

Implementasi Fuzzy Logic Untuk Sistem Kendali Dan Monitoring Kesuburan Tanah Berbasis IoT

Romzi Setiatno Putera¹, Achmad Komarudin², Mohammad Luqman³
Politeknik Negeri Malang Indonesia
romziputra74@gmail.com, achmad.komarudin@polinema.ac.id,
moh.luqman@polinema.ac.id

Received : 15-09-2023

Accepted : 27-09-2023

Published : 20-10-2023

Abstract

Soil fertility is an important factor for farmers in the farming process. Soil moisture level and soil pH are some of the parameters that can be used as indicators of fertile and ideal soil. Soil conditions that are too acidic are infertile soil and can cause crop failure. This can be corrected by increasing soil pH levels by providing dolomite lime or agricultural lime to the soil by direct sowing or by first dissolving it with water to accelerate absorption into the soil. Soil moisture also plays an important role in farming success. When the soil is too dry, it must be watered using clean and healthy water. To make it easier for farmers to regulate soil conditions and maintain the fertility of the soil to be planted, a soil moisture control system and soil pH will be designed by choosing to water the soil using clean water or lime solution. This tool is equipped with IoT to send data from sensor readings and processed using the Fuzzy Logic method. **The result** is an error during the Fuzzy process.

Keywords : Internet of Things Fuzzy Logic Monitoring

Abstrak

Kesuburan tanah menjadi salah satu faktor penting bagi para petani dalam proses bertani. Tingkat kelembapan tanah dan pH Tanah merupakan beberapa parameter yang dapat digunakan sebagai indikator tanah yang subur dan ideal. Kondisi tanah yang terlalu asam merupakan tanah yang tidak subur dan dapat menyebabkan kegagalan panen. Hal tersebut dapat diperbaiki dengan cara meningkatkan kadar pH tanah dengan cara memberikan kapur dolomit atau kapur pertanian pada tanah dengan ditabur langsung maupun dilarutkan terlebih dahulu dengan air agar mempercepat penyerapan pada tanah. Kelembapan tanah juga berperan penting dalam keberhasilan bertani. Ketika tanah terlalu kering harus dilakukan penyiraman menggunakan air bersih dan sehat. Untuk memudahkan para petani mengatur kondisi tanah dan mempertahankan kesuburan tanah yang akan ditanami maka, akan di rancang sistem kendali kelembapan tanah, PH tanah dengan cara memilih penyiraman tanah menggunakan air bersih maupun larutan kapur. Alat ini dilengkapi dengan IoT untuk mengirim data dari hasil pembacaan sensor dan diolah menggunakan metode *Fuzzy Logic* untuk memonitoring hasil sensor. **Hasilnya** terdapat *error* ketika proses *Fuzzy*.

Kata Kunci: Implementasi Fuzzy Logic; Sistem Kendali; IoT

Corresponding Author; Romzi Setiatno Putera
E-mail: romziputra74@gmail.com



Pendahuluan

Belakangan ini permasalahan kesuburan tanah pada petani menjadi poin penting yang harus dibahas (Tjondronegoro & Wiradi, 2008). Kondisi tanaman menjadi baik atau kurang baik ditentukan dari perawatan tanaman dan tanahnya. Tanah

digunakan untuk berbagai bidang contohnya bidang pertanian, perkebunan, transportasi, perumahan, pariwisata dan sebagainya. Dalam bidang pertanian untuk menentukan keberhasilan bercocok tanam digunakan jenis tanah yang cocok untuk tanaman tersebut. Tanah yang baik bagi perkebunan atau pertanian dapat dilihat dari beberapa parameter yaitu kelembapan, PH, dan juga warna (Anang Saputra, 2022).

Tingkat kesuburan tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu derajat keasaman tanah atau bisa disebut dengan pH Tanah (Ikhtiar, Rusdinar, & Wibawa, 2020). Dalam bidang industri pertanian dibutuhkan teknologi alat ukur pH tanah untuk mengetahui sifat keasaman yang terkandung dalam tanah. Kebanyakan orang tidak memperhatikan kualitas tanah terutama pH tanah, maka dari itu pentingnya alat ukur pH tanah untuk menentukan kualitas tanah tersebut (Jovita, 2018).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka skripsi ini akan membahas terkait pembuatan sistem kendali kelembapan tanah, ph tanah beserta monitoring untuk Keasaman dan Kelembapan Tanah yang nantinya akan muncul mode penyiraman pada Google Firebase (Zulfikar Mubarak Maren Saputra, 2022). Pembuatan sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap perkembangan pertanian di Indonesia maupun di Dunia dan menjadi motivasi para mahasiswa dan mahasiswa Politeknik Negeri Malang dalam usaha dibidang pertanian (Viona, 2022).

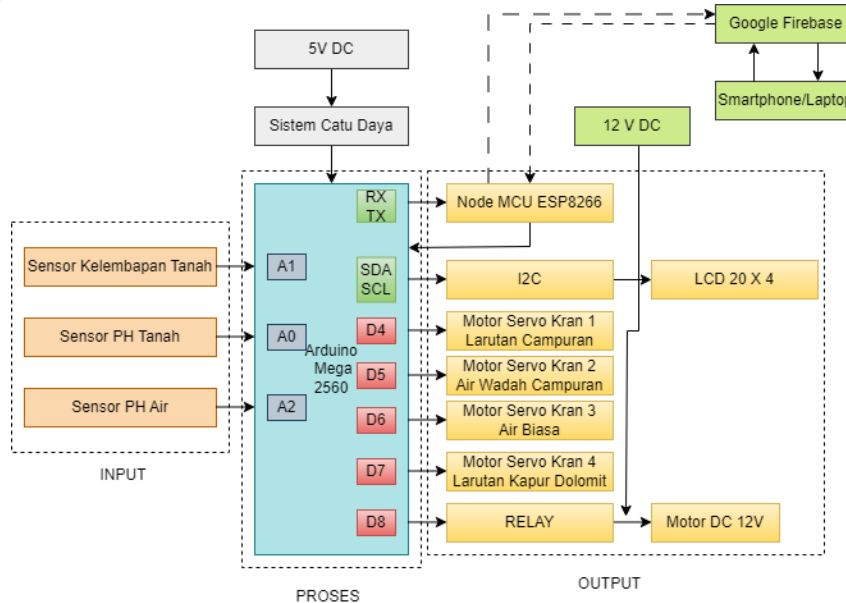
Kesuburan Tanah adalah kemampuan tanah yang digunakan untuk menghasilkan produk tanaman yang diinginkan, pada lingkungan tempat tanah itu berlokasi (Morseleno, 2021). Produk tanaman berupa : buah, biji ,sayuran dan umbi. Pada umumnya unsur hara akan mudah diserap tanaman pada pH 6,5-7,5, Karena pada pH tersebut sebagian besar unsur hara akan mudah larut dalam air. Tanah dikatakan netral ketika berada pada angka 7, tanaman dapat tumbuh subur pada tanah dengan tingkat pH kisaran angka 6,5-7,5. Selain itu kelembapan tanah juga cukup menentukan, skala kelembapan tanah pertanian itu biasanya ditunjukkan nilai dari 0-300 untuk dry soil, 300-700 untuk humid soil, dan 700-900 untuk in-water. Penambahan larutan air kapur juga sangat berguna untuk tanah. Pengapuran merupakan salah satu upaya untuk mempertahankan kestabilan keasaman (pH) tanah dan air, sekaligus memberantas hama penyakit (Rangan et al., 2021).

Internet of Things atau IoT adalah gagasan bahwa semua objek di dunia nyata dapat saling berkomunikasi sebagai bagian dari sistem yang terintegrasi menggunakan internet sebagai media penghubung (Nahdi & Dhika, 2021). IoT memiliki tiga elemen penting yaitu barang fisik yang juga dilengkapi oleh sebuah modul IoT, perangkat koneksi internet, dan *cloud data center* (Pambudi, 2020). Aplikasi IoT sudah diterapkan dalam berbagai bidang seperti pemantauan lingkungan, transportasi, pengendali daya listrik dll. Salah satu bidang yang berpotensi untuk “merangkul” teknologi IoT adalah pertanian. Dengan semakin majunya infrastruktur internet, bukan hanya smartphone atau computer saja yang dapat terkoneksi dengan internet, berbagai macam benda atau peralatan elektronik termasuk benda nyata apa saja yang terhubung ke jaringan lokal dan global menggunakan sensor atau actuator yang tertanam (Hartatik et al., 2023).

Metode Penelitian

Rancangan Sistem

Sensor Kelembapan tanah, PH Tanah berfungsi sebagai inputan pertama untuk melakukan penyiraman dengan menentukan nilai kelembapan yang cocok pada tanah yang diolah menggunakan fuzzy logic di dalam mikrokontroller Arduino Mega 2560. Sensor Ph Air dilakukan untuk memonitoring kekeruhan air yang sudah dicampur dengan air biasa. Monitoring ini dilakukan agar campuran yang akan disiramkan pada tanah sesuai dengan keasaman atau basa pas untuk tanah (Ardyanti, Putra, Purnama, & Jaya, 2021).

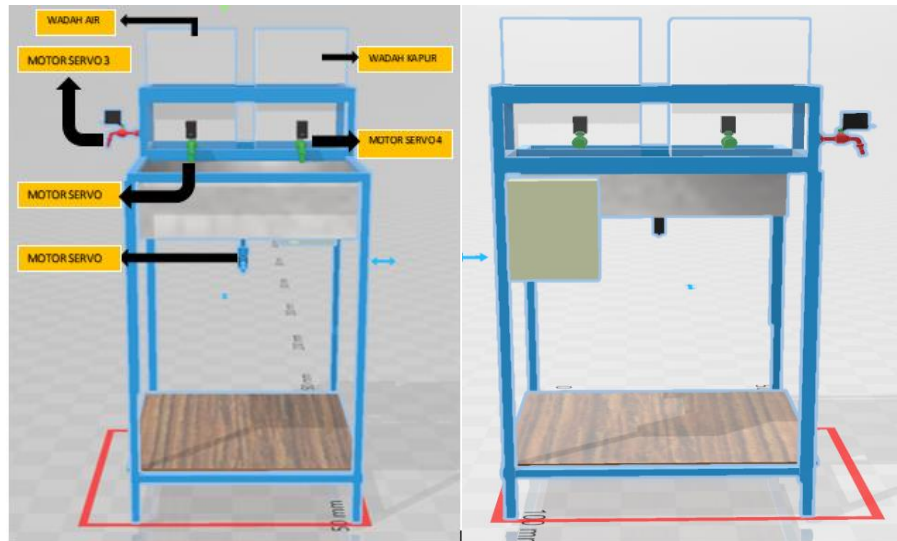


Gambar 4: Blok Diagram Sistem

Arduino Mega 2560 digunakan untuk memproses data atau program yang telah dibuat agar dapat menjalankan program dengan baik dan sempurna. Pada Arduino ini data kelembapan dan Ph tanah diolah. Kemudian diolah menjadi data digital yang akan dikirim ke output. Didalam Arduino akan deprogram kedalam Fuzzy yang berfungsi untuk mengendalikan penyiraman tanah secara otomatis sehingga kelembapan dan ph tanah pada tanah akan terkontrol. Output yang dihasilkan adalah LCD, Motor Servo Kran dan juga Relay yang berfungsi untuk on of Motor DC 12 V.

Desain Mekanik

Desain perangkat keras mencakup dimensi dan tampilan pada keseluruhan alat dan unjuk kerja alat akan dipengaruhi oleh desain perangkat kerasnya.



Gambar 5: Desain Mekanik Alat Penyiram Otomatis

Spesifikasi Mekanik

1. Panjang : 60 cm
2. Tinggi : 1 Meter 15 Cm
3. Lebar : 55 Cm
4. Bahan Base : Besi dan Plastik
5. Berat Satuan : 5 Kg

Desain Elektronik

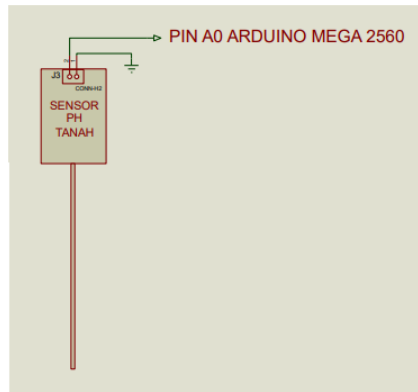
Desain system kelistrikan juga memiliki tingkat yang penting dan tinggi. Keberhasilan kinerja bagian mekanik sangat dipengaruhi oleh adanya system kelistrikan yang dirancang dengan baik.

Spesifikasi Elektronik

1. Catu daya : Supply DC 12 V
2. Jenis prosessor : Mikrokontroller
3. Jenis sensor : Sensor Kelembapan Tanah, Sensor pH Air, Sensor pH Tanah.
4. Jenis motor : Motor Power Window 12 V, Motor Servo 5V

Desain Perancangan Sensor PH Tanah

Perancangan sensor pH tanah bertujuan untuk menghubungkan sensor Ph tanah dan juga mikrokontroler yaitu Arduino Mega 2560. Sensor pH tanah perlu dilakukan kalibrasi agar mendapatkan hasil yang maksimal, actual dan akurat. Dengan menggunakan software Arduino IDE sensor pH tanah dikalibrasi menggunakan program yang telah dibuat dan dijalankan pada software Arduino IDE. Koneksi sensor ke Mikrokontroler dengan menghubungkan sensor pH tanah menggunakan kabel jumper atau kabel penghubung yang sesuai untuk menghubungkan output sensor ke pin input analog atau digital pada Arduino Mega 2560.



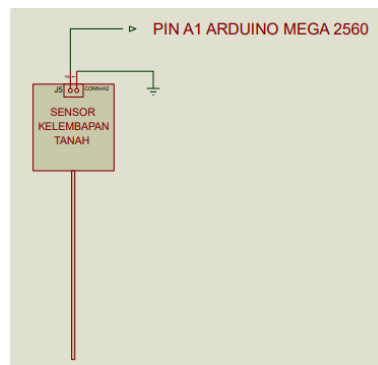
Gambar 6: Desain Perancangan Sensor PH Tanah

Tabel 1: Tabel Pin Sensor Ph Tanah

PIN Sensor Tanah	pH	PIN ARDUINO
OUT		A0
GND		GND

Desain Perancangan Sensor Kelembapan Tanah

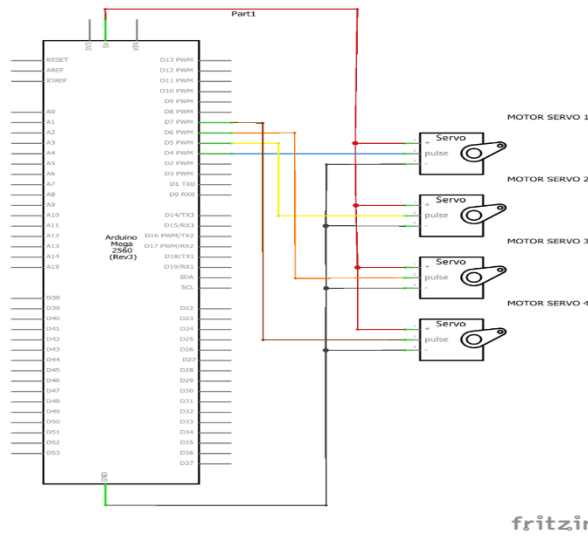
Perancangan sensor kelembapan tanah ini menggunakan mikrokontroller Arduino Mega 2560 sebagai otak dari sistem. Arduino Mega 2560 dapat digunakan untuk mengendalikan sensor, proses data dan mengambil data berdasarkan kondisi kelembapan tanah. Koneksi sensor ke Mikrokontroler dengan menghubungkan sensor kelembapan tanah menggunakan kabel jumper atau kabel penghubung yang sesuai untuk menghubungkan output sensor ke pin input analog atau digital pada Arduino Mega 2560.



Gambar 7: Desain Perancangan Sensor Kelembapan Tanah

Desain Perancangan Motor Servo

Motor Servo merupakan perangkat atau actuator putar yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo). Pada perancangan alat ini menggunakan Motor Servo tipe MG996R. Motor Servo ini digunakan untuk membuka dan menutup kran air. Kran air berfungsi untuk penyiraman pada tanah. Ukuran kran air yang digunakan yaitu $\frac{3}{4}$. Dapat di Set up untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor Servo adalah perangkat terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer.



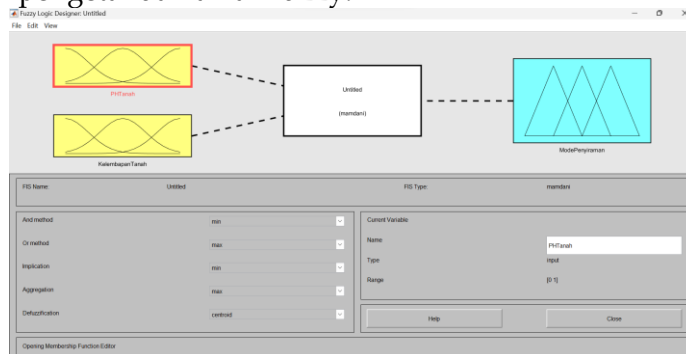
Gambar 8: Desain Perancangan Motor Servo Kran Air

Tabel 2: Tabel pin input output Motor Servo

Motor Servo 1	GND	5V	Output Digital 4
Motor Servo 2	GND	5V	Output Digital 5
Motor Servo 3	GND	5V	Output Digital 6
Motor Servo 4	GND	5V	Output Digital 7

Desain Perancangan Fuzzy Logic

Proses perancangan Fuzzy Logic yang digunakan adalah metode algoritma mamdani. Metode Mamdani dikenal dengan nama metode Max-Min atau Max Product. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Berikut ini penjelasan mengenai pengetahuan awal Fuzzy.



Gambar 9: Desain Perancangan Fuzzy Logic

Pada perancangan ini menggunakan 2 Variabel Input yaitu Ph Tanah dan Kelembapan Tanah yang menghasilkan output Mode Penyiraman. Ada 3 Mode penyiraman yaitu Mode 1, Mode 2, dan Mode 3. **Mode 1** Adalah ketika tanah termasuk dalam keadaan subur dan tidak perlakuan apapun. **Mode 2** Adalah ketika tanah dalam kondisi subur namun kering. Maka dari itu perlu dilakukan penyiraman air biasa pada tanah. **Mode 3** Adalah ketika kondisi tanah dalam keadaan asam, sehingga perlu dilakukan penyiraman larutan kapur

Penulisan Persamaan

Persamaan diketik menggunakan equation dan secara berurutan diikuti dengan penomoran angka dalam tanda kurung dengan margin rata kanan, seperti dalam (1).

Gunakan *equation editor* untuk membuat persamaan. Beri spasi *tab* dan tulis nomor persamaan dalam tanda kurung. Untuk membuat persamaan Anda lebih rapat, gunakan tanda garis miring (/), fungsi pangkat, atau pangkat yang tepat. Gunakan tanda kurung untuk menghindari kerancuan dalam pemberian angka pecahan. Jelaskan persamaan saat berada dalam bagian dari kalimat, seperti berikut

$$\nabla f(x) = \left[\frac{\partial f}{\partial x_1} \quad \frac{\partial f}{\partial x_2} \right] = [12x_1 + 4x_2 + 5,5 \quad 4x_1 + 6x_2 - 2]$$

(1)

Pastikan bahwa simbol-simbol di dalam persamaan telah didefinisikan sebelum persamaan atau langsung mengikuti setelah persamaan muncul. Simbol diketik dengan huruf miring (*T* mengacu pada suhu, tetapi *T* merupakan satuan Tesla). Mengacu pada "(1)", bukan "Pers. (1)" atau "persamaan (1)", kecuali pada awal kalimat: "Persamaan (1) merupakan ..."

Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Sensor PH Tanah

Pengujian sensor pH tanah dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan antara sensor pH tanah tipe stick dengan hasil pembacaan fitur pengukuran pH tanah pada alat dengan tipe "4in1 Soil Survey Instrument". Pengujian dilakukan pada beberapa sample tanah dengan kadar pH yang berbeda. Data hasil pengamatan akan dianalisis dengan menghitung nilai error pada sensor PH Tanah menggunakan persamaan :

$$Error = \left(\frac{\text{nilai sebenarnya} - \text{nilai ukur}}{\text{nilai sebenarnya}} \right) \times 100$$

Tabel 3: Hasil Perbandingan Sensor PH Tanah

NO	Nilai Alat Pemanding	Nilai Pengukuran	Error (%)
1	4.5	4.65	-3
2	4.9	4.75	3
3	6.1	6.04	0.9
4	6.3	6.26	0.6
Rata - Rata Error			0.375

Hasil Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

Pengujian sensor kelembapan tanah berbasis stik ini agar dapat mengetahui apakah sensor kelembapan tanah berfungsi dengan baik dan dapat membaca dengan akurat atau tidak. Kalibrasi sensor juga sangat penting untuk memastikan apakah pembacaan kelembapan tanah yang diberikan sesuai dengan kondisi tanah yang sebenarnya. Pengujian sensor kelembapan tanah dilakukan dengan proses pengukuran tingkat kelembapan tanah pada beberapa sampel tanah yang memiliki kelembapan berbeda-beda berdasarkan pengukuran alat pembanding. Terdapat lima mode kelembapan tanah yang dapat diukur oleh alat. yaitu sebagai berikut.

- Dry+ (Sangat Kering)
- Dry (Kering)
- Nor (Normal)

- Wet (Basah)
- Wet+ (Sangat Basah)

Tabel 4: Hasil Perbandingan Sensor Kelembapan Tanah

No.	Pengukuran Pemandangan	Nilai ADC Alat	Kelembapan Alat (%)
1	Dry	141	10%
2	Dry+	150	25%
3	Normal	184	77%
4	Wet	188	83%
5	Wet+	203	105%

Hasil Pengujian Fuzzy Logic

Pada Pengujian kali ini dilakukan pengukuran pada Ph Tanah dan Kelembapan Tanah yang nantinya akan di cocokan dengan output mode penyiraman yang akan disiram ke tanah. Dibawah Adalah Fuzzy Rule Kontrol Penyiraman yaitu :

Tabel 5: Fuzzy Rule Kontrol Penyiraman

NO	pH Tanah	Kelembapan Tanah	Klasifikasi Fuzzy Input	Output Fuzzy
1	4-6	0-65%	Asam, Kering	Mode 2
2	4-6	65-85%	Asam, Normal	Mode 3
3	4-6	85-120%	Asam, Basah	Mode 3
4	5.9-7.2	0-65%	Netral, Kering	Mode 3
5	5.9-7.2	65-85%	Netral, Normal	Mode 1
6	5.9-7.2	85-120%	Netral, Basah	Mode 1
7	7.1-8.5	0-65%	Basa, Kering	Mode 2
8	7.1-8.5	65-85%	Basa, Normal	Mode 1
9	7.1-8.5	85-120%	Basa, Basah	Mode 1

CATATAN :

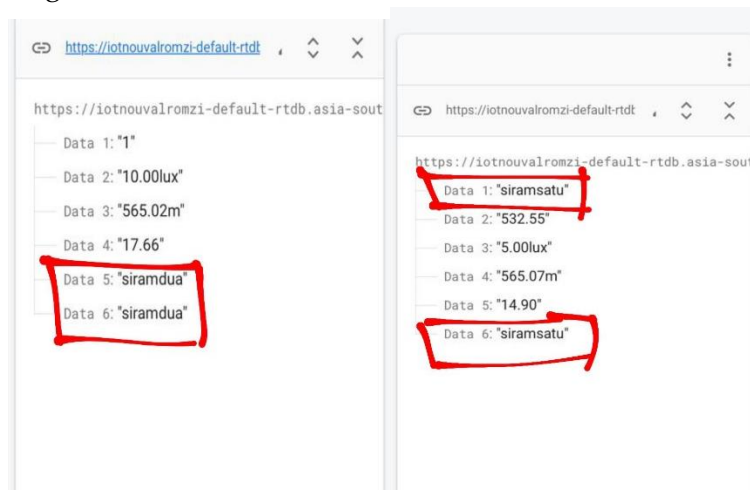
1. Mode 1: Adalah ketika tanah termasuk dalam keadaan subur dan tidak perlakuan apapun.
2. Mode 2: Adalah ketika tanah dalam kondisi subur namun kering. Maka dari itu perlu dilakukan penyiraman air biasa pada tanah. Kran Servo 2 Terbuka untuk mengalirkan air biasa ke dalam tanah.
3. Mode 3: Adalah ketika kondisi tanah dalam keadaan asam, sehingga perlu dilakukan penyiraman larutan kapur. Proses penyiraman mode 3 yaitu Larutan kapur dan air biasa terbuka secara bersamaan selama 55 detik (mengalirkan air masing masing 2,5 Liter). Selanjutnya Kran Servo 1 terbuka selama 1 Menit untuk mengalirkannya pada tanah. Untuk komposisi air kapur dolomit dan air 400 gram berbanding 5 Liter Air. Yang hasilnya adalah PH Air bernilai 7.

Tabel 6: Hasil Pengujian

NO	Sebelum Disiram			Setelah Disiram			Output Mode Penyiraman
	PH Tanah	Kelembapan Tanah	Klasifikasi Tanah	PH Tanah	Kelembapan Tanah	Klasifikasi Tanah	
1	5.51	92.38%	Asam,Basah	8.30	106.09	Basa,Basah	Mode 3
2	6.42	61.92%	Netral,Normal	8.45	100.00%	Basa,Basah	Mode 3
3	6.87	52.78%	Netral,Kering	7.62	106.09%	Basa,Basah	Mode 2
4	5.42	93.50%	Asam,Basah	8.00	90.20%	Netral,Normal	Mode 3
5	6.57	55.83%	Netral,Kering	7.77	80.20%	Netral,Normal	Mode 2
6	7.62	75.63%	Basa,Normal	7.62	75.63%	Basa,Normal	Mode 1

Hasil Pengujian Google Firebase

Hasil dari Pengujian Google Firebase dilakukan dengan memprogram pada Arduino Mega 2560 untuk mengirimkan hasil pembacaan sensor kepada NodeMCU ESP8266. Selanjutnya ESP8266 mengirimkan data melalui jaringan wi-fi ke platform Google Firebase sebagai berikut :



Gambar 10: Pengujian Realtime Database Google Firebase

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penerapan, pengujian, dan analisa pada sistem perancangan Fuzzy Logic untuk Penyiraman Otomatis berikut adalah beberapa kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini.

1. Didapatkan pengukuran kelembapan tanah dan PH Tanah yang sesuai dengan output fuzzy logic yaitu Mode Penyiraman.
2. Hasil Penyiraman
 - Mode 1 : Tidak ada penyiraman untuk tanah dengan Kelembapan dan PH Tanah Normal.
 - Mode 2 : Untuk tanah kering dengan PH 4-8,5. Proses Penyiraman Air Biasa.
 - Mode 3 : Untuk tanah yang memiliki kelembapan normal atau basah tetapi memiliki pH Tanah yang Asam dengan PH 4-6. Proses penyiraman campuran larutan kapur dan air biasa.

3. Pada hasil IoT dapat ditampilkan hasil mode penyiraman seperti contoh "siramsatu", "siramdua", "siramtiga".

Daftar Pustaka

- Ardyanti, A. A. Ayu Putri, Putra, I. Gede Juliana Eka, Purnama, I. Nyoman, & Jaya, A. M. Adi Putra. (2021). Penyiraman Tanaman Otomatis Dengan Metode Fuzzy Mamdani. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komputer*, 7(1).
- Hartatik, Hartatik, Rukmana, Arief Yanto, Efitra, Efitra, Mukhlis, Iqbal Ramadhani, Aksenta, Almasari, Ratnaningrum, Luh Putu Rara Ayu, & Efdison, Zefri. (2023). *TREN TECHNOPRENEURSHIP: Strategi & Inovasi Pengembangan Bisnis Kekinian dengan Teknologi Digital*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Ikhtiar, Wendi, Rusdinar, Angga, & Wibawa, Ig Prasetya Dwi. (2020). Perancangan Sistem Kontrol Derajat Keasaman Tanah Pada Pembibitan Teh Di Pptk (pusat Penelitian Teh Dan Kina) Gamboeng. *EProceedings of Engineering*, 7(1).
- Jovita, Deborah. (2018). *Analisis Unsur Makro (K, Ca, Mg) Mikro (Fe, Zn, Cu) Pada Lahan Pertanian Dengan Metode Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrofotometry (ICP-OES)*.
- Morselena, Adam. (2021). *Alat Monitoring Kondisi Tanah Dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Cabai Di Lahan Gambut Dengan Web Menggunakan Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet Of Things*. Universitas Islam Kalimantan MAB.
- Nahdi, Fahad, & Dhika, Harry. (2021). Analisis Dampak Internet of Things (IoT) Pada Perkembangan Teknologi di Masa Yang Akan Datang. *INTEGER: Journal of Information Technology*, 6(1).
- Pambudi, Suluh Argo. (2020). Monitoring System Panel ATS-AMF Berbasis Internet Of Things (IoT) Cloud. *JEECAE (Journal of Electrical, Electronics, Control, and Automotive Engineering)*, 5(1), 55-59.
- Rangan, Parea Rusan, Dendo, Ermitha A. R., Matana, Hernita, Honta, Zwengly Lodi, Kalapadang, Escher, Lotim, Yohanis B., Pasarrin, Yulius, & Letty, A. R. (2021). Stabilisasi Tanah Dengan Menggunakan Calcium Hidroksida Ca (OH) 2 dan Tawas Al₂ (SO₄) 3. *Journal Dynamic Saint*, 6(2), 22-34.
- Saputra, Anang. (2022). Rancangan Perangkat Pemantauan Suhu Tekanan Dan Ketinggian Berbasis Internet Of Things Dengan Thingspeak Server. *Jurnal Impresi Indonesia*, 1(9), 1002-1009.
- Saputra, Zulfikar Mubarak Maren. (2022). *Penerapan Internet of Things pada Greenhouse*.
- Tjondronegoro, Sediono M. P., & Wiradi, Gunawan. (2008). *Dua abad penguasaan tanah: pola penguasaan tanah pertanian di Jawa dari masa ke masa*. Yayasan Obor Indonesia.
- Viona, Dava. (2022). *Pengaruh Menonton Tayangan Korean Drama Terhadap Perilaku Konsumtif Mahasiswa (Studi Kasus Pada Mahasiswi Jurusan Sosiologi Universitas*

Lampung Angkatan 2018–2019).