



Node-RED dan Robotik pada Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis IoT

Wahyu Kurnia Dewanto^{*1}, Aji Seto Arifianto², Hariyono Rakhmad³, Hermawan Arief Putranto⁴, Muhammad Hafidh Firmansyah⁵,

¹ Politeknik Negeri Jember; wahyu@polije.ac.id

² Politeknik Negeri Jember; ajiset@polije.ac.id

³ Politeknik Negeri Jember; hariyono_r@polije.ac.id

⁴ Politeknik Negeri Jember; hermawan_arief@polije.ac.id

⁵ Politeknik Negeri Jember; hafidh@polije.ac.id

* Korespondensi: wahyu@polije.ac.id

Sitasi: Dewanto, W. K.; Arifianto, A. S.; Rakhmad, H.; Putranto, H. A.; Firmansyah, M. H. (2024). Node-RED dan Robotik pada Sistem Penyiraman Otomatis berbasis IoT. JTIM: Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia, 6(3), 354-367. <https://doi.org/10.35746/jtim.v6i3.609>

Diterima: 25-09-2024

Direvisi: 25-10-2024

Disetujui: 26-10-2024



Copyright: © 2024 oleh para penulis. Karya ini dilisensikan di bawah Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Abstract: The Internet of Things (IoT) technology offers great potential in the agricultural sector, especially in the automation of plant irrigation systems. Many farmers face challenges with water use efficiency and real-time land condition monitoring. Manual irrigation systems often lead to water wastage. Currently, many centralized irrigation systems use a one-by-one watering approach, requiring multiple sensors to monitor each plant's condition, making them less efficient. To address this issue, this research developed an automated irrigation system controlled by *Node-RED* and robotic technology. The system is designed to require only one sensor to monitor the entire agricultural area, while still efficiently distributing water to many plants. *Node-RED* manages data from soil moisture and environmental temperature sensors, then activates the watering robot to distribute water according to the plants' needs. The system was tested by comparing manual and automatic methods using polybags. The soil moisture sensor sends data to *Node-RED*, which activates the watering robot when soil moisture falls below a set threshold. Test results show that the automated system can save up to 20% of water usage compared to manual methods, while keeping soil moisture within the optimal range. This system also enables real-time monitoring and control, providing a more efficient, timely, and resource-saving solution.

Keywords: nodered; IoT; Agriculture

Abstrak: Teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan potensi besar dalam sektor pertanian, terutama dalam otomatisasi sistem penyiraman tanaman. Banyak petani menghadapi masalah dalam efisiensi penggunaan air dan pemantauan kondisi lahan secara real-time. Sistem penyiraman manual sering kali menyebabkan pemborosan air. Saat ini, banyak sistem penyiraman terpusat menggunakan pendekatan pengairan satu per satu, yang memerlukan banyak sensor untuk memantau kondisi setiap tanaman, sehingga kurang efisien. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mengembangkan sistem penyiraman otomatis yang dikontrol oleh *Node-RED* dan teknologi robotik. Sistem ini dirancang agar hanya membutuhkan satu sensor untuk memantau kondisi seluruh area pertanian, namun tetap dapat mendistribusikan air ke banyak tanaman secara efisien. *Node-RED* mengelola data dari sensor kelembaban tanah dan suhu lingkungan, kemudian mengaktifkan robot penyiram untuk mendistribusikan air sesuai kebutuhan tanaman. Pengujian sistem dilakukan dengan membandingkan metode manual dan otomatis menggunakan polybag. Sensor kelembaban mengirimkan data ke *Node-RED*, yang mengaktifkan robot penyiram saat kelembaban tanah di bawah ambang batas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem otomatis dapat menghemat

penggunaan air hingga 20% dibandingkan metode manual, sambil menjaga kelembaban tanah dalam rentang optimal. Sistem ini juga memungkinkan pemantauan dan kontrol real-time, memberikan solusi yang lebih efisien, tepat waktu, dan hemat sumber daya.

Kata kunci: nodered;IoT;Pertanian

1. Pendahuluan

Pertanian modern menghadapi tantangan besar terkait efisiensi sumber daya, terutama air. Penggunaan air yang tidak efisien dapat mengakibatkan penurunan hasil pertanian serta pemborosan sumber daya alam. Untuk mengatasi tantangan ini, sistem penyiraman otomatis berbasis IoT [1], [2], [3], [4] telah banyak dikembangkan, memungkinkan penggunaan air yang lebih tepat sasaran dengan bantuan sensor dan teknologi otomatisasi. Sensor yang sering digunakan meliputi sensor kelembaban tanah [5], [6] serta sensor lingkungan lainnya yang terhubung dengan mikrokontroler seperti seperti raspberry [7], [8], esp32 [9], esp8266 [8], arduino dan perangkat sejenis. Beberapa penelitian juga telah mengembangkan sistem penyiraman otomatis yang memanfaatkan logika *fuzzy logic* [10], [11] untuk pengambilan keputusan, dengan fokus pada pengembangan algoritma kontrol yang adaptif. Selain itu, terdapat penelitian yang memanfaatkan mikrokontroler Raspberry Pi dan Arduino Uno sebagai pusat pengendali sistem penyiraman otomatis. *Node-RED*, platform visual programming berbasis *flow*, telah diimplementasikan dalam berbagai penelitian [12], [13] untuk mengelola data sensor dan perangkat IoT. Untuk komunikasi yang digunakan, dapat menggunakan beberapa pilihan seperti MQTT, CoAP, atau HTTP [14] Dalam konteks pertanian, *Node-RED* memungkinkan integrasi sensor lingkungan dan perangkat robotik untuk membentuk sistem penyiraman otomatis yang efisien.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan dan implementasi sistem penyiraman berbasis *Node-RED* yang dikombinasikan dengan teknologi robotik, di mana air didistribusikan secara otomatis sesuai kebutuhan setiap tanaman. Saat ini, sistem penyiraman yang banyak digunakan adalah sistem tetes (*drip irrigation*). Namun, kelemahan dari sistem ini adalah kurangnya akurasi, karena distribusi air tidak dapat dikontrol secara individual untuk setiap tanaman. Setiap tanaman memiliki kondisi unik yang memerlukan perlakuan berbeda, dan sistem tetes [15] tidak dapat menyesuaikan hal ini secara spesifik. Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini mengatasi keterbatasan tersebut dengan menyirami tanaman secara terpisah berdasarkan data sensor kelembaban yang dipasang di area tanaman.

Sistem penyiraman otomatis berbasis *Node-RED* yang dikombinasikan dengan teknologi robotik ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air secara signifikan. *Node-RED* dipilih sebagai platform karena kemudahan dalam mengintegrasikan berbagai sensor dan perangkat IoT (*Internet of Things*) melalui antarmuka grafis yang intuitif, yang memungkinkan pengguna untuk merancang dan memodifikasi alur kerja dengan cepat tanpa memerlukan keterampilan pemrograman yang mendalam. Selain itu, *Node-RED* mendukung berbagai protokol komunikasi dan dapat terhubung dengan banyak layanan online, sehingga memudahkan integrasi dengan sistem lain. Sensor yang terhubung langsung dengan *Node-RED* memungkinkan penyesuaian penyiraman secara real-time berdasarkan kondisi setiap tanaman, sehingga air hanya disalurkan pada tanaman yang membutuhkan. Hal ini tidak hanya menghemat air tetapi juga memastikan setiap tanaman mendapatkan jumlah air yang sesuai, menghindari kondisi kekeringan maupun kelebihan air. Integrasi dengan robotik juga memungkinkan sistem untuk bergerak otomatis ke area tanaman yang membutuhkan penyiraman, meningkatkan efisiensi lahan pertanian secara keseluruhan. Pengembangan

lebih lanjut dari sistem ini dapat melibatkan penggunaan algoritma pembelajaran mesin untuk meningkatkan akurasi pengambilan keputusan terkait kebutuhan air tanaman. Dengan kemampuan *Node-RED* untuk beradaptasi dan berkembang, sistem ini dapat terus ditingkatkan seiring dengan kemajuan teknologi dan kebutuhan pengguna.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan

Penelitian ini melibatkan beberapa komponen utama dalam sistem penyiraman otomatis, yaitu:

- a. *Node-RED*
Digunakan sebagai pusat kontrol untuk menerima, memproses data sensor, dan mengirimkan perintah ke robot penyiram.
- b. Sensor Kelembaban Tanah dan Suhu Lingkungan
Sensor ini dipasang di lahan pertanian untuk mengukur kondisi kelembaban tanah dan suhu sekitar. Data dari sensor dikirim ke *Node-RED* melalui protokol MQTT.
- c. Robot Penyiram
Robot ini dilengkapi dengan sistem aktuator untuk mengarahkan air ke tanaman yang membutuhkan. Robot bergerak secara otonom berdasarkan data dari *Node-RED* dan melakukan penyiraman hanya di area yang diperlukan.
- d. Protokol MQTT
Digunakan sebagai protokol komunikasi antara *Node-RED* dan perangkat sensor serta robot penyiram untuk mentransfer data secara efisien.
- e. Antarmuka *Node-RED* Dashboard
Antarmuka ini memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time serta memberikan kemampuan bagi pengguna untuk mengontrol sistem penyiraman secara manual jika diperlukan. Proses implementasi melibatkan pemasangan sensor di area tanaman, pengumpulan data oleh *Node-RED*, dan analisis untuk menentukan apakah penyiraman diperlukan. Jika kondisi tanah kering, *Node-RED* akan mengirimkan perintah ke robot penyiram untuk memulai distribusi air.

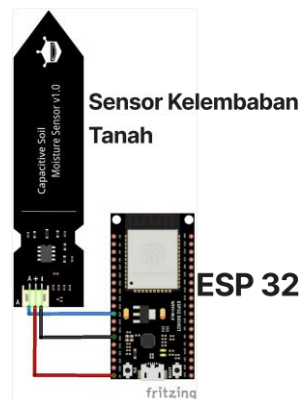
2.2. Metode Implementasi

2.2.1. Arsitektur Sistem

Sistem penyiraman otomatis terdiri dari tiga komponen utama: sensor, sistem pemrosesan (*Node-RED*), dan aktuator, berikut adalah penjelasan pada setiap komponen arsitektur utama :

1. Sensor

Merupakan perangkat yang digunakan untuk mendapatkan data – data pengukuran yang akan dijadikan sebagai panduan dalam menentukan proses atau langkah – langkah selanjutnya, berikut adalah jenis sensor yang digunakan dalam mendapatkan data :

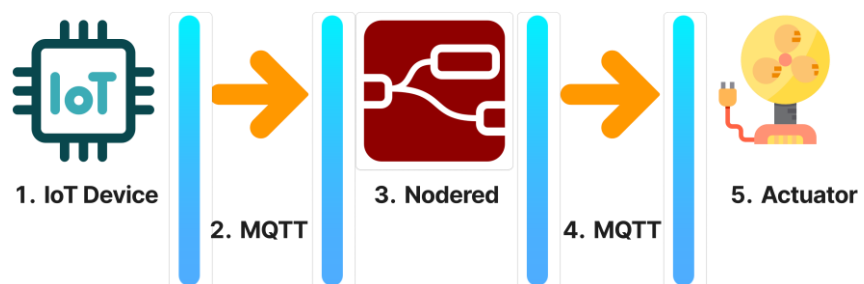


Gambar 1. Sistem Validasi Kelembaban Tanah

Pada Gambar 1 menunjukkan sistem yang digunakan sebagai rujukan dasar dalam mendapatkan data kelembaban tanah, sensor kelembaban tanah akan mendapatkan data secara berkala dengan didukung oleh ESP32 untuk selanjutnya data dikirimkan menuju nodered

2. Message Broker

Berfungsi sebagai penghubung antara sensor dan *Node-RED*. *Message Broker* menerima data dari sensor dan mendistribusikannya ke *Node-RED* untuk pemrosesan lebih lanjut. Model komunikasi dijelaskan pada gambar berikut



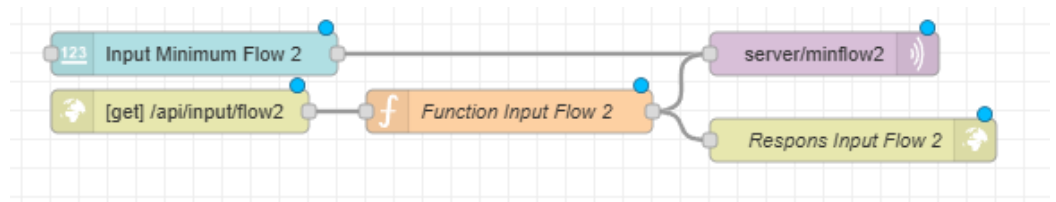
Gambar 2. Model Komunikasi Antara Perangkat IoT, Nodered dan Actuator

Pada Gambar 2 menunjukkan bagaimana pesan dapat dikirimkan dan diolah oleh Nodered melalui message broker, berikut adalah penjelasan lengkap Gambar 1:

1. Pada tahap ini , Sensor mengirimkan data kelembaban tanah ke *Message Broker* menggunakan protokol MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)
 2. Dilanjutkan dengan *Message Broker* MQTT meneruskan pesan menuju Nodered
 3. Setelah pemrosesan data, *Node-RED* mengirimkan perintah ke aktuator, dilakukan melalui protokol MQTT.
 4. Broker mengirimkan pesan menuju actuator
 5. Actuator menerima pesan melalui broker dan dilakukan tindakan atau proses yang lebih lanjut
3. *Node-RED*

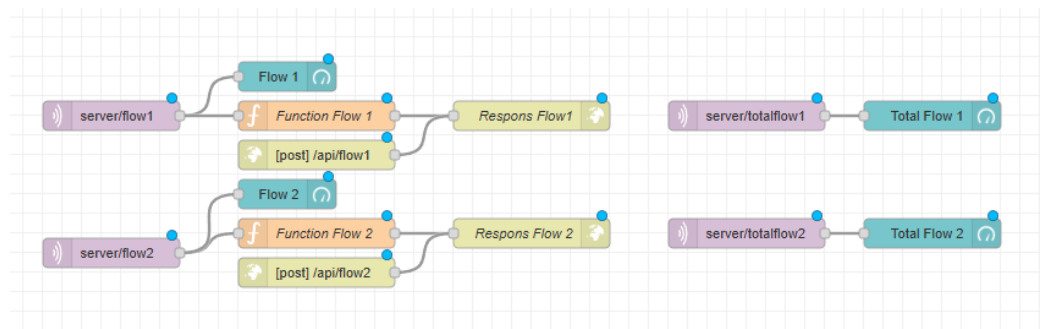
Platform pemrosesan yang mengelola logika bisnis, mengambil keputusan berdasarkan data sensor, dan mengirimkan perintah ke aktuator. Jika sistem melibatkan lebih dari satu robot, *Node-RED* dapat dengan mudah dikonfigurasi untuk mengelola beberapa robot dengan menggunakan topik yang berbeda di message broker. Setiap

robot dapat terhubung ke *Node-RED* melalui MQTT, dan *Node-RED* dapat mengarahkan perintah ke robot yang sesuai berdasarkan data sensor yang diterima.



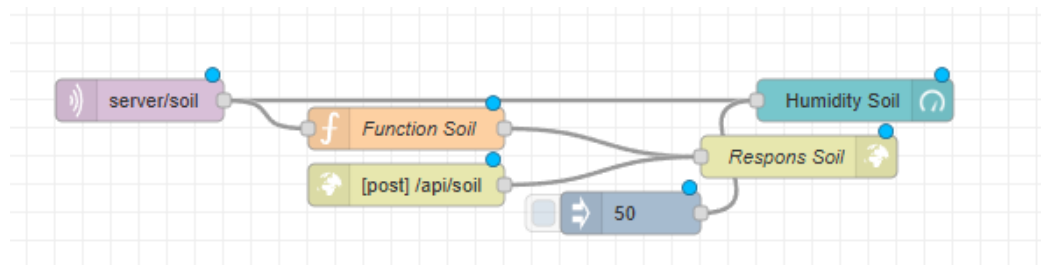
Gambar 3 Alur konfigurasi aliran air untuk proses penyiraman sebagai kontrol utama

Pada Gambar 3 menunjukkan tentang konfigurasi jumlah air yang digunakan dalam proses penyiraman oleh aktuator



Gambar 4. konfigurasi penyiraman air yang akan dijalankan pada aktuator

Setiap air yang telah dikonfigurasi lalu akan dijalankan pada sistem aktuator yang merujuk pada alur pada Gambar 4.

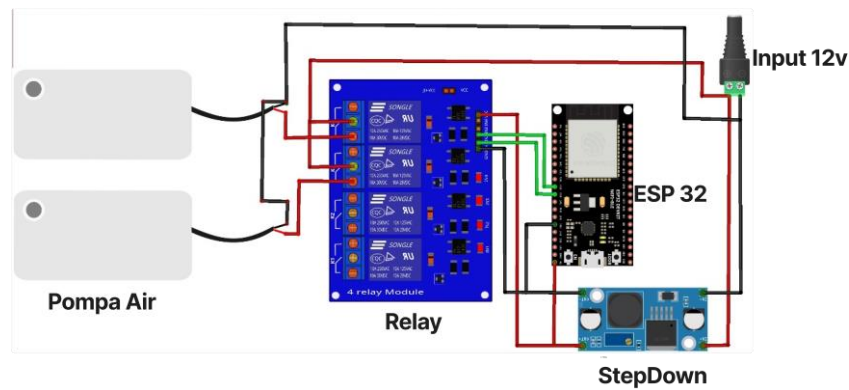


Gambar 5. Informasi tentang kelembaban tanah yang didapatkan oleh sensor

Untuk mendapatkan informasi kelembaban tanah, ditunjukkan pada alur Gambar 5, data sensor akan digunakan sebagai pengambil keputusan apakah akan dilakukan proses penyiraman atau tidak.

4. Aktuator

Mengimplementasikan perintah dari *Node-RED* untuk melakukan penyiraman tanaman. Terdapat beberapa desain sistem yang digunakan pada aktuator. Sistem yang digunakan pertama adalah sistem penyiraman tanaman yang ditunjukkan pada Gambar 6.



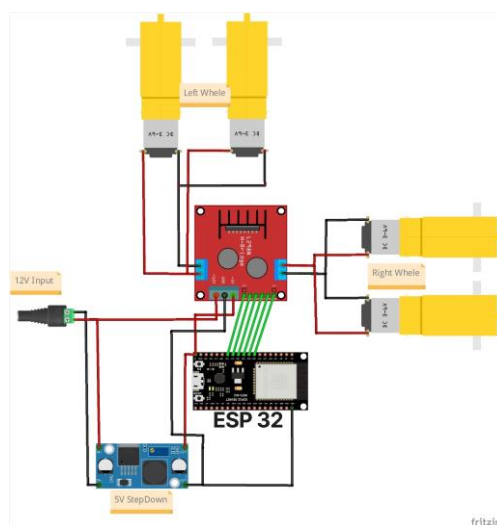
Gambar 6. Sistem Penyiraman Tanaman

Pada Gambar 6 terdapat beberapa komponen yang digunakan pada mekanisme penyiraman, komponen tersebut dijelaskan pada Tabel 1 di bawah ini. Setiap komponen memiliki fungsi dan peran yang berbeda dalam keseluruhan sistem, sehingga pemahaman yang baik tentang masing-masing komponen sangat penting untuk analisis lebih lanjut.

Tabel 1. Komponen Penyiram Tanaman

No	Nama Komponen	Fungsi
1	Pompa Air	Memberikan asupan air pada tanaman
2	Relay	Melakukan pemutusan arus pada area tertentu
3	Stepdown	Menurunkan tegangan dari 12v menjadi 5v
4	ESP32	Melakukan kontrol terhadap relay
5	Input 12v	Memberikan input daya

Lalu untuk menggerakkan perangkat robot, berikut adalah desain komponen yang digunakan, ditunjukkan pada Gambar 7. Komponen-komponen ini dirancang untuk bekerja secara sinergis, sehingga memastikan efisiensi dan keakuratan dalam setiap gerakan yang dilakukan oleh robot.



Gambar 7 Sistem Penggerak Roda Robot

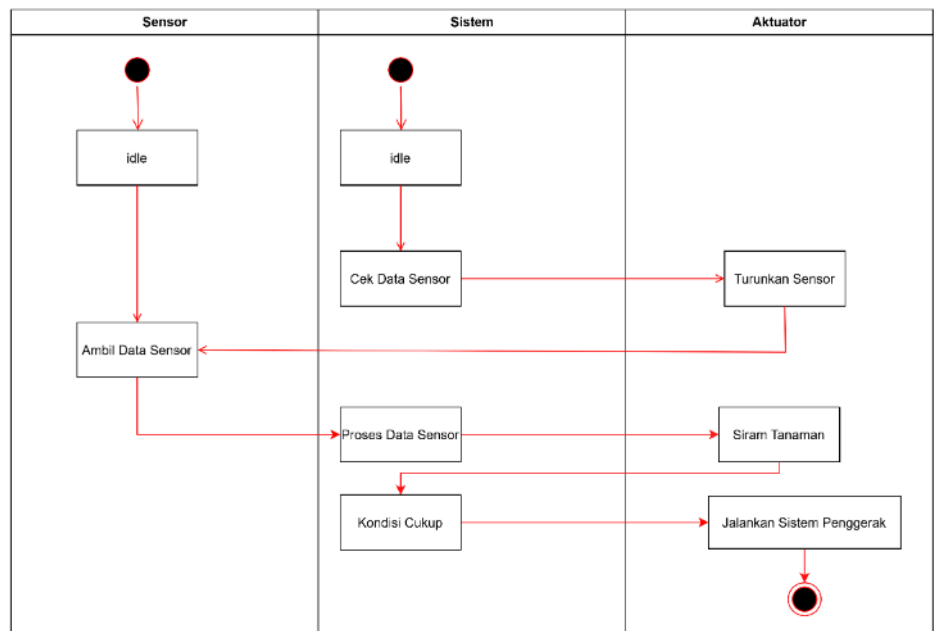
Pada Gambar 7 terdapat beberapa komponen yang digunakan dalam sistem penggerak roda robot, komponen tersebut dijelaskan pada Tabel 2 di bawah ini.

Setiap komponen memiliki peran yang penting dalam memastikan kinerja robot yang optimal dan efisien.

Tabel 2. Komponen Penggerak Roda Robot

No	Nama Komponen	Fungsi
1	Left , Right Controller	Melakukan kontrol terhadap motor kanan dan kiri
2	Stepdown	Menurunkan tegangan dari 12v menjadi 5v
3	ESP32	Melakukan kontrol terhadap relay
4	Input 12v	Memberikan input daya

Dalam sistem kontrol yang digunakan, nodered berperan penting sebagai sistem yang akan melakukan kontrol terhadap semua komponen sistem yang telah dijelaskan terlebih dahulu, pada Gambar 5 menunjukkan proses implementasi sistem sensor secara keseluruhan.



Gambar 8. Proses Implementasi Sistem Sensor dan Penggerak Robotik

Sistem penyiraman otomatis yang digambarkan dalam Gambar 8 terdiri dari tiga komponen utama: sensor, sistem pemrosesan, dan aktuator. Sistem ini berfungsi untuk mengotomatiskan proses penyiraman tanaman berdasarkan data sensor kelembaban tanah dan pengolahan data untuk menjalankan aktuator sesuai dengan kondisi tanaman. Berikut adalah langkah-langkah metode implementasi yang diterapkan:

1. Sensor – Idle dan Pengambilan Data

Pada tahap awal, sistem berada dalam kondisi Idle hingga mendapatkan sinyal untuk memulai pengambilan data. Setelah sinyal diterima, sensor yang tertanam di tanah akan aktif untuk mengukur kelembaban tanah. Data kelembaban yang diperoleh akan digunakan untuk menentukan apakah tanaman memerlukan penyiraman atau tidak. Proses ini dilakukan dengan membandingkan nilai kelembaban tanah yang terukur dengan ambang batas kelembaban yang telah ditentukan sebelumnya. Jika nilai kelembaban tanah berada di bawah ambang batas tersebut, ini menunjukkan bahwa tanah terlalu kering dan tanaman memerlukan penyiraman untuk mencegah stres akibat kekurangan air. Sebaliknya, jika nilai kelembaban tanah berada di atas ambang batas, berarti tanah sudah cukup lembab dan tidak perlu

disiram. Selain itu, sistem juga dapat mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti jenis tanaman, kondisi cuaca, dan waktu penyiraman sebelumnya untuk membuat keputusan yang lebih akurat. Dengan pendekatan ini, sistem penyiraman otomatis dapat secara efisien mengelola kebutuhan air tanaman, menghindari pemborosan air serta memastikan pertumbuhan tanaman yang optimal.

2. Pengiriman Data Sensor ke Sistem

Setelah data kelembaban tanah diperoleh, sensor akan mengirimkan data ini ke pusat kontrol sistem untuk diproses lebih lanjut. Pengiriman data dilakukan secara berkala atau sesuai dengan trigger yang telah diprogram dalam sistem.

3. Pemrosesan Data di Sistem

Sistem akan menerima dan mengecek data yang dikirimkan dari sensor. Proses ini mencakup validasi data kelembaban untuk memastikan apakah data yang diterima akurat dan apakah tanah memerlukan penyiraman. Proses validasi data kelembaban menggunakan perangkat sensor yang telah dikalibrasi sebelum perangkat digunakan. Jika data menunjukkan bahwa kelembaban tanah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, maka sistem akan memberikan perintah kepada aktuator untuk memulai penyiraman.

4. Aktuator – Menurunkan Sensor untuk Penyiraman

Jika hasil dari pemrosesan data menunjukkan bahwa tanaman membutuhkan penyiraman, aktuator akan turun untuk melakukan penyiraman. Proses ini dimulai dengan menurunkan sistem penyiraman (misalnya, pompa atau sistem robotik) ke posisi tanaman yang memerlukan air.

5. Aktuator – Penyiraman Tanaman

Setelah aktuator turun ke posisi yang tepat, sistem akan mengaktifkan penyiraman berdasarkan data yang telah diproses. Air akan disalurkan ke tanaman hingga kondisi tanah mencapai kelembaban yang cukup. Apabila kondisi cukup, yaitu kadar kelembaban tanah lebih dari 60% maka akan dihentikan proses penyiraman atau tidak dilakukan proses penyiraman.

3. Hasil

Hasil implementasi sistem menunjukkan bahwa *Node-RED* mampu memproses data sensor secara efisien dan memberikan perintah ke robot penyiram sesuai kebutuhan. Dari hasil pengujian di lahan pertanian skala kecil, sistem ini mampu mengurangi penggunaan air hingga 30% dibandingkan dengan metode penyiraman manual. Angka 30% ini diperoleh melalui analisis perbandingan antara total volume air yang digunakan oleh sistem otomatis dan jumlah air yang biasanya digunakan dalam metode penyiraman manual selama periode waktu yang sama.

Secara rinci, pengukuran dilakukan dengan cara berikut:

1. Pengumpulan Data Baseline:

Sebelum implementasi sistem otomatis, dilakukan pengukuran jumlah air yang digunakan untuk penyiraman manual pada lahan yang sama selama beberapa minggu. Data ini mencakup total air yang digunakan, frekuensi penyiraman, dan waktu penyiraman.

2. Pengujian dengan Sistem Otomatis:

Setelah sistem penyiraman otomatis diimplementasikan, data kelembaban tanah dikumpulkan secara real-time untuk menentukan kapan dan berapa banyak air yang diperlukan oleh tanaman. Robot penyiram kemudian mengalirkan air hanya pada saat dan di area yang diperlukan, berdasarkan data sensor.

3. Perbandingan Penggunaan Air:

Setelah periode pengujian, total air yang digunakan oleh sistem otomatis dicatat. Dengan membandingkan jumlah ini dengan data baseline dari metode manual, dapat dihitung persentase pengurangan penggunaan air. Misalnya, jika sistem manual menggunakan 1000 liter air dan sistem otomatis hanya menggunakan 700 liter, maka pengurangan penggunaan air adalah 30% $\left(\frac{1000 - 700}{1000} \times 100\right)$.

Selain itu, robot penyiram berhasil mendistribusikan air secara presisi pada area yang membutuhkan tanpa mengganggu bagian lain dari lahan. Sistem ini juga memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time melalui *Node-RED* Dashboard, di mana pengguna dapat melihat tingkat kelembaban tanah dan suhu lingkungan. Hal ini memungkinkan intervensi manual jika diperlukan, seperti pada kondisi darurat atau perubahan cuaca mendadak. Dengan pendekatan berbasis data ini, sistem tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan air tetapi juga mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih sehat dan produktif. Pada bagian ini dibagi menjadi 2 bagian, yaitu :

3.1. Perangkat Lunak



Gambar 9 Dashboard Control Pada Nodered

Gambar 9 yang ditampilkan adalah sebuah dashboard yang digunakan untuk memantau dan mengontrol sistem penyiraman otomatis berbasis IoT. Dashboard ini berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk membaca data dari sensor, mengendalikan aktuator, serta memantau aliran air melalui *flow* meter. Berikut adalah rincian dari setiap komponen dalam dashboard:

1. Flow Meter

Bagian ini menampilkan informasi mengenai laju aliran air dalam dua jalur berbeda, yang ditunjukkan sebagai *Flow 1* dan *Flow 2*. Angka yang ditampilkan menggambarkan laju aliran (dalam liter per menit) serta total volume air yang telah mengalir (dalam liter).

- *Flow 1* menunjukkan laju aliran 34 liter per menit dengan total 1008.89 liter.
- *Flow 2* menunjukkan laju aliran 20 liter per menit dengan total 1120 liter. Di bagian bawah, terdapat pengaturan untuk *input* minimum *flow* yang ditetapkan pada 400 untuk *Flow 1* dan 300 untuk *Flow 2*.

2. Relay Control for Pump

Pada bagian ini, terdapat kontrol untuk Pompa Air. Terdapat tombol saklar untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air. Jika saklar diaktifkan, pompa akan menyala dan mulai menyiram tanaman.

3. Sensor Read

Bagian ini menampilkan data sensor kelembaban tanah (*Humidity Soil*) dan sensor suhu (*Temperature*).

- *Humidity Soil* menunjukkan tingkat kelembaban tanah sebesar 50%.
- *Temperature* menunjukkan suhu lingkungan sebesar 28°C.

Data ini digunakan sebagai acuan untuk mengaktifkan atau menghentikan penyiraman, berdasarkan kondisi tanah dan suhu lingkungan.

4. *Actuator Control*

Kontrol ini digunakan untuk mengatur aktuator yang bertanggung jawab atas gerakan mekanik dalam sistem. Terdapat pengaturan untuk *speed control* dengan nilai *Speed PWM (Pulse Width Modulation)* yang dapat diatur, di mana saat ini berada pada nilai 255. Terdapat juga dua tombol kontrol untuk menggerakkan aktuator secara manual:

- Naik untuk menaikkan aktuator.
- Turun untuk menurunkan aktuator.

5. *Whole Control*

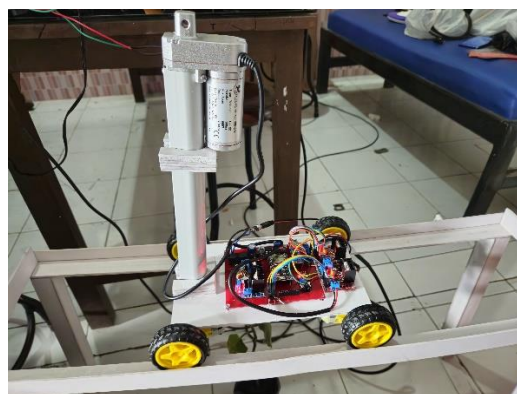
Bagian ini mengontrol kecepatan pergerakan sistem secara keseluruhan dengan pengaturan *Speed control* yang saat ini berada di nilai 142. Pengguna dapat mengatur kecepatan gerakan maju dan mundur dari sistem menggunakan tombol pengaturan arah.

6. *Tombol RUN*

Di bagian bawah dashboard, terdapat tombol *RUN* yang digunakan untuk memulai atau menghentikan keseluruhan operasi sistem. Jika tombol ini ditekan, sistem akan mulai menjalankan fungsi otomatis berdasarkan data yang diterima dari sensor dan pengaturan yang telah ditentukan.

Dashboard ini dirancang untuk memberikan kontrol dan monitoring yang mudah bagi pengguna dalam mengelola sistem penyiraman otomatis, dengan fokus pada efisiensi penggunaan air dan pengelolaan lahan pertanian berbasis data sensor yang terhubung melalui IoT.

3.2. *Perangkat Keras*



Gambar 10 Perangkat Robotik tampak atas

Gambar 10 memperlihatkan perangkat robotik dari tampak atas, yang menunjukkan struktur dan komponen utama dari sistem tersebut. Perangkat ini dilengkapi dengan empat roda penggerak yang memungkinkan mobilitas yang fleksibel dan stabil di berbagai permukaan. Selain itu, sistem pengontrol gerakan terintegrasi dengan perangkat untuk memastikan pergerakan yang presisi dan responsif. Kombinasi antara roda penggerak dan pengontrol gerakan ini memungkinkan perangkat robotik untuk menjalankan tugas-tugas otomatisasi dengan efisiensi tinggi dan tingkat akurasi yang optimal.



Gambar 11 Perangkat saat melakukan proses deteksi kondisi tanaman

Gambar 11 menunjukkan contoh saat sistem robotik melakukan proses pengecekan kondisi tanaman secara individual. Pada tahap ini, roda motor bergerak secara teratur mengikuti posisi setiap tanaman, memastikan bahwa setiap tanaman diperiksa satu per satu. Pergerakan roda yang presisi ini memungkinkan sistem untuk menyesuaikan diri dengan posisi tanaman, sehingga proses pengecekan dapat dilakukan secara efisien dan akurat. Dengan demikian, sistem ini mampu memberikan pemantauan yang detail terhadap kondisi tanaman, yang sangat penting dalam aplikasi pertanian presisi.

4. Pembahasan

Sistem penyiraman otomatis berbasis *Node-RED* dan robotik ini menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi pertanian, terutama dalam pengelolaan air, yang merupakan salah satu aspek paling krusial dalam keberlanjutan sektor pertanian. Penggunaan *Node-RED* sebagai pusat kontrol memberikan fleksibilitas tinggi dalam integrasi sensor dan perangkat IoT lainnya, memungkinkan berbagai perangkat untuk bekerja secara sinkron dalam memantau dan mengelola kebutuhan air tanaman. Antarmuka visual *Node-RED*, yang berbasis drag-and-drop, memudahkan proses pemrograman dan pengendalian sistem secara real-time, sehingga pengguna dengan sedikit pengetahuan teknis sekalipun dapat mengoperasikan sistem ini dengan lebih mudah dibandingkan metode pemrograman konvensional yang rumit. Penggunaan robot penyiram juga memberikan kelebihan dalam hal mobilitas dan presisi penyiraman. Robot dapat diarahkan secara otomatis untuk mendistribusikan air hanya di area yang dibutuhkan, berdasarkan data yang dikumpulkan dari sensor kelembapan atau kondisi tanah. Hal ini mengurangi pemborosan air dan meningkatkan efisiensi distribusi sumber daya, terutama di daerah yang memiliki ketersediaan air terbatas. Meski demikian, terdapat beberapa tantangan yang harus dihadapi, terutama dalam hal perawatan robot yang memerlukan perhatian khusus dan penyesuaian terhadap kondisi medan yang tidak rata, yang bisa memengaruhi pergerakan robot. Saat ini, fokus penelitian terdapat pada

kombinasi sistem motorik berupa robot dan *Node-RED* yang dapat diimplementasikan sebagai salah satu referensi proses penyiraman. Metode ini diharapkan bisa menggantikan cara penyiraman konvensional atau terpusat yang selama ini kurang efisien, di mana setiap tanaman tidak selalu mendapatkan kadar nutrisi dan air yang sesuai dengan kebutuhannya. Implementasi sistem ini di masa depan dapat memberikan solusi yang lebih tepat dalam pengelolaan air dan nutrisi tanaman secara otomatis dan terkoordinasi.

Sistem penyiraman otomatis berbasis *Node-RED* dan robotik ini menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi pertanian, terutama dalam pengelolaan air, yang merupakan salah satu aspek paling krusial dalam keberlanjutan sektor pertanian. Hasil uji coba sistem ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi ini mampu mengurangi penggunaan air hingga 30% dibandingkan dengan metode penyiraman manual. Robot penyiram hanya mendistribusikan air pada area yang membutuhkan berdasarkan data kelembaban tanah, sehingga mengurangi pemborosan air dan memastikan setiap tanaman mendapatkan jumlah air yang sesuai. Selain itu, robot penyiram menunjukkan kemampuan tinggi dalam mendeteksi area yang membutuhkan air, yang berkontribusi pada efisiensi distribusi sumber daya, terutama di daerah yang memiliki ketersediaan air terbatas. Penggunaan *Node-RED* sebagai pusat kontrol memberikan fleksibilitas tinggi dalam integrasi sensor dan perangkat IoT lainnya, memungkinkan berbagai perangkat untuk bekerja secara sinkron dalam memantau dan mengelola kebutuhan air tanaman. Antarmuka visual *Node-RED*, yang berbasis drag-and-drop, memudahkan proses pemrograman dan pengendalian sistem secara real-time, sehingga pengguna dengan sedikit pengetahuan teknis sekalipun dapat mengoperasikan sistem ini dengan lebih mudah dibandingkan metode pemrograman konvensional yang rumit. Dengan menggunakan *Node-RED* Dashboard, pengguna dapat memantau kondisi kelembaban tanah dan suhu lingkungan secara real-time, memungkinkan intervensi manual jika diperlukan.

Mekanisme uji coba yang dilakukan melibatkan beberapa langkah, termasuk persiapan dan instalasi sensor serta robot penyiram, pengukuran baseline dengan metode penyiraman manual, dan implementasi sistem otomatis yang mengumpulkan data kelembaban tanah secara real-time. Data penggunaan air dan kondisi tanah dicatat selama periode pengujian, dan analisis hasil menunjukkan bahwa sistem ini tidak hanya mengurangi penggunaan air secara signifikan tetapi juga meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sumber daya air. Meski demikian, terdapat beberapa tantangan yang harus dihadapi, terutama dalam hal perawatan robot yang memerlukan perhatian khusus dan penyesuaian terhadap kondisi medan yang tidak rata, yang bisa memengaruhi pergerakan robot.

Tabel 3. Hasil dan Perbedaan Penyiraman Menggunakan Metode Manual dan Metode Otomatis

Parameter	Metode Manual	Metode Otomatis
Jumlah air yang digunakan	1000 L	700 L
Kelembaban rata – rata tanah	Tidak diketahui	60 %
Jumlah penyiraman tanaman (per ₃ minggu)		2
Akurasi Penyiraman	Tidak diketahui	95 %
Waktu Pemantauan (jam/hari)	1	24

Pada Tabel 3 menunjukkan bagaimana perbedaan antara metode manual dan metode otomatis, metode manual memiliki kelemahan, dikarenakan tidak menggunakan teknologi dalam proses penyiraman yang lebih efisien dan efektif maka jumlah air yang digunakan juga lebih banyak, berbanding terbalik dengan menggunakan metode otomatis yang digunakan.

Saat ini, fokus penelitian terdapat pada kombinasi sistem motorik berupa robot dan *Node-RED* yang dapat diimplementasikan sebagai salah satu referensi proses penyiraman. Metode ini diharapkan bisa menggantikan cara penyiraman konvensional atau terpusat yang selama ini kurang efisien, di mana setiap tanaman tidak selalu mendapatkan kadar nutrisi dan air yang sesuai dengan kebutuhannya. Implementasi sistem ini di masa depan dapat memberikan solusi yang lebih tepat dalam pengelolaan air dan nutrisi tanaman secara otomatis dan terkoordinasi.

5. Kesimpulan

Penggunaan *Node-RED* dan teknologi robotik pada sistem penyiraman otomatis berbasis IoT memberikan solusi yang efisien dalam manajemen air pada pertanian cerdas. Sistem ini tidak hanya mampu mengurangi penggunaan air secara signifikan, tetapi juga menawarkan fleksibilitas dan kemudahan kontrol bagi petani melalui antarmuka yang ramah pengguna. Pengembangan lebih lanjut dari teknologi ini dapat difokuskan pada peningkatan otonomi robot penyiram dan integrasi dengan sensor-sensor tambahan untuk deteksi kondisi tanaman secara lebih komprehensif. Serta Tingkat efisiensi yang dilakukan adalah pengurangan jumlah air yang signifikan pada sistem yang ada yaitu, Sistem otomatis menggunakan air sebanyak 700 liter, lebih hemat dibandingkan metode manual yang memerlukan 1000 liter. Selain itu, sistem otomatis mampu menjaga kelembaban tanah rata-rata sebesar 60% dan memiliki akurasi penyiraman hingga 95%. Frekuensi penyiraman juga lebih rendah, yaitu 2 kali per minggu dibandingkan dengan 3 kali per minggu pada metode manual. Sistem otomatis memungkinkan pemantauan selama 24 jam per hari, memberikan fleksibilitas dan kemudahan bagi pengguna.

Ucapan Terima Kasih: Terima kasih kepada P3M Politeknik Negeri Jember, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Referensi

- [1] M. T. Yaseen, F. Y. Abdullah, and M. H. Almallah, "Smart Green Farm," *2020 7th International Conference on Electrical and Electronics Engineering, ICEEE 2020*, pp. 299–302, 2020, doi: 10.1109/ICEEE49618.2020.9102495.
- [2] A. D. Asham, M. Hanaa, B. Alyoubi, A. M. Badawood, and I. Alharbi, "A simple integrated smart green home design," *2017 Intelligent Systems Conference, IntelliSys 2017*, vol. 2018-Janua, no. September, pp. 194–197, 2018, doi: 10.1109/IntelliSys.2017.8324290.
- [3] J. Morales-García, F. Terroso-Sáenz, and J. M. Cecilia, "A multi-model deep learning approach to address prediction imbalances in smart greenhouses," *Comput Electron Agric*, vol. 216, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.compag.2023.108537.
- [4] P. K. Tripathy, A. K. Tripathy, A. Agarwal, and S. P. Mohanty, "MyGreen: An IoT-Enabled Smart Greenhouse for Sustainable Agriculture," *IEEE Consumer Electronics Magazine*, vol. 10, no. 4, pp. 57–62, Jul. 2021, doi: 10.1109/MCE.2021.3055930.
- [5] V. Y. Chandrappa, B. Ray, N. Ashwatha, and P. Shrestha, "Spatiotemporal modeling to predict soil moisture for sustainable smart irrigation," *Internet of Things (Netherlands)*, vol. 21, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.iot.2022.100671.
- [6] R. Togneri *et al.*, "Soil moisture forecast for smart irrigation: The primetime for machine learning," *Expert Syst Appl*, vol. 207, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.eswa.2022.117653.
- [7] G. Bekaroo and A. Santokhee, "Power consumption of the Raspberry Pi: A comparative analysis," *2016 IEEE International Conference on Emerging Technologies and Innovative Business Practices for the Transformation of Societies, EmergiTech 2016*, no. August, pp. 361–366, 2016, doi: 10.1109/EmergiTech.2016.7737367.
- [8] J. Abidin, R. Darmawan, and M. A. Farel, "Perbandingan Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Arduino Uno dan Raspberry Pi 3," *Conference on Electrical Engineering, Telematics, Industrial Technology, and Creative Media 2019*, pp. 54–57, 2019, Accessed: Sep. 26, 2024. [Online]. Available: <https://conferences.ittelkom-pwt.ac.id/index.php/centive/article/view/89>
- [9] D. Hercog, T. Lerher, M. Truntič, and O. Težak, "Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices," *Sensors*, vol. 23, no. 15, Aug. 2023, doi: 10.3390/s23156739.
- [10] P. Dan, P. Tanaman, O. Berbasi, I. Rinaldi, Y. Oktarina, and T. Dewi, "Implementasi Fuzzy logic dalam Mengendalikan Input dan Output pada Penyiraman dan Pemupukan Tanaman Otomatis Berbasis IoT," vol. 3, no. 2, pp. 65–73, 2022, [Online]. Available: <http://journal.isas.or.id/index.php/JASENS>
- [11] M. Arwin Wijaya *et al.*, "PURWARUPA PENYIRAMAN OTOMATIS DENGAN ARSITEKTUR MQTT DAN LOGIKA FUZZY SUGENO UNTUK MENINGKATKAN KEEFEKTIFAN MANAJEMEN PENYIRAMAN

- TANAMAN (STUDI KASUS : ITERA)," *JTIULM*, vol. 5, no. 2, pp. 49–56, Oct. 2020, Accessed: Sep. 24, 2024. [Online]. Available: <https://jtiulm.ti.ft.ulm.ac.id/index.php/jtiulm/article/view/55>
- [12] S. Mulyono, M. Qomaruddin, and M. Syaiful Anwar, "Penggunaan *Node-RED* pada Sistem Monitoring dan Kontrol Green House berbasis Protokol MQTT," *Jurnal Transistor Elektro dan Informatika (TRANSISTOR EI)*, vol. 3, no. 1, pp. 31–44, 2018, Accessed: Sep. 26, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.unissula.ac.id/index.php/EI/article/view/3055>
- [13] I. Islamy and L. M. Wisudawati, "Sistem Monitoring Smart Garden Tanaman Cabai Berbasis IoT Menggunakan Protokol MQTT, Node Red, dan Telegram Bot," *Jurnal Teknotan*, vol. 17, no. 3, p. 197, Dec. 2023, doi: 10.24198/jt.vol17n3.6.
- [14] N. Nikolov, "Research of MQTT, CoAP, HTTP and XMPP IoT Communication protocols for Embedded Systems," *2020 29th International Scientific Conference Electronics, ET 2020 - Proceedings*, pp. 18–21, 2020, doi: 10.1109/ET50336.2020.9238208.
- [15] J. Carlos Díaz-P Erez and T. E. Eaton, "Eggplant (*Solanum melongena* L.) Plant Growth and Fruit Yield as Affected by Drip Irrigation Rate," *HORTSCIENCE*, vol. 50, no. 11, pp. 1709–1714, 2015, Accessed: Sep. 26, 2024. [Online]. Available: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/50/11/article-p1709.xml>