

Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis pada Tanaman Sawi dengan Sistem Irigasi Tetes untuk Lahan Pertanian Lereng Gunung Ungaran

Muchammad Adib Awaludin ^{1*}, Aryo Baskoro Utomo¹

¹Department of Electrical Engineering, Faculty Engineering, Universitas Negeri Semarang, Semarang, INDONESIA

*Corresponding Author, email: aryobaskoro@mail.unnes.ac.id

Received 2023-09-26; Revised 2023-10-19; Accepted 2024-02-07

Abstract

Cultivating mustard greens requires maintaining the ideal soil moisture level within the range of 50% to 70% Relative Humidity (RH). To fulfill water requirements and preserve soil moisture, irrigation processes are essential. Historically, farmers have employed manual irrigation methods, such as flooding entire agricultural fields, leading to water wastage and requiring significant labor. This research aims to develop an automated irrigation system based on soil conditions to assist farmers in the irrigation process. The automated irrigation system operates by responding to soil conditions. It initiates irrigation when the soil is dry and automatically ceases when the soil becomes adequately moist. This system utilizes Arduino as the central control unit, soil moisture sensors as input devices, an LCD for monitoring, and a water pump for distributing water to the agricultural fields through drip irrigation. The research methodology follows engineering design principles and encompasses three stages: design, installation, and implementation. The design phase involves creating the system, programming, and designing the drip irrigation system. Installation entails assembling the components of the automated irrigation system, while implementation involves deploying the system in agricultural fields and conducting tests. The research findings indicate that the automated irrigation system effectively irrigates when soil moisture falls below 50% and halts when it reaches 70%. Calibration tests reveal a 2% variance between the capacitive soil moisture sensor and the Soil Moisture Meter. The water requirement for a single mustard greens plant to reach the ideal soil moisture level (50-70% RH) is approximately 150 ml.

Keywords: Mustard Greens Cultivation; Soil Moisture; Automatic Watering System.

1. Introduction

Salah satu lahan pertanian di lereng Gunung Ungaran berada di Dusun Watugandu Kecamatan Sumowono Kabupaten Semarang. Melalui pengamatan secara langsung dan wawancara terhadap ketua kelompok tani Dusun Watugandu Kecamatan Sumowono diperoleh informasi bahwa sayuran yang sering ditanam oleh petani adalah sawi. Budidaya tanaman sawi memerlukan kelembapan ideal berkisar antara 50%-70% *Relative Humidity* (RH) atau kelembapan relatif [1]-[3]. Kelembapan relatif pada tanah adalah ukuran persentase dari seberapa banyak kelembapan yang sebenarnya ada dalam tanah dibandingkan dengan kapasitas maksimal yang dapat ditampung oleh tanah pada suhu tertentu [4], [5]. Untuk memenuhi kebutuhan air dan menjaga kelembapan tanah tetap ideal dapat dilakukan dengan proses penyiraman [6], [7].

Selama ini petani sayur di Dusun Watugandu Kecamatan Sumowono masih melakukan penyiraman secara manual yaitu dengan membanjiri seluruh lahan pertanian dengan air yang menjadikan proses penyiraman memerlukan banyak air. Disaat musim kemarau tiba banyak aliran sungai yang kering menjadikan petani kesulitan dalam memaksimalkan penggunaan air yang tersedia. Ketersediaan air yang sedikit disaat musim kemarau berakibat terjadi perebutan air antar petani. Disamping itu penyiraman secara manual memerlukan waktu dan tenaga yang banyak. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan pemanfaatan teknologi tepat guna yang dapat digunakan oleh petani untuk mempermudah dalam proses penyiraman dan membantu mengurangi pemborosan air. Salah satu inovasi teknologi dalam bidang pertanian adalah penggunaan sensor dan mikrokontroler, seperti sistem penyiraman otomatis [8]–[10].

Beberapa penelitian terkait dengan sistem penyiraman otomatis dan sistem irigasi tetes telah dilakukan. [11] membuat sistem penyiraman otomatis menggunakan mikrokontroler arduino sebagai pusat kendali dengan input sistem berupa sensor kelembapan tanah kapasitif dan LCD sebagai monitoring. [12] mengembangkan sistem penyiraman otomatis dengan memanfaatkan GSM SIM800L untuk terhubung dengan koneksi internet. [13] membuat sistem penyiraman otomatis menggunakan arduino uno sebagai pusat kendali, sensor kelembapan tanah YL-69 sebagai pendeteksi kadar air dalam tanah, modul relay sebagai saklar otomatis untuk motor wiper dan LCD sebagai monitoring. Penelitian lain mengenai irigasi tetes dilakukan oleh [14] bahwasannya metode penyiraman menggunakan sistem irigasi tetes dapat menghemat penggunaan air.

Berdasarkan penjabaran di atas, bahwa penerapan sistem penyiraman otomatis dapat membantu pekerjaan manusia dalam perihal penyiraman dan dapat menghemat penggunaan air karena air diberikan sesuai dengan kebutuhan tanaman. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membantu pekerjaan petani di Dusun Watugandu Kecamatan Sumowono dalam perihal menyirami tanaman agar lebih efisien dalam menghemat air dan tidak memerlukan banyak waktu maupun tenaga dalam melakukan proses penyiraman. Maka dibuatlah sistem penyiraman otomatis berbasis mikrokontroler dengan memanfaatkan sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi tingkat kelembapan pada tanah berdasarkan kadar air dalam tanah. Jika kelembapan tanah kurang dari ambang batas yang dibutuhkan oleh tanaman sawi (50-70% RH) maka secara otomatis akan dilakukan penyiraman. Sistem penyiraman otomatis ini menggunakan arduino sebagai pusat kendali, sensor kelembapan tanah sebagai input, LCD sebagai monitoring dan pompa air sebagai pendistribusi air menuju lahan pertanian dengan menggunakan sistem irigasi tetes.

Dengan adanya penerapan teknologi pada lahan pertanian diharapkan dapat menunjang produktifitas petani sayur di Dusun Watugandu Kecamatan Sumowono dalam melakukan perawatan tanaman sayur sehingga dapat meningkatkan hasil panennya.

2. Material and methods

Metode penelitian menggunakan metode rekayasa teknik. Menurut [15] rekayasa teknik adalah penerapan ilmu dan teknologi guna menyelesaikan permasalahan manusia dengan pengetahuan, kepandaian dan pengalaman praktis yang diterapkan untuk membuat sesuatu (produk) yang berguna. Produk dalam penelitian ini berupa sistem penyiraman otomatis. Untuk membuat suatu sistem penyiraman otomatis pada lahan pertanian, maka pada bagian ini akan dijelaskan tentang alat dan bahan yang digunakan, alur kerja sistem penyiraman otomatis, desain irigasi tetes dan peletakan sensor kelembapan tanah.

A. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan berupa perangkat keras maupun perangkat lunak. Adapun perangkat keras yang digunakan adalah:

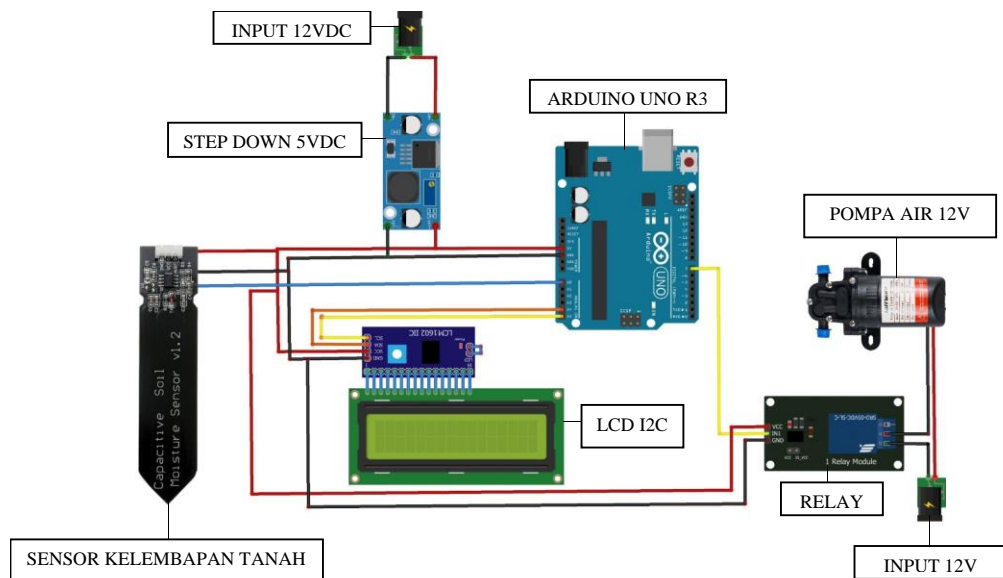
1. Arduino Uno R3
2. Sensor Kelembapan Tanah Kapasitif
3. Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 I2C
4. Relay
5. Kabel
6. Pompa Air 12 VDC

Sedangkan perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan sistem penyiraman otomatis adalah:

1. Arduino IDE merupakan aplikasi yang digunakan untuk compile dan upload program kedalam Arduino Uno.
2. Fritzing merupakan aplikasi yang digunakan untuk membuat skema rangkaian sistem penyiraman otomatis.

B. Alur Kerja Sistem

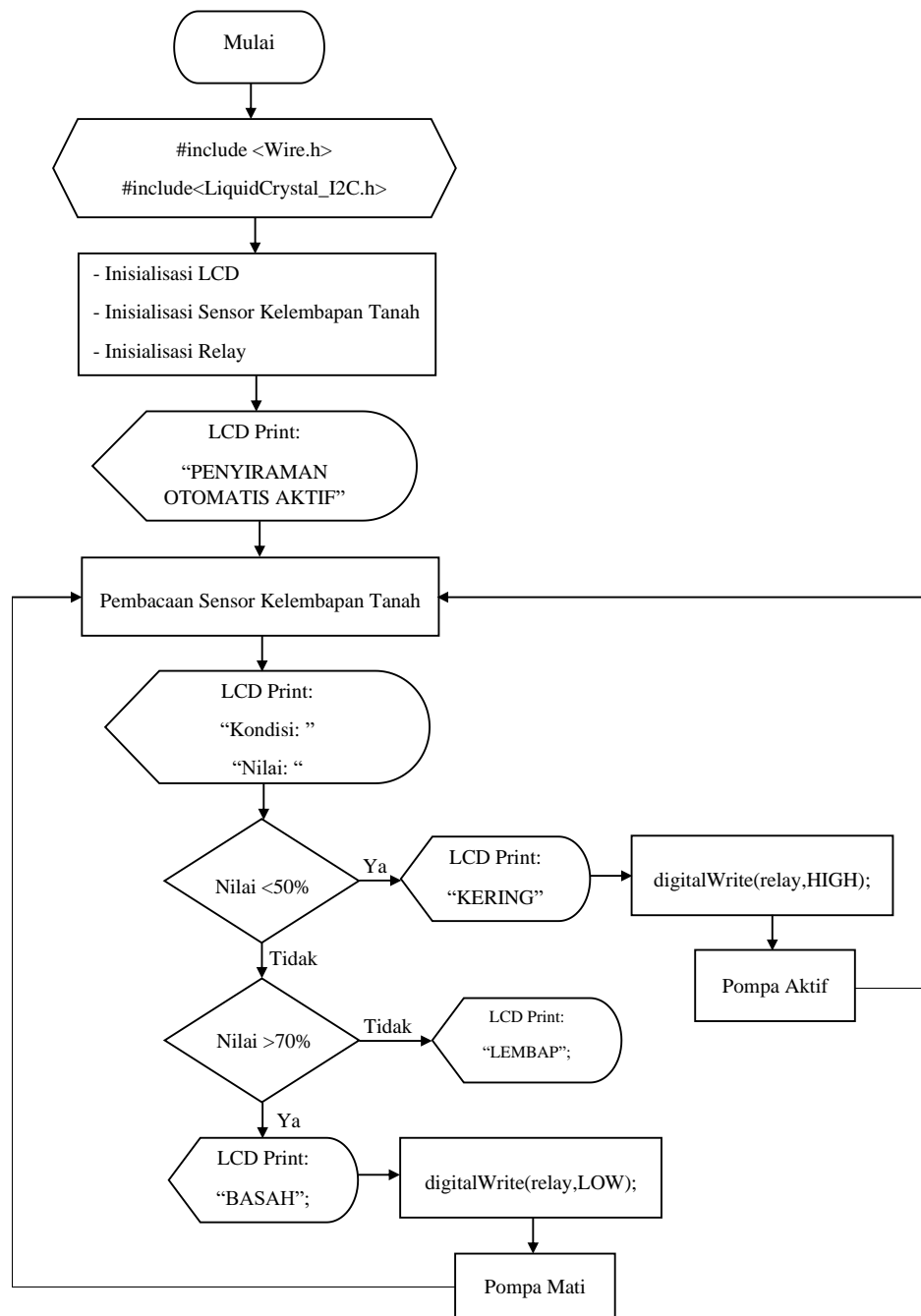
Alur kerja sistem penyiraman otomatis dimulai dengan perakitan perangkat keras. Perangkat keras meliputi beberapa komponen seperti yang disebutkan dalam alat dan bahan. Komponen yang dirakit yaitu arduino uno sebagai pengendali utama, sensor kelembapan tanah sebagai input, relay sebagai saklar otomatis, LCD dan pompa air sebagai output. Komponen tersebut dirangkai berdasarkan skema komponen, untuk lebih jelasnya skema komponen yang dinyatakan dalam rangkaian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian keseluruhan sistem

Pemrograman sistem penyiraman otomatis dilakukan menggunakan software arduino IDE. Pemrograman dilakukan dengan memasukkan librari LCD I2C dan menginisialisai pin LCD, relay dan sensor kelembapan tanah. Ketika sistem diaktifkan akan menampilkan tampilan awal pada LCD berupa tampilan teks yang menandakan bahwa sistem sudah siap. Pemrograman akan berjalan dalam loop yang terus berjalan selama sistem aktif. Bagian loop meliputi pembacaan kelembapan tanah dan pengambilan keputusan. Pembacaan dari

sensor kelembapan tanah kapasitif ditampilkan pada layar LCD berupa kondisi dan nilai dari pembacaan sensor. Ketika nilai pembacaan 0-49% dikatakan kering, nilai 50-70% dikatakan lembap dan nilai 71-100% dikatakan basah. Selanjutnya yaitu pengambilan keputusan, ketika pembacaan nilai sensor berada dibawah 50% (kering) maka arduino akan memerintahkan ke relay untuk menghantarkan listrik sehingga pompa air menyala dan dilakukan penyiraman. ketika kondisi tanah berada pada nilai diatas 70% (basah) maka relay akan dan memutus aliran listrik sehingga pompa air mati. Diagram alur pemrograman sistem ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alur pemrograman

C. Desain irigasi Tetes

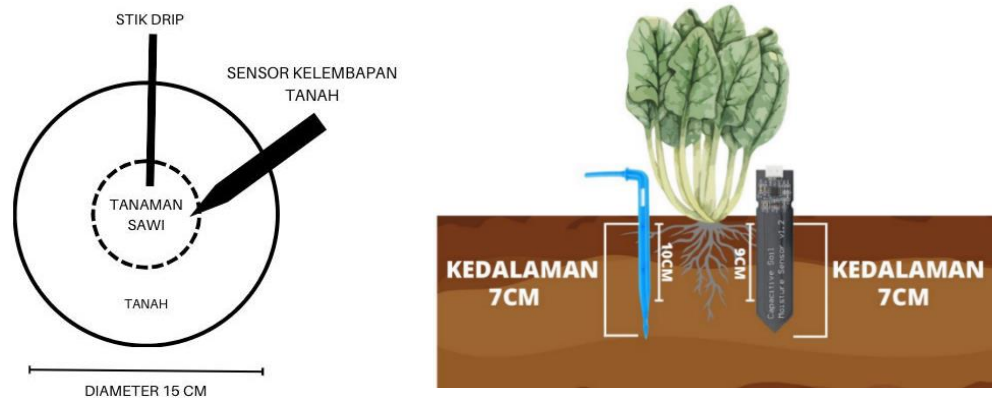
Pendistribusian air dari sistem penyiraman otomatis menggunakan sistem irigasi tetes. Pemberian air melalui pipa pengairan yang langsung dialirkan menuju tanaman sawi. Pipa utama yang digunakan menggunakan pipa PVC ukuran 1/2 inch, selang ukuran 4/7 mm yang ujungnya ditancapkan ke stik irigasi tetes. Desain sistem irigasi tetes ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Desain irigasi tetes

D. Peletakan Sensor Kelembapan Tanah

Peletakan sensor kelembapan tanah dengan menentukan titik yang efisien dimana tidak terlalu jauh dengan tanaman sawi. Kedalaman sensor disesuaikan dengan panjang akar tanaman sawi yaitu berkisar 7-13 cm. Peletakan sensor kelembapan tanah ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Peletakan sensor

3. Results and discussion

A. Hasil Pembuatan Alat

Rangkaian komponen dirakit dalam box agar lebih praktis. Box alat terbuat dari bahan plastik dengan panjang 10,5 cm, lebar 5,8 cm dan tinggi 17,5 cm. Bagian box alat pada sisi depan terdapat LCD untuk menampilkan nilai dan kondisi tanah, sisi kanan terdapat saklar dan input daya sedangkan pada sisi kiri terdapat jack sebagai output pompa air dan lubang untuk kabel sensor kelembapan tanah. Hasil pembuatan alat sistem penyiraman otomatis ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil pembuatan alat

B. Implementasi

Implementasi dilakukan pada petak tanah seluas 2 x 1,5 meter persegi. Kondisi dari lahan pertanian terpapar langsung oleh cahaya matahari tanpa terhalang suatu apapun. Sumber listrik menggunakan aki untuk menyalakan alat. Air bersumber dari ember yang disedot menggunakan pompa air dan didistribusikan ke tanaman sawi menggunakan sistem irigasi tetes. Penempatan sensor kelembapan tanah sesuai dengan gambar 4. Implementasi keseluruhan ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Implementasi keseluruhan

C. Hasil Kinerja Sistem

Pengujian kinerja sistem dilakukan selama tiga hari untuk mengetahui kinerja dari sistem penyiraman otomatis pada tanaman sawi yang telah selesai dibuat. Pengujian dilakukan dari pukul 07.00 WIB hingga pukul 19.00 WIB dengan rentang pengambilan data selama tiga jam sekali. Penelitian dilakukan pada tempat tinggal penulis dengan menanam satu tanaman sawi pada pot berdiameter 15 cm yang ditempatkan diluar ruangan dengan paparan sinar matahari secara langsung. Data hasil pengujian sistem diambil menggunakan software CoolTrem berdasarkan pembacaan program berjalan pada arduino. Hasil pengujian kinerja sistem penyiraman otomatis ditunjukkan pada tabel 2 dan 3.

Tabel 1: Kinerja sistem

| Hari | Waktu (WIB) | Kelembapan Tanah | | Status Pompa |
|-------------------------------|-------------|------------------|---------|--------------|
| | | RH (%) | Kondisi | |
| Ke-1 (Minggu, 3/8/2023) | 07.00 | 37 | Kering | Hidup |
| | 10.00 | 67 | Lembap | Mati |
| | 13.00 | 59 | Lembap | Mati |
| | 16.00 | 55 | Lembap | Mati |
| | 19.00 | 64 | Lembap | Mati |
| Ke-2 (Senin, 4/8/2023) | 07.00 | 65 | Lembap | Mati |
| | 10.00 | 53 | Lembap | Mati |
| | 13.00 | 67 | Lembap | Mati |
| | 16.00 | 58 | Lembap | Mati |
| | 19.00 | 56 | Lembap | Mati |
| Ke-3 (Selasa, 5/8/2023) | 07.00 | 53 | Lembap | Mati |
| | 10.00 | 68 | Lembap | Mati |
| | 13.00 | 63 | Lembap | Mati |
| | 16.00 | 52 | Lembap | Mati |
| | 19.00 | 68 | Lembap | Mati |

Tabel 2: Data penyiraman

| Pengambilan Data | | Status Penyiraman (Ya/Tidak) | Waktu Penyiraman | Durasi |
|----------------------------|---------------|------------------------------|------------------|------------------|
| Hari | Waktu (WIB) | | | |
| Ke-1 (Minggu, 3/8/2023) | 07.00 - 10.00 | Ya | 07.00 WIB | 1 menit 12 detik |
| | 10.00 - 13.00 | Tidak | | |
| | 13.00 - 16.00 | Tidak | | |
| | 16.00 - 19.00 | Ya | 16.27 WIB | 1 menit 7 detik |
| Ke-2 (Senin, 4/8/2023) | 07.00 - 10.00 | Tidak | | |
| | 10.00 - 13.00 | Ya | 12.04 WIB | 1 menit 9 detik |
| | 13.00 - 16.00 | Tidak | | |
| | 16.00 - 19.00 | Tidak | | |
| Ke-3 (Selasa, 5/8/2023) | 07.00 - 10.00 | Ya | 07.37 WIB | 1 menit 2 detik |
| | 10.00 - 13.00 | Tidak | | |
| | 13.00 - 16.00 | Tidak | | |
| | 16.00 - 19.00 | Ya | 16.10 WIB | 1 menit 6 detik |

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan selama tiga hari yang ditunjukkan pada tabel 1 dan 2 didapatkan hasil bahwa sistem telah berhasil mendeteksi kelembapan tanah dan melakukan penyiraman. Hari ke-1 penyiraman dilakukan selama dua kali pada jam 07.00 WIB (kelembapan tanah 37%) dan pada jam 16.27 WIB (kelembapan tanah 49%). Pada hari ke-2 penyiraman dilakukan satu kali pada pukul 12.04 WIB (kelembapan tanah 49%) dan

di hari ke-3 penyiraman dilakukan selama dua kali pada pukul 07.37 dan 16.10 WIB dengan nilai kelembapan tanah 49%. Penyiraman dilakukan ketika nilai kelembapan tanah berada dibawah 50% dan otomatis berhenti ketika berada pada nilai 70% dengan durasi setiap penyiraman yaitu kurang lebih selama satu menit. Kebutuhan air untuk satu tanaman sawi dengan nilai kelembapan tanah dari 50%-70% RH yaitu sejumlah 150 ml.

D. Hasil Kalibrasi Sensor Kelembapan Tanah

Pengujian kalibrasi sensor kelembapan tanah kapasitif dengan Soil Moisture Meter yang dilakukan menggunakan 10 sampel tanah yang memiliki tingkat kelembapan tanah yang berbeda. Melalui pengujian kalibrasi sensor didapatkan selisih antara pembacaan nilai sensor kelembapan tanah kapasitif dengan *Soil Moisture Meter* yaitu sebesar 2%. Hasil pengujian kalibrasi sensor kelembapan tanah ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3: Kinerja sistem

| Sampel Tanah | Sensor Kelembapan Tanah Kapasitif (%) | Soil Moisture Meter (%) | Selisih (%) |
|--------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------|
| 1 | 28 | 26 | 2 |
| 2 | 35 | 33 | 2 |
| 3 | 43 | 41 | 2 |
| 4 | 54 | 52 | 2 |
| 5 | 65 | 63 | 2 |
| 6 | 68 | 66 | 2 |
| 7 | 72 | 70 | 2 |
| 8 | 87 | 85 | 2 |
| 9 | 88 | 86 | 2 |
| 10 | 92 | 90 | 2 |

E. Pembahasan

Penelitian sistem penyiraman otomatis pada tanaman sawi telah dilakukan. Penelitian dirancang dan dikembangkan berdasarkan penelitian [11] dan [13]. Sistem penyiraman otomatis ini menggunakan arduino uno sebagai pusat kendali, LCD sebagai monitoring, modul relay sebagai kontrol pompa air dan sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi tingkat kelembapan pada tanah berdasarkan kadar air dalam tanah. Sensor kelembapan tanah yang digunakan adalah sensor kelembapan tanah kapasitif berbeda dengan penelitian [13] yang menggunakan sensor kelembapan tanah resistif dikarenakan sensor kelembapan tanah kapasitif lebih tahan korosi karena tidak ada bagian logam yang bersentuhan langsung dengan tanah. Selain itu, sensor kelembapan tanah kapasitif memiliki akurasi dan pembacaan yang lebih cepat dibandingkan dengan sensor kelembapan tanah resistif. Melalui pengujian kalibrasi sensor, didapatkan hasil selisih antara sensor kelembapan tanah kapasitif dengan Soil Moisture Meter yaitu sebesar 2%. Pengujian kinerja sistem yang dilakukan selama tiga hari didapatkan bahwa sistem telah berhasil membaca kelembapan tanah dan menampilkannya pada layar LCD dengan tiga kondisi yaitu kering (0-49%), lembap (50-70%) dan basah (71-100%). Penyiraman otomatis dilakukan ketika kondisi tanah berada pada nilai dibawah 50% dan penyiraman otomatis berhenti ketika kondisi tanah berada pada nilai 70%. Kebutuhan air yang diperlukan untuk satu tanaman sawi dalam mencapai kelembapan tanah ideal (50-70% RH) yaitu sebanyak 150 ml.

4. Conclusion

Sistem penyiraman otomatis pada tanaman sawi telah berhasil direalisasikan pada lahan pertanian lereng Gunung Ungaran (Dusun Watugandu Kecamatan Sumowono). Sistem penyiraman otomatis dikembangkan menggunakan metode rekayasa teknik. Sistem penyiraman otomatis ini menggunakan arduino sebagai pusat kendali, sensor kelembapan tanah sebagai input, LCD sebagai monitoring dan pompa air sebagai pendistribusi air menuju lahan pertanian dengan menggunakan sistem irigasi tetes. Sistem penyiraman otomatis bekerja melakukan penyiraman ketika nilai kelembapan tanah berada dibawah 50% dan penyiraman dihentikan ketika berada pada nilai 70%. Terdapat selisih nilai ukur antara sensor kelembapan tanah kapasitif dengan Soil Moisture Meter yaitu sebesar 2%. Kebutuhan air untuk satu tanaman sawi dalam mencapai kelembapan tanah ideal (50-70% RH) yaitu sebanyak 150 ml.

References

- [1] M. K. N. Pratama and G. Setiawan, "Rancang Bangun Sistem Pengontrol Kelembaban Tanah Pertanian Sayur Pakcoy dan Sawi," *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 13, no. 2, pp. 101–108, 2021, doi: 10.5614/joki.2021.13.2.5.
- [2] N. Bafdal and I. Ardiansah, *Smart Farming Berbasis Internet Of Things dalam Greenhouse*. Unpad Press, 2020.
- [3] S. R. Pratama and D. N. K. Hardani, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Dan Suhu Tanah Untuk Tanaman Bawang Merah Di Kabupaten Brebes," *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 91–100, 2021.
- [4] A. Sudirman and R. Zuhliki, "Perencanaan Kolam Retensi di Talang Banten Kecamatan Seberang Ulu Palembang." Politeknik Negeri Sriwijaya, 2020.
- [5] N. Aini and N. Azizah, *Teknologi Budidaya Tanaman Sayuran Secara Hidroponik*. Universitas Brawijaya Press, 2018.
- [6] S. K. Y. Hiola, *Teknologi Pengolahan Sayuran*. Makassar: Inti Mediatama, 2018.
- [7] R. Ginanjar, R. Candra, and S. B. Kembaren, "Kendali dan Pemantauan Kelembaban Tanah, Suhu Ruangan, Cahaya Untuk Tanaman Tomat," *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, vol. 23, no. 3, pp. 166–174, 2020.
- [8] P. Rahardjo, "Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan RTC (Real Time Clock) Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pada Tanaman Mangga Harum Manis Buleleng Bali," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 8, no. 1, p. 143, 2021.
- [9] R. putri Indahningrum, J. Naranjo, Hernández, J. Naranjo, L. O. D. E. L. Peccato, and Hernández, "Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328p Dengan Sensor Kelembaban Tanah V1.2," *Applied Microbiology and Biotechnology*, vol. 2507, no. 1, pp. 1–9, 2020.
- [10] M. Lahallo, "Rancang Bangun Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Bahan Stenlis Steel Tipe 304 Berbasis Mikrokontroler Arduino," 2019.
- [11] I. Namora, F. Jusmi, and R. H. Manrulu, "Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328P dengan Sensor Kelembaban Tanah V1. 2," *Applied Physics of Cokroaminoto Palopo*, vol. 3, no. 1, pp. 15–22, 2022.
- [12] H. Nadzif, T. Andrasto, and S. Aprilian, "Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Kendali Pompa Air Menggunakan Arduino dan Internet," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 26–30, 2019, doi: 10.15294/jte.v11i1.21383.
- [13] S. D. Riskiono, R. H. S. Pamungkas, and Y. Arya, "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Sayur Berbasis Arduino Dengan Sensor Kelembaban Tanah," *Jurnal Ilmiah*

- Mahasiswa Kendali dan Listrik*, vol. 1, no. 1, pp. 23–32, 2020, doi: 10.33365/jimel.v1i1.186.
- [14] F. Abdul, N. Purnaningsih, and K. Beji, “Diseminasi Instalasi Fertigasi (Irigasi Tetes) Guna Menghemat Penggunaan Air untuk Pertanian di Kelurahan Beji (Dissemination of Fertigation Installation (Drip Irrigation) to Save Water Use for Agriculture in Beji Village),” vol. 4, no. November 2019, pp. 218–225, 2022.
- [15] E. P. Sutono, “Aplikasi Chatbot Menggunakan Dialogflow Api Untuk Informasi Jadwal Misa Di Gereja Katolik Berbasis Android.” Universitas Komputer Indonesia, 2019.