

Sistem *Smart Garden* Tanaman Bayam Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*

Nadia Alfitri^{1*}, Efrizon², Dedi Kurniadi³ dan Cindy Dahrun Nufus⁴

^{1 2 3 4} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang

*Corresponding Author email:nadiaalfitri@pnp.ac.id

Abstrak— Perawatan tanaman Bayam selain pemberian pupuk juga memperhatikan jumlah air saat penyiraman. Jika tanah terlalu basah akan mengganggu penyerapan unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bayam. Penggunaan teknologi memberi kemudahan untuk memonitoring dan mengontrol kondisi tanaman bayam secara *realtime*. Kelembaban tanah yang tepat untuk tanaman Bayam berada pada kisaran 45% ekuivalen dengan nilai tegangan 2,78 Volt hingga 60% yang ekuivalen dengan nilai tegangan sebesar 2,03V. Sedangkan kondisi pH tanah bagi tanaman Bayam yang cocok berkisar 6-7. Metode *fuzzy logic* Mamdani diaplikasikan pada mikrokontroler sebagai acuan dalam mengambil keputusan untuk mengatur kecepatan pompa air. Ada lima tingkatan kecepatan pompa untuk penyiraman bayam secara otomatis dari sangat cepat hingga sangat lambat dalam menjaga kestabilan kelembaban tanah. Berdasarkan hasil pengujian dibuktikan bahwa sistem dapat bekerja dengan tepat menggunakan fuzzy Mamdani dengan error sebesar 0,023%.

Kata Kunci: Bayam, *Soil Moisture Sensor*, Sensor pH Tanah, Sensor Ultrasonik, Metode *Fuzzy logic*

Abstract—*Treatment of Spinach, even though it has been given fertilizer, also keep on eye to monitor lots of water when watering. If the soil is too wet it will interfere with the absorption of nutrients needed for spinach growth. The use of technology makes it easy to monitor and control the condition of spinach plants in real time. Good soil moisture for spinach plants is in the range of 45% equivalent to a voltage value of 2.78 Volts to 60% which is equivalent to a voltage value of 2.03V. Meanwhile, soil that is suitable for growing spinach is soil that has a pH between 6-7. Mamdani fuzzy logic method is applied to a microcontroller as a reference in making decisions to regulate the speed of the water pump. There are five levels of pump speed for automatic watering of spinach from very fast to very slow to maintain stable soil moisture. Based on the test results, it is proven that the system can work correctly using Mamdani fuzzy with an error of 0.023%.*

Keywords: *Spinach, Soil Moisture Sensor, Soil pH Sensor, Ultrasonic Sensor, Fuzzy logic Method.*

© 2023 Elektron Jurnal Ilmiah

I. PENDAHULUAN

Tanaman bayam merupakan salah satu permintaan tertinggi di pasaran [1], sehingga perlu memperhatikan cara pembudidayaannya. Tanaman Bayam akan tumbuh dengan optimal apabila proses penyiraman dilakukan secara optimal pula [2] Kelembapan tanah yang diperlukan sekitar 45-60% [3].

Badan Pusat Statistika (BPS) (2021) menjelaskan bahwa permintaan pasar semakin meningkat dari tahun ke tahun. Produksi bayam di Indonesia pada tahun 2020 mencapai sekitar 160.306 ton, meningkat dari tahun sebelumnya yaitu pada tahun 2019 sebanyak 157.024 ton. BPS juga mengatakan total luas panen bayam di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 41.128 hektar, menempati urutan ke 9 dari 18 sayuran komersial yang dibudidayakan dan dihasilkan di Indonesia [1]. Pemberian air yang cukup merupakan faktor penting bagi pertumbuhan tanaman, karena air berpengaruh terhadap kelembaban tanah [4], tanaman bayam biasanya disiram 2 kali sehari. Suhu udara yang baik untuk tanaman bayam ialah antara 17-28°C [5]. Keadaan lahan harus terbuka, cukup sinar matahari, memiliki pH 6-7 dan tidak tergenang air [6] Penyiraman pada tanaman bayam sebaiknya dilakukan

setiap hari pada pagi dan sore hari [7]. Pupuk cair diberikan sesuai dengan dosis, dan diberikan sebanyak 2 kali yaitu 1 dan 3 minggu setelah tanam, dengan cara disemprotkan pada seluruh bagian tanaman [8].

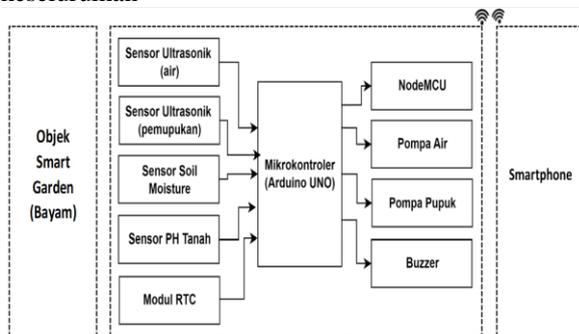
Perkembangan teknologi saat ini, otomasi sudah dapat memberdayakan beberapa sektor perekonomian, pertanian, maupun sektor perkebunan [9] dengan teknologi *Smart Garden*, orang tidak hanya dapat memantau tanaman, tetapi juga menyiram dan memupuk secara otomatis [10]. Fuzzy logic merupakan suatu metodologi pada sistem yang dapat membantu kontrol pada sensor dengan menentukan keputusan dari beberapa variabel dan rule seperti variabel kelembaban tanah [5]. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahman & Santika (2022) menunjukkan hasil pengujian bahwa mikrokontroler dapat membaca nilai kelembaban tanah sebesar 387 hingga 724, dan membaca nilai suhu udara minimal 25°C dan suhu udara maksimal 30°C.

II. METODE

Secara keseluruhan sistem ini tersusun atas bagian penting yang saling terintegrasi dan dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian utama yaitu proses input, pengolahan data, dan output. Pengaturan sistem penyiraman dan pemupukan secara otomatis menggunakan metode *fuzzy logic* berdasarkan waktu yang sudah ditentukan melalui *smartphone*. Dengan sistem *smart garden*, pengguna dapat memonitoring kelembapan tanah, volume air pada wadah dan pH tanah tanaman bayam.

2.1 Blok Diagram Sistem

Perancangan yang ditunjukkan Gambar 1. merupakan blok diagram menjelaskan tentang sistem penyiraman otomatis pada tanaman bayam secara keseluruhan



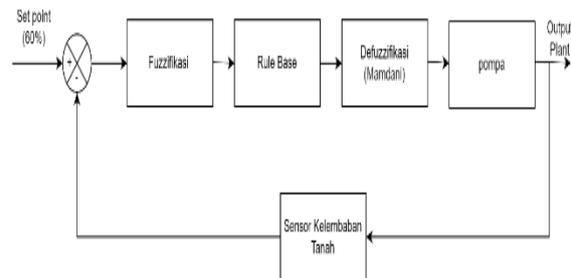
Gambar 1. Blok Diagram Sistem Smart Garden

Fungsi masing-masing blok :

1. Sensor Ultrasonik berperan untuk mendeteksi volume air pada wadah penampung dan pupuk cair.
2. *Soil Moisture Sensor* berperan untuk mendeteksi kelembapan tanah dengan lima level klasifikasi.
3. Sensor pH Tanah berfungsi untuk mengukur tingkat kadar keasaman atau kadar alkali tanah.
4. Modul RTC (*Real Time Clock*) berguna untuk mengatur jadwal penyiraman air atau pemupukan.
5. Mikrokontroler berperan sebagai pusat pengontrol dari sistem kendali *smart garden*.
6. Buzzer sebagai indikator suara saat wadah air kosong.
7. Pompa akan aktif sesuai dengan kondisi yang diterima dari driver motor L298N.
8. NodeMCU sebagai perangkat tambahan mikrokontroler yang dapat terhubung langsung dengan wifi dan akan menerima masukan data dari semua sensor yang digunakan untuk mengirimkan data melalui App Inventor dan sudah terhubung dengan server *thingspeak*.
9. *Smartphone* berfungsi sebagai kontrol dari sistem, yang mana melalui *smartphone* sistem dapat diaktifkan dan dimonitoring kondisi tanaman Bayam.

2.2 Blok Diagram Sistem Kendali Fuzzy

Blok diagram kendali *fuzzy* digunakan untuk menggambarkan sistem kendali yang menggunakan logika *fuzzy* dalam mengambil keputusan dan menghasilkan tindakan. Pada alat sistem *prototype smart garden* ini dengan kontrol kelembapan tanah memiliki tujuan untuk mengontrol pompa penyiraman berdasarkan nilai kelembapan tanah yang terdeteksi. Pada saat kelembapan tanah melebihi nilai set point $\geq 60\%$ maka pompa akan *off*. Sistem kontrol alat ini menggunakan kendali loop tertutup untuk menjaga set point kelembapan tanah. Dapat dilihat blok diagram sistem kendali *fuzzy* pada Gambar 2.

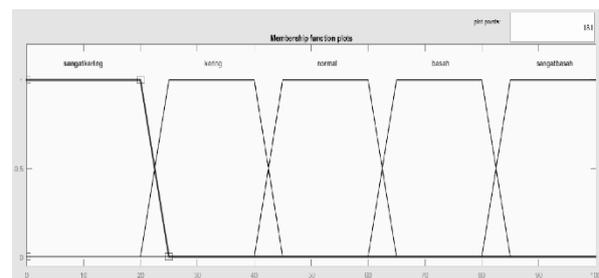


Gambar 2. Blok Diagram Sistem Kendali Fuzzy

2.3 Perancangan Metode Fuzzy Logic

1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan tahap awal yang dilakukan dalam metode logika *fuzzy*. Tahap ini dilakukan dengan proses mengubah nilai crisp (numerik) menjadi himpunan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan (*membership function*). Dalam perancangan sistem ini menggunakan satu input, yaitu kelembapan tanah (dalam %) dan Output yang diinginkan adalah pompa. Untuk kelembapan memiliki 5 himpunan yaitu sangat kering, kering, normal, basah, dan sangat basah. Berikut merupakan fungsi keanggotaan dari variabel kelembapan tanah dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan dari Variabel Kelembapan Tanah

Persamaan diatas merupakan untuk mencari μ dalam derajat keanggotaan kelembapan tanah :

$$\mu_{\text{Sangat kering}}(x) = \begin{cases} 0, & x \geq 25 \\ \frac{25 - x}{25 - 20}, & 20 \leq x \leq 25 \\ 1, & x \leq 20 \end{cases}$$

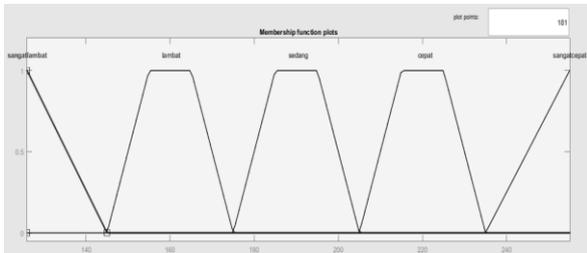
2. Rule Base

Langkah selanjutnya untuk menghitung nilai *fuzzy* yaitu dengan membuat suatu aturan. *Fuzzy rule* sendiri yaitu aturan yang dipakai untuk mendapatkan hasil output berupa kecepatan pompa penyiraman. Penggunaan rule biasanya menggunakan "IF-THEN". Didapat setiap *rule* sebagai berikut :

1. IF sangat kering THEN sangat cepat
2. IF kering THEN cepat
3. IF normal THEN sedang
4. IF basah THEN lambat
5. IF sangat basah THEN sangat lambat

3. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses perubahan variabel output *fuzzy* menjadi data pasti (*crisp*) yang nantinya nilai data *crisp* ini yang digunakan dalam menentukan kecepatan pompa. Gambar 4 menunjukkan kurva dari variabel output kecepatan pompa.



Gambar 4. Variabel Output Kecepatan Pompa

Persamaan Gambar 4 merupakan untuk mencari μ dari derajat keanggotaan kecepatan pompa :

$$\mu_{\text{Sangat Lambat}}(z) = \begin{cases} 0, & z \geq 145 \\ \frac{145 - z}{145 - 0}, & 0 < z < 145 \\ 1, & z = 0 \end{cases}$$

2.4 Perangkat keras system

1. NodeMCU ESP8266

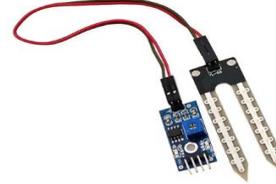
NodeMcu adalah *Open-source* firmware dan pengembangan kit yang membantu untuk membuat prototipe produk IOT (*Internet of Things*) dalam beberapa baris skrip Lua NodeMcu adalah sebuah platform *open-source* IOT (*Internet Of Things*) [11]. NodeMCU ESP8266 dapat dilibat pada Gambar 5.



Gambar 5. NodeMCU ESP8266

2. Soil Moistre Sensor

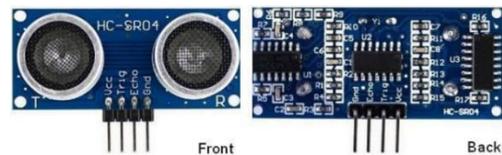
Soil moisture sensor mampu mengukur kadar air di dalam tanah, dengan 2 buah probe pada ujung sensor, modul ini dapat menggunakan catu daya antara 3,3 volt hingga 5 volt sehingga fleksibel untuk digunakan pada berbagai mikrokontroller [12]. *Soil moisture sensor* dapat dilibat pada Gambar 6.



Gambar 6. Soil Moistre Sensor

3. Sensor Ultrasonik

Prinsip kerja pengukuran jarak menggunakan ultrasonik adalah pemancar (Transmitter) mengirimkan gelombang ultrasonik dan jika dipantulkan oleh suatu benda didepanya. Lalu akan diterima oleh penerima (Receiver). Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur jarak benda dengan sensor, dimana memiliki perbedaan dengan sensor ultrasonik PING buatan *parallax* yaitu terletak pada jumlah pin. Sensor ultrasonic HC-SR04 memiliki 4 buah pin sedangkan sensor ultrasonic PING memiliki 3 buah pin [13]. Sensor Ultrasonik dapat dilibat pada Gambar 7.



Gambar 7. Sensor Ultrasonik

4. Sensor pH

Sensor pH merupakan sensor yang mengukur tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari tanah. pH memiliki skala dari 0 sampai 14. Jika nilai PH dibawah 7, maka material tersebut bersifat asam, jika nilai pH diatas 7, maka material tersebut bersifat basa [14]. Sensor pH dapat dilibat pada Gambar 8.



Gambar 8. Sensor pH

5. Buzzer

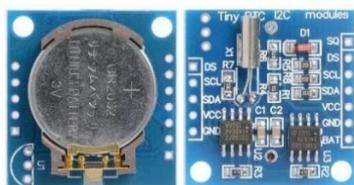
Buzzera berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm) [15]. Buzzer dapat dilibat pada Gambar 9.



Gambar 9. Buzzer

6. Modul RTC DS1307

RTC DS1307 merupakan modul RTC (*Real time clock*) yang dapat menampilkan informasi waktu dengan satuan detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun. RTC juga dapat menampilkan waktu dalam format 12 jam dan juga 24 jam. Penghitungan bulan dibatasi hingga 31 hari dan akan otomatis berpindah ke bulan selanjutnya untuk setiap bulan yang memiliki jumlah hari kurang dari 31 hari [16]. Modul RTC DS1307 dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Modul RTC DS1307

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap alat dilakukan agar mengetahui apakah sistem kerja dari setiap komponen dapat bekerja dengan baik. Selain hal itu, pengukuran dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan dari setiap komponen yang ada pada alat.

3.1 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pada pengujian sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian air pada wadah air dan pupuk. Pengujian dilakukan dengan membandingkan pengukuran menggunakan sensor HC-SR04 dengan mistar dalam 5 data yang berbeda dan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Pengukuran sensor HC-SR04 dengan Penggaris

Percobaan ke-	Pengukuran		Isi wadah (%)	Error (%)
	Sensor ultrasonik (cm)	penggaris (cm)		
1	5	5.5	30	0.091
2	9	10.6	53	0.151
3	11	11.5	65	0.043
4	13	13.8	77	0.058
5	15	15.7	89	0.0446
Rata - Rata				0.078

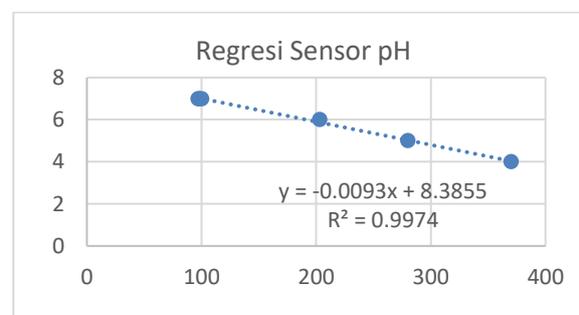
Dari Tabel 1. Dapat dianalisa bahwa berdasarkan perbandingan dari data ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik dan penggaris diperoleh nilai rata-rata error berkisar 0,078%. Dari pengujian ini sensor ultrasonik memiliki kesulitan dalam mendeteksi ketinggian air dengan akurasi yang konsisten dikarenakan permukaan air tidak rata.

3.2 Pengujian Sensor pH

Skala pH yang dapat diukur oleh sensor pH tanah memiliki *range* 3,5 hingga 8. Perlu melakukan kalibrasi dengan membandingkan nilai ADC terhadap nilai pembacaan pH tanah yang menunjukkan kelinieran pH, dimana x = nilai pH dan y = nilai ADC, sehingga mendapatkan persamaan berikut,

$$y = -0.0093x + 8.3855 \quad (1)$$

Pada gambar 11 menunjukkan grafik regresi sensor pH.



Gambar 11. Grafik Regresi Sensor pH

Hasil perbandingan nilai baca sensor yang telah terkalibrasi dapat dilihat Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perbandingan Nilai Baca Sensor Terkalibrasi dengan Alat Ukur Sampel

Jenis Air	pH (alat ukur)	ADC	Sensor pH	Error (%)
Air Sabun	7	113	7,00	0,00
Air Sumur	7	106	7,00	0,00
Pocari Sweat	4	406	5,00	0,25
Air Garam	7	122	7,00	0,00
pulpy orange	5	305	6,00	0,20
Air Cuka	3	589	3,00	0,00
Rata - rata				0,08

Dari Tabel 4. dapat disimpulkan bahwa rata -rata error pembacaan sensor pH tanah berkisar 0,08% dengan kolerasi sebesar 0.9974.

3.3 Pengujian *Soil Moisture Sensor*

Pengujian dilakukan dengan cara menancapkan sensor pada media tanam, dan bagaimana respon sensor kelembaban tanah. Pengujian ini juga dilakukan dengan membandingkan antara keluaran dari *Soil Moisture Sensor* dan alat ukur *soil moisture sensor*. Perbandingan pengujian *Soil Moisture Sensor* dengan Alat Ukur dalam 10 data dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian *Soil Moisture Sensor* dengan Alat Ukur

Percobaan ke-	Hasil Pengujian				
	<i>Soil Moisture Sensor</i> (%)	Alat Ukur	Adc (sensor)	Vout (V)	Error (%)
1	14	16	884	4,32	0,13
2	25	28	775	3,78	0,11
3	32	30	700	3,42	0,07
4	47	45	547	2,67	0,04
5	45	42	570	2,78	0,07
6	43	39	592	2,9	0,10
7	72	68	287	1,4	0,06
8	80	83	212	1,03	0,04
9	60	58	416	2,03	0,03
10	65	68	365	1,78	0,04
Rata - Rata					0,069

Dari Tabel 5. Dapat dianalisa bahwa berdasarkan perbandingan pengujian *soil moisture sensor* dengan alat ukur nilai rata-rata error berkisar 0,069%. Dari pengujian diatas nilai tegangan yang terukur jika terdeteksi kelembaban tanah normal berkisar 45% yang ekuivalen dengan nilai tegangan 2,78 Volt hingga 60% yang ekuivalen dengan nilai tegangan sebesar 2,03V – 60 % yaitu 2.78V – 2.03V.

3.4 Pengujian Koneksi Jaringan ke Aplikasi

ESP8266 adalah modul WiFi yang digunakan untuk menghubungkan perangkat ke jaringan WiFi. Aplikasi yang digunakan saat pengujian dengan menggunakan MIT App Inventor yang dipasang pada *smartphone* Android. Aplikasi Thingspeak digunakan untuk mengumpulkan data semua sensor yang ada pada sistem. Tabel 6. merupakan jarak yang dapat terjangkau oleh esp8266 menggunakan App Inventor.

Tabel 6. Jangkauan Jarak yang Dapat Terkoneksi pada Aplikasi

Jarak (m)	Keterangan
4	Terkoneksi
8	Terkoneksi
12	Terkoneksi
16	Terkoneksi
18	Terkoneksi
20	Terkoneksi
24	Tidak terkoneksi
28	Tidak terkoneksi
32	Tidak terkoneksi
36	Tidak terkoneksi

Dari Tabel 6. Dapat disimpulkan bahwa jaringan tidak terkoneksi pada jarak >21 m, modul ESP8266 tidak terkoneksi Ketika jarak sudah melampaui dari pengujian tersebut.

3.5 Pengujian *Fuzzy Logic Mamdani*

Pada tahap ini dilakukan untuk menguji tingkat akurasi *fuzzy logic mamdani* dengan input *soil moisture sensor* dengan *mathlab*. Tujuan perhitungan ini untuk meneliti tingkat akurasi *fuzzy logic mamdani*. Adapun pengujian dari *fuzzy logic mamdani* dengan *mathlab* dalam 10 data yang berbeda. Dari pengujian diatas didapat *error* 0,023 dari nilai *error* tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem fuzzy yang dibangun sudah dapat menghasilkan nilai output yang sama dengan simulasi di *mathlab*. Dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Jangkauan Jarak yang Dapat Terkoneksi pada Aplikasi

Percobaan ke-	Hasil Pengujian						
	KT (%)	Out Fuzzy	Math lab	Adc	Vout (V)	E (%)	Ket
1	14	249	249	884	4,32	0,024	sangat kering
2	25	220	220	775	3,78	0	kering
3	32	220	220	700	3,42	0	kering
4	47	190	190	547	2,67	0	normal
5	57	190	190	442	2,16	0	normal
6	65	160	160	365	1,78	0	basah
7	72	160	160	287	1,4	0	basah
8	80	160	160	212	1,03	0	basah
9	38	220	220	643	3,14	0	kering
10	43	203	203	592	2,9	0,21	normal
Rata - Rata						0,023	

Setelah mendapatkan nilai perbandingan *soil moisture* sensor dengan matlab maka dilakukan pengujian untuk membandingkan penggunaan *fuzzy* dengan tanpa penggunaan *fuzzy*, didapatkan hasil pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan dengan *Fuzzy* dan Tanpa *Fuzzy*

Metode	ADC	Soil Sensor Moisture	Kecepatan pompa	Durasi	Jumlah air (ml)
<i>Fuzzy</i>	442	57%	190	8s	30
Tanpa <i>Fuzzy</i>	442	57%	255	4s	90

Dari Tabel 8 dapat disimpulkan kalau pengontrolan kecepatan pompa untuk menyiram tanaman menggunakan metode *fuzzy logic* waktu yang dibutuhkan 2 kali lipat lama dari pada tidak menggunakan *fuzzy*, tetapi dengan menggunakan *fuzzy*, air yang dibutuhkan oleh tanaman tercukupi, karena ketika tidak menggunakan *fuzzy* maka kecepatan pompa lebih cepat namun air yang di keluarkan lebih banyak dari pada menggunakan *fuzzy*. Jadi air yang terbuang sekisaran 60ml tanpa menggunakan *fuzzy* dan tanah jadi basah

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dari sistem yang dibuat, maka diperoleh kesimpulan bahwa, sistem dapat bekerja sesuai dengan data set yang telah ditentukan dan memberikan jumlah air yang cukup untuk menyiram tanaman Bayam. Kemudian *Soil Moisture Sensor* nilai tegangan yang terukur jika terdeteksi kelembaban tanah normal berkisar 45% yang ekivalen dengan tegangan sebesar 2.78V hingga kelembaban 60% yang ekivalen dengan tegangan 2.03V dengan pH tanah konstan yang berada pada range 6-7 untuk memaksimalkan pertumbuhan Bayam.

REFERENSI

- [1] P. Ardiansyah, "PERTUMBUHAN TANAMAN BAYAM (*Amaranthus tricolor* L) PADA BEBERAPA TARAF KADAR AIR YANG DIKONTROL SECARA PRESISI MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO," 2022.
- [2] M. Mediawan, "Sistem Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Pada Rumah Tanaman," *NASPA J.*, vol. 42, no. 4, p. 1, 2018.
- [3] D. Fitriadi, "S1-2020-398401-abstract," pp. 16–17, 2020.
- [4] M. K. IMAM, E. PERMATA, and D. DESMIRA, "Sistem Kontrol Penyiram Otomatis Tanaman Tomat menggunakan Wemos D1 R1," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 10, no. 4, p. 815, 2022, doi: 10.26760/elkomika.v10i4.815.
- [5] S. Rahman and R. R. Santika, "Prototype Penyiram Tanaman Bayam Otomatis untuk Menjaga Kelembaban Tanah Berbasis NodeMCU ESP8266," *J. TICOM Technol. Inf. Commun.*, vol. 11, no. 1, pp. 26–32, 2022.
- [6] K. Nirmalayanti, I. Subadiyasa, and I. Arthagama, "Peningkatan Produksi Dan Mutu Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus Amoenus* Voss) Melalui Beberapa Jenis Pupuk Pada Tanah Inceptisols, Desa Pegok, Denpasar," *E-Jurnal Agroekoteknologi Trop. (Journal Trop. Agroecotechnology)*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [7] A. W. Ritonga, M. S. Ar Rosyid, A. Anderson, M. A. Chozin, and P. Purwono, "Perbedaan pertumbuhan dan produktivitas varietas bayam hijau dan bayam merah," *J. Agro*, vol. 8, no. 2, pp. 287–298, 2022, doi: 10.15575/14664.
- [8] R. . . Wakerkwa, W. . . Tilaar, and J. S. Polii-Mandang, "APLIKASI PUPUK CAIR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN BAYAM MERAH (*Amaranthus* sp)," *Agri-Sosioekonomi*, vol. 13, no. 3A, p. 283, 2017, doi: 10.35791/agrsosek.13.3a.2017.18292.
- [9] D. Endah, I. H. Santoso, and N. B. A. Karna, "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SMART GARDEN FOR WATERING BERBASIS IoT MENGGUNAKAN TELEGRAM DAN BLYNK DESIGN AND IMPLEMENTATION SMART GARDEN FOR WATERING BASED ON IoT USING TELEGRAM AND BLYNK," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 5, pp. 1–10, 2021.
- [10] M. Firly, D. Wahjudi, and P. Yulianto, "Perancangan Sistem Penyiraman Dan Pemupukan Otomatis (Smart Garden) Berbasis Iot (Internet of Things) Menggunakan Nodemcu Esp8266," *Teodolita Media Komunikasi Ilm. di Bid. Tek.*, vol. 23, no. 1, pp. 115–1129, 2022, doi: 10.53810/jt.v23i1.444.
- [11] N. Y. Priyono, "Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis Protocol Mqtt Menggunakan Nodemcu Esp8266," *J. Tek. Elektro*, pp. 3–8, 2017, [Online]. Available: eprints.akom.ac.id/4913/3/3_143310004_BAB_II.pdf%0A
- [12] D. S. Yanti, M. F. Azis, and S. W. Sidehabi, "Prototype Penyiram Dan Pemupukan Tanaman Secara Otomatis Dengan Sistem Monitoring Berbasis Internet of Things," *e-Prosiding Semin. Nas. Teknol. Ind. VIII 2021. ISBN 978-602-60451-8-8*, pp. 18–22, 2021.
- [13] C. O. S. Patricia, "PERANCANGAN SISTEM KONTROL DAN KOMUNIKASI MENGGUNAKAN NODEMCU ESP8266 PADA SIMPLE AND SCALABLE CONTROL SYSTEM FRAMEWORK," vol. 3, no. 2, p. 6, 2021.
- [14] R. Z. Wardah, P. Studi, J. Telekomunikasi, T. Elektro, and P. N. Malang, "Deteksi Kadar Keasaman Media Tanah Untuk Penanaman Kembali Secara Telemonitoring," *J. Jar. Telekomun.*, pp. 488–493, 2019.
- [15] B. A. B. Ii and T. Pustaka, "BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1 Catu Daya (Power Supply)," pp. 5–34, [Online]. Available: <http://www.evolution-models.com/speed-controller-electronic-speed-controller-brushless->
- [16] D. Kusumawati and B. A. Wiryanto, "Perancangan Bel Sekolah Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Avr Atmega 328 Dan Real Time Clock Ds3231," *J. Elektron. Sist. Inf. dan Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 13–22, 2018.