

# Implementation of Automatic Watering Using Sprinkler Irrigation and Drip Irrigation in the Cultivation Brazilian Spinach (*Alternanthera Sissoo*)

## [Implementasi Penyiraman Otomatis Menggunakan Irigasi Sprinkler dan Irigasi Tetes dalam Budidaya Bayam Brazil (*Alternanthera Sissoo*)]

Nanang Prasetyo<sup>1)</sup>, Syamsudduha Syahririni\*<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: syahririni@umsida.ac.id

**Abstract.** *Modern agriculture currently optimizes the use of resources, especially water, which is a major factor in supporting plant growth. Climate change and limited productive land have driven the need for technological innovations that can improve cultivation efficiency. This study aims to design and implement an automatic irrigation system using a combination of sprinkler and drip irrigation methods in Brazilian spinach cultivation. The system was developed based on an Arduino Atmega2560 microcontroller using a soil moisture sensor as the main parameter in irrigation control. The sprinkler irrigation method is used to maintain even soil moisture throughout the planting area, while drip irrigation is focused on the root area to maintain soil microclimate stability and improve water use efficiency. This study uses the Research and Development (R&D) method through the stages of problem identification, design, manufacturing, testing, and system analysis. The test results showed that the system was able to work automatically according to the specified thresholds, namely the sprinkler pump was active at a moisture level of <36% and stopped at >56%, while the drip irrigation pump maintained stable moisture in the root area. The implementation of this system has proven to improve water use efficiency, maintain optimal soil moisture, and support better growth of Brazilian spinach compared to manual watering. Thus, this system has the potential to be developed as an efficient and sustainable smart farming solution for various types of crops.*

**Keywords** - Automatic Irrigation, Sprinkler Irrigation, Drip Irrigation, Soil Moisture, Brazilian Spinach, Smart Farming.

**Abstrak.** *Pertanian modern saat ini mengoptimalkan penggunaan sumber daya, khususnya air, yang merupakan faktor utama dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Akibat perubahan iklim, serta keterbatasan lahan produktif, mendorong perlunya inovasi teknologi yang mampu meningkatkan efisiensi budidaya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem penyiraman otomatis menggunakan kombinasi metode irigasi sprinkler dan irigasi tetes pada budidaya bayam brazil. Sistem dikembangkan berbasis mikrokontroler Arduino Atmega2560 dengan memanfaatkan sensor soil moisture sebagai parameter utama dalam pengendalian penyiraman. Metode irigasi sprinkler digunakan untuk menjaga kelembapan tanah secara merata pada seluruh area tanam, sedangkan irigasi tetes difokuskan pada area perakaran untuk menjaga kestabilan mikroklimat tanah serta meningkatkan efisiensi penggunaan air. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) melalui tahapan identifikasi masalah, perancangan, pembuatan, pengujian, serta analisis sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara otomatis sesuai ambang batas yang telah ditentukan, yaitu pompa sprinkler aktif pada kelembapan <36% dan berhenti pada >56%, sedangkan pompa irigasi tetes menjaga kelembapan area akar secara stabil. Implementasi sistem ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air, menjaga kelembapan tanah dalam kondisi optimal, serta mendukung pertumbuhan bayam brazil secara lebih baik dibandingkan penyiraman manual. Dengan demikian, sistem ini berpotensi dikembangkan sebagai solusi smart farming yang efisien dan berkelanjutan pada berbagai jenis tanaman.*

**Kata Kunci** - Penyiraman Otomatis, Irigasi Sprinkler, Irigasi Tetes, Kelembapan Tanah, Bayam Brazil, Pertanian Cerdas.

## I. PENDAHULUAN

Pertanian modern saat ini mengoptimalkan penggunaan sumber daya, khususnya air, yang merupakan faktor utama dalam menunjang pertumbuhan tanaman [1]. Ketersediaan air yang tidak menentu akibat perubahan iklim, serta keterbatasan lahan produktif, mendorong perlunya inovasi teknologi yang mampu meningkatkan efisiensi budidaya [2]. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan sistem irigasi otomatis berbasis sensor, sehingga kebutuhan air tanaman dapat dipenuhi secara tepat waktu dan sesuai kondisi lapangan [3].

Salah satu komoditas yang berpotensi tinggi untuk dikembangkan adalah Bayam Brazil (*Alternanthera sissou*). Tanaman ini dikenal sebagai sayuran fungsional dengan kandungan gizi yang baik, mudah dibudidayakan, dan

memiliki nilai ekonomi yang cukup menjanjikan [4]. Namun, pertumbuhan optimal Bayam Brazil sangat dipengaruhi oleh pengelolaan air, khususnya dalam menjaga kelembapan tanah dan kestabilan suhu di sekitar akar. Pola penyiraman manual yang masih umum dilakukan petani seringkali kurang efisien, karena hanya mengandalkan perkiraan tanpa memperhatikan kebutuhan aktual tanaman [5]. Hal ini dapat menyebabkan pemborosan air, ketidakstabilan kelembapan tanah, serta pertumbuhan tanaman yang kurang maksimal.

Pemanfaatan teknologi penyiraman otomatis menawarkan solusi dalam mengatasi masalah tersebut [6]. Dalam penelitian ini, digunakan kombinasi dua metode irigasi, yaitu irigasi sprinkler dan irigasi tetes, yang masing-masing dikendalikan oleh sensor. Sistem irigasi sprinkler berfungsi menjaga kelembapan tanah secara merata di seluruh area tanam dengan kendali berbasis sensor soil moisture [7]. Sensor ini mampu mendeteksi kadar air dalam tanah secara real time, sehingga penyiraman hanya dilakukan ketika kelembapan berada di bawah batas yang ditentukan. Dengan demikian, penggunaan air menjadi lebih efisien dan tanaman tetap berada pada kondisi kelembapan ideal [8].

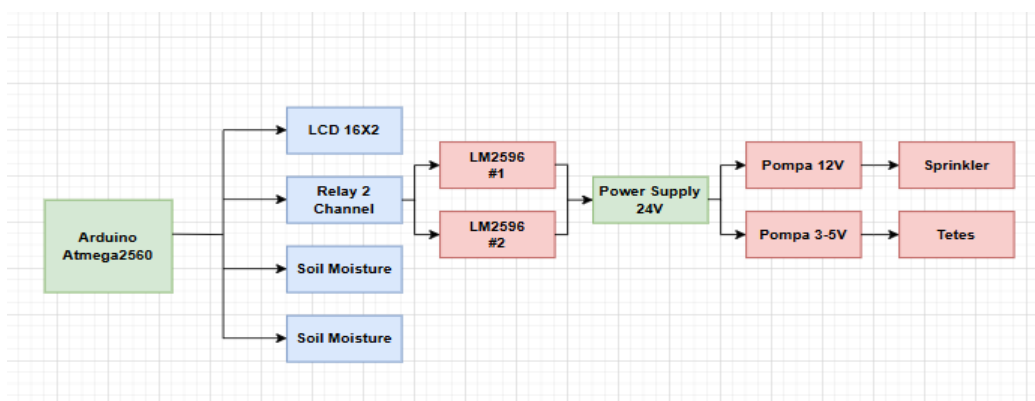
sehingga sistem penyiraman dapat diaktifkan ketika suhu melebihi ambang batas tertentu [9]. Penggunaan irigasi tetes memungkinkan distribusi air lebih terfokus di area akar, menjaga iklim mikro tanah tetap stabil, serta meminimalkan kehilangan air akibat evaporasi [10]. Kombinasi kedua metode ini diharapkan mampu mendukung pertumbuhan Bayam Brazil secara optimal, baik dari segi kualitas maupun kuantitas hasil panen.

Penelitian sebelumnya berjudul "Model Otomatisasi Alat Penyiraman Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno dan Sensor Kelembapan Tanah YL-69 Pada Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.)" menunjukkan bahwa pemanfaatan sensor kelembapan tanah dapat secara efektif mengatur penyiraman tanaman agar sesuai kebutuhan aktual [11]. Sistem yang dirancang mampu mendeteksi kondisi tanah secara otomatis mengaktifkan pompa ketika kelembapan dan suhu berada di bawah ambang batas tertentu. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa penggunaan teknologi berbasis mikrokontroler dan sensor mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air sekaligus mendukung pertumbuhan tanaman. Namun, penelitian tersebut masih berfokus pada satu jenis sensor dan metode penyiraman, sehingga perlu adanya pengembangan lebih lanjut dengan kombinasi sistem irigasi dan pemanfaatan sensor lain, agar hasil budidaya lebih optimal.

Dengan adanya implementasi penyiraman otomatis berbasis sensor, diharapkan dapat tercapai efisiensi penggunaan air, peningkatan produktivitas lahan, serta pengembangan sistem pertanian cerdas (smart farming) yang dapat diaplikasikan tidak hanya pada Bayam Brazil, tetapi juga pada komoditas pertanian lain [12]. Penelitian ini juga berperan dalam memberikan kontribusi terhadap inovasi teknologi pertanian berkelanjutan, khususnya di era keterbatasan sumber daya air dan kebutuhan pangan yang semakin meningkat.

## II. METODE

Analisa ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi perancangan sistem, pengambilan data, serta analisis kinerja sensor. Penelitian ini menggunakan metode penelitian R&D (Research and Deveploment) dengan tujuan pengembangan sistem dari penelitian terdahulu yang hanya menggunakan penyiraman otomatis berdasarkan kelembapan tanah menggunakan sensor Soil Moisture [11]. Pembaruan dari sistem terkini memberikan gambaran tentang implementasi penyiraman dengan 2 jenis metode irigasi yang berbeda yaitu, irigasi sprinkler dan irigasi tetes otomatis berdasarkan kelembapan tanah (%), serta menjelaskan langkah-langkah dan pengambilan data. Perancangan dari pengembangan sistem penyiraman otomatis terdiri dari Arduino Atmega2560. Data dalam penelitian ini yang berasal dari pengamatan saat pembuatan prototype tersebut, juga menggunakan data sekunder yang didapatkan dari studi literatur dan penelitian terdahulu yang berhubungan tentang irigasi sprinkler dan irigasi tetes dalam budidaya bayam brazil [13].



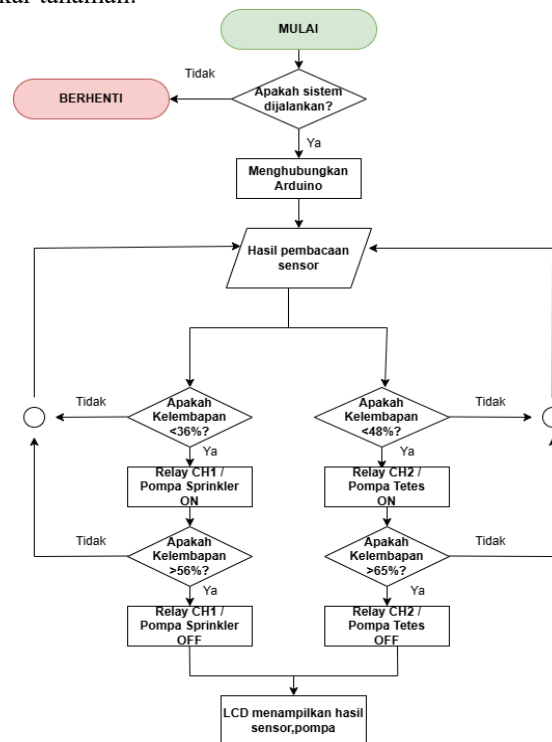
**Gambar 1.** Diagram Blok Sistem Penyiraman Otomatis

Gambar 1 menunjukkan diagram blok sistem penyiraman otomatis yang menggunakan Arduino Atmega2560 sebagai pengendali utama. Sistem menerima input dari dua sensor soil moisture untuk mendeteksi tingkat kelembapan tanah. Data tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler dan ditampilkan pada LCD 16x2. Berdasarkan nilai kelembapan tanah, Arduino akan mengontrol relay untuk mengaktifkan pompa air yang digunakan pada sistem irigasi sprinkler dan irigasi tetes. Tegangan dari power supply 24V diatur menggunakan modul LM2596 agar sesuai dengan kebutuhan masing-masing pompa sehingga sistem dapat bekerja secara optimal dalam menjaga kelembapan tanah tanaman.

Ditahap ini dilakukan perancangan sistem penyiraman otomatis dengan mempertimbangkan kondisi aktual di lapangan serta hasil studi pustaka terkait sistem irigasi berbasis mikrokontroler. Arduino ATmega2560 sebagai pengendali utama yang berfungsi untuk mengolah data dari sensor dan mengendalikan seluruh proses penyiraman. Untuk memantau kondisi kelembapan tanah digunakan dua sensor soil moisture yang ditempatkan pada area media tanam. Sensor ini berfungsi membaca tingkat kelembapan tanah yang kemudian dikirimkan ke Arduino untuk diproses sebagai dasar pengambilan keputusan dalam mengaktifkan sistem penyiraman. Data yang diperoleh dari sensor selanjutnya diproses oleh Arduino dan ditampilkan pada LCD 16x2 sehingga pengguna dapat memantau nilai kelembapan tanah secara real-time [14]. Dalam pengendalian aktuator digunakan relay 2 channel yang berfungsi sebagai saklar elektronik untuk menghidupkan dan mematikan pompa air sesuai dengan perintah dari mikrokontroler. [15]

Catu daya utama sistem berasal dari power supply 24V yang kemudian diturunkan tegangannya menggunakan dua modul LM2596 (step-down converter). Modul LM2596 digunakan untuk menyesuaikan tegangan yang dibutuhkan oleh masing-masing pompa agar sistem dapat bekerja dengan stabil dan aman. Pada sistem ini digunakan dua jenis pompa air, yaitu pompa 12V yang digunakan untuk sistem irigasi sprinkler, serta pompa 3–5V yang digunakan untuk irigasi tetes. Pompa 12V berfungsi menyemprotkan air melalui sprinkler sehingga air dapat tersebar merata ke seluruh permukaan media tanam. Sementara itu, pompa 3–5V menyalurkan air secara perlahan melalui selang irigasi tetes yang difokuskan pada area perakaran tanaman [16].

Dengan konfigurasi tersebut, sistem penyiraman otomatis dapat mengontrol distribusi air secara lebih efisien, di mana metode sprinkler membantu membasahi permukaan tanah secara merata, sedangkan metode irigasi tetes menjaga kelembapan pada area akar tanaman.



**Gambar 2.** Flowchart System

Pada Gambar 2 menunjukkan alur kerja sistem penyiraman otomatis berbasis Arduino. Proses dimulai ketika sistem dijalankan dan Arduino dihubungkan dengan seluruh komponen. Sensor soil moisture kemudian membaca nilai kelembapan tanah yang selanjutnya diproses oleh mikrokontroler. Jika nilai kelembapan tanah kurang dari 36%, maka relay channel 1 akan mengaktifkan pompa sprinkler. Pompa akan berhenti ketika kelembapan tanah telah melebihi 56%. Pada sistem irigasi tetes, pompa akan aktif ketika kelembapan tanah kurang dari 48% dan akan berhenti ketika

kelembapan melebihi 65%. Seluruh hasil pembacaan sensor dan kondisi sistem kemudian ditampilkan pada LCD sebagai informasi.

Perancangan sistem penyiraman otomatis berbasis mikrokontroler ini merupakan proses perancangan yang bertujuan untuk memantau dan mengendalikan kelembapan tanah secara otomatis dengan memanfaatkan sensor kelembapan dan aktuator pompa air. Sistem ini dirancang untuk bekerja mandiri berdasarkan nilai kelembapan tanah yang dibaca oleh sensor, tanpa memerlukan intervensi manual. Tahap awal dalam perancangan dimulai dengan penentuan batas ambang kelembapan tanah, yaitu. Jika nilai kelembapan tanah  $< 36\%$ , maka pompa air sprinkler akan menyala. Sistem terus memantau, dan ketika kelembapan tanah sudah mencapai  $> 56\%$  pompa irigasi sprinkler akan otomatis dimatikan, sama halnya dengan irigasi tetes, jika kelembapan tanah  $< 48\%$ , maka pompa air tetes akan menyala untuk memberikan suplai air. Sistem terus memantau, dan ketika kelembapan tanah turun hingga  $< 65\%$ , maka pompa irigasi tetes akan otomatis dimatikan. Nilai ini digunakan sebagai referensi logika pengambilan keputusan sistem dalam mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Pengujian Sensor Soil Moisture Berdasarkan Kelembapan Harian BMKG

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor soil moisture dalam mendeteksi tingkat kelembapan tanah pada tanaman bayam brazil. Sistem menggunakan dua sensor soil moisture yang dipasang pada area tanam untuk memantau kondisi kelembapan tanah secara real-time. Data yang diperoleh dari sensor digunakan sebagai parameter utama dalam mengendalikan sistem penyiraman otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560.

Pengambilan data dilakukan secara berkala setiap hari pada kondisi media tanam yang sama untuk memperoleh nilai kelembapan tanah yang stabil. Nilai kelembapan tanah yang diperoleh dari sensor kemudian dibandingkan dengan kisaran standar kelembapan yang direkomendasikan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika sebagai acuan kondisi kelembapan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan tanaman.

Sensor soil moisture akan membaca persentase kelembapan tanah yang kemudian digunakan sebagai acuan dalam mengaktifkan sistem irigasi. Pada sistem yang dirancang, pompa sprinkler akan aktif ketika nilai kelembapan tanah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, sedangkan pompa irigasi tetes berfungsi untuk menjaga kestabilan kelembapan pada area perakaran tanaman.

Hasil pengujian sensor ditampilkan dalam bentuk tabel pengukuran yang menunjukkan nilai rata-rata kelembapan tanah yang diperoleh dari tiga metode penyiraman yang digunakan dalam penelitian, yaitu irigasi sprinkler, irigasi tetes, dan penyiraman manual.

**Tabel 1.** Hasil Perbandingan Pengukuran Kelembapan Tanah

Pengujian Minggu Ke-	Sensor Soil Moistire 1	Sensor Soil Moisture 2	Moisture Irigasi Manual	Kelembapan Perkiraan dari BMKG
1	63,68%	64,65%	78,96%	82.9%
2	64,83%	65,65%	79,35%	81.9%
3	62,53%	66,08%	79,63%	83.6%
4	61,34%	65,38%	79,17%	82.8%
5	66,73%	64,30%	79,20%	77.4%

Berdasarkan Tabel 1, terlihat adanya perbedaan nilai kelembapan tanah pada masing-masing metode penyiraman yang digunakan dalam penelitian, yaitu irigasi sprinkler, irigasi tetes, dan penyiraman manual. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa metode irigasi sprinkler mampu meningkatkan kelembapan tanah secara merata pada area tanam karena air disemprotkan ke permukaan tanah sehingga distribusi air dapat menjangkau area yang lebih luas.

Pada metode irigasi tetes, nilai kelembapan tanah cenderung lebih stabil terutama pada area perakaran tanaman. Hal ini disebabkan oleh sistem irigasi tetes yang menyalurkan air secara langsung dan perlahan ke bagian akar sehingga air dapat terserap secara optimal oleh tanaman serta mengurangi kehilangan air akibat penguapan. Sementara itu, pada metode penyiraman manual, nilai kelembapan tanah cenderung lebih fluktuatif dibandingkan dengan sistem irigasi otomatis. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh intensitas dan waktu penyiraman yang bergantung pada pengguna sehingga kelembapan tanah sering kali tidak berada pada kondisi yang stabil.

Pada sistem yang dirancang, pompa sprinkler akan aktif ketika nilai kelembapan tanah berada di bawah ambang batas 36% dan akan berhenti ketika kelembapan tanah telah mencapai lebih dari 56%. Sedangkan pada sistem irigasi tetes, pompa akan aktif ketika nilai kelembapan tanah berada di bawah 48% dan akan berhenti ketika kelembapan mencapai lebih dari 65%. Berdasarkan data rata-rata kelembapan tanah selama lima minggu pengujian yang berada pada kisaran 61% hingga 66%, kondisi tanah cenderung berada di atas batas minimum yang telah ditentukan. Hal ini

menunjukkan bahwa sistem tidak perlu mengaktifkan pompa secara terus-menerus karena kelembapan tanah masih berada dalam kondisi yang stabil.

Jika dibandingkan dengan nilai kelembapan lingkungan yang diperoleh dari data perkiraan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, metode irigasi otomatis yang menggunakan kombinasi sprinkler dan irigasi tetes menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam menjaga kondisi kelembapan tanah tetap berada pada rentang yang stabil. Dengan demikian, sistem yang dirancang mampu meningkatkan efisiensi proses penyiraman sekaligus menjaga kondisi kelembapan tanah yang lebih optimal bagi pertumbuhan tanaman bayam brazil.

## B. Analisis Perbandingan Metode Irigasi

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan tingkat kelembapan tanah yang dihasilkan oleh 2 metode penyiraman otomatis yang dibandingkan dengan metode penyiraman manual dalam penelitian ini, yaitu irigasi sprinkler, irigasi tetes, dan penyiraman manual. Perbandingan ini bertujuan untuk melihat metode penyiraman yang mampu menjaga kondisi kelembapan tanah secara lebih stabil pada tanaman bayam brazil.

Data kelembapan tanah diperoleh dari pembacaan sensor soil moisture yang dilakukan secara berkala selama beberapa minggu pengujian. Nilai kelembapan tanah kemudian dirata-ratakan untuk masing-masing metode irigasi agar dapat mempermudah proses analisis serta melihat perbedaan tingkat kestabilan kelembapan tanah pada setiap metode penyiraman.

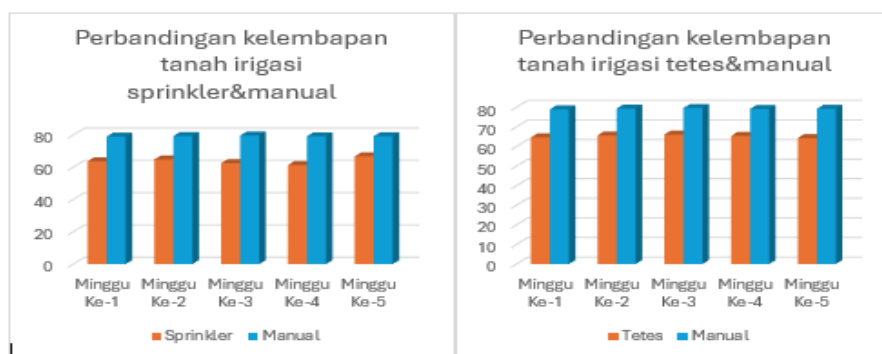
**Tabel 2.** Hasil Perbandingan Metode irigasi

Metode Irigasi	Rata-Rata Kelembapan Tanah (%)	Keterangan
Sprinkler	63,8 %	Optimal,menyebar keseluruhan permukaan tanah dan pompa jarang aktif.
Tetes	65,2 %	Stabil,fokus pada area perakaran dan pompa jarang aktif.
Manual	79,26 %	Fluktuatif,kelembapan tidak stabil dan berlebihan

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa setiap metode penyiraman menghasilkan nilai rata-rata kelembapan tanah yang berbeda. Metode irigasi sprinkler menghasilkan rata-rata kelembapan tanah sebesar 63,8%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem penyiraman mampu mendistribusikan air secara merata pada permukaan tanah sehingga kondisi kelembapan tanah berada pada kisaran yang cukup optimal bagi pertumbuhan tanaman.

Pada metode irigasi tetes diperoleh rata-rata kelembapan tanah sebesar 65,2%. Nilai ini menunjukkan bahwa sistem irigasi tetes mampu menjaga kondisi kelembapan tanah secara lebih stabil terutama pada area perakaran tanaman. Hal ini disebabkan oleh proses penyaluran air yang berlangsung secara langsung dan perlahan menuju akar tanaman sehingga air dapat terserap lebih efektif oleh media tanam.Sementara itu, metode penyiraman manual menghasilkan rata-rata kelembapan tanah sebesar 79,26%, yang menunjukkan nilai kelembapan lebih tinggi dibandingkan dengan metode irigasi otomatis. Namun kondisi tersebut cenderung tidak stabil karena penyiraman sangat bergantung pada intensitas dan waktu yang ditentukan oleh petani sehingga sering menyebabkan kondisi tanah menjadi terlalu basah.

Jika dikaitkan dengan sistem yang dirancang, penyiraman otomatis bekerja berdasarkan nilai ambang kelembapan tanah yang telah ditentukan. Pompa sprinkler akan aktif ketika nilai kelembapan tanah berada di bawah 36% dan akan berhenti ketika kelembapan telah melebihi 56%, sedangkan pompa irigasi tetes akan aktif ketika kelembapan berada di bawah 48% dan berhenti ketika mencapai lebih dari 65%. Berdasarkan nilai rata-rata pada Tabel 2 yang berada pada kisaran 63% hingga 65% untuk sistem irigasi otomatis, kondisi kelembapan tanah cenderung berada pada rentang yang stabil sehingga pompa tidak perlu bekerja secara terus-menerus.Secara keseluruhan, metode irigasi otomatis yang menggunakan kombinasi sprinkler dan irigasi tetes mampu menjaga kondisi kelembapan tanah lebih stabil dibandingkan dengan metode penyiraman manual. Hal ini menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis berbasis sensor soil moisture dapat membantu mengontrol kelembapan tanah secara lebih efektif sehingga mendukung pertumbuhan tanaman bayam brazil secara optimal.



Pada Gambar 3, menunjukkan nilai hasil pengukuran kelembapan tanah (%), penyiraman otomatis yang menggunakan metode irigasi sprinkler dan tetes dengan penyiraman manual. menunjukkan perbandingan nilai kelembapan tanah antara sistem penyiraman otomatis yang menggunakan metode irigasi sprinkler dan irigasi tetes dengan metode penyiraman manual selama lima minggu pengujian. Pada grafik pertama ditunjukkan perbandingan antara irigasi sprinkler dan penyiraman manual, sedangkan grafik kedua menunjukkan perbandingan antara irigasi tetes dan penyiraman manual. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai kelembapan tanah pada metode penyiraman manual cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan metode irigasi otomatis. Pada setiap minggu pengujian, nilai kelembapan tanah pada penyiraman manual berada pada kisaran sekitar 78% hingga 80%. Kondisi ini menunjukkan bahwa penyiraman manual sering menghasilkan kelembapan tanah yang lebih besar karena jumlah air yang diberikan tidak dikontrol secara otomatis oleh sistem. Sebaliknya, pada metode irigasi sprinkler nilai kelembapan tanah berada pada kisaran sekitar 61% hingga 66%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem penyiraman mampu menjaga distribusi air secara merata pada permukaan tanah tanpa menyebabkan kondisi tanah menjadi terlalu basah. Hal ini terjadi karena sistem bekerja berdasarkan pembacaan sensor soil moisture yang mengatur kapan pompa harus aktif dan berhenti. Pada metode irigasi tetes, nilai kelembapan tanah berada pada kisaran sekitar 64% hingga 66%.

Nilai ini menunjukkan bahwa irigasi tetes mampu mempertahankan kelembapan tanah secara lebih stabil, terutama pada area perakaran tanaman, karena air dialirkan secara langsung dan perlahan menuju akar tanaman. Secara keseluruhan, grafik menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis dengan metode irigasi sprinkler dan irigasi tetes mampu menjaga kelembapan tanah pada rentang yang lebih terkontrol dibandingkan dengan penyiraman manual. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan sensor soil moisture pada sistem penyiraman otomatis dapat membantu mengatur kebutuhan air tanaman secara lebih efisien sehingga kondisi kelembapan tanah tetap berada pada tingkat yang optimal bagi pertumbuhan tanaman bayam brazil.

### C. Evaluasi Kinerja Sistem Penyiraman Otomatis

Perbedaan nilai kelembapan tanah pada setiap metode penyiraman dipengaruhi oleh cara distribusi air yang diberikan pada media tanam. Pada sistem irigasi sprinkler, air disemprotkan ke permukaan tanah sehingga mampu memberikan distribusi kelembapan yang relatif merata pada area tanam. Namun, sebagian air dapat mengalami penguapan sebelum terserap oleh tanah sehingga nilai kelembapan tidak terlalu tinggi. Pada metode irigasi tetes, air dialirkan secara langsung ke area perakaran tanaman dalam jumlah kecil tetapi berlangsung secara kontinu. Hal ini menyebabkan kondisi kelembapan tanah cenderung lebih stabil karena air terserap secara optimal oleh tanah dan tanaman serta mengurangi kehilangan air akibat penguapan.

Sementara itu, pada penyiraman manual, nilai kelembapan tanah cenderung lebih tinggi namun bersifat fluktuatif. Hal ini disebabkan oleh penyiraman yang bergantung pada intensitas dan waktu penyiraman oleh pengguna sehingga terkadang jumlah air yang diberikan berlebihan dan menyebabkan kondisi tanah terlalu basah. Secara keseluruhan, sistem penyiraman otomatis berbasis sensor soil moisture yang menggunakan kombinasi irigasi sprinkler dan irigasi tetes mampu menjaga kondisi kelembapan tanah lebih stabil dibandingkan metode penyiraman manual. Sistem ini juga mampu mengontrol proses penyiraman secara otomatis berdasarkan nilai kelembapan tanah yang terdeteksi oleh sensor sehingga penggunaan air menjadi lebih efisien.

## IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem penyiraman otomatis berbasis Arduino ATmega2560 dan sensor soil moisture mampu memantau serta mengontrol kelembapan tanah pada tanaman bayam brazil secara otomatis. Sistem ini memanfaatkan kombinasi irigasi sprinkler dan irigasi tetes yang dikendalikan berdasarkan nilai kelembapan tanah yang terbaca oleh sensor. Jika nilai kelembapan tanah < 36%, maka pompa air sprinkler akan

menyala(ON).Sistem terus memantau, dan ketika kelembapan tanah sudah mencapai > **56%** pompa irigasi sprinkler akan otomatis dimatikan(**OFF**),sama halnya dengan irigasi tetes ,jika kelembapan tanah < **48%**, maka pompa air tetes akan menyala(ON) untuk memberikan suplai air.Sistem terus memantau, dan ketika kelembapan tanah turun hingga < **65%**, maka pompa irigasi tetes akan otomatis dimatikan(OFF)..Nilai ini digunakan sebagai referensi logika pengambilan keputusan sistem dalam mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air.Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode irigasi sprinkler menghasilkan rata-rata kelembapan tanah sebesar 63,8%, sedangkan metode irigasi tetes sebesar 65,2%, dengan kondisi kelembapan yang relatif stabil. Sementara itu, metode penyiraman manual menghasilkan rata-rata kelembapan tanah sebesar 79,26%, namun cenderung tidak stabil karena bergantung pada intensitas penyiraman yang dilakukan.

Dengan demikian, sistem penyiraman otomatis yang dirancang mampu menjaga kestabilan kelembapan tanah serta meningkatkan efisiensi penggunaan air dibandingkan metode penyiraman manual. Sistem ini juga berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai salah satu solusi smart farming dalam mendukung kegiatan budidaya tanaman yang lebih efisien dan berkelanjutan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas fasilitas dan dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing dan seluruh pihak yang telah memberikan arahan, bantuan, serta masukan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada rekan-rekan di Laboratorium Teknik Elektro yang telah menyediakan fasilitas, membantu pengambilan data, serta mendukung kegiatan penelitian dengan penuh kerjasama. Bantuan dan dukungan dari semua pihak sangat berarti bagi kelancaran penelitian ini.

### REFERENSI

- [1] M. Hasibuan Redha Rasyid, "Inovasi Teknologi Irigasi Dalam Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Air Dalam Pertanian," *J. Irig.*, pp. 1–11, 2023.
- [2] M. rasyid R. Hasibuan, "Evaluasi Efisiensi Penggunaan Air Dalam Pertanian Berbasis Teknologi Irigasi Modern," *Univ. medan Area Indones.*, pp. 1–11, 2023.
- [3] M. S. Gunawan, S. Syahririni, A. Ahfas, and S. D. Ayuni, "Soil Ph and NPK Monitoring System for in Sugarcane Plants Sistem Monitoring Kadar Ph dan NPK Tanah Pada Tanaman Tebu," pp. 1–6.
- [4] IA Hidayat, "BUDIDAYA BAYAM BRAZIL (*Alternanthera sissoo*) SECARA HIDROPONIK DENGAN SISTEM DFT," *digilib.uns.ac.id*, pp. 167–186, 2022.
- [5] M. S. Dr. Ir. Hj. Masliani, M.P. Selvie Mahrita, SP., MP. Maya Sari, S.TP. and M. S. Yusra Muharami Lestari, *Pertanian Era Modern*. 2024.
- [6] H. S. Hadi, "Penerapan IoT Pada Smart Farming," *repo.unespadang.ac.id*, 2025.
- [7] I. Yusuf and R. R. Suryono, "Implementation Application for Monitoring Soil Moisture in Corn Crop Drip Irrigation Technology Implementasi Aplikasi untuk Pemantauan Kelembaban Tanah Pada Teknologi Irigasi Tetes Tanaman Jagung," *J. Inst. Ris. dan Publ. Indones.*, vol. 5, no. 2, pp. 541–549, 2025.
- [8] I. Solikudin and S. Syahririni, "Internet Of Things-Based Orchid Plant Watering Tool Alat Penyiraman Tanaman Anggrek Berbasis Internet Of Things," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 1, no. 1, 2021.
- [9] J. Tarigan, M. Bukit, and S. N. Yilu, "RANCANG BANGUN SISTEM IRIGASI TETES OTOMATIS UNTUK BUDIDAYA TANAMAN TERONG UNGU (*SOLANUM MELONGENA L.*) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 8, no. 2, pp. 30–39, 2023.
- [10] P. W. Titisari, "Dasar-Dasar Ekologi Pertanian," *Book*, pp. 1–184, 2024.
- [11] A. R. Putri, "Model Otomatisasi Alat Penyiraman Berbaasis Mikrokontroler Arduino Uno dan Sensor

- Kelembaban Tanah YL-69 Pada Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.),” *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., no. Mi, pp. 5–24, 2018.
- [12] D. Halawa N, “Peran Teknologi Pertanian Cerdas (Smart Farming) untuk Generasi Pertanian Indonesia,” *J. Kridatama Sains Dan Teknol.*, vol. 6, no. 2, pp. 502–512, 2024.
- [13] E. Science, “Automatic Spray Desinfectant Chicken With Android Based On Arduino Uno Automatic Spray Desinfectant Chicken With Android Based On Arduino Uno,” 2020.
- [14] Andi Masri Wandu *et al.*, “Implementasi Irigasi Tetes Pada Pertanian Hortikultura di Dasawisma Desa Biccoring,” *Jdistira*, vol. 6, no. 1, pp. 126–134, 2025.
- [15] R. D. Prasetya, J. Jimmie, and K. M. W. Hidayat, “Prototipe Alat Penyiraman Tanaman di Dalam Rumah Otomatis Berbasis Arduino dengan Sensor Kelembaban Tanah Dengan Dimotoring LCD,” *RIGGS J. Artif. Intell. Digit. Bus.*, vol. 4, no. 4, pp. 1580–1587, 2025.
- [16] W. S. Aprilia and I. Paniran, “Rancang Bangun Miniatur Sistem Pengendalian Pintu Air Otomatis Pada Saluran Irigasi Berbasis Programmable Logic Control ...,” *Eprints.Unram.Ac.Id.*

**Conflict of Interest Statement:**

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.