nutrition and has an impact on plant growth that is not optimal, while giving too much nutrition will result in wasting the excess nutrients because they cannot be absorbed by the plant. Therefore, it is necessary to control pH and TDS levels in hydroponics. This research focuses on a system for controlling pH and TDS levels using fuzzy logic algorithm. A fuzzy logic controller in hydroponic system can control and maintain water quality parameters as desired, so that control of water content parameters in hydroponic system becomes more accurate and precise. In this research, a water quality control system was designed for a hydroponic planting system using the fuzzy logic controller and IoT-based data acquisition.

Article History

Submitted: 9February 2025
Accepted: 18 February 2025
Published: 19 February 2025

Key Words

fuzzy logic
controller,
atmega328p, IoT,
hydroponic

Abstrak

Kualitas air pada tanaman hidroponik merupakan hal yang sangat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. PH dan TDS merupakan parameter yang mempengaruhi kualitas air. PH yang terlalu asam ataupun basa akan menghambat penyerapan nutrisi oleh akar tanaman. Nilai TDS yang rendah menunjukkan kurangnya nutrisi dan berdampak pada pertumbuhan tanaman yang tidak optimal ataupun layu, sedangkan pemberian nutrisi yang berlebihan akan berdampak pada terbuangnya kelebihan nutrisi tersebut karena tidak dapat diserap oleh tanaman. Oleh karena itu, perlu pengendalian level pH dan TDS pada tanaman hidroponik. Penelitian ini berfokus pada sistem pengendalian kadar pH dan TDS menggunakan algoritma fuzzy. Sistem kendali otomatis menggunakan algoritma fuzzy pada sistem tanam hidroponik dapat mengendalikan dan menjaga parameter kualitas air sesuai dengan keinginan, sehingga pengendalian parameter kandungan air pada sistem hidroponik menjadi lebih akurat dan presisi. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan sistem kontrol kualitas air pada sistem tanam hidroponik menggunakan metode fuzzy mamdani dan data akuisisi berbasis IoT.

Sejarah Artikel

Submitted: 9February 2025
Accepted: 18 February 2025
Published: 19 February 2025

Kata Kunci

kendali logika fuzzy,
atmega328p, IoT,
hidroponik

PENDAHULUAN

Hidroponik adalah metode menumbuhkan tanaman menggunakan media tanam berupa larutan nutrisi berbasis air. Parameter nutrisi dan iklim merupakan kunci pada sistem tanam hidroponik [1]. Parameter kualitas air untuk tanaman hidroponik mencakup tingkat keasaman atau kebasaaan (pH), nilai *total dissolved solids* (TDS), *electric conductivity* (EC), dan suhu air [2]. Faktor yang menentukan kegagalan pertumbuhan tanaman dipengaruhi hampir 80% oleh teknik atau metode penyiraman tanaman yang salah [3]. Oleh karena itu, metode pengendalian yang

digunakan pada sistem kontrol kualitas air menjadi hal yang penting untuk diperhatikan agar tanaman hidroponik dapat tumbuh dengan baik.

Metode kendali on/off digunakan untuk sistem hidroponik pada penelitian-penelitian terdahulu. Akan tetapi, metode tersebut menghasilkan nilai variabel kontrol yang terus berosilasi. Diperlukan metode pengendalian yang lebih baik untuk mengontrol pH dan TDS agar nilainya lebih akurat dan presisi.

Fuzzy logic controller (FLC) merupakan algoritma kontrol yang serupa dengan pemikiran manusia. Logika fuzzy lebih fleksibel untuk berbagai macam aplikasi karena hanya membutuhkan pemahaman dari sistem yang diperlukan. FLC memiliki nilai toleransi tinggi terhadap kesalahan proses [4]. FLC memiliki desain yang sederhana dan dapat digunakan pada sistem yang nonlinear dengan parameter-parameter yang tidak tentu [5].

Pada penelitian ini, metode fuzzy mamdani digunakan sebagai algoritma pengendalian variabel pH dan TDS untuk sistem tanam hidroponik. Fungsi IoT juga akan digunakan agar parameter-parameter penting pada sistem hidroponik tetap dapat dipantau meskipun tidak berada di lokasi secara langsung.

METODE

Dalam penggunaan algoritma fuzzy untuk suatu sistem kendali perlu untuk menentukan *membership function* dan *rules*. Himpunan linguistik input yang digunakan untuk pH dan TDS yaitu *very low*, *low*, *medium*, *high*, dan *very high*. Output dari proses algoritma fuzzy ini adalah durasi untuk menyalakan pompa. Himpunan linguistik output yang digunakan untuk pH dan TDS yaitu *short*, *medium*, dan *long*. Rules yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. *Rules* pH

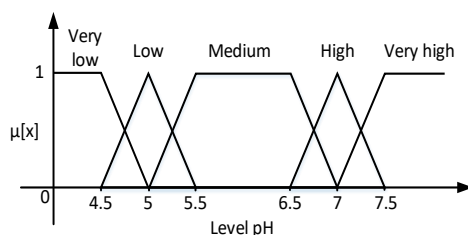
Kadar PH	Pompa pH UP	Pompa pH DOWN
Very low	Long	Off
Low	Medium	Off
Medium	Short	Short
High	Off	Medium
Very high	Off	Long

Tabel 2. *Rules* TDS

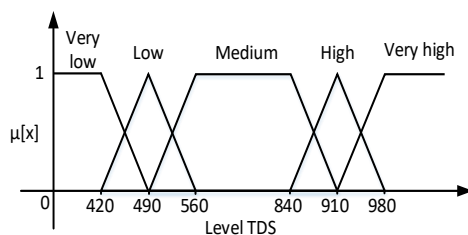
Kadar TDS	Pompa TDS UP	Pompa TDS DOWN
-----------	--------------	----------------

Very low	Long	Off
Low	Medium	Off
Medium	Short	Short
High	Off	Medium
Very high	Off	Long

Membership function untuk variabel input pH dan TDS ditunjukkan pada gambar 1 dan gambar 2.

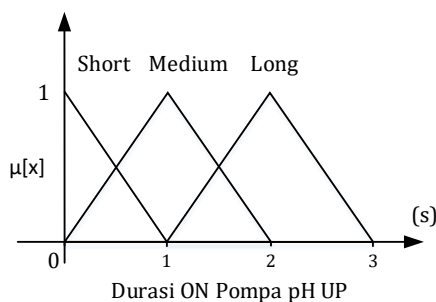


Gambar 1. *Membership function* variabel input pH

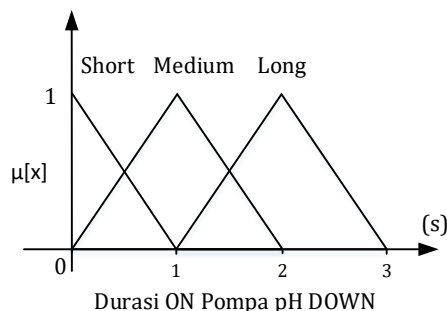


Gambar 2. *Membership function* variabel input TDS

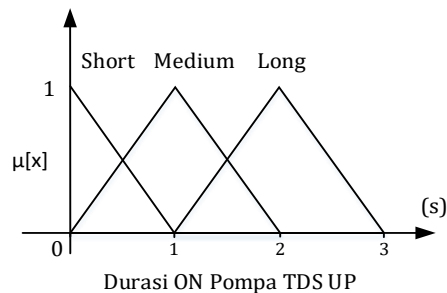
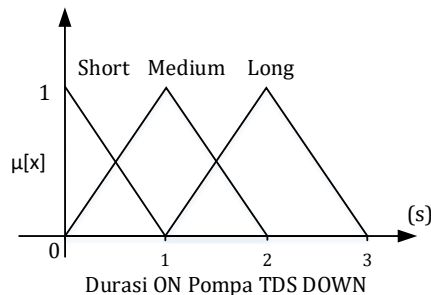
Membership function untuk variabel output pompa pH UP dan pH DOWN ditunjukkan pada gambar 3 dan gambar 4.



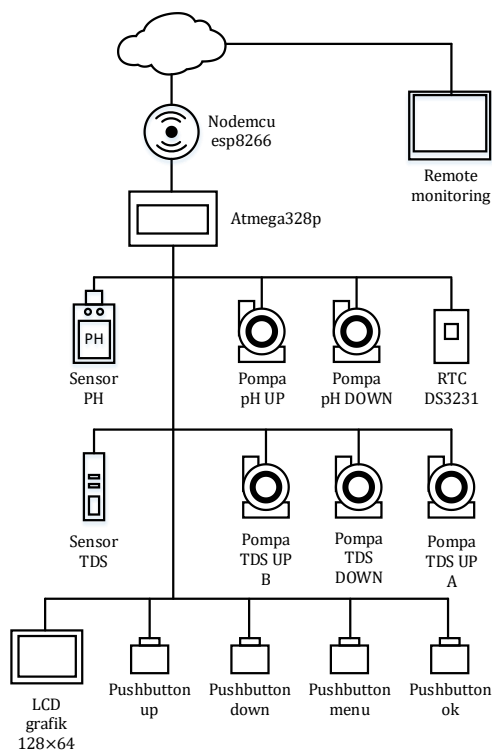
Gambar 3. *Membership function* pompa pH UP

Gambar 4. *Membership function* pompa pH DOWN

Membership function untuk variabel output pompa TDS UP dan TDS DOWN ditunjukkan pada gambar 5 dan gambar 6.

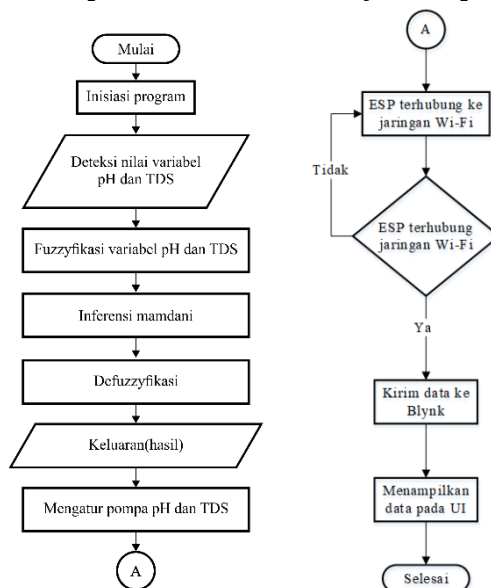
Gambar 5. *Membership function* pompa TDS UPGambar 6. *Membership function* pompa TDS DOWN

Terdapat dua buah sensor yang digunakan, yaitu sensor sensor pH 4502C dan TDS meter V1.0. Aktuator yang digunakan adalah lima buah pompa. Dua buah pompa digunakan untuk mengendalikan kadar pH dan tiga buah pompa untuk mengendalikan kadar TDS. Atmega328p digunakan sebagai kontroler untuk sensor pH 4502C, TDS meter V1.0, DS18B20, pompa – pompa, lcd grafik 128×64, pushbutton, dan RTC DS3231. Sensor DHT22 dikontrol oleh nodemcu esp8266.



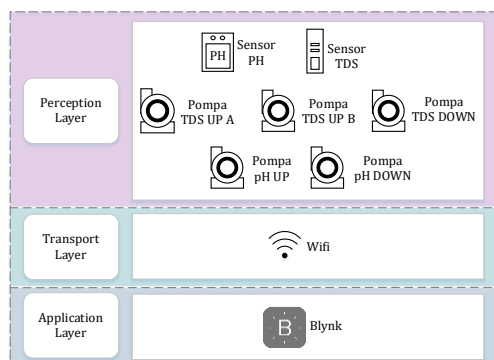
Gambar 7. Rangkaian sistem

Alur kerja sistem kendali kadar pH dan TDS ini ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Alur kerja sistem

Arsitektur IoT yang digunakan pada sistem ini ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Arsitektur IoT

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di AA hidroponik yang berlokasi di Kijingsari Kulon, Jogomulyo, Tempuran, Magelang. Tanaman hidroponik yang digunakan adalah tanaman selada. Gambar 10 merupakan realisasi alat pengendalian ph dan tds. Pada bagian depan alat terdapat LCD 128x64 untuk menampilkan output pembacaan sensor dan melakukan pengaturan setpoint. Terdapat 4 tombol, diantaranya tombol up, down, menu, dan ok. Tombol-tombol tersebut berfungsi untuk mengatur setpoint pH dan TDS.



Gambar 10. Hasil pembuatan alat

Pengambilan data kadar pH dan TDS dilakukan selama 4 pekan. Data diambil tiga kali dalam sehari, yaitu waktu pagi, siang, dan sore. Setpoint pH diatur pada rentang 5,5 – 6,5, sedangkan setpoint TDS diatur pada rentang 560 – 840 ppm. Data kadar pH ditunjukkan pada tabel 3, sedangkan data kadar TDS ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 3. Data level pH

Hari ke-	Waktu (WIB)	Kadar pH	Pompa pH up	Pompa pH down
1	06:30:56	6,10	Off	Off
	12:01:15	5,98	Off	Off
	17:30:03	6,09	Off	Off
2	06:34:24	6,12	Off	Off
	12:03:29	5,94	Off	Off
	17:30:37	6,05	Off	Off
3	06:32:58	6,11	Off	Off
	12:00:09	6,00	Off	Off
	17:30:39	6,08	Off	Off
4	06:31:01	6,09	Off	Off
	12:01:20	5,97	Off	Off
	17:30:51	6,09	Off	Off
5	06:32:45	6,10	Off	Off
	12:01:38	5,97	Off	Off
	17:30:37	6,09	Off	Off
6	06:29:11	6,08	Off	Off
	12:00:49	5,96	Off	Off
	17:30:20	6,03	Off	Off
7	06:30:44	6,11	Off	Off
	12:02:28	5,97	Off	Off
	17:33:23	6,05	Off	Off
8	06:31:09	6,09	Off	Off
	12:01:12	5,96	Off	Off
	17:29:53	6,03	Off	Off
9	06:30:17	6,09	Off	Off
	12:00:05	5,98	Off	Off
	17:30:26	6,06	Off	Off
10	06:31:02	6,08	Off	Off
	12:03:18	5,99	Off	Off
	17:30:40	6,04	Off	Off
11	06:35:34	6,12	Off	Off
	12:00:42	5,94	Off	Off
	17:31:28	6,07	Off	Off
12	06:30:27	6,08	Off	Off
	12:00:53	6,00	Off	Off
	17:30:08	6,05	Off	Off

13	06:30:16	6,12	Off	Off
	12:00:21	5,94	Off	Off
	17:32:49	6,07	Off	Off
14	06:31:33	6,10	Off	Off
	12:00:50	5,94	Off	Off
	17:30:09	6,04	Off	Off
15	06:30:42	6,12	Off	Off
	12:01:14	6,00	Off	Off
	17:30:31	6,04	Off	Off
16	06:32:24	6,09	Off	Off
	12:07:53	5,96	Off	Off
	17:30:12	6,08	Off	Off
17	06:32:56	6,10	Off	Off
	12:00:44	5,98	Off	Off
	17:34:02	6,04	Off	Off
18	06:30:11	6,09	Off	Off
	12:01:35	6,00	Off	Off
	17:30:31	6,08	Off	Off
19	06:39:45	6,10	Off	Off
	12:00:56	5,99	Off	Off
	17:30:37	6,03	Off	Off
20	06:28:44	6,12	Off	Off
	12:10:29	5,95	Off	Off
	17:31:46	6,08	Off	Off
21	06:35:58	6,10	Off	Off
	12:03:13	6,00	Off	Off
	17:33:52	6,09	Off	Off
22	06:39:41	6,08	Off	Off
	12:06:17	5,93	Off	Off
	17:30:36	6,08	Off	Off
23	06:29:48	6,10	Off	Off
	12:01:14	5,97	Off	Off
	17:30:52	6,05	Off	Off
24	06:32:24	6,09	Off	Off
	12:00:33	5,98	Off	Off
	17:30:51	6,04	Off	Off
25	06:35:12	6,11	Off	Off

	11:58:49	5,96	Off	Off
	17:32:47	6,08	Off	Off
26	06:30:28	6,11	Off	Off
	12:00:56	6,00	Off	Off
	17:31:40	6,07	Off	Off
27	06:30:38	6,08	Off	Off
	12:00:19	5,97	Off	Off
	17:32:41	6,09	Off	Off
28	06:38:22	6,09	Off	Off
	12:02:55	5,94	Off	Off
	17:31:30	6,03	Off	Off

Tabel 4. Data level TDS

Hari ke-	Waktu (WIB)	Kadar TDS (ppm)	Pompa TDS up	Pompa TDS down
1	06:30:56	572	Off	Off
	12:01:15	580	Off	Off
	17:30:03	568	Off	Off
2	06:34:24	571	Off	Off
	12:03:29	581	Off	Off
	17:30:37	575	Off	Off
3	06:32:58	568	Off	Off
	12:00:09	594	Off	Off
	17:30:39	582	Off	Off
4	06:31:01	571	Off	Off
	12:01:20	596	Off	Off
	17:30:51	571	Off	Off
5	06:32:45	568	Off	Off
	12:01:38	581	Off	Off
	17:30:37	569	Off	Off
6	06:29:11	578	Off	Off
	12:00:49	594	Off	Off
	17:30:20	581	Off	Off
7	06:30:44	566	Off	Off
	12:02:28	595	Off	Off
	17:33:23	581	Off	Off
8	06:31:09	575	Off	Off

	12:01:12	600	Off	Off
	17:29:53	572	Off	Off
9	06:30:17	572	Off	Off
	12:00:05	592	Off	Off
	17:30:26	578	Off	Off
10	06:31:02	578	Off	Off
	12:03:18	585	Off	Off
	17:30:40	570	Off	Off
11	06:35:34	579	Off	Off
	12:00:42	589	Off	Off
	17:31:28	582	Off	Off
12	06:30:27	576	Off	Off
	12:00:53	600	Off	Off
	17:30:08	566	Off	Off
13	06:30:16	572	Off	Off
	12:00:21	585	Off	Off
	17:32:49	569	Off	Off
14	06:31:33	573	Off	Off
	12:00:50	577	Off	Off
	17:30:09	574	Off	Off
15	06:30:42	571	Off	Off
	12:01:14	593	Off	Off
	17:30:31	565	Off	Off
16	06:32:24	566	Off	Off
	12:07:53	575	Off	Off
	17:30:12	567	Off	Off
17	06:32:56	575	Off	Off
	12:00:44	598	Off	Off
	17:34:02	574	Off	Off
18	06:30:11	572	Off	Off
	12:01:35	590	Off	Off
	17:30:31	578	Off	Off
19	06:39:45	569	Off	Off
	12:00:56	593	Off	Off
	17:30:37	578	Off	Off
20	06:28:44	576	Off	Off
	12:10:29	588	Off	Off

	17:31:46	565	Off	Off
21	06:35:58	572	Off	Off
	12:03:13	594	Off	Off
	17:33:52	575	Off	Off
22	06:39:41	569	Off	Off
	12:06:17	596	Off	Off
	17:30:36	571	Off	Off
23	06:29:48	570	Off	Off
	12:01:14	596	Off	Off
	17:30:52	576	Off	Off
24	06:32:24	570	Off	Off
	12:00:33	593	Off	Off
	17:30:51	579	Off	Off
25	06:35:12	568	Off	Off
	11:58:49	599	Off	Off
	17:32:47	580	Off	Off
26	06:30:28	576	Off	Off
	12:00:56	595	Off	Off
	17:31:40	566	Off	Off
27	06:30:38	572	Off	Off
	12:00:19	593	Off	Off
	17:32:41	575	Off	Off
28	06:38:22	571	Off	Off
	12:02:55	594	Off	Off
	17:31:30	580	Off	Off

Kadar pH pada pagi hari berada pada rentang 6,08 hingga 6,12. Pada siang hari kadar pH relatif lebih rendah, yaitu berada pada rentang 5,93 hingga 6,00. Hal tersebut terjadi karena pada siang hari suhu air meningkat, sehingga berpengaruh pada menurunnya kadar pH. Sementara itu, pada sore hari kadar pH berada pada rentang 6,03 sampai 6,09

Pada pagi hari tercatat kadar TDS berada pada rentang 566 sampai 579 ppm. Pada siang hari kadar TDS relatif lebih tinggi, yaitu 575 – 599 ppm. Hal tersebut berkebalikan dengan sifat dari pH, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. Kadar TDS akan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu air. Pada sore hari kadar TDS berada pada rentang 565 – 582 ppm.

KESIMPULAN

Algoritma fuzzy mamdani yang diterapkan pada sistem kendali ini dapat menjaga agar level pH dan TDS pada air hidroponik tetap pada rentang setpoint yang ditetapkan. Berdasarkan pengujian algoritma fuzzy, nilai *crisp output* yang didapatkan pada setiap perubahan nilai input sesuai dengan perhitungan.

Atmega328p dapat menerima data suhu dan kelembaban udara yang dikirimkan oleh nodemcu esp8266. Begitu juga sebaliknya, nodemcu esp8266 dapat menerima data pH dan TDS yang dikirimkan oleh Atmega328p. Sistem remote monitoring juga dapat berfungsi dengan baik. Data yang dikirimkan oleh nodemcu esp8266 dapat ditampilkan pada platform blynk.

Sistem pengendalian pH dan Nutrisi pada penelitian ini menggunakan sistem durasi pengaktifan pompa. Fungsi yang digunakan untuk jeda hidup/mati pompa adalah fungsi delay(). Hal tersebut bertujuan agar durasi aktif pompa tetap sesuai dengan perhitungan. Akan tetapi, karena penggunaan fungsi delay(), siklus program menjadi lebih lama. Apabila dalam satu waktu kadar pH dan TDS berada di luar setpoint maka harus menunggu sampai salah satu pompa selesai menjalankan program. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya perlu pengembangan pada sistem agar dapat menjaga level pH dan TDS secara bersamaan tanpa mengurangi performa dari algoritma fuzzy tersebut.

Referensi

- Ramsari, N., & Hidayat, T. (2022). Monitoring System and Hydroponic Plant Automation Using Microcontroller Internet of Things Based (IoT). *Compiler*, 11(2), 59–74. <https://doi.org/10.28989/compiler.v11i2.1365>
- Nguyen, H. C., Thi, B. T. V., & Ngo, Q. H. (2022). Automatic Monitoring System for Hydroponic Farming: Iot-Based Design and Development. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 12(3), 210–219. <https://doi.org/10.55493/5005.v12i3.4630>
- Herman, Adidrana, D., Surantha, N., & Suharjito. (2019). Hydroponic Nutrient Control System Based on Internet of Things. *CommIT Journal*, 13(2), 105–111. <https://doi.org/10.21512/commit.v13i2.6016>
- Latif, A., Jalaluddin, R., & Wibowo, A. (2020). Fuzzy Logic based Industrial Control System Design. *Social Sciences, Education and Humanities (GCSSEH)*, 4. <https://doi.org/10.32698/GCS-PSSHES382>
- Fedor, P., & Perduková, D. (2017). Use of Fuzzy Logic for Design and Control of Nonlinear MIMO Systems. In *Modern Fuzzy Control Systems and Its Applications*. InTech. <https://doi.org/10.5772/68050>