

SISTEM MONITORING KELEMBABAN TANAH DENGAN SENSOR SOIL MOISTURE BERBASIS INTERNET OF THINGS

Faisal Mahfud¹, Heri Ardiansyah², Mala Rosa Aprillya³

^{1,2,3}Teknik Komputer, Universitas Muhammadiyah Lamongan
hery24@gmail.com

Abstrak

Desa Wajik merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Lamongan Provinsi Jawa Timur Indonesia dengan kondisi geografis lingkungan pertanian sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai petani yang sangat bergantung kepada hasil pertanian untuk memenuhi kebutuhan pokok keluarganya. Kondisi tanah daerah wajik cepat kering apabila tidak mendapat air yang cukup karena lahan yang bersifat terbuka maka diperlukan pemantauan secara berkala terhadap tanah untuk mendapat hasil panen yang maksimal. Mengatasi kondisi tanah daerah Wajik yang cepat kering karena kondisi lahan terbuka maka penerapan suatu konsep pertanian modern berupa teknologi dengan tata kelola yang efektif yang dapat digunakan untuk melakukan sistem pemantauan atau disebut sistem *monitoring* dengan teknologi tingkat tinggi menggunakan teknik komputasi yang diaplikasikan pada suatu sistem. Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan merancang sistem *monitoring* kelembaban tanah dengan sensor *soil moisture* berbasis Internet of Things dan melakukan proses *monitoring* berdasarkan hasil sensor *soil moisture*. Metode yang digunakan merupakan metode *rule base* yaitu metode yang menggunakan *rules* sebagai representasi pengetahuan untuk diimplementasikan ke dalam suatu sistem yang dirancang, implementasi *rule base* diterapkan pada kondisi nilai sensor *soil moisture* untuk membaca kondisi kelembaban tanah. Hasil penelitian berupa *sistem monitoring* kelembaban tanah dengan pembacaan sensor *soil moisture* yang ditampilkan secara *real time* pada *website* dan notifikasi telegram dengan akurasi hasil penghitungan sebesar 88,86 % yang bisa digunakan untuk memantau kondisi kelembaban tanah pada lahan untuk memperoleh hasil panen yang maksimal.

Kata kunci : Sistem *Monitoring*, *Rule Base*, Kelembaban Tanah, Telegram

1. Pendahuluan

Desa Wajik merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Lamongan Provinsi Jawa Timur Indonesia dengan kondisi geografis lingkungan pertanian. Sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai petani yang sangat bergantung kepada hasil pertanian untuk memenuhi kebutuhan pokok keluarganya (Putranto dkk., 2018). Berdasarkan data Kabupaten Lamongan rawan mengalami bencana kekeringan yang menimbulkan kegagalan hasil panen, perkiraan lahan rusak selama satu dasawarsa terakhir mencapai ± 12.000 hektar (Aprillya dan Chasanah, 2022). Menghindari kegagalan Hasil pertanian dan berkurangnya pendapatan, petani bergantung kepada kualitas dari kelembaban tanah pada lahan (Shodiq dan Saputra, 2022). Kelembaban tanah yang ideal memberikan produktivitas tinggi terhadap pertumbuhan tanaman (Daru dkk., 2021).

Permasalahannya karakteristik kondisi tanah daerah Wajik cepat kering apabila tidak mendapat air yang cukup karena lahan yang bersifat terbuka hal ini berpotensi meningkatkan gagal panen, sehingga diperlukan pemantauan secara berkala terhadap tanah untuk memperoleh kelembaban tanah yang ideal. Kelembaban tanah yang ideal merupakan faktor yang

sangat penting untuk menghasilkan tanaman yang berkualitas, sebaliknya ketika kelembaban tanah berkurang maka pertumbuhan tanaman menjadi kurang maksimal yang dapat mengakibatkan tanaman dilahan pertanian akan sulit berkembang dan menjadikan kurangnya hasil panen (Daru dkk., 2021).

Mengatasi kondisi tanah daerah Wajik yang cepat kering karena kondisi lahan terbuka maka penulis menerapkan suatu konsep pertanian modern berupa teknologi dengan tata kelola yang efektif (Handoyo, 2020). Teknologi yang dapat digunakan untuk melakukan sistem pemantauan atau disebut sistem *monitoring* dengan teknologi tingkat tinggi menggunakan teknik komputasi yang diaplikasikan pada suatu sistem (Ardiansyah dan Bianto, 2022). Sistem *monitoring* merupakan sistem pengontrolan yang menerapkan prinsip *wireless sensor network* (WSN) berupa konsep sistem yang dapat bertukar informasi dengan lingkungan sehingga dapat di pantau dan mengontrol dengan jarak jauh (Setyanto dan Salahuddin, 2022). Sistem *monitoring* dikolaborasikan dengan sensor kelembaban tanah yang bertugas untuk mendeteksi kadar air dalam tanah dengan melihat nilai perbandingan *offset* rendah dan menghasilkan keluaran analog (Mardika dan Kartadie, 2019). Sistem *monitoring* yang

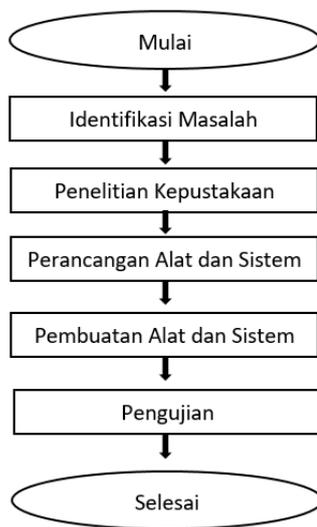
terkoneksi dengan sensor memberikan informasi untuk melakukan irigasi atau pengairan terhadap tanah yang kurang lembab secara *real time* dan berubah kembali ketika memenuhi syarat yang telah ditentukan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya telah menghasilkan suatu sistem *monitoring* menggunakan WSN yang dapat memberikan informasi waktu pengairan berdasarkan area titik sensor kelembaban tanah dengan *setpoint* kelembaban tanah yang dapat ditentukan, sehingga pengendalian pengairan dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman dan kondisi tanah (Putranto dkk., 2018). Sistem yang dibangun ini dapat memantau pertanian para petani dari jarak jauh dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) sehingga memperoleh hasil panen yang baik (Thakare dan Bhagat, 2018).

Tujuan penelitian ini menghasilkan Sistem *Monitoring Kelembaban Tanah Dengan Sensor Soil Moisture* Berbasis *Internet of Things*, disusun untuk memudahkan petani agar dapat *memonitoring* kelembaban tanah dan waktu penyiraman secara *real time* sehingga memperoleh hasil panen yang maksimal di Desa Wajik Kecamatan Lamongan.

2. Metode Penelitian

Tahap ini berisi langkah-langkah penelitian dari awal hingga akhir. Prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Prosedur Penelitian

2.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah, pada tahap ini penulis melihat kondisi lapangan di Desa Wajik Kecamatan Lamongan dengan melihat kondisi lahan, jenis tanah pertanian, pengairan, dan berbagai aspek yang dibutuhkan dalam penelitian. Melakukan analisa yang menghasilkan solusi berupa pembuatan sistem

monitoring dengan menggunakan sensor agar petani dapat mengontrol dan memantau kondisi tanaman.

2.2 Penelitian Kepustakaan

Penelitian Kepustakaan, penulis melakukan proses mengumpulkan dan mempelajari literatur yang berkaitan dengan pembuatan sistem monitoring pengairan dengan menggunakan sensor agar petani dapat mengontrol dan memantau kondisi tanaman. Untuk memecahkan dan menerapkan masalah yang telah diidentifikasi. Sumber literatur berupa buku, jurnal, dan karya ilmiah.

2.3 Perancangan Alat dan Sistem

Berdasarkan hasil observasi dan studi literatur, perancangan alat dan sistem meliputi diagram rangkaian untuk keseluruhan sistem alat bekerja, blok diagram, *flowchart* sistem dan *flowchart* kondisi *rule base*, OOAD (*Object-Oriented Analysis and design*) berupa *use case diagram*, SSAD (*Structured systems analysis and design*) berupa *diagram context*, database yang digunakan, dan *user interface* dari tampilan *login*, *dashboard home*, dan tabel *monitoring*. Keseluruhan hasil rancangan digunakan untuk memudahkan dalam proses pembuatan alat dan sistem.

2.4 Pembuatan Alat dan Sistem

Pembuatan alat dilakukan melalui tahapan merangkai sensor *soil moisture* dengan ESP8266 dengan menggunakan kabel *jumper* sesuai dengan skema rangkaian yang telah dibuat. Membuat database MySQL untuk digunakan dalam membaca hasil sensor dan memprogram sensor dengan bahasa C. Membuat tampilan sistem meliputi *login*, *dashboard home* untuk tampilan utama sistem *monitoring*, dan tampilan tabel *monitoring* untuk melihat hasil *monitoring* dengan menggunakan PHP. Melakukan koneksi terhadap sistem yang telah dibuat dengan aplikasi telegram.

2.5 Pengujian

Pengujian sistem monitoring pada hasil nilai sensor menggunakan *black box testing*. Pengujian pada sistem dilakukan untuk mengetahui sistem yang dibangun sudah memenuhi setiap fungsi yang didefinisikan pada tahap analisis dan perancangan sistem. Pengujian dilakukan dengan mengamati hasil nilai sistem dan membandingkan dengan *soil meter*.

2.6 Rule Base

Metode *rule base* adalah metode yang menggunakan aturan sebagai representasi

pengetahuan untuk diimplementasikan dalam sistem yang dirancang. Metode berbasis aturan memiliki keunggulan diterapkan pada domain yang sederhana sehingga metode berbasis aturan mudah untuk diverifikasi dan divalidasi, namun memiliki kelemahan ketika diterapkan pada domain yang lebih kompleks, jika sistem berbasis aturan tidak dapat dikenali. aturan, maka tidak ada hasil yang diperoleh (Subali dan Fatichah, 2018).

2.7 Kaidah Logika Kelembaban Tanah

Metode *rule-based* dapat diaplikasikan dengan kaidah logika kelembaban tanah untuk memperoleh kondisi yang diinginkan pada proses pemantauan yang terjadi pada sistem (Anisah dkk., 2019). Kaidah logika berdasar kelembaban tanah yang ditampilkan pada Tabel 1 (Anisah dkk., 2019).

Tabel 1. Kaidah Logika Kelembaban Tanah

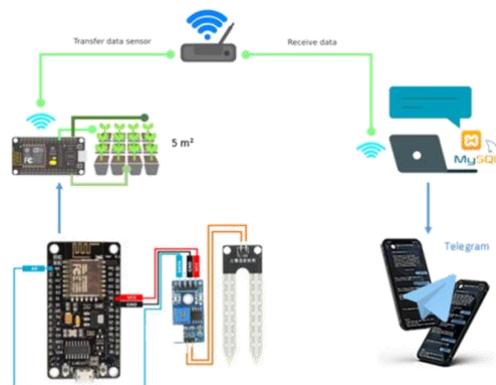
Kondisi Tanah	Nilai ADC (Bit)	Nilai Presentase (%)
Kering	1023-522	0-49
Lembab	512-307	50-70
Basah	297-0	71-100

Sistem pengendalian irigasi ini menggunakan 3 kondisi kelembaban tanah yaitu kering, lembab dan basah seperti terlihat pada Tabel 1. Pada kondisi tanah kering nilai ADC berkisar antara 1023 sampai 522 bit dengan nilai dalam part persen dari 0 sampai 49%. Pada kondisi tanah lembab nilai ADC bervariasi dari 512 hingga 307 bit dengan nilai persentase 50 hingga 70% dan pada kondisi tanah basah nilai ADC bervariasi dari 297 hingga 0 bit dengan nilai persen dari 71 hingga 100%. (Anisah dkk., 2019).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Skema Rangkaian

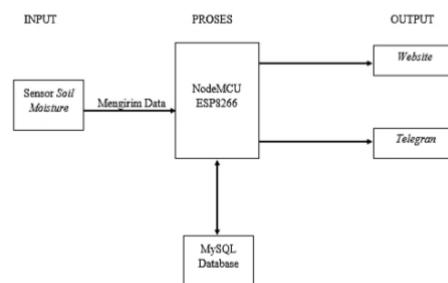
Skema rangkaian sensor soil moisture yang tertanam pada tanah yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266 yang kemudian bertukar informasi menggunakan koneksi *Wi-Fi* yang diteruskan dan diproses dalam tampilan website. Seluruh kondisi pada tanah baik basah, lembab, kering akan mengirimkan notifikasi ke telegram. Skema rangkaian sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Rangkaian

3.2 Blok Diagram

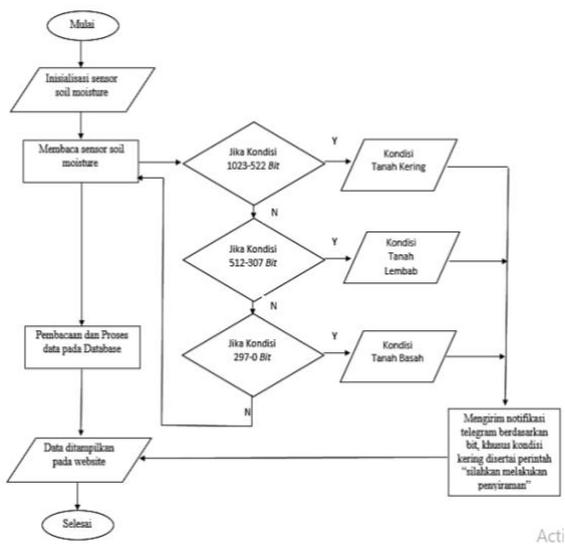
Rancangan blok diagram terdiri dari 3 tahap yaitu *input*, proses, dan *output*. Masukan, berasal dari kelembaban tanah dan sensor kelembaban tanah. ESP8266 NodeMCU terhubung ke Internet melalui *Wi-Fi*. Setelah koneksi dibuat, itu akan mulai membaca parameter sensor. Sensor kelembaban tanah untuk mendeteksi kelembaban tanah selanjutnya mengirim data melalui mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Proses, data kelembaban tanah yang telah dikirimkan dari sensor soil moisture kemudian diolah untuk mendeteksi dan monitoring kondisi kelembaban tanah kemudian dikirim ke database untuk analisis hasil sensor, selanjutnya dikirim kembali ke NodeMCU ESP8266 untuk ditampilkan dalam website dan notifikasi pada telegram. Yang menjadi parameter sensor yakni kelembaban tanah, jika nilai kelembaban tanah di bawah tingkat kelembaban maka akan memberikan notifikasi pada telegram untuk melakukan penyiraman, sedangkan jika tingkat kelembaban tanah tinggi maka sistem memberi notifikasi telegram hanya berupa kondisi tanah. Keluaran, hasil data yang telah diolah oleh NodeMCU ESP8266 kemudian akan tampil memberikan informasi mengenai kelembaban tanah pada website dan memberikan notifikasi melalui telegram dalam setiap kondisi kelembaban tanah. *Blok diagram* dari proses sistem dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram

3.3 Flowchart Sistem

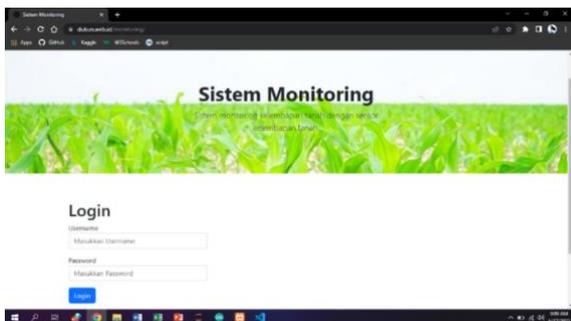
Sensor *soil moisture* melakukan inisialisasi dan melakukan pembacaan terhadap kondisi kelembaban tanah, *mikrokontroler* melakukan proses pembacaan data dan meneruskan ke database. Hasil pembacaan sensor *soil moisture* menggunakan kaidah rule base yaitu jika kondisi 1023-522 Bit maka kondisi tanah kering dan diteruskan untuk menampilkan notifikasi bit dengan perintah penyiraman, jika kondisi 512-307 Bit kondisi tanah lembab dan jika kondisi 297-0 Bit kondisi tanah basah yang hasil bit kemudian akan ditampilkan melalui notifikasi telegram tanpa perintah penyiraman dan kondisi ketiganya ditampilkan melalui website secara real time. *Flowchart* kondisi rule base pada sistem dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Kondisi Rule Base

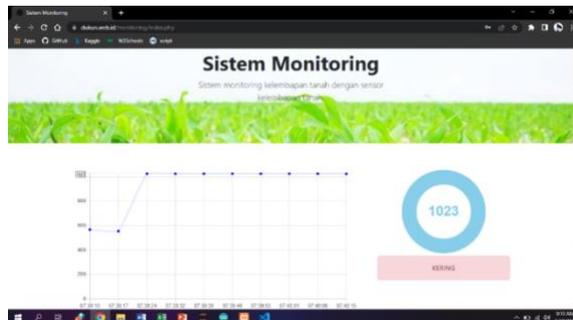
3.4 User Interface

Website monitoring yang dirancang menampilkan beberapa menu tampilan meliputi *login*, *dashboard home* sebagai tampilan utama, dan tampilan tabel *monitoring*. *Login* dalam sistem dapat dilakukan oleh petani dengan menggunakan *username* dan *password* untuk validasi sistem mengakses *dashboard home*. Tampilan *login* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Login

Tampilan *dashboard home* sebagai tampilan utama dalam sistem *monitoring* menampilkan berupa grafik pembacaan sensor yang telah diproses. Tampilan *dashboard home* menampilkan nilai *Bit* hasil pembacaan sensor, menunjukkan waktu secara *real time*, dan kondisi kelembaban tanah basah, lembab, dan kering. Tampilan *dashboard home* dapat dilihat pada Gambar 6.



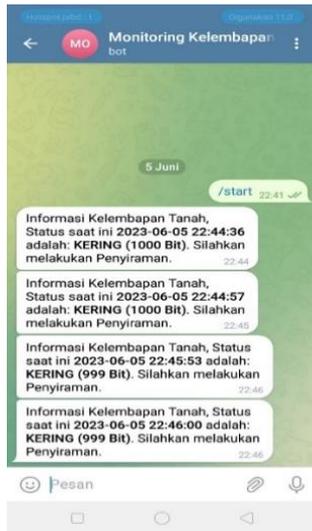
Gambar 6. Tampilan Dashboard Home

Tampilan tabel *monitoring* merupakan tampilan pendukung untuk menampilkan hasil sistem lebih detail dalam hasil secara keseluruhan. Tabel *monitoring* menggunakan tiga tabel yang terdiri dari tabel nomor, nilai *Bit*, dan waktu yang menunjukkan hasil yang telah diproses sistem dalam kurun waktu tertentu. Tampilan tabel *monitoring* dapat dilihat pada Gambar 7.

NOMOR	BIT SENSOR	WAKTU
1	1023	2023-06-14 07:40:51
2	1024	2023-06-14 07:40:58
3	1024	2023-06-14 07:40:51
4	1024	2023-06-14 07:39:53
5	1024	2023-06-14 07:22:46

Gambar 7. Tampilan Tabel Monitoring

Kondisi yang tampil pada *website* dikoneksikan dengan keluaran *telegram* yang selanjutnya *telegram* akan menampilkan notifikasi hasil pembacaan sensor secara berkala sesuai kondisi kelembaban tanah. Notifikasi akan menampilkan kondisi basah, lembab, dan kering, untuk kondisi kering notifikasi akan memberikan perintah untuk melakukan penyiraman. Hasil konfigurasi *telegram* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Konfigurasi Telegram

3.4 Pengujian

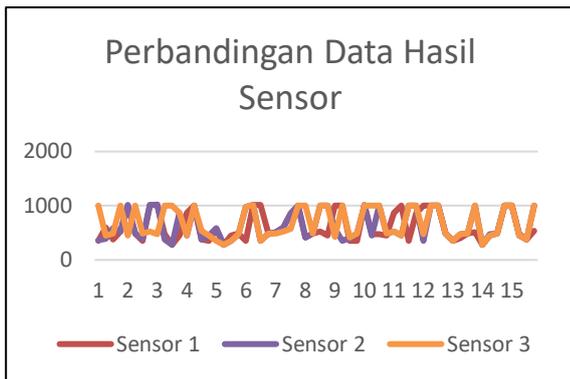
Proses pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran sistem berdasarkan kaidah logika kelembaban tanah pada Tabel 1 dengan hasil ukur alat pengukur kelembaban tanah (*soil meter*) yang dilakukan selama 15 hari dengan mengambil data 4 sampel per harinya. Pengujian pada *website* menggunakan *black box testing* yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian *Black Box*

No	Test Case	Masukan	Hasil yang diharapkan	Hasil yang didapatkan	Kesimpulan
1.	Login ke dalam sistem	Teks username dan password benar	Sistem akan masuk ke dashboard home	Sistem dapat masuk ke dashboard home	Berhasil
2.	Login ke dalam sistem	Teks username dan password salah	Sistem akan masuk menampilkan username tidak ditemukan	Sistem memberikan pemberitahuan bahwa username tidak ditemukan	Berhasil

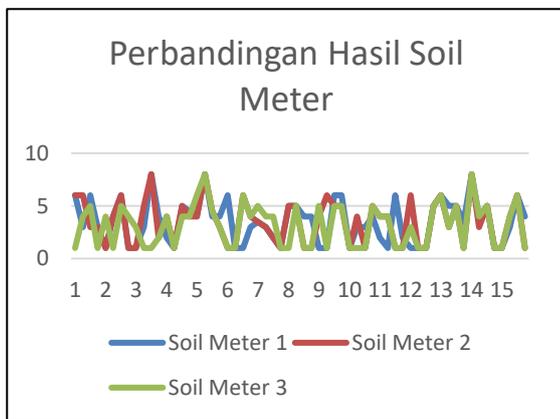
3.	Login ke dalam sistem	Teks username benar dan password salah	Sistem akan masuk menampilkan bahwa password ditemukan	Sistem memberikan pemberitahuan bahwa password salah	Berhasil
4.	Grafik	Melihat grafik naik turun	Grafik bergerak sesuai dengan kadar kelembaban	Grafik bergerak mengikuti kadar yang dideteksi sensor	Berhasil
5.	Tabel History	Mencari data tabel kelembaban berdasarkan kondisi yang diinginkan	Tabel <i>monitoring</i> dapat menampilkan riwayat hasil kelembaban yang diinginkan	Tabel menampilkan riwayat data hasil kelembaban dari waktu sebelumnya sesuai pencarian	Berhasil
6.	Logout	Mencan menu logout untuk keluar sistem	Sistem dapat keluar kembali ketampilan login awal.	Sistem dapat keluar kembali ke tampilan login awal	Berhasil

Data hasil dari pengujian sistem dan 3 sensor *soil meter* yang dilakukan selama 15 hari dengan menggunakan 4 sampel setiap harinya kemudian dilakukan perbandingan data. Perbandingan data tersebut kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh tingkat akurasi sistem apakah sesuai dengan kondisi *real* di lapangan pada saat proses pengujian. Berdasarkan tabel hasil pengukuran sistem *website monitoring* dari 3 sensor dibuat grafik yang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Perbandingan Data Hasil Sensor

Berdasarkan tabel hasil pengukuran *soil* Meter pembanding 3 sensor dibuat grafik yang dapat dilihat pada Gambar 10.



3.4 Hasil Perhitungan Akurasi

Melakukan analisis perhitungan untuk mendapatkan akurasi dari sistem yang telah dibuat apakah sistem memenuhi kondisi sebenarnya pada lahan. Cara untuk mendapatkan hasil akurasi sistem dengan membandingkan hasil pengukuran kelembaban yang telah diambil sampelnya, jumlah perbandingan hasil sistem yang sesuai yaitu data tabel keseluruhan dikurangi data tabel merah dibagi keseluruhan sampel dengan kondisi *real soil* meter kemudian dikalikan dengan 100 % untuk mendapatkan hasil persentase akurasi sistem bekerja.

Keterangan:

A : Jumlah Keseluruhan Sampel
 B : Jumlah Hasil Tidak Sesuai

Hasil perhitungan data sensor 1:

$$\frac{A - B}{A} \times 100 \% = \text{hasil akurasi (\%)}$$

$$\frac{60 - 9}{60} \times 100 \% = \text{hasil akurasi (\%)}$$

$$\frac{51}{60} \times 100 \% = 85 \%$$

Hasil perhitungan data sensor 2:

$$\frac{A - B}{A} \times 100 \% = \text{hasil akurasi (\%)}$$

$$\frac{60 - 5}{60} \times 100 \% = \text{hasil akurasi (\%)}$$

$$\frac{55}{60} \times 100 \% = 91,6 \%$$

Hasil perhitungan data sensor 3:

$$\frac{A - B}{A} \times 100 \% = \text{Hasil Akurasi (\%)}$$

$$\frac{60 - 6}{60} \times 100 \% = \text{Hasil Akurasi (\%)}$$

$$\frac{54}{60} \times 100 \% = 90 \%$$

Jumlah total akurasi 3 sensor menghasilkan:

$$\frac{\text{Hasil sensor 1} + \text{Hasil sensor 2} + \text{Hasil sensor 3}}{3}$$

$$\frac{85 \% + 91,6 \% + 90 \%}{3} = 88,86 \%$$

Perhitungan persentase akurasi sistem total dari ke 3 sensor menghasilkan akurasi **88,86 %** sehingga sistem dapat digunakan atau efektif dalam melakukan pemantauan pada kelembaban tanah untuk dijadikan acuan melakukan penyiraman atau pengairan untuk memperoleh hasil panen yang maksimal.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini menyajikan suatu sistem *monitoring* yang dipadukan dengan sensor *soil moisture*. Sensor *soil moisture* mengambil hasil dari tanah yang selanjutnya diproses oleh NodeMCU ESP8266 untuk diteruskan kedalam suatu tampilan *website* dan memberikan notifikasi telegram secara *real time* apapun kondisi kelembaban tanah. Proses sistem sangat sederhana yaitu dengan mengambil data pada tanah menggunakan sensor yang kemudian hasilnya bisa dipantau melalui *website* dan mengirim notifikasi melalui *telegram*. Hasil perhitungan sistem menghasilkan akurasi 88,86% dengan hasil tersebut sistem efektif untuk melakukan pemantauan kelembaban tanah. Hasil tersebut menjadikan Petani bisa memantau kondisi kelembaban tanah dan penyiraman tanaman secara berkala sesuai dengan sistem *monitoring* yang berjalan sehingga tumbuhan akan tumbuh secara baik dan memperoleh hasil panen yang maksimal.

Daftar Pustaka:

Anisah, M. dkk. (2019). Penyiraman Otomatis Berdasarkan Sensor Kelembaban Tanah. *Teknika: Jurnal Teknika*, 13(2), p. 137-142.
 Aprillya, M.R. dan Chasanah, U. (2022). Sistem

- Pendukung Keputusan Identifikasi Daerah Rawan Kekeringan dengan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process. *CoSciTech (Journal Computer Science and Information Technology)*, 3(2), pp. 159–167.
- Ardiansyah, H. dan Bianto, M.A. (2022). Implementation of License Plate Recognition Monitoring System Using Neural Network on Solar Powered Microcontroller. *Indonesian Vocational Research Journal*, 2(1), pp. 105–111.
- Daru, A.F., Adhiwibowo, W. dan Hirzan, A.M. (2021). Model Pemantau Kelembaban dan Irigasi Sawah Otomatis Berbasis Internet of Things. *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, 10(2), pp. 119–127.
- Galih Mardika, A. dan Kartadie, R. (2019). Mengatur Kelembaban Tanah Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Y1-69 Berbasis Arduino Pada Media Tanam Pohon Gaharu. *Journal of Education and Information Communication Technology*, 3, pp. 130–140.
- Gunawan, I.K.W., Nurkholis, A. dan Sucipto, A. (2020). Sistem Monitoring Kelembaban Gabah Padi Berbasis Arduino. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, 1(1), pp. 1–7.
- Handi, Fitriyah, H. dan Setyawan, G.E. (2019). Sistem Pemantauan Menggunakan Blynk dan Pengendalian Penyiraman Tanaman Jamur Dengan Metode Logika Fuzzy. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(4), pp. 3258–3265.
- Handoyo, E. (2020). Analisis Tingkat Keamanan Informasi: Studi Komparasi Framework Cobit 5 Subdomain Manage Security Services (DSS05) dan NIST SP 800 – 55. *Jurnal CoSciTech*, 1(2), pp. 76–83.
- Hidayat, A. dkk. (2019). Membangun Website SMA PGRI Gunung Raya Ranau Menggunakan PHP dan MySQL. 2(2), pp. 41–52.
- Lazim, F. dan Hidayat, I. (2022). Study Internet of Things (IoT) untuk Autonomous Kelembaban Tanah pada Tanaman dengan NodeMCU V3 ESP8266. *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)*, 1(3), pp. 90–96.
- Rahmatuloh, M. dan Revanda, M.R. (2022). I Rancang Bangun Sistem Informasi Jasa Pengiriman Barang Pada Pt. Haluan Indah Transporindo Berbasis Web. *Jurnal Teknik Informatikal*, 14(1), pp. 54–59.
- Setyanto, D. dan Salahuddin, N.S. (2022). Prototipe Monitor dan Kontrol Otomatis Iklim Mikro Greenhouse dengan Platform IoT Blynk. *Techno.Com*, 21(1), pp. 88–102.
- Shodiq, M. dan Saputra, B.D. (2022). Grey Forecasting Model Untuk Peramalan Harga Ikan Budidaya. *Jurnal Riset Komputer*, 9(6), pp. 1770–1778.
- Subali, M.A.P. dan Fatichah, C. (2018). Kombinasi Metode Rule-Based dan N-Gram Stemming Untuk Mengenali Stemmer Bahasa Bali. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(2), pp. 219–228.
- Susilo, M., Kurniati, R. dan Kasmawi. (2018). Rancang Bangun Website Toko Online Menggunakan Metode Waterfall. *Jurnal Nasional Informatika dan Tekonologi Jaringan*, 2(2).
- Sutono, dan Anwar, F.A. (2019). Perancangan dan Implementasi Smartlamp berbasis Arduino Uno dengan menggunakan Smartphone Android. *MJI : Media Jurnal Informatika*, 11(2), pp. 36–41.
- Thakare, S. dan Bhagat, P. H. (2018). Arduino-Based Smart Irrigation Using Sensors and Esp8266 WiFi Module. *Journal of Education and Information Communication Technology*, pp. 1085–1089.
- Waluyo Putranto, D., Budi Antono, F. dan Handoko, R. (2018). Perancangan Sistem Irigasi Otomatis Dengan Wireless Sensor Network (Wsn) Berbasis Energi Surya. *Jurnal SIMETRIS*, 9(2).

