

Sistem *Monitoring* pH dan Kelembaban Tanah pada Tanaman Kacang Tanah Berbasis IoT (*Internet of Things*)

Desti Mualfah¹, Ganesa Heru Sandi², Evans Fuad³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Riau

¹destimualfah@umri.ac.id, ²190401054@student.umri.ac.id, ³evansfuad@umri.ac.id

ABSTRAK

Kacang tanah jadi salah satu jenis tanaman leguminosae yang berperan cukup penting dalam memenuhi kebutuhan pangan. Untuk menjaga gizi yang ada di dalamnya maka pembudidayaan Kacang tanah membutuhkan kondisi tertentu supaya mendapatkan hasil yang diinginkan. Salah satu yang mempengaruhi dalam pertumbuhan kacang tanah adalah pH tanah dan kelembaban tanah. Oleh karena itu sistem *monitoring* pH dan kelembaban tanah dibuat untuk membantu memonitoring pH dan kelembaban tanah agar mendapatkan hasil panen sesuai yang diinginkan. Sistem ini berbasiskan IoT (*Internet of Things*) sehingga dapat dilakukan *monitoring* melalui *smartphone* dimana saja asalkan terhubung ke jaringan internet. Sistem ini menggunakan dua sensor untuk mengambil data yaitu sensor pH dan sensor kelembaban YL-69. Cara kerja dari sistem ini adalah ke dua sensor mengambil data lalu di kirimkan ke NodeMCU ESP8266 dengan bantuan arduino uno lewat komunikasi serial, data akan diolah menjadi rekomendasi pupuk/sulfur dan tingkat pemberian air oleh *fuzzy logic*. Hasil pengukuran dan rekomendasi akan ditampilkan pada bot telegram dengan bantuan NodeMCU ESP8266. Hasil uji coba sistem didapatkan bahwa alat sudah berhasil mengukur, memberikan rekomendasi, dan menampilkan pada bot telegram. Hasil akurasi dengan *Mean Absolute Error* (MAE). Didapatkan bahwa error pH tanah 0,14 dan kelembaban tanah 4,1.

Kata kunci : iot, sistem *monitoring*, *fuzzy logic*, ph tanah, kelembaban tanah

ABSTRACT

*Peanuts is a type of legume plant that plays an important role in meeting food needs. To maintain the nutrients contained in it, peanut cultivation requires certain conditions to get the desired results. One thing that influences the growth of peanuts is soil pH and soil moisture. Therefore, a pH and soil moisture monitoring system was created to help monitor pH and soil moisture in order to get the desired harvest results. This system is based on IoT (*Internet of Things*) so monitoring can be carried out via smartphone anywhere as long as it is connected to the internet network. This system uses two sensors to collect data, namely the pH sensor and the YL-69 humidity sensor. The way this system works is that the two sensors take data and then send it to the NodeMCU ESP8266 with the help of Arduino Uno via serial communication. The data will be processed into recommendations for fertilizer/sulfur and water levels using fuzzy logic. The measurement results and recommendations will be displayed on the Telegram bot with the help of the NodeMCU ESP8266. The results of system testing showed that the tool had succeeded in measuring, providing recommendations and displaying it to the Telegram bot. Accuracy results with *Mean Absolute Error* (MAE). It was found that the error in soil pH was 0.14 and soil moisture was 4.1.*

Keywords : iot, monitoring system, *fuzzy logic*, soil ph, soil moisture

1. PENDAHULUAN

Pertanian sebagai satu diantara bidang lain yang memiliki peran cukup penting dalam mencukupi kebutuhan pokok pada manusia[1]. Didalam bidang ini, tanah menjadi faktor yang sangat penting karena dapat menjadi penentu sukses atau tidaknya dalam produksi pertanian. Di setiap kawasan pertanian akan memiliki jenis tanah dan tingkat kesuburan berbeda-beda sesuai dengan kawasan masing-masing. Salah satu tanaman pertanian palawija yang cukup ekonomis serta cocok ditanam di beberapa jenis tanah adalah kacang tanah. Kacang tanah atau nama latinnya *Arachis hypogaea L* jadi salah satu jenis tanaman leguminosae yang berperan cukup penting dalam memenuhi kebutuhan pangan [2]. Kandungan yang terdapat didalam kacang tanah adalah berupa protein 25-30%, karbohidrat 12%, lemah 40-50%, dan vitamin B1 sehingga memposisikan kacang tanah setelah kedelai dalam hal mencukupi gizi [3]. Untuk menjaga gizi yang ada di dalamnya maka pembudidayaan Kacang tanah membutuhkan kondisi tertentu supaya dapat menghasilkan hasil yang diinginkan. Ph tanah harus sesuai dan selalu terjaga karena pH adalah salah satu faktor yang menjadi pembatas bagi kesuburan tanah [4]. Menurut [5] Derajat keasaman (pH) bagi tanaman kacang tanah ini adalah sekitar 5 hingga 6,3. Tetapi idealnya menurut pertanian.go.id untuk tanaman ini kisaran antara 6,0 hingga 6,5.

Selain pH ada lagi yang mempengaruhi pertumbuhan, kualitas dan produksi tanaman, yaitu kelembaban tanah. Menurut [6] Kelembaban tanah adalah adanya kandungan air yang berada pada tanah. Apabila kondisi pada kelembaban tanah itu tidak sesuai makan dapat berpengaruh kurang baik [7]. Menurut pertanian.go.id Kekurangan air dapat menyebabkan tanaman menjadi kerdil, kurus, layu dan dapat berakhir mati. Ross (dalam Pratiwi, 2013) menjelaskan bahwa fase perkecambahan, perkembangan polong dan biji membutuhkan air tersedia dalam tanah paling besar (60%), sedang fase vegetatif dan fase pemasakan membutuhkan lebih sedikit air tersedia dalam tanah (40%).

Terkadang para petani masih kurang baik dalam melakukan *monitoring* terhadap tanah mereka dikarenakan biasanya beberapa petani ada yang memiliki lahan pertanian yang letaknya jauh ataupun juga mereka tidak tahu berapa pH dan kelembaban tanah mereka. Oleh karena itu diperlukannya sistem yang dapat melakukan *monitoring* secara online melalui *Smartphone* supaya memudahkan petani serta memberikan efisien waktu tanpa harus setiap hari datang ke lahan pertanian untuk memonitoring. Berdasarkan penjelasan sebelumnya, maka penulis akan menerapkan teknologi berbasis IoT dalam bentuk sistem *monitoring* pada lahan pertanian, yang dimonitoring pada sistem ini adalah pH dan kelembaban tanah. teknologi IoT dipilih karena sangat cocok untuk direalisasikan di bidang pertanian, sebab teknologi ini menyediakan jawaban dari berbagai tantangan yang ada pada petani [9]. Menurut [10] Internet of Things (IoT) ialah suatu sistem yang terdiri dari mesin digital, perangkat komputer, serta mekanik identifikasi unik yang terhubung satu sama lain dan dapat mentransfer data lewat suatu jaringan khususnya internet.

Dengan menggunakan sensor yang hasil bacanya dapat dilihat pada aplikasi telegram dengan bantuan module NodeMCU ESP8266, serta menggunakan sensor pH tanah untuk mengambil data pH tanah dan sensor *soil moisture* untuk mengambil data kelembaban tanah. Serta juga ditambahkan rekomendasi pupuk/sulfur dan tingkat pemberian air pada lahan pertanian agar nantinya memudahkan petani untuk memperkirakan jumlah yang perlukan. Rekomendasi ini menggunakan *fuzzy logic* sebagai pengolah datanya. Logika ini dipilih karena merupakan metode yang menyatukan ilmu komputer dan juga analisis statistik, sehingga jadi salah satu metode yang ampuh untuk proses dalam pengambilan keputusan[11].

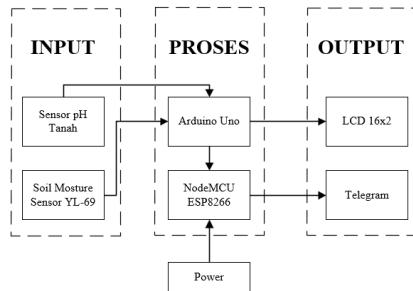
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Desain Sistem

Pada tahapan desain sistem ini penulis akan membuat blok diagram sistem, *flowchart* sistem, dan membuat rangkaian alat yang nantinya digunakan untuk membangun sistem *monitoring*.

2.1.1 Blok Diagram Sistem

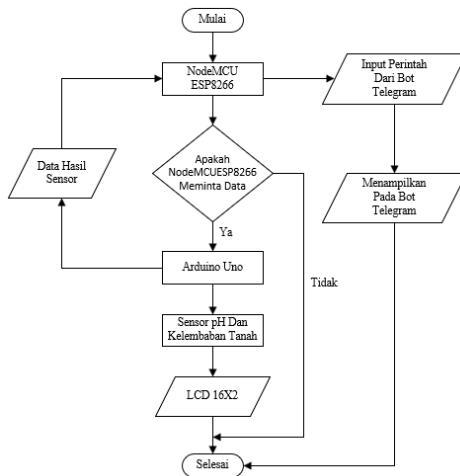
Blok diagram sistem *monitoring* pH dan kelembapan tanah berbasis IoT (*Internet of Things*) dapat dilihat pada blok diagram yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram

Pada gambar 1 NodeMCU ESP8266 berguna sebagai otak dari sistem yang menggerakan keseluruhan sistem serta mendapat daya dari *power supply*. Sensor pH tanah dan *soil moisture sensor* YL-69 berguna sebagai *input* data yang selanjutnya dikirim ke arduino uno. Arduino uno sendiri merfungi sebagai tempat menampung data dari ke dua sensor serta langsung menampilkannya pada LCD 16x2. Data dari arduino uno dikirim ke NodeMCU ESP8266 untuk diolah dan selanjutnya ditampilkan pada aplikasi telegram melalui bantuan bot telegram yang sudah dibuat.

2.1.2 Flowchart Sistem

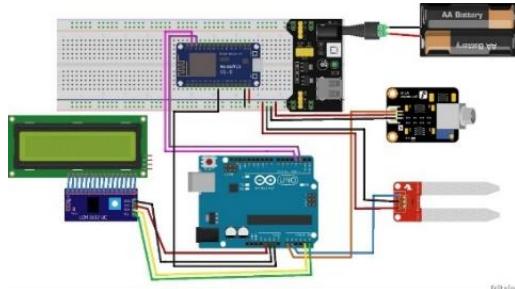


Gambar 2. Flowchart Sistem

Pada gambar 2 menunjukkan alur sistem *monitoring* bekerja sesuai dengan rancangan yang akan dibuat. NodeMCUESP8266 akan berjalan sesuai dengan program yang telah dimasukan sebelumnya, dimana semua alat yang terhubung akan bekerja sesuai dengan apa yang di perintah oleh NodeMCUESP8266. Pertama NodeMCUESP8266 akan mengirim perintah untuk meminta data ke dua sensor ke arduino uno, setelah data pH dan kelembaban didapatkan selanjutnya nilai pH dan nilai kelembaban tanah ditampilkan pada LCD 16x2. Data dari ke dua sensor tadi dikirim

ke NodeMCUESP8266 dan di tampilkan pada aplikasi telegram melalui bantuan bot telegram jika *user* memasukan perintah sesuai yang telah ditentukan pada bot telegram.

2.1.3 Desain Rangkaian



Gambar 3. Desain Rangkaian

Berikut ini adalah tabel 1 yang menunjukkan pin – pin saling terhubung satu sama lain pada sistem *monitoring*, yang menjadikan sistem ini dapat berjalan dengan baik.

Tabel 1. Pin Terhubung

Pin	Terhubung
Pin GND ESP8266	GND <i>Breadboard</i>
Pin Vin ESP8266	Positif <i>Breadboard</i>
Pin GND ESP8266	GND Arduino Uno
Pin D1 ESP8266 (RX)	Pin 3 Arduino Uno (TX)
Pin D2 ESP8266 (TX)	Pin 2 Arduino Uno (RX)
Pin 5V Arduino Uno	Positif <i>Breadboard</i>
Pin GND Sensor Ph	GND <i>Breadboard</i>
Pin Output Sensor Ph	Pin A0 Arduino Uno
Pin GND Sensor YL-69	GND <i>Breadboard</i>
Pin VCC Sensor YL-69	Positif <i>Breadboard</i>
Pin A0 Sensor YL-69	Pin A1 Arduino Uno
Pin GND I2C LCD	Pin GND Arduino Uno
Pin VCC I2C LCD	Pin 5V Arduino Uno
Pin SDA I2C LCD	Pin A4 Arduino Uno
PIN SCL I2C LCD	Pin A5 Arduino Uno
Pin Positif <i>Breadboard</i>	Positif <i>Breadboard</i>
<i>Power Supply</i>	
Pin negatif <i>Breadboard</i>	GND <i>Breadboard</i>
<i>Power Supply</i>	

2.2 Implementasi Sistem

Pada tahapan ini dilakukan perancangan sistem *monitoring* yang telah dibuat rancangan sebelumnya serta dilakukan pengkodingan di tahap ini supaya sistem dapat berjalan. Tahapan implementasi sistem sebagai berikut:

2.3.1. Perancangan *Hardware*

Pada perancangan *hardware* perangkat-perangkat yang sudah disiapkan di rangkai menjadi kesatuan hingga terbentuk menjadi suatu sistem *monitoring*.

2.3.2. Perancangan *Software*

Pada perancangan *software* dilakukan pengkodingan yang gunanya agar dapat dilakukannya pengendalian seluruh perangkat dan mengintegrasikan perangkat dengan aplikasi

telegram. Arduino IDE di gunakan pada tahapan ini, karena digunakan sebagai tempat membuat, mengedit, dan meng-upload kodingan supaya sistem dapat berjalan.

2.3 Uji Coba Sistem

Pada tahapan ini penulis melakukan uji coba sistem yang tujuannya untuk mengetahui apakah semuanya sudah berjalan sesuai keinginan peneliti atau belum. Pertama yang di uji coba adalah sensor yang dilakukan dengan memonitoring pada 4 jenis tanah berbeda yang ditanami bibit kacang tanah, serta melihat perbedaan perkembangannya di 4 jenis tanah tersebut. Yang kedua dilakukan tahap uji coba adalah bot telegram, untuk mengetahui apakah sudah dapat menampilkan nilai sensor pH, sensor kelembaban tanah, rekomendasi pupuk/sulfur dan tingkat pemberian air yang dikirimkan oleh perangkat NodeMCU ESP9266.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Sistem

3.1.1 Hasil Rangkaian

Berikut ini adalah sistem yang sudah dirangkai menjadi satu kesatuan sesuai dengan desain rangkaian yang sudah ditentukan, ditunjukkan pada gambar 4 dan 5.

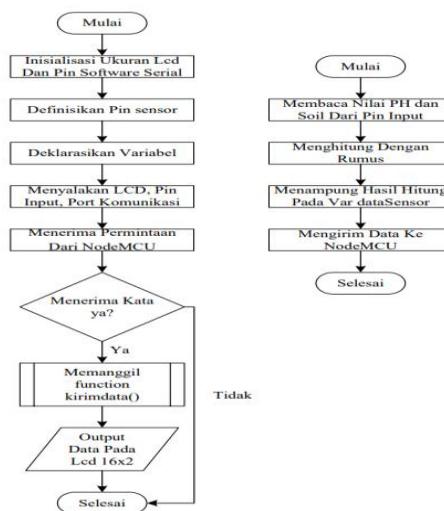


Gambar 4. Rangkaian Sistem Nampak Depan



Gambar 5. Rangkaian Sistem Nampak Bagian Dalam

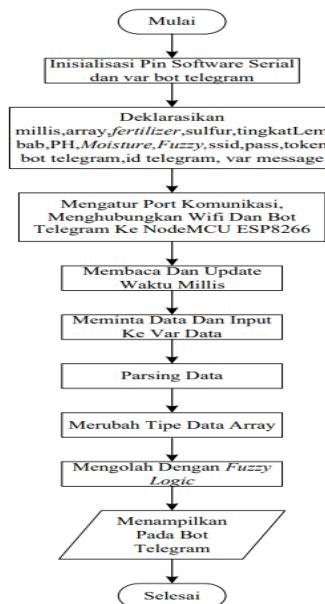
3.1.2 Alur Program Arduino Uno



Gambar 6. Flowchart Alur Program Arduino Uno

Pada gambar 6 dijelaskan bahwa pertama dilakukan inisialisasi ukuran LCD dan pin *software serial* yang nantinya akan menjadi jalur komunikasi serial. Selanjutnya definisikan pin yang akan digunakan untuk sensor pH dan kelembaban tanah, dan juga deklarasikan variabel yang akan digunakan pada sistem. Lakukan *set up* untuk untuk menyalakan LCD, mengatur pin input dan port komunikasi. Arduino akan menerima permintaan dari NodeMCU ESP8266 untuk mengirim data sensor dengan menerima kata “ya”, setelah permintaan diterima maka akan memanggil function *kirimdata()* yang berisikan hasil baca serta hitung nilai sensor, dan setelah itu data akan dikirim ke NodeMCU ESP8266 melalui komunikasi serial lewat port yang sudah ditentukan serta menampilkan data pada LCD.

3.1.3 Alur Program NodeMCU ESP8266

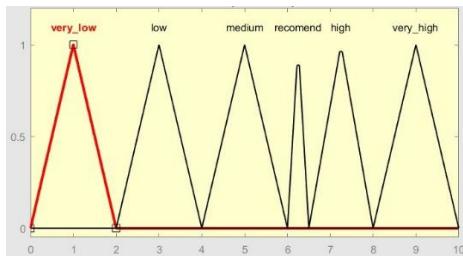


Gambar 7. Alur Program NodeMCU ESP8266

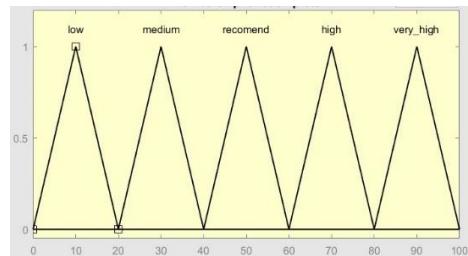
Pada gambar 7 dijelaskan, awalnya dilakukan inisialisasi pin *software serial* yang nantinya akan menjadi jalur komunikasi serial dan bot telegram. Selanjutnya pendeklarasian variabel millis, array, *fertilizer*, sulfur, tingkatLembab, PH, *Moisture*, *Fuzzy*, ssid, pass, token bot telegram, id telegram, dan message yang digunakan pada program. Setelah itu dilakukan pembacaan dan update waktu millis, ini digunakan agar NodeMCUESP8266 tidak reset sendiri, karena jika terlalu lama maka bisa mengakibatkan reset sendiri secara otomatis. Delay tidak digunakan karena jika delay dijalankan program yang lain akan terhenti, sedangkan millis ketika dijalankan program yang lain tetap akan berjalan. NodeMCUESP8266 akan meminta data ke arduino uno dengan mengirim kata “ya” dan disimpan pada variabel data, dan data tersebut selanjutnya akan dilakukan parsing karena data masih tergabung dan dipisahkan dengan tanda “#”. Setelah itu data dirubah jenisnya ke *Float* dan *int* yang sebelumnya jenis datanya adalah *String* supaya dapat diolah oleh *fuzzy logic* dan ditampilkan pada bot telegram. Sesudah dirubah selanjutnya data dilakukan pengolahan menjadi rekomendasi pupuk/sulfur dan tingkat penyiraman menggunakan *fuzzy logic*. Setelah selesai diolah data nya akan ditampilkan pada bot telegram dengan menampilkan nilai pengukuran pH, kelembaban, rekomendasi pupuk/sulfur dan tingkat pemberian air dengan mengirim perintah “cek”.

3.1.4 Fuzzy Logic

Menentukan fungsi keanggotaan dari setiap nilai hasil sensor pH dan kelembaban tanah.



Gambar 8. Fungsi Keanggotaan Nilai Sensor pH Tanah



Gambar 9. Fungsi Keanggotaan Nilai Sensor Kelembaban Tanah

$$\begin{aligned}
 \mu_{\text{Very_low}} &= \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 0 \\ \frac{x-0}{1-0} & ; \quad 0 \leq x \leq 1 \\ \frac{2-x}{2-1} & ; \quad 1 \leq x \leq 2 \end{cases} \\
 \mu_{\text{Low}} &= \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 2 \\ \frac{x-2}{3-2} & ; \quad 2 \leq x \leq 3 \\ \frac{4-x}{4-3} & ; \quad 3 \leq x \leq 4 \end{cases} \\
 \mu_{\text{Medium}} &= \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 4 \\ \frac{x-4}{5-4} & ; \quad 4 \leq x \leq 5 \\ \frac{6-x}{6-5} & ; \quad 5 \leq x \leq 6 \end{cases} \\
 \mu_{\text{Recomend}} &= \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 6 \\ \frac{x-6}{6,25-6} & ; \quad 6 \leq x \leq 6,25 \\ \frac{6,5-x}{6,5-6,25} & ; \quad 6,25 \leq x \leq 6,5 \end{cases} \\
 \mu_{\text{High}} &= \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 6,5 \\ \frac{x-6,5}{7,25-6,5} & ; \quad 6,5 \leq x \leq 7,25 \\ \frac{8-x}{8-7,25} & ; \quad 7,25 \leq x \leq 8 \end{cases} \\
 \mu_{\text{Very_high}} &= \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 8 \\ \frac{x-8}{9-8} & ; \quad 8 \leq x \leq 9 \\ \frac{10-x}{10-9} & ; \quad 9 \leq x \leq 10 \end{cases}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mu_{\text{Low}} &= \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 0 \\ \frac{x-0}{10-0} & ; \quad 0 \leq x \leq 10 \\ \frac{20-x}{20-10} & ; \quad 10 \leq x \leq 20 \end{cases} \\
 \mu_{\text{Medium}} &= \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 20 \\ \frac{x-20}{30-20} & ; \quad 20 \leq x \leq 30 \\ \frac{40-x}{40-30} & ; \quad 30 \leq x \leq 40 \end{cases} \\
 \mu_{\text{Recomend}} &= \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 40 \\ \frac{x-40}{50-40} & ; \quad 40 \leq x \leq 50 \\ \frac{60-x}{60-50} & ; \quad 50 \leq x \leq 60 \end{cases} \\
 \mu_{\text{High}} &= \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 60 \\ \frac{x-60}{70-60} & ; \quad 60 \leq x \leq 70 \\ \frac{80-x}{80-70} & ; \quad 70 \leq x \leq 80 \end{cases} \\
 \mu_{\text{Very_high}} &= \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 80 \\ \frac{x-80}{90-80} & ; \quad 80 \leq x \leq 90 \\ \frac{100-x}{100-90} & ; \quad 90 \leq x \leq 100 \end{cases}
 \end{aligned}$$

Aturan *fuzzy* dari hasil masukan sensor PH tanah ada sebanyak 6 aturan yaitu:

[Aturan ke-1] If (Nilai PH Tanah is Very_low) then (keluaran “fertilizer = 8000”)

[Aturan ke-2] If (Nilai PH Tanah is Low) then (keluaran “fertilizer : 4000-6000”)

[Aturan ke-3] If (Nilai PH Tanah is Medium) then (keluaran “fertilizer : 14000-2000”)

[Aturan ke-4] If (Nilai PH Tanah is Recomend) then (keluaran “fertilizer : 0”)

[Aturan ke-5] If (Nilai PH Tanah is High) then (keluaran “sulfur : 1000-3000”)

[Aturan ke-6] If (Nilai PH Tanah is Very_high) then (keluaran “sulfur : 3000-7000”)

Aturan *fuzzy* dari hasil masukan sensor kelembaban tanah ada sebanyak 5 aturan yaitu:

[Aturan ke-1] If (Nilai Kelembaban Tanah is Low) then (keluaran “tingkat lembab : butuh banyak air”)

[Aturan ke-2] If (Nilai Kelembaban Tanah is Medium) then (keluaran “tingkat lembab : butuh sedikit air”)

[Aturan ke-3] If (Nilai Kelembaban Tanah is Recomend) then (keluaran " tingkat lembab : tidak butuh air")

[Aturan ke-4] If (Nilai Kelembaban Tanah is High) then (keluaran " tingkat lembab : butuh pengurangan sedikit kelembaban")

[Aturan ke-5] If (Nilai Kelembaban Tanah is Very_high) then (keluaran "tingkat lembab : butuh pengurangan banyak kelembaban")

3.2 Uji Coba Sistem

Tahap uji coba dilakukan setelah semua perangkat sudah dirangkai dan sistem siap digunakan. Tujuan dari tahapan ini agar dapat diketahui apakah sistem *monitoring* sudah berjalan dengan baik serta sesuai dengan keinginan atau masih belum berjalan dengan baik. Dengan hasil dari uji coba ini nantinya dapat diketahui apa saja kekurangan dari sistem *monitoring* yang di buat serta dapat menjadi bahan evaluasi untuk pengembangan sistem.

3.2.1 Uji Coba Sensor

Tahap pertama yang di uji coba adalah 2 perangkat sensor, yaitu sensor pH tanah dan sensor kelembaban tanah YL-69. Objek yang dijadikan bahan uji coba adalah tanaman kacang tanah, jenis kacang tanah yang dipakai yaitu kacang garuda biji 2 dan kacang garuda biji 3. Media tanam yang akan di ukur nilai pH dan kelembaban tanahnya ada 4 jenis tanah berbeda, tanah hitam, tanah gambut, tanah pasir, tanah rawa.

Tabel 2. Hasil Rata Rata Dari Monitoring Kacang Tanah garuda isi 2

Jenis tanah	Rata-rata pH	Rata-rata lembab	Rata-rata tumbuh
Tanah hitam	6,65	46 %	2,4 cm
Tanah gambut	6,93	73 %	2,9 cm
Tanah pasir	6,11	50 %	2,9 cm
Tanah rawa	6,17	68 %	2,6 cm

Tabel 3. Hasil Rata Rata Dari Monitoring Kacang Tanah garuda isi 3

Jenis tanah	Rata-rata pH	Rata-rata lembab	Rata-rata tumbuh
Tanah hitam	6,65	49 %	2,8 cm
Tanah gambut	6,87	69 %	2,5 cm
Tanah pasir	6,19	51 %	2,4 cm
Tanah rawa	6,25	65 %	2,7 cm

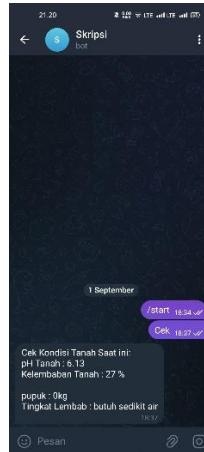
Kesimpulan yang didapat dari uji coba sensor yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Sensor pH tanah yang digunakan sudah bisa memberikan nilai kadar pH dan menampilkannya pada LCD, dengan ini berarti sensor sudah berhasil berjalan.
2. Sensor kelembaban tanah YL-69 yang digunakan sudah bisa memberikan nilai kelembaban tanah dan menampilkannya pada LCD, dengan ini berarti sensor sudah berhasil berjalan.
3. Dari hasil uji coba juga didapatkan rata-rata dari pH, kelembaban, dan pertumbuhan pada kacang tanah yang di *monitoring* selama 7 hari.

3.2.2 Uji Coba Bot Telegram

Uji coba berikutnya adalah telegram, tepatnya pada bot telegram yang digunakan pada sistem *monitoring* untuk menampilkan nilai pH tanah, kelembaban tanah, jumlah pupuk/sulfur yang disarankan, dan tingkat pemberian air yang disarankan pada lahan pertanian. Terlihat pada gambar 10 NodeMCU ESP8266 telah berhasil mengirimkan data ke bot telegram yang sumber datanya berasal dari arduino uno melalui komunikasi serial dan menggunakan jaringan wifi untuk menghubungkan NodeMCU ESP8266 ke pada bot telegram. Bot telegram sudah dapat

menampilkan data nilai pH tanah, kelembaban tanah, pupuk/sulfur, dan tingkat lembab. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa bot telegram sudah dapat berjalan dengan baik sesuai keinginan peneliti.



Gambar 10. Uji Coba Bot Telegram

3.2.3 Akurasi

Metode yang digunakan dalam perhitungan akurasi adalah *Mean Absolute Error* (MAE). Metode ini dipilih karena digunakan untuk mengukur sejauh mana perbedaan antara nilai prediksi dan nilai sebenarnya dalam suatu sampel atau data. Berikut adalah perhitungannya yang di buat pada google colab dengan menggunakan bahasa pemrograman python.

Tabel 4. Akurasi

PH Tanah	0,14
Kelembaban Tanah	4,1

Dari hasil perhitungan akurasi menggunakan metode *Mean Absolute Error* (MAE). Terlihat pada tabel 4 didapatkan bahwa error pH tanah 0,14 dan kelembaban tanah 4,1, ini adalah hasil yang cukup bagus. Karena semakin kecil nilai dari hasil perhitungannya maka semakin tinggi akurasi nya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji coba, data dari ke dua sensor yang digunakan telah berhasil ditampilkan pada bot telegram dengan mengetik perintah “cek” untuk terhubung ke bot telegram dibantu oleh perangkat NodeMCU ESP8266 sehingga dapat di *monitoring* secara *online* menggunakan *smartphone*. Dalam sistem *monitoring* sudah di tambahkan rekomendasi pupuk/sulfur dan tingkat pemberian air dengan menggunakan *fuzzy logic*, hasil rekomendasinya dapat dilihat pada bot telegram. Sistem *monitoring* pH dan kelembaban tanah telah berhasil dalam mengukur nilai kadar pH dan kelembaban tanah menggunakan sensor pH tanah dan sensor kelembaban tanah YL-69. Serta juga sudah berhasil memberikan rekomendasi menggunakan *fuzzy logic*. Akurasi yang didapatkan dari ke dua sensor adalah pH: 0,14 dan sensor YL-69: 4,1. Selanjutnya, saran untuk penelitian berikutnya terhadap sistem monitoring adalah meningkatkan akurasi sensor kelembaban tanah YL-69 agar mendapatkan nilai yang lebih tepat dan dapat memberikan notifikasi otomatis untuk memberikan informasi kenaikan atau penurunan pH dan kelembaban pada tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Setiawan and E. Y. Anggraeni, "Prorotype Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Terjadwal dan Berbasis Sensor Kelembapan Tanah," *Pros. Semin. Nas. Darmajaya*, vol. 1, no. 0, pp. 277–283, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.darmajaya.ac.id/index.php/PSND/article/view/1727>
- [2] M. Hendra and A. K. Illahi, "KOMPOS UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN KACANG TANAH (Arachis hypogaea L.) UTILIZATION OF PAITAN WEEDS (Tithonia diversifolia) AS A COMPOST FERTILIZER TO IMPROVE PLANT GROWTH AND PRODUCTION PEANUT (Arachis hypogaea L.) Pendahuluan," vol. 3, no. 1, pp. 189–199, 2022.
- [3] A. Rahayu, M. S. Rahayu, and S. E. Manik, "Peran Berbagai Sumber N Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Berbagai Varietas Tanaman Kacang Tanah (Arachis Hypogaea L)," *Ilmu Pertan.*, vol. 8, no. April, pp. 2–5, 2020.
- [4] Zainudin and R. Kesumaningwati, "Penilaian status kesuburan tanah pada beberapa penggunaan lahan di Samarinda," *J. Agroteknologi Trop. Lembab*, vol. 3, no. 2, pp. 106–111, 2021.
- [5] F. Widystuti, A. Amiroh, and M. I. Amminudin, "UPAYA PENINGKATAN PRODUKSI KACANG TANAH (Arachis hypogaea L.) DENGAN APLIKASI MACAM DOSIS MIKORIZA DAN PHONSKA," *AGRORADIX J. Ilmu Pertan.*, vol. 3, no. 2, pp. 50–56, 2020, doi: 10.52166/agroteknologi.v3i2.2020.
- [6] A. Hilman, D. P. Wijaya, B. Saidi, A. Budiyanto, and S. Adinandra, "Sistem Monitoring Kelembaban Tanah pada Tanaman Tebu (MONTABU) Berbasis IoT," *Ajie*, vol. 6, no. January, pp. 1–13, 2022, doi: 10.20885/ajie.vol6.iss1.art1.
- [7] H. Nadzif, T. Andrasto, and S. Aprilian, "Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Kendali Pompa Air Menggunakan Arduino dan Internet," *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 26–30, 2019, doi: 10.15294/jte.v11i1.21383.
- [8] H. Pratiwi, "Pengaruh Kekeringan Pada Berbagai Fase Tumbuh Kacang Tanah," *Bul. Palawija*, vol. 0, no. 22, pp. 71–78, 2013, [Online]. Available: www.jagur.com
- [9] N. Nasution and M. A. Hasan, "IoT Dalam Agrobisnis Studi Kasus : Tanaman Selada Dalam Green House," vol. 4, no. 2, pp. 86–93, 2020.
- [10] M. rifki Ulil Albaab, R. Purbanigtyas, M. Ferdiansyah Aulia Kusuma, J. Vitasari, D. A. Nugroho, and A. P. Putri Rudi, "Website Monitoring Pintar Terintegrasi Berbasis IoT pada Budidaya Lobster Air Tawar," *J. Apl. Teknol. Inf. dan Manaj.*, vol. 4, no. 1, pp. 12–18, 2023, doi: 10.31102/jatim.v4ino.1.1978.
- [11] T. Yulianto, I. Solehah, F. Faisol, R. Amalia, and M. Tafrikan, "Perbandingan Fuzzy Tsukamoto Dan Fuzzy Mamdani Dalam Memprediksi Intensitas Curah Hujan Di Kabupaten Sumenep," *J. Apl. Teknol. Inf. dan Manaj.*, vol. 4, no. 1, pp. 69–83, 2023, doi: 10.31102/jatim.v4i1.2186.