

Desain dan Implementasi Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Mikrokontroler ESP

Diyajeng Luluk Karlina

Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,
Serang, Indonesia

Alamat: Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec. Serang Kota Serang, Banten 42117

Korespondensi penulis: diyajeng@untirta.ac.id

Abstract. This research develops a prototype of an automatic watering device based on the Internet of Things (IoT) and a soil moisture sensor to improve the efficiency of watering crops in agricultural fields. The main problem addressed is the consistency and efficiency of watering in large agricultural fields, where traditional management is prone to human error and inefficient water use. The developed prototype uses an ESP8266 microcontroller (NodeMCU) as the brain of the system connected to a Wi-Fi network, allowing remote monitoring and control via the Blynk application. A soil moisture sensor is used to detect soil conditions in real-time, triggering watering only when needed. This helps optimize water use and increase agricultural productivity sustainably. This research outlines the methodological steps from design, manufacturing, to implementation of the prototype in the field. Evaluation of the results shows that the system successfully regulates watering effectively based on soil conditions, with positive responses from farmers as end users.

Keywords: Internet of Things, Irrigation, Microcontroller

Abstrak. Penelitian ini mengembangkan sebuah prototipe alat penyiraman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dan sensor kelembapan tanah untuk meningkatkan efisiensi penyiraman tanaman di lahan pertanian. Masalah utama yang diatasi adalah konsistensi dan efisiensi penyiraman pada lahan pertanian yang luas, di mana pengelolaan tradisional rentan terhadap kesalahan manusia dan penggunaan air yang tidak efisien. Prototipe yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP8266 (NodeMCU) sebagai otak sistem yang terhubung ke jaringan Wi-Fi, memungkinkan monitoring dan kontrol dari jarak jauh melalui aplikasi Blynk. Sensor kelembapan tanah digunakan untuk mendeteksi kondisi tanah secara real-time, memicu penyiraman hanya saat dibutuhkan. Ini membantu mengoptimalkan penggunaan air dan meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan. Studi ini menguraikan langkah-langkah metodologis dari perancangan, pembuatan, hingga implementasi prototipe di lapangan. Evaluasi hasil menunjukkan bahwa sistem berhasil mengatur penyiraman secara efektif berdasarkan kondisi tanah, dengan respons positif dari petani sebagai pengguna akhir.

Kata kunci: Internet of Things, Irigasi, Mikrokontroller

1. LATAR BELAKANG

Latar belakang dari penelitian ini terletak pada tantangan yang dihadapi oleh petani dalam menyediakan penyiraman tanaman yang konsisten dan efisien, terutama di lahan pertanian yang luas. Masalah ini menjadi semakin penting di tengah perubahan iklim global dan meningkatnya tekanan untuk meningkatkan produktivitas pertanian sambil mengurangi penggunaan sumber daya seperti air (Setiadi & Abdul Muhaemin, 2018). Tradisionalnya, pengelolaan penyiraman dilakukan secara manual, yang rentan terhadap kesalahan manusia dan tidak efisien dalam penggunaan air. Dalam konteks ini, penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dan sensor kelembapan tanah menawarkan solusi yang potensial (Lee & Lee, 2015). Sistem penyiraman otomatis yang dikembangkan memanfaatkan mikrokontroler

ESP8266 (NodeMCU) sebagai otak dari sistem, yang dapat terhubung dengan jaringan Wi-Fi untuk memungkinkan monitoring dan kontrol dari jarak jauh(Pangestu et al., 2019).

NodeMCU ESP8266 adalah modul mikrokontroler yang memiliki ESP8266 terintegrasi di dalamnya. ESP8266 berperan sebagai penghubung jaringan Wi-Fi yang memungkinkan(Bolanakis, 2019). NodeMCU terhubung ke internet dan berkomunikasi secara nirkabel. NodeMCU awalnya menggunakan bahasa pemrograman Lua, tetapi juga mendukung pengembangan menggunakan Arduino IDE untuk penulisan kode programnya(Hussain et al., 2016).

Menurut Coordinator and Support Action for global RFID-related activities and standardisation, Internet of Things (IoT) adalah infrastruktur global untuk menghubungkan benda fisik dan virtual dengan memanfaatkan data yang tertangkap dan teknologi komunikasi. Infrastruktur IoT terdiri dari jaringan yang sudah ada dan internet(Abdul-qawy et al., 2015), serta pengembangannya. Ini memberikan kemampuan untuk mengidentifikasi objek dan sensor serta koneksi yang merupakan dasar untuk mengembangkan layanan dan aplikasi yang bekerja secara independen. IoT juga ditandai dengan tingkat otonomi tinggi dalam penangkapan data, transfer kejadian, konektivitas jaringan, dan interoperabilitas(Mahmoud et al., 2016).

Teknologi Internet of Things (IoT) adalah fase baru dalam perkembangan internet yang melibatkan konektivitas peralatan elektronik dengan jaringan komputer untuk berinteraksi dengan sistem terbenam. IoT berbasis pada perangkat yang menyediakan kontrol, penginderaan, aktuasi, dan pemantauan(Rehman et al., 2017). Perangkat IoT mampu berkomunikasi dengan perangkat dan aplikasi lain yang terhubung, serta mengumpulkan dan memproses data baik secara lokal maupun dengan mentransfer data ke server pusat dalam aplikasi berbasis cloud. Perangkat IoT beroperasi dalam batasan-batasan seperti kapasitas pemrosesan, latensi komunikasi, dan kecepatan, serta memiliki antarmuka yang dapat berupa kabel maupun nirkabel untuk komunikasi dengan perangkat lain, termasuk antarmuka I/O untuk sensor(Abdelfattah et al., 2020).

Sensor kelembapan tanah digunakan untuk secara akurat mendeteksi kondisi tanah, yang memicu pengaktifan penyiraman hanya saat dibutuhkan, sehingga mengoptimalkan penggunaan air dan meningkatkan efisiensi pengelolaan pertanian(Sikarwar & Yadav, 2015). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah prototipe yang tidak hanya dapat mengatasi tantangan teknis dalam penyiraman otomatis, tetapi juga memberikan solusi yang praktis dan efektif bagi petani dalam meningkatkan hasil pertanian mereka dengan cara yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

2. KAJIAN TEORITIS

Mikrokontroler dapat diartikan sebagai sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar komponennya berada dalam satu chip IC, yang disebut single chip microcomputer. Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik, berbeda dengan PC (Personal Computer) yang memiliki beragam fungsi. Perbedaan lainnya adalah perbandingan RAM dan ROM yang sangat berbeda antara komputer dengan mikrokontroler(Babiuch et al., 2019).

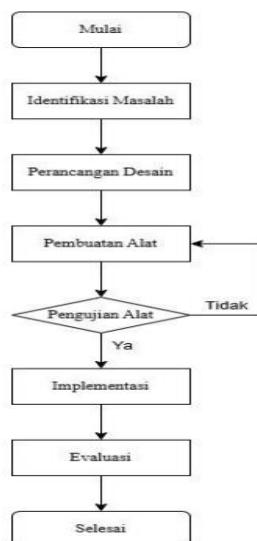
Mikrokontroler merupakan chip berupa IC (Integrated Circuit) yang dapat menerima sinyal input, kemudian melakukan pengolahan sehingga dapat memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diinginkan atau diinputkan. Sinyal input mikrokontroler bersumber dari sensor dimana informasinya berasal dari lingkungan kemudian diteruskan ke aktuator untuk diolah agar menghasilkan sinyal output(Ismailov, 2022).

Bahasa pemrograman yang digunakan mikrokontroler yaitu bahasa pemrograman assembly, prinsipnya menggunakan teknologi digital dasar sehingga pengoperasian alat dengan memanfaatkan mikrokontroller menjadi lebih mudah. Bahasa pemrograman assembly mudah dipahami karena parameter input dan output langsung bisa diakses tanpa proses perintah yang rumit(Wu et al., 2020).

3. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini berisi mengenai tahapan – tahapan yang dilakukan dalam penelitian. Prosedur penelitian terdiri dari beberapa langkah agar mampu mencapai tujuan dari penelitian. Secara garis besar prosedur penelitian digambarkan dalam diagram alir dan digaram alir pembuatan prototype dibawah ini.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang dihadapi petani, yaitu kebutuhan akan sistem penyiraman otomatis yang efisien dan konsisten, terutama di lahan yang luas. Setelah masalah diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah merancang desain alat penyiraman otomatis yang memanfaatkan teknologi IoT dan sensor kelembapan tanah. Desain ini mencakup detail teknis, komponen yang akan digunakan, dan cara kerja sistem secara keseluruhan. Setelah desain selesai, peneliti membuat prototipe alat penyiraman otomatis tersebut. Proses pembuatan melibatkan perakitan komponen, pemrograman mikrokontroler, dan integrasi sensor kelembapan tanah dengan sistem IoT.

Prototipe yang telah dibuat kemudian diuji untuk memastikan alat bekerja sesuai dengan desain dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Jika alat tidak berfungsi dengan baik, peneliti kembali ke tahap pembuatan untuk melakukan perbaikan atau penyesuaian yang diperlukan. Jika alat berfungsi dengan baik, penelitian dilanjutkan ke tahap implementasi. Pada tahap implementasi, alat penyiraman otomatis yang telah diuji dan terbukti berfungsi dengan baik diimplementasikan di lahan petani. Implementasi ini melibatkan pemasangan alat pada lahan yang sesungguhnya dan memastikan alat beroperasi dalam kondisi lapangan.

Setelah implementasi, peneliti melakukan evaluasi terhadap kinerja alat penyiraman otomatis, termasuk pengamatan terhadap efektivitas penyiraman, dampak terhadap pertumbuhan tanaman, dan feedback dari petani pengguna. Setelah semua tujuan penelitian tercapai dan hasilnya didokumentasikan, penelitian ini dianggap selesai.

Diagram Alir Prototype



Gambar 2. Diagram Alir Prototype

Untuk alur perancangan dari prototype alat penyiraman otoamatis, maka disajikan dalam bentuk diagram alir sistem *smart irrigation* dibawah ini. Penelitian dimulai dengan tahap deklarasi dan inisialisasi, di mana sistem mempersiapkan semua variabel dan komponen yang dibutuhkan untuk operasional, seperti menginisialisasi sensor kelembapan tanah dan modul IoT yang digunakan.

Setelah inisialisasi selesai, sistem membaca data dari sensor kelembapan tanah untuk mengetahui kondisi tanah saat itu. Hasil pembacaan sensor kelembapan tanah kemudian dikirimkan ke platform Blynk, sebuah platform IoT yang memungkinkan pemantauan dan kontrol perangkat secara real-time melalui aplikasi mobile. Setelah data dikirimkan ke Blynk, sistem memeriksa apakah hasil pembacaan sensor menunjukkan kondisi tanah yang kering atau tidak. Jika hasil pembacaan menunjukkan bahwa tanah kering, sistem akan mengaktifkan relay yang berfungsi sebagai saklar untuk menyalakan pompa air, sehingga penyiraman tanaman dimulai. Jika hasil pembacaan menunjukkan bahwa tanah tidak kering, sistem akan kembali ke proses pembacaan sensor untuk terus memantau kelembapan tanah. Setelah penyiraman selesai, relay akan dinonaktifkan untuk menghentikan aliran air. Sistem kemudian kembali ke tahap awal untuk terus memantau kondisi kelembapan tanah secara berkelanjutan. Siklus ini akan terus berulang sampai sistem dinonaktifkan atau penelitian selesai.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN



```

● ● ● Mikrokontroller
// Kelompok Mikrokontroller
// Izzal, Ramisa, Sohip, Khalla

const int soilSensorPin = A0; // Pin A0 untuk soil moisture sensor
const int relayPin = D1; // Pin D1 untuk relay

void setup() {
    pinMode(soilSensorPin, INPUT);
    pinMode(relayPin, OUTPUT);
}

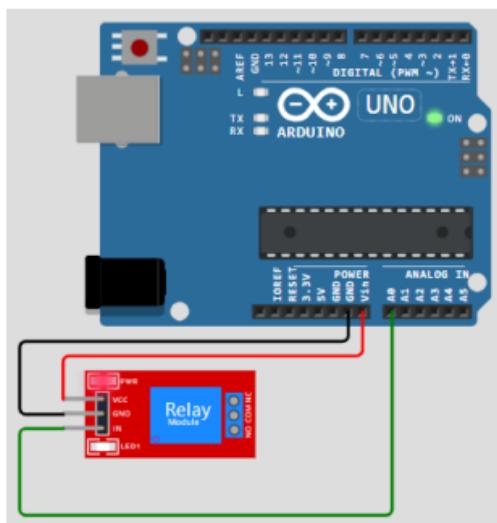
void loop() {
    int soilMoisture = analogRead(soilSensorPin); // Baca nilai analog dari sensor
    if (soilMoisture < 500) {
        // Tanah Kering: nyalakan relay (pompa air)
        digitalWrite(relayPin, HIGH);
    } else {
        // Tanah basah: matikan relay (pompa air)
        digitalWrite(relayPin, LOW);
    }
    delay(1000); // Tunda pembacaan selama 1 detik
}

```

Gambar 3. *Source Code* Arduino

Program pada Gambar 3 adalah sebuah kode untuk mikrokontroler, seperti Arduino, yang bertujuan untuk mengontrol pompa air berdasarkan tingkat kelembaban tanah. Kode ini menggunakan dua pin, yaitu soilSensorPin yang terhubung ke pin analog A0 untuk membaca data dari sensor kelembaban tanah dan relayPin yang terhubung ke pin digital D1 untuk mengontrol relay yang mengaktifkan pompa air. Dalam fungsi setup(), pin soilSensorPin diset

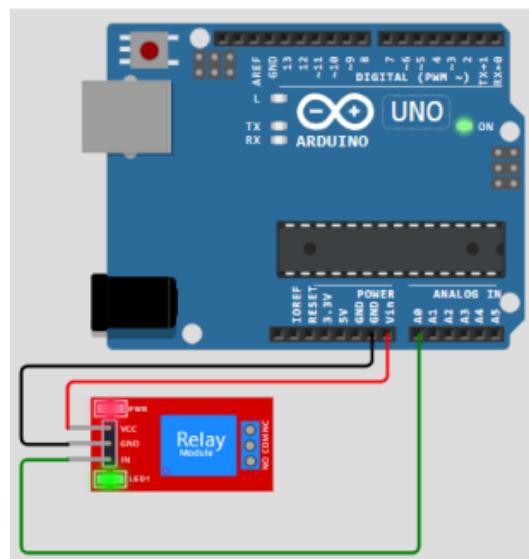
sebagai input dan relayPin diset sebagai output. Pada fungsi loop(), program membaca nilai kelembaban tanah dari sensor dan menyimpannya dalam variabel soilMoisture. Jika nilai ini kurang dari 500, yang berarti tanah kering, program akan mengaktifkan relay untuk menyalakan pompa air. Jika nilai kelembaban tanah 500 atau lebih, yang berarti tanah basah, program akan mematikan relay untuk mematikan pompa air. Selain itu, ada jeda satu detik sebelum loop mengulang untuk memberikan waktu antara pembacaan sensor berikutnya. Dengan demikian, program ini secara otomatis mengatur penyiraman berdasarkan kondisi kelembaban tanah, memastikan tanaman mendapatkan air yang cukup.



Gambar 4. Relay dalam Keadaan Mati

Ketika relay pada Gambar 4 berada dalam keadaan mati, kondisi tanah di sekitar sensor kelembaban cukup basah sehingga elektromagnet pada relay tidak diaktifkan. Dalam keadaan ini, kontak saklar relay berada dalam kondisi Normally Closed (NC), yang berarti kontak saklar tetap menyambung ketika relay tidak diaktifkan. Akibatnya, arus listrik tidak mengalir melalui relay, menyebabkan perangkat yang terhubung, seperti pompa air, tetap mati. Jadi, saat tanah basah dan relay tidak aktif, perangkat yang terhubung tidak menerima daya listrik dan tidak beroperasi.

Ketika relay pada Gambar 5 berada dalam keadaan menyala, tanah di sekitar sensor kelembaban kering, sehingga elektromagnet pada relay diaktifkan. Dalam kondisi ini, kontak saklar relay berada dalam posisi Normally Open (NO), yang berarti kontak saklar biasanya terputus ketika relay tidak diaktifkan. Namun, karena relay diaktifkan, kontak saklar berubah menjadi tertutup, memungkinkan arus listrik mengalir melalui relay. Akibatnya, perangkat yang terhubung, seperti pompa air, menerima daya listrik dan menyala. Jadi, saat tanah kering dan relay aktif, perangkat yang terhubung beroperasi karena adanya aliran arus listrik.



Gambar 5. Relay Dalam Keadaan Menyala

Tabel 1. Data Pemrograman Kondisi Penyiraman

Kelembapan Tanah	Relay	Pompa
0-100	Menyala	Aktif
101-200	Menyala	Aktif
201-300	Menyala	Aktif
301-400	Menyala	Aktif
401-500	Menyala	Aktif
501-600	Mati	Non Aktif
>600	Mati	Non Aktif

Tabel 1 menggambarkan bagaimana sistem otomatis mengontrol relay dan pompa air berdasarkan tingkat kelembapan tanah yang terukur. Pada tingkat kelembapan tanah antara 0-500, relay menyala dan pompa air aktif, memastikan tanah tetap mendapatkan air yang cukup karena tanah dalam kondisi kering atau mendekati kering. Namun, ketika tingkat kelembapan mencapai 501-600 atau lebih tinggi dari 600, relay mati dan pompa air menjadi non-aktif, mencegah pengairan berlebihan saat tanah sudah cukup lembap atau basah. Dengan demikian, tabel ini menunjukkan bagaimana sistem menjaga keseimbangan kelembapan tanah dengan mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air sesuai dengan tingkat kelembapan yang terdeteksi, memastikan tanaman mendapat air yang cukup tanpa terjadi overwatering.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa prototipe alat penyiraman otomatis ini efektif dalam menjawab tantangan penyiraman tanaman di lahan petani. Sistem yang teruji menggunakan sensor kelembapan tanah mampu mengoptimalkan penggunaan air secara otomatis berdasarkan kondisi aktual tanah. Implementasi menggunakan NodeMCU dan platform Blynk memungkinkan monitoring dan kontrol yang mudah dan fleksibel. Respons positif dari petani pengguna menunjukkan adopsi teknologi yang baik dan potensi untuk

pengembangan lebih lanjut dalam meningkatkan efisiensi pertanian. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan untuk terus mengumpulkan feedback dari pengguna agar dapat melakukan iterasi dan perbaikan terhadap desain dan kinerja alat penyiraman otomatis ini. Integrasi dengan sistem monitoring cuaca atau sensor lainnya untuk memperbaiki prediksi kebutuhan air tanaman dan mengoptimalkan waktu penyiraman juga menjadi langkah yang dapat dieksplorasi lebih lanjut. Selain itu, penelitian mendatang dapat mempertimbangkan pengembangan model yang lebih scalable dan biaya efektif untuk memenuhi kebutuhan petani dengan lahan yang beragam. Dengan terus meningkatkan kemampuan teknologi ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian.

DAFTAR REFERENSI

- Abdelfattah, A. H., Sabirov, R. F., Ivanov, B. L., Lushnov, M. A., & Sabirov, R. A. (2020). Calibration of soil humidity sensors of automatic irrigation controller. *BIO Web of Conferences*, 17, 00249. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700249>
- Abdul-Qawy, A. S., Pramod, P. J., Magesh, E., & Srinivasulu, T. (2015). Internet of Things (IoT): An overview. *International Institute of Engineers*, 5(12), 71–82. <https://doi.org/10.15242/iie.e0315045>
- Babiuch, M., Foltýnek, P., & Smutný, P. (2019). Using the ESP32 microcontroller for data processing. *2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CarpathianCC.2019.8765944>
- Bolanakis, D. E. (2019). A survey of research in microcontroller education. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 14(2), 50–57. <https://doi.org/10.1109/RITA.2019.2922856>
- Hussain, A., Hammad, M., Hafeez, K., & Zainab, T. (2016). Programming a microcontroller. *International Journal of Computer Applications*, 155(5), 21–26. <https://doi.org/10.5120/ijca2016912310>
- Ismailov, A. S. (2022). Study of Arduino microcontroller board. *International Journal of Advanced Research*, 3(3), 172–179.
- Lee, I., & Lee, K. (2015). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), 431–440. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.03.008>
- Mahmoud, R., Yousuf, T., Aloul, F., & Zualkernan, I. (2016). Internet of Things (IoT) security: Current status, challenges, and prospective measures. *2015 10th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST)*, 336–341. <https://doi.org/10.1109/ICITST.2015.7412116>

Pangestu, A. D., Ardianto, F., & Alfaresi, B. (2019). Sistem monitoring beban listrik berbasis Arduino NodeMCU ESP8266. *Jurnal Ampere*, 4(1), 187. <https://doi.org/10.31851/ampere.v4i1.2745>

Rehman, A. U., Asif, R. M., Tariq, R., & Javed, A. (2017). GSM-based solar automatic irrigation system using moisture, temperature, and humidity sensors. *2017 International Conference on Engineering Technology and Technopreneurship (ICE2T 2017)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICE2T.2017.8215945>

Setiadi, D., & Abdul Muhaemin, M. N. (2018). Penerapan Internet of Things (IoT) pada sistem monitoring irigasi (Smart Irigasi). *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 3(2), 95. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2018.3.2.108>

Sikarwar, S., & Yadav, B. C. (2015). Opto-electronic humidity sensor: A review. *Sensors and Actuators A: Physical*, 233, 54–70. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2015.05.007>

Wu, Z., Qiu, K., & Zhang, J. (2020). A smart microcontroller architecture for the Internet of Things. *Journal of Embedded Systems and Applications*, 1, 1–17.