

IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS IOT DENGAN PENERAPAN NAIVE BAYES CLASSIFIER UNTUK PEMANTAUAN DAN PENGELOLAAN TANAMAN SECARA EFISIEN

Mulyadi¹, Zulfan Khairil Simbolon², Hendrawati³, Yaman⁴

^{1,2,3} Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe

⁴ Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹mulyadi@pnl.ac.id @pnl.ac.id

²zulfan69@gmail.com

³hendrawaty@pnl.ac.id

⁴yaman_gayo@gmail.com

Abstrak— Petani sering menghadapi kesulitan dalam memantau kondisi tanaman secara real-time di lapangan, terutama jika lahan pertanian tersebar luas atau sulit diakses, yang dapat menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi masalah tanaman seperti penyakit atau kekurangan air. Penyiraman tanaman yang tidak efisien seringkali terjadi karena kurangnya pemahaman tentang kebutuhan air tanaman secara spesifik dan kurangnya kontrol atas penyiraman yang disesuaikan dengan kondisi tanaman dan lingkungan. Penyiraman yang tidak tepat atau kurang efisien dapat meningkatkan risiko kerugian hasil panen akibat pertumbuhan tanaman yang tidak optimal atau gagal panen. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem yang memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) untuk memonitor penyiraman tanaman dan penggunaan algoritma klasifikasi Naive Bayes Classifier untuk mengoptimalkan penggunaan air dalam penyiraman tanaman. Sistem dibangun menggunakan 3 dataset yaitu: suhu, kelembaban dan pH tanah. Naive Bayes akan mengolah ke 3 data tersebut sehingga memutuskan apakah tanaman pada saat/waktu tersebut perlu disiram atau tidak. Jika tanaman harus disiram sistem akan menghidupkan pompa penyiraman. Dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan data 2 hari sebelumnya, maka pada saat suhu yang berbeda sekalipun metode naive bayes dapat mengambil keputusan yang tepat antara harus disiram atau tidak disiram.

Kata kunci— Petani, Real-time, IoT, Naive Bayes, Tanaman

Abstract— Farmers often face difficulties in monitoring crop conditions in real-time in the field, especially if agricultural land is widely spread or difficult to access, which can cause delays in detecting crop problems such as disease or water shortages. Inefficient watering of plants often occurs due to a lack of understanding of specific plant water needs and a lack of control over watering that is adapted to plant and environmental conditions. Improper or less efficient watering can increase the risk of crop yield losses due to suboptimal plant growth or crop failure. This research aims to implement a system that utilizes Internet of Things (IoT) technology to monitor plant watering and uses the Naive Bayes Classifier classification algorithm to optimize water use in watering plants. The system was built using 3 datasets, namely: temperature, humidity and soil pH. Naive Bayes will process these 3 data to decide whether the plant at that time needs to be watered or not. If the plants need to be watered the system will turn on the watering pump. From tests carried out using data from the previous 2 days, even at different temperatures, even the naive Bayes method can make the right decision between watering or not watering.

Keywords— Farmer, Real-time, IoT, Naive Bayes, Plant

I. PENDAHULUAN

Revolusi industri keempat, yang sering dikenal sebagai Industry 4.0, merupakan gabungan teknologi yang mencakup *Internet of Things (IoT)* dan *Artificial Intelligence (AI)*. Teknologi ini memungkinkan komunikasi dan pengambilan keputusan secara *real-time* antar proses (Hansen & Bogh, 2020). IoT memungkinkan perangkat elektronik dan sensor untuk berkomunikasi satu sama lain melalui internet, memberikan kemudahan dalam kehidupan manusia (Kumar et al., 2019). Penerapan IoT saat ini telah merambah ke berbagai sektor, termasuk dalam dunia medis (Rahman & Hossain, 2021; Singh et al., 2020), pertanian (Sandi & Fatma, 2023; Sinha & Dhanalakshmi, 2022), kota pintar (Alrikabi & Ali Jasim, 2021), logistik (Golpira et al., 2021; Song et al., 2021), dan lainnya. Berdasarkan data dari *iot-analytics.com*, pertumbuhan IoT meningkat secara signifikan pada tahun 2023 sebesar 16% atau setara dengan 16,7 miliar unit secara global. Hal ini mengindikasikan meningkatnya kebutuhan akan tenaga yang memahami bidang IoT.

Teknologi Internet of Things (IoT) telah menjadi fokus penelitian yang penting dalam meningkatkan produktivitas

dan efisiensi pertanian di Indonesia. Sistem monitoring dan penyiraman tanaman otomatis berbasis IoT menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi tantangan tersebut. Sistem ini memungkinkan petani untuk memantau kondisi tanaman dan lingkungan secara real-time, serta mengontrol penyiraman secara otomatis sesuai kebutuhan tanaman dan faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhinya. Sejumlah penelitian menunjukkan implementasi IoT dalam bidang pertanian, seperti: Pengendalian penggunaan air untuk penanaman jahe di Desa Padamulya Ciamis (Sambas et al., 2023), sistem irigasi pintar menggunakan IoT dan pembelajaran mesin untuk mengoptimalkan penggunaan air dalam pertanian (Ahmed et al., 2020), sistem irigasi cerdas menggunakan IoT untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dalam pertanian. (Nazir et al., 2020).

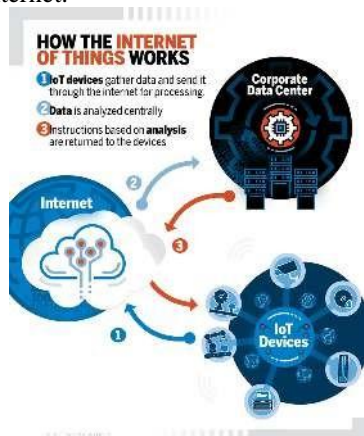
Meskipun demikian, pengambilan keputusan yang tepat dalam pengelolaan penyiraman tanaman tetap menjadi krusial. (Zhou et al., 2018) dalam Penelitiannya menggunakan metode Naive Bayes Classifier untuk melakukan penjadwalan irigasi secara cerdas dalam peningkatan efisiensi penggunaan air. Dengan sistem monitoring dan penyiraman tanaman otomatis berbasis IoT memungkinkan petani untuk memantau kondisi

tanaman dan lingkungan secara real-time, serta mengontrol penyiraman secara otomatis sesuai kebutuhan tanaman dan faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhinya. Di mana algoritma klasifikasi seperti Naive Bayes Classifier menjadi relevan dalam membantu memprediksi kebutuhan penyiraman tanaman. Algoritma ini membantu memprediksi kebutuhan penyiraman tanaman berdasarkan data sensor yang terkumpul, sehingga sistem dapat mengambil keputusan secara adaptif dan cerdas, sistem ini dapat memberikan solusi terintegrasi dan adaptif yang mendukung pertanian yang berkelanjutan dan produktif di Indonesia.

Maksud dan tujuan riset dilakukan adalah untuk mengatur pemakaian air dalam penyiraman tanaman, dengan diambil keputusan berdasarkan kondisi tanah dan suhu, sehingga menghasilkan efisiensi penggunaan air.

1.1 Internet of Things (IoT)

Pada umumnya, IoT memiliki sebuah ekosistem yang terdiri dari perangkat cerdas berbasis web yang menggunakan sistem embedded, seperti prosesor, sensor, dan perangkat keras komunikasi yang digunakan untuk mengumpulkan dan mengirim informasi berdasarkan data yang diterima dari lingkungan sekitar. Perangkat IoT dapat membagi data pembacaan sensor yang mereka kumpulkan dengan cara menghubungkan alat tersebut ke sebuah gateway yang terhubung ke internet.



Gambar 1 Contoh bagaimana IoT bekerja

Perangkat IoT ini dapat berkomunikasi dengan perangkat yang lain yang terhubung. Sistem juga dapat melakukan aksi sesuai dengan data yang diterima, dimana Perangkat IoT mengerjakan semua tugasnya secara otomatis tanpa ada interferensi manusia. Meski demikian, manusia tetap dapat berinteraksi dengan perangkat IoT ini. IoT juga dapat memanfaatkan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan pembelajaran mesin (*Machine Learning*) untuk membantu dalam proses pengumpulan data agar lebih mudah dan dinamis.

1.2 Kelembaban Tanah

Kelembaban adalah tingkatan dari kondisi lingkungan udara basah yang disebabkan adanya uap air. Tingkat kejenuhan dipengaruhi oleh temperatur. Jika tekanan uap parsial sama terhadap tekanan uap air yang jenuh, maka bisa timbul pepadatan. Secara matematis, kelembaban relative (RH) digambarkan sebagai persentase yang membandingkan tekanan parsial uap air dengan tekanan uap air jenuh. Kelembaban dapat didefinisikan dengan banyak cara. Relative Humidity secara umum dapat menginterpretasikan definisi dari kelembaban. (I Ketut Mahardika et al.,2017).

1.3 pH

Salah satu indikator kesuburan tanah adalah kadar pH tanah. Tanah pertanian memiliki kadar pH yang berbeda-beda. Kadar pH tanah memiliki kisaran pH dari 1-14 skala pH. Untuk tanah yang memiliki pH dibawah 7 dalam kisaran 1-6 maka pH dalam tanah tersebut asam. Tanah yang pH diatas 7 yaitu kisaran 8-14 maka tanah termasuk dalam golongan basa. Tanah yang netral berada pada pH 7.

1.4 ESP32 Board

ESP32 adalah chip dengan WiFi 2.4 GHz dan bluetooth dengan desain teknologi 40 nm yang dirancang untuk daya dan kinerja radio terbaik yang menunjukkan ketahanan, keserbagunaan dan keandalan dalam berbagai aplikasi dan skenario daya (Espressif Sistem, 2019).



Gambar 2 Bentuk fisik Modul ESP32

ESP32 merupakan sebuah modul mikrokontroler dengan fitur mode ganda yakni WiFi dan bluetooth yang digunakan untuk mempermudah pengguna dalam membuat berbagai system aplikasi dan proyek berbasis IoT (Internet of Things).

1.5 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD merupakan salah satu jenis perangkat tampilan yang menggunakan Kristal cair sebagai layar utamanya. LCD telah digunakan diberbagai bidang, misalnya pada perangkat elektronik seperti televisi, kalkulator ataupun layar komputer.



Gambar 3. Liquid Crystal Display (LCD)

1.6 Soil Moisture

Soil Moisture merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi kandungan air di dalam tanah atau kelembaban tanah. sensor tersebut menghasilkan tegangan analog atau tegangan listrik dengan nilai sebesar 3.3 – 5.5 Volt.

1.7 Relay

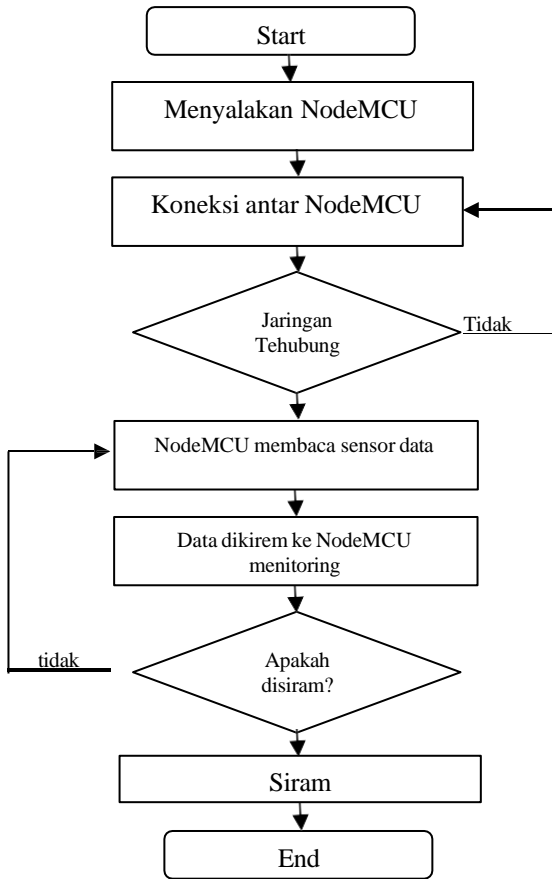
Relay adalah sebuah saklar yang beroperasi secara elektrik. Kebanyakan prinsip kerja relay menggunakan prinsip electromagnet untuk menggerakkan dan mengoperasikan switch.



Gambar 4. Relay 5V 1-Channel

II. METODOLOGI PENELITIAN

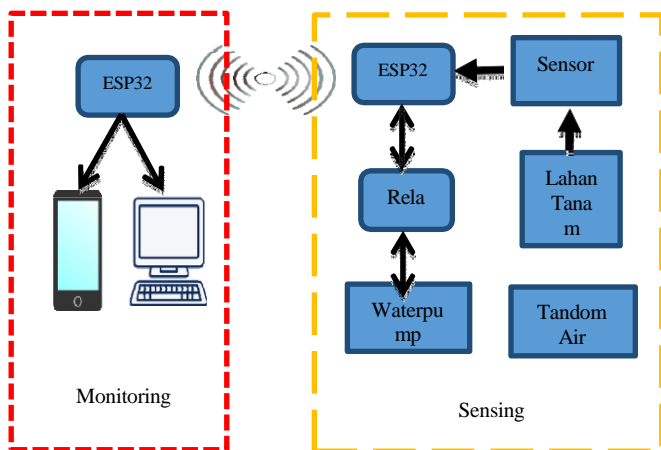
Sistem dibangun menggunakan 2 buah nodeMCU, yaitu node sensor dan node monitoring. Sensor node merupakan rangkaian yang dibangun untuk membaca data-data sensor dan monitoring node merupakan rangkaian untuk menampilkan data dan mengolah data. Bagian ini menjelaskan tentang bagaimana cara kerja sistem yang dibangun dalam bentuk Flowchart Diagram.



Gambar 5. Diagram Alir Sistem

2.1 Desain Sistem

Sistem ini dibuat dengan tujuan agar dapat melakukan proses klasifikasi status kondisi tanah menggunakan metode Naïve Bayes berdasarkan dari input sensor berupa sensor suhu, kelembaban, pencahayaan dan pH tanah.



Gambar 6. Diagram Desain sistem

Output dari sistem ini merupakan hasil klasifikasi yang kemudian sistem akan melakukan penyiraman berdasarkan hasil klasifikasi tersebut. Selain itu data *monitoring* dan klasifikasi akan ditampilkan pada sebuah halaman web. Gambaran umum sistem yang akan dibangun dalam penelitian ini adalah sebagai Gambar 6.

ESP32 bagian sensing membaca suhu dan kelembaban lingkungan melalui sensor DHT11, cahaya dengan sensor LDR dan kelembaban tanah serta pH tanah menggunakan sensor *soil moisture*. Kemudian data tersebut dikirimkan ke ESP32 bagian monitoring yang dalam penelitian ini bekerja sebagai *server* melalui jaringan WiFi. Data sensor tersebut kemudian akan disimpan ke dalam *database*. Data tersebutlah yang kemudian dijadikan parameter untuk melakukan klasifikasi. Klasifikasi menggunakan metode naïve bayes dilakukan di dalam server. Setelah klasifikasi selesai maka server akan mengirimkan data ke ESP32 untuk melakukan penyiraman sesuai kondisi dari hasil klasifikasi.

2.1 Pembacaan Sensor

Data sensor diproses oleh ESP yang sudah tersambung dengan masing-masing sensor. Sensor suhu akan mengambil data suhu dalam satuan Celsius, sedangkan kelembaban akan diambil dengan satuan persen. Pembacaan data sensor dilakukan secara *real-time*. Kemudian pembacaan data ini dikirimkan oleh ESP sensing ke EP S monitoring sebagai server. Adapun contoh data yang dikirimkan ke server ditunjukkan pada Tabel 1.

Contoh dataset dengan 6 data sample yang mencakup fitur:

- Suhu (dalam °C)
- Kelembaban (dalam %)
- pH Tanah (nilai pH antara 0-14)
- Label Penyiraman (Ya=1, Tidak=0)

Tabel 1 Contoh Dataset dari sensor

Suhu (°C)	Kelembaban (%)	pH Tanah	Keterangan
28	60	6.5	1
30	55	6.8	1
22	70	6.0	0
35	50	7.0	1
25	80	6.2	0
27	65	6.5	1

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian koneksi antara bagian sensor dan bagian monitoring.

Sistem akan terkoneksi secara otomatis setelah bagian monitoring (server) dihidupkan. Hal ini ditunjukkan dengan led hidup pada bagian server dan bagian sensor.



Gambar 4. Bagian monitoring dan bagian sensor

Pengujian dilakukan dengan melakukan koneksi HP Android sebagai user pada alamat <http://192.168.4.1> melalui browser dan memasukkan username dan password. User akan terkoneksi ke bagian server dan dapat memonitoring hasil sensing oleh sensor pada bagian yang ditempatkan pada tanaman.



Gambar 5. Koneksi awal sistem

B. Hasil pembacaan sensor

Pada bagian sensor, data kelembaban dan suhu menggunakan sensor DHT 11 dimana ketika suhu berubah nilai yang ditunjukkan DHT 11 juga berubah.



Gambar 6. Tampilan komponen DHT 11



Gambar 4.5 Suhu dengan DHT11



Gambar 4.6 Kelembaban dengan DHT11

Untuk pembacaan kelembaban tanah dan pH tanah digunakan sensor soil moisture.



Gambar 4.9 Sensor Soil Moisture



Gambar 4.10 Tampilan sensor Soil Moisture



Gambar 4.11 Tampilan sensor Soil Moisture

Tabel 2. Hasil Pembacaan sensor

Tanggal	Waktu	Suhu	Kelembaban	pH Tanah	Ket
17/7/2024	08:50:11	28	60	6.5	1
17/7/2024	08:50:16	30	55	6.8	1
17/7/2024	11:50:21	22	70	6.0	0
17/7/2024	11:50:26	35	50	7.0	1
18/7/2024	12:4:54	25	80	6.2	0
18/7/2024	12:4:59	27	65	6.5	1
18/7/2024	08:5:4	28	60	6.5	1
18/7/2024	08:5:9	30	55	6.8	1
19/7/2024	12:4:54	29	58	6.4	?

Dengan penerapan metode Naïve Bayes berbasis distribusi gaussian dari data sensor pada tabel 2, dimana pada siang hari diantara jam 11 sampai jam 12, suhu berada pada kondisi tinggi dan pada pagi hari rendah yang dilakukan selama 2 hari, maka didapat : untuk hari ke 3 dengan suhu 29°C, kelembaban 58% dan pH tanah 6.4 sistem akan menghidupkan pompa atau akan dilakukan penyiraman tanaman, dengan probabilitas posterior disiram 0.0041 dan tidak disiram 1.485x10⁻⁷.

Pada bagian monitoring, penampilan data dapat dilihat pada datalogger-MenageData seperti ditunjukkan pada gambar 7. Dimana user dapat melihat data, download data dan dihapus data.



Gambar 7. Tampilan untuk melihat rekam data sensor

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, didapat disimpulkan:

1. Sensor dapat bekerja dengan baik dalam pembacaan data secara kontinue.
2. Eps32 dapat bekerja dalam mentransmisi data dari hasil pembacaan sensor DHT 11 dan sensor Soil Moisture ke server.
3. Naïve Bayes dapat bekerja sesuai dengan data yang diberikan.

REFERENSI

1. Hansen, E. B., & Bøgh, S. (2020). Artificial intelligence and internet of things in small and medium-sized

- enterprises: A survey. *Journal of Manufacturing Systems*, 58(August), 362–372. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.08.009>
2. Kumar, S., Tiwari, P., & Zymbler, M. (2019). Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review. *Journal of Big Data*, 6(1), 111. <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0268-2>
 3. Rahman, M. A., & Hossain, M. S. (2021). An Internet-of-Medical-Things-Enabled Edge Computing Framework for Tackling COVID-19. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(21), 15847–15854. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2021.3051080>
 4. Singh, R. P., Javaid, M., Haleem, A., & Suman, R. (2020). Internet of things (IoT) applications to fight against COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(4), 521–524. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.04.041>
 5. Sandi, G H., Fatma, Y., (2023). Pemanfaatan Teknologi Internet of Things (IoT) pada Bidang Pertanian. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7, 1-5. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i1>
 6. Sinha, B. B., & Dhanalakshmi, R. (2022). Recent advancements and challenges of Internet of Things in smart agriculture: A survey. *Future Generation Computer Systems*, 126, 169–184. <https://doi.org/10.1016/j.future.2021.08.006>
 7. Alrikabi, H. T. S., & Ali Jasim, N. (2021). Design and Implementation of Smart City Applications Based on the Internet of Things. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 15(13), 4. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i13.22331>
 8. Golpîra, H., Khan, S. A. R., & Safaeipour, S. (2021). A review of logistics Internet-of-Things: Current trends and scope for future research. *Journal of Industrial Information Integration*, 22(December 2020), 100194. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100194>
 9. Song, Y., Yu, F. R., Zhou, L., Yang, X., & He, Z. (2021). Applications of the Internet of Things (IoT) in Smart Logistics: A Comprehensive Survey. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(6), 4250–4274. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3034385>
 10. Dec, G., Stadnicka, D., Paško, Ł., Mądział, M., Figliè, R., Mazzei, D., Tyrovolas, M., Stylios, C., Navarro, J., & Solé-Beteta, X. (2022). Role of Academics in Transferring Knowledge and Skills on Artificial Intelligence, Internet of Things and Edge Computing. *Sensors*, 22(7), 2496. <https://doi.org/10.3390/s22072496>
 11. Koten., G. R., Probodinanti., H., Tamba, J. D., Saputri, M. K., Kwa, S. A., Hadisantono, & Dewa, P. K. (2023). Penerapan internet of things pada smart parking system untuk kebutuhan pengembangan smart city. *Jurnal Teknik Industri dan Manajemen Rekayasa*, 1, 49-59. <https://doi.org/10.24002/jtimr.v1i1.7204>
 12. Hernoko, M. G., Wibowo, S. A., & Vendyansyah, N. (2021). Penerapan IoT (Internet of Things) Smart Parking System dan Pendeteksi Kebakaran dengan Fitur Monitoring. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5, 261-267. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i1>
 13. Sambas, A., Mujiarto, M., Gundara, G., Refiadi, G., Mulyati, N. S., & Sulaiman, I. M. (2023). Development of Smart Farming Technology on Ginger Plants in Padamulya Ciarnis Village, West Java, Indonesia.