

SISTEM OTOMATIS PENYIRAMAN DAN PEMUPUKAN TANAMAN TIN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32

Indah Vusvita Sari^{1*}, Diah Ranny Darmayanti², Cyntia Widiyasi³, Wira Indani⁴, Mutiara Widasari Sitopu⁵

^{1,2,3,4} Politeknik Caltex Riau; Jl. Umbansari No.1 Rumbai, Pekanbaru, 28265, Indonesia; Telp (0761) – 53939

⁵ Politeknik Negeri Medan; Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, Kecamatan Medan Baru, Kota Medan, 20155

Received: 18 Juni 2024

Accepted: 31 Juli 2024

Published: 7 Agustus 2024

Keywords:

ESP32;

Sensor *soil moisture*;

Sensor pH tanah;

RTC dan *misting sprayer*.

Correspondent Email:

indahvusvita@gmail.com

Abstrak. Tanaman tin memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi karena terdapat manfaat bagi kesehatan mulai dari daun maupun buahnya. Tanaman tin akan menghasilkan buah yang berkualitas jika dirawat dengan baik, tetapi jika tidak dirawat dengan baik daun tanaman tin akan mudah layu dan pertumbuhannya lambat bahkan bisa saja mati. Untuk itu perlu proses penyiraman dan pemupukan secara teratur. Penelitian ini bertujuan untuk menyiram dan memupuk tanaman secara otomatis agar tanaman tin dapat tumbuh dengan maksimal. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler yang terhubung dengan sensor soil moisture. Sensor ini digunakan untuk mengukur kelembaban pada tanah tanaman tin, ketika kadar kelembaban tanah dibawah 50% maka pompa akan aktif untuk melakukan penyiraman. Penyiraman dilakukan melalui pompa ke misting sprayer yang mana membuat air yang mengalir dari pipa dapat tersebar merata. Dari pengujian yang dilakukan dimana sensor soil moisture memiliki tingkat akurasi adalah 95,75%. Pemberian pupuk dilakukan apabila sudah masuk proses penjadwalan yang dilakukan oleh modul Real Time Clock (RTC) sebagai set waktu pada pemupukan yang rutin dan terjadwal dengan delay intruksi adalah 16,8 detik. Nilai pH akan tampak pada layar LCD dengan tingkat akurasi dari sensor pH tanah supp2787 mencapai 98,40%.

Abstract. The fig plant holds significant economic value due to its health benefits, both from its leaves and fruits. When properly cared for, fig plants yield high-quality fruits. However, neglecting their care can result in wilting leaves and stunted growth, even leading to death. Hence, regular irrigation and fertilization processes are essential. This study aims to automate the irrigation and fertilization processes to optimize fig plant growth. The system utilizes ESP32 as the microcontroller, interfaced with a soil moisture sensor. This sensor measures the soil moisture level; when it falls below 50%, the pump activates to initiate irrigation. Irrigation is conducted through a misting sprayer, ensuring even water distribution. Testing indicates a soil moisture sensor accuracy of 95.75%. Fertilization occurs according to a scheduled regimen set by the Real-Time Clock (RTC) module, with a programmed delay of 16.8 seconds. The pH value is displayed on an LCD screen, with the soil pH sensor (supp2787) exhibiting an accuracy level of 98.40%.

1. PENDAHULUAN

Kebun tin Pekanbaru memiliki luas tanah berkisar 7x36 m² dengan tanaman tin berjumlah 700 tanaman. Tanaman ini memerlukan pertimbangan dan perhatian dalam mengembangkannya dengan baik. Berdasarkan informasi yang didapat dari petani, jika tanah kering maka pertumbuhan tanaman akan kurang optimal. Pada Kebun Tin Pekanbaru penyiraman dan pemupukan tanaman masih dilakukan secara manual. Penyiraman dilakukan menggunakan sambungan selang setiap sore hari dan pemupukan dilakukan satu kali dalam seminggu. Hal ini cukup memakan waktu dan tenaga yang ekstra untuk lahan yang luas. Seiring dengan berkembangnya teknologi yang begitu pesat membuat pekerjaan manusia semakin mudah [1]. Oleh karena itu dibuat sebuah alat perancangan sistem penyiraman dan pemupukan otomatis yang berfungsi memudahkan petani dalam penyiraman dan pemupukan tanaman [2][3].

Penelitian lainnya adalah “Rancang Alat Penyiram dan Pemupukan Tanaman Otomatis Menggunakan RTC dan Soil Moisture Sensor Berbasis Arduino” [4] dimana alat ini bekerja berdasarkan data dari beberapa sensor mengenai kondisi tanah pada tanaman dengan mengendalikan mikrokontroler Arduino. Proses penyiraman tanaman dilakukan ketika sensor kelembaban tanah menggunakan nilai kelembaban tanah yang ditunjukkan oleh set point yang telah ditentukan. Sedangkan untuk pemupukan pada tanaman menggunakan RTC yang berfungsi sebagai penjadwalan pemberian pupuk cair yang terlebih dahulu dilakukan setting hari dan waktu pada program sesuai dengan *set point* yang telah dilakukan [5].

Dari permasalahan yang ada berdasarkan wawancara yang telah dilakukan pada Kebun Tin Pekanbaru, akan dirancang sebuah sistem penyiraman dan pemupukan otomatis berbasis mikrokontroler ESP32. Sehingga perancangan ini dapat menjadi solusi untuk permasalahan diatas agar proses penyiraman dan pemupukan lebih efisien dari segi waktu maupun tenaga kerja. Penelitian ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler yang terhubung dengan beberapa sensor yaitu sensor soil moisture yang digunakan untuk mengukur kelembaban pada tanah tanaman tin, ketika kadar kelembaban tanah dibawah 50% maka relay akan mengaktifkan pompa untuk melakukan

penyiraman. Penyiraman akan dilakukan melalui pompa ke *misting sprayer* yang mana membuat air yang mengalir dari pipa dapat tersebar merata. Pemberian pupuk dilakukan apabila sudah masuk proses penjadwalan yang dilakukan oleh modul RTC sebagai *set* waktu pada pemupukan yang rutin dan terjadwal. Nilai pH akan tampak pada layar LCD.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Tin

Buah tin mengandung begitu banyak manfaat, salah satunya antioksidan yang mampu mengikat senyawa karsinogenik penyebab kanker, dan memiliki kandungan asam lemak tak jenuh yang dibutuhkan kesehatan, diantaranya yaitu omega-3 dan omega-6. Selain itu, buah tin juga merupakan buah yang rendah kalori, rendah lemak dan bebas kolesterol [6].

Untuk mencapai pertumbuhan yang lebih baik dari tanaman tin perlu diperhatikan aspek utamanya, diantaranya kesuburan dari media tanam dengan rentang pH 6,0 – 6,5 dengan suhu 16-27°C, dan curah hujan mencapai 400-1.200 mm pertahun dengan ketinggian 700-800m dpl. Tanaman tin juga dapat beradaptasi dengan lingkungan yang memiliki musim panas dan kering dengan suhu 32-37°C, pencahayaan matahari yang kuat (Pertanian, 2019). Selain pH dan suhu, kelembaban juga berpengaruh untuk pertumbuhan tin. Untuk tanaman hidup, kelembaban sebaiknya tetap dijaga pada rentang 60%-90% [7].

2.2. ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler dengan board mikrokontroler 32 bit yang tertanam jaringan *wifi* yang di support protokol jaringan *wifi* 802.11 b/g/n dengan frekuensi 2.4 GHz dan teknologi *bluetooth* v4.2 serta chip *Bluetooth low energy* (BLE). ESP32 dipopulerkan oleh *Espressif System* dimana merupakan generasi lanjut dari 16 mikrokontroler. ESP8266 ini sangat mendukung dalam pembuatan sistem aplikasi *Internet of Things (IoT)* [8].

2.3. Sensor Soil Moisture

Sensor kelembaban tanah adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur kadar kelembaban didalam tanah. Sensor ini memberikan informasi penting terkait kandungan air dalam tanah, yang

mempengaruhi ketersediaan air bagi tanaman, kebutuhan irigasi, dan kesehatan ekosistem tanah secara umum [9].

2.4. Sensor pH Tanah

Sensor pH tanah adalah perangkat sensor yang mengidentifikasi tingkat keasaman atau kebasaan tanah. Rentang skala pH yang dapat diukur oleh sensor ini adalah 3,5 hingga 15. Sensor ini beroperasi dengan tegangan DC 5 volt dan memiliki jangkauan pengukuran sepanjang 6 cm dari ujung sensor ke dalam tanah. Sensor ini dapat langsung terhubung ke pin analog pada mikrokontroler tanpa memerlukan modul tambahan [10].

2.5. Real Time Clock (RTC)

RTC adalah bagian dari sirkuit pada motherboard komputer yang didukung oleh baterai CMOS yang bertugas untuk menyimpan nilai waktu. Nilai waktu tersebut mencakup informasi tentang tahun, bulan, tanggal, jam, dan menit. RTC dapat menyesuaikan pembacaan waktu yang akurat bahkan saat dilakukannya pemrograman ulang pada mikrokontroler ataupun saat tidak terhubung dengan suatu tegangan [11].

2.6. Pompa Air

Pompa merupakan sebuah perangkat atau mesin yang meningkatkan energi pada fluida yang dipindahkan dan mengalirkannya secara terus menerus dari satu lokasi ke lokasi lain melalui media perpipaan. Secara sederhana, fungsi utama pompa adalah mengubah energi mekanis dari sumber tenaga (penggerak) menjadi energi kinetik (kecepatan), yang digunakan untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang terjadi selama proses aliran [12].

2.7. Relay

Relay adalah suatu perangkat elektronik yang berfungsi sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan sebuah tuas saklar yang memiliki lilitan kawat di sekitar batang besi (solenoid). Ketika arus listrik mengalir melalui solenoid, gaya magnet yang dihasilkan menyebabkan tuas tertarik, sehingga menyebabkan kontak saklar tertutup [13].

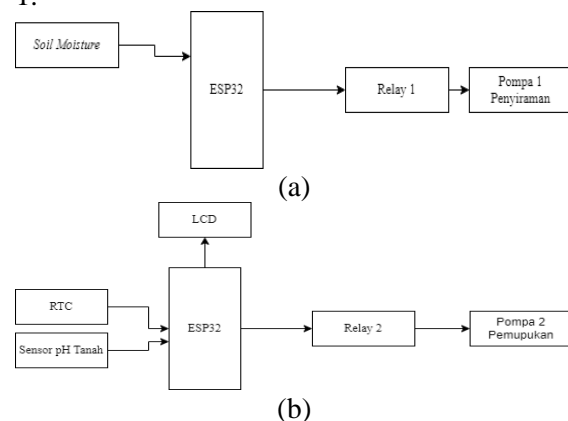
2.8. Misting Sprayer

Misting Sprayer merupakan alat yang biasa digunakan untuk sistem penyiraman irigasi tanaman, dimana alat ini membuat air yang mengalir dari selang dapat tersebar merata ke tanaman [14].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Blok Diagram

Blok diagram dari proses pembuatan alat yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram (a) sistem penyiraman (b) sistem pemupukan

Keterangan Diagram Blok :

a. Proses Penyiraman

Berdasarkan blok diagram pada Gambar 1 (a) diatas dijelaskan bahwasannya untuk proses penyiraman dimulai dari pembacaan nilai kelembaban tanah oleh sensor *soil moisture*. Apabila kondisi tanah $<50\%$ maka relay 1 akan aktif dan pompa 1 akan aktif melakukan penyiraman. Jika kelembaban tanah $>50\%$ maka pompa 1 akan mati.

b. Proses Pemupukan

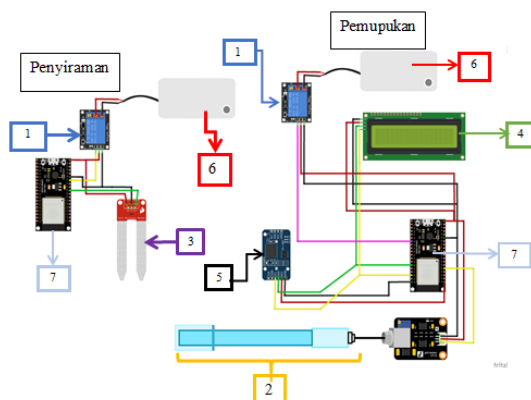
Berdasarkan blok diagram pada Gambar 1 (b) diatas dijelaskan bahwasannya untuk proses pemupukan dimulai dari modul RTC yang melakukan penjadwalan untuk proses pemupukan. Jika sudah masuk proses penjadwalan maka relay 2 akan aktif dan pompa 2 akan melakukan pemupukan selama 7 detik. Pada saat proses pemupukan nilai pH akan tampak pada LCD.

3.2. Skematik Rangkaian

Skematik rangkaian menggambarkan hubungan antar komponen dalam suatu

rangkaian elektronik yang dapat dilihat pada Gambar 2. Pada perancangan ini tampak ada 2 buah *mikrokontroler* ESP32, dimana *mikrokontroler* yang pertama untuk sistem penyiraman akan terhubung dengan sensor *soil moisture* untuk mendeteksi nilai kelembaban pada tanah dan *relay* terhubung dengan pompa dimana fungsi *relay* sebagai saklar untuk pompa. Pada *mikrokontroler* yang kedua terdapat modul RTC sebagai inputan penjadwalan, lalu sensor pH tanah untuk mendeteksi nilai pH tanah yang tampak pada LCD dan pompa sebagai output yang terhubung dengan *relay* sebagai saklar untuk pompa. Keterangan angka pada Gambar 2 yaitu :

- 1) *Relay*
- 2) Sensor pH tanah
- 3) Sensor *Soil moisture*
- 4) LCD
- 5) *RTC*
- 6) Pompa air
- 7) ESP32



Gambar 2. Rangkaian Komponen

3.3. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat berfungsi sesuai dengan fungsinya dan dapat menghasilkan keluaran sebagaimana yang diharapkan. Adapun pengujian yang telah dilakukan adalah pengujian keakurasian sensor *soil moisture* dan sensor pH tanah serta pengujian keseluruhan sistem.

Pengujian keakurasian dilakukan dengan melihat hasil nilai sensor dengan alat pembanding. Selanjutnya dihitung persentase rata-rata selesai dengan persamaan 1.

$$\% \text{ Akurasi} = 100 - \left\{ \left| \frac{x_n}{y_n} \right| \times 100 \right\} \quad (1)$$

Keterangan:

x_n = nilai yang terbaca pada alat pembanding
 y_n = nilai yang terbaca pada sensor

Pengujian keseluruhan sistem penyiraman dan pemupukan bertujuan untuk mengetahui kinerja dari fungsi alat. Pada proses penyiraman, apakah pompa akan benar menyala jika sensor kelembaban terukur kurang dari 50% dan akan berhenti menyiram jika kelembaban tanah sudah terpenuhi yaitu diatas 50%. Sedangkan pada proses pemupukan, apakah pompa akan menyala jika masuk jadwal pemupukan dan akan berhenti jika sesuai waktu yang telah disetting sebelumnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Keseluruhan Sistem

Tahap pengujian untuk proses penyiraman dilakukan dengan cara membandingkan 10 tanah yang berbeda nilai kelembabannya lalu diukur dengan sensor *soil moisture*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Table 1.

Tabel 1. Hasil Data Proses Penyiraman

Sampel tanah (Polybag)	Nilai Kelembaban Tanah	Kondisi Pompa
1	38%	On
2	61%	Off
3	50%	Off
4	54%	Off
5	46%	On
6	43%	On
7	48%	On
8	32%	On
9	75%	Off
10	57%	Off

Berdasarkan pengujian Tabel 1 didapatkan nilai kelembaban tanah yang berbeda. Pada polybag pertama nilai kelembaban tanah yang terukur adalah 38% dengan kondisi pompa *on*. Polybag kedua nilai kelembaban tanah yang terukur adalah 61% dengan kondisi pompa *off*. Hal ini dapat disimpulkan bahwa sistem dapat berjalan sesuai spesifikasi yang diinginkan. Pompa air akan aktif jika mendapat informasi bahwa kelembaban tanah yang diukur sensor kurang dari 50%.

Tahap pemupukan diuji dengan melihat jadwal pemupukan yang telah diatur pada awal yaitu 1 kali dalam seminggu setiap hari sabtu pukul 9 pagi. Pompa akan aktif untuk melakukan pemupukan pada waktu yang telah ditentukan tersebut.

Tabel 2. Pengujian Sistem Pemupukan

Jadwal Pemupukan	Kondisi Pompa
Sabtu, 29-12-23 09.00.00 WIB	On Sabtu, 29-12-23 09.00.14 WIB
Sabtu, 06-01-24 09.00.00 WIB	On Sabtu, 06-01-24 09.00.18 WIB
Sabtu, 13-01-24 09.00.00 WIB	On Sabtu, 13-01-24 09.00.15 WIB

Dari pengujian yang didapat pada Tabel 2 dimana diketahui kinerja pompa berdasarkan jadwal yang sudah ditentukan menggunakan Real Time Clock sudah bekerja dengan baik. Dimana pada tanggal 29 desember 2023 kondisi pompa *On* pada pukul 9 lewat 14 detik, pada tanggal 6 Januari 2024 kondisi pompa *On* pada pukul 9 lewat 18 detik dan pada tanggal 13 januari kondisi pompa dalam keadaan *On* pada pukul 9 lewat 15 detik melakukan pemupukan. Hal ini dapat disimpulkan bahwasannya RTC sudah bekerja dengan baik untuk menghidupkan pompa secara otomatis disetiap hari sabtu pada waktu yang telah ditentukan.

4.2. Pengujian Keakurasian Sensor pH Tanah

Sensor pH tanah merupakan sensor pendeteksi tingkat keasaman dan kebasaan pada tanah. Pada saat pengujian alat pembanding yang digunakan adalah *Threeway meter*. *Threeway meter* dapat mengukur pH pada rentang dari 3,5 hingga 8. Pengujian ini dilakukan dengan cara menancapkan sensor pH pada tanah, kemudian membandingkan nya dengan alat pembanding. Percobaan ini dilakukan dengan 10 sampel tanah dalam *polybag* yang berbeda. Tabel 3 merupakan data dari hasil pengujian sensor pH tanah dengan perbandingan alat ukur *threeway meter*.

Tabel 3. Pembacaan hasil sensor tanah dengan alat pembanding

Sampel Tanah (Polybag)	Nilah pH		Keakurasian
	Sensor pH Tanah	Alat Pembanding	
1	7,07	7,20	98,19%
2	6,98	7,00	98,19%
3	7,02	7,10	98,80%
4	6,70	7,00	95,71%
5	6,88	7,10	96,90%

6	6,57	6,60	99,54%
7	6,60	6,65	99,24%
8	6,62	6,65	99,54%
9	6,74	6,80	99,11%
10	6,82	6,90	98,84%

Pengukuran sampel *polybag* 1 dengan pH 7,07 dan alat pembanding 7,2. Jika dilihat selisih antara pembacaan sensor dan alat ukur tidak jauh berbeda yaitu 0,13 begitupun untuk sampel *polybag* ke 2 hingga 10. Dimana nilai yang terukur pada sensor pH tanah telah mendekati hasil yang didapatkan oleh alat pengukur pH tanah. Dari data di atas, dapat diketahui persentase keakurasian dari nilai pH yang terukur tersebut menggunakan persamaan 1.

$$\% \text{ Akurasi} = 100 - \left(\left| \frac{xn - yn}{xn} \right| \right) \times 100$$

$$\% \text{ Akurasi} = 100 - \left(\left| \frac{7,1 - 6,88}{7,1} \right| \right) \times 100$$

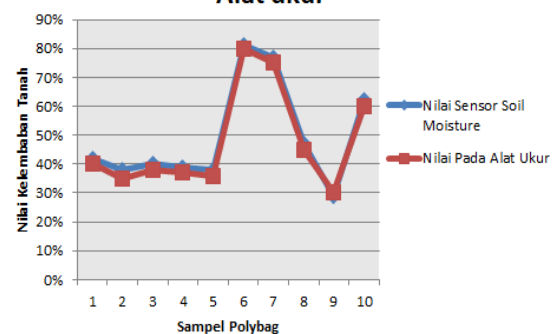
$$\% \text{ Akurasi} = 96,9 \% \rightarrow \text{sampel 1}$$

Kesimpulan yang didapat dari persamaan diatas, rata-rata persentase akurasi dari perbandingan sensor pH tanah dan alat pengukur pH tanah berdasarkan 10 sampel data yang ada adalah 98,40%. Keakurasian sensor pH tanah ini tidak bisa mencapai 100% dikarenakan kurangnya ketelitian dalam pembacaan alat ukur dan kedalaman sensor yang bervariasi.

4.3. Pengujian Keakurasian Sensor Soil Moisture

Pengujian kelembaban tanah dilakukan dengan cara menyematkan sensor *Soil Moisture* ke dalam tanah, dan membandingkannya dengan alat pembanding seperti *Threeway Meter*. Pengujian ini dilakukan dengan 10 sampel tanah dalam *polybag* yang berbeda.

Perbandingan Sensor Soil Moisture & Alat ukur



Gambar 3. Grafik perbandingan sensor *soil moisture* dan alat ukur

Grafik pada gambar 3 didapat dari 10 sampel tanah dalam polybag yang berbeda. Pengukuran sampel polybag 1 dengan kelembaban 42% dan alat pembanding 40% . Jika dilihat selisih antara pembacaan sensor dan alat ukur tidak jauh berbeda yaitu 2% begitupun untuk sampel tanah ke 2 hingga 10. Dimana nilai yang terukur pada sensor *soil moisture* mendekati hasil yang didapatkan oleh alat ukur kelembaban tanah. Dari data di atas, dapat diketahui persentase keakurasian dari nilai kelembaban yang terukur tersebut menggunakan persamaan 1.

$$\begin{aligned} \% \text{ Akurasi} &= 100 - \left(\left| \frac{xn-yn}{xn} \right| \right) \times 100 \\ \% \text{ Akurasi} &= 100 - \left(\left| \frac{40-42}{40} \right| \right) \times 100 \\ \% \text{ Akurasi} &= 95 \% \rightarrow \text{data 1} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan rata-rata persentase akurasi dari perbandingan sensor *soil moisture* dan alat pengukur kelembaban tanah berdasarkan 10 sampel data yang ada adalah 95,75%. Keakurasian sensor *soil moisture* ini tidak bisa mencapai 100% dikarenakan kurangnya ketelitian dalam pembacaan alat ukur dan kedalaman sensor yang bervariasi.

4.4. Pengujian untuk melihat delay

Pada pengujian *delay* intruksi yang diberikan oleh RTC agar pompa air menyala, maka diambil 10 sampel percobaan yang mana *delay* RTC ini dilihat setiap kali dilakukannya penguploadan program dari arduino. Proses pengambilan data *delay* RTC tampak pada Tabel 4.

Tabel 4. Data delay intruksi RTC

Percobaan	Pembacaan pada waktu yang sebenarnya (WIB)	Pembacaan sensor pada serial monitor (WIB)	Delay (detik)
1	09:00:14	09:00:00	14
2	09:10:17	09:10:00	17
3	10:50:19	10:50:00	19
4	11:10:25	11:10:00	25
5	13:20:18	13:20:00	18
6	14:25:20	14:25:00	20
7	15:00:13	15:00:00	13
8	16:53:15	16:53:00	15
9	17:06:22	17:06:00	22
10	18:02:16	18:02:00	16
Rata-rata			17,9

Berdasarkan tabel 4.5 didapatkan beberapa *delay* dengan range waktu yang berbeda-beda

namun tidak terlalu jauh. Pengujian diambil dalam waktu satu hari, dimana sampel yang diuji berjumlah 10. Dapat diambil kesimpulan dengan mengambil nilai rata-rata *delay* dari ke-10 percobaan yang diberikan RTC untuk menyalakan pompa yaitu 17,9 detik. *Delay* yang terdapat pada RTC ini biasanya dapat disebabkan oleh kinerja dari *mikrokontroler* yang terdapat gangguan jaringan pada saat pengiriman data.

5. KESIMPULAN

- Sistem penyiraman dan pemupukan otomatis ini telah berhasil melakukan penyiraman dan pemupukan sesuai dengan perintahnya masing-masing. Dimana untuk sistem penyiraman berhasil melakukan penyiraman dengan nilai kelembaban dibawah 50% dan untuk sistem pemupukan berhasil melakukan pemupukan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan pada RTC dan kadar pH tanah dapat dilihat pada LCD sehingga mempermudah petani dalam melakukan proses penyiraman dan pemupukan.
- Sensor pH tanah Supp2787 berhasil mendeteksi nilai pH tanah dengan tingkat akurasi mencapai 98,40% berdasarkan perbandingan yang dilakukan dengan alat ukur threeway meter. Sehingga sistem ini dapat membantu petani dalam melakukan pemupukan agar mendapatkan kondisi tanah mendekati pH yang diinginkan.
- Sensor Soil Moisture YL-69 berhasil mendeteksi nilai kelembaban pada tanah dengan tingkat keakurasian mencapai 95,75% berdasarkan perbandingan yang dilakukan dengan alat ukur threeway meter. Sehingga sistem ini dapat membantu petani dalam melakukan proses penyiraman dengan kondisi kelembaban yang diinginkan.
- Berdasarkan data yang didapatkan dari intruksi yang diberikan oleh RTC agar pompa air menyala untuk melakukan pemupukan telah dapat bekerja dengan baik. *Delay* intruksi yang diberikan RTC adalah 17,9 detik, *delay* ini disebabkan adanya gangguan jaringan pada saat pengiriman data ke mikrokontroler.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kebun tin Pekanbaru yang telah memberikan ijin lokasi untuk dilakukan penelitian. Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan yang membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akbar, Muhammad, and R. I. Borman, "Otomatisasi Pemupukan Sayuran Pada Bidang Hortikultura Berbasis Mikrokontroler Arduino" in *Teknik dan Sistem Komputer*, 2021, pp. 15-20.
- [2] Nurdiana, Nita, and Perawati, "monitoring Kelembaban Tanah pada Penyiram Tanamana Otomatir" in *Elekterical Engineering and Industrial Engineering*, Vol XVII, 2021, pp. 10-13.
- [3] Doni R & Rahman M. "Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Iot (Internet of Thing) Menggunakan Nodemcu ESP8266" in *Jurnal Sains Komputer & Informatika*, Indonesia, 2020.
- [4] Sinaga, Alexander, and Aswardi. "Rancang Alat Penyiram dan Pemupukan Tanaman Otomatis Menggunakan RTC Dan Soil Moisture Sensor Berbasis Arduino." *Teknik Elektro Indonesia*, 2020, pp. 151-153.
- [5] Ridho, Eddy, Andari, and ratna. "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan logika Fuzzy dengan Teknologi Internet of Things Berbasis ESP8266 dan Aplikasi Blynk" in *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, Vol. 12 No. 2, 2024, pp. 862-868.
- [6] Sienny Agustin, 4 Manfaat Buah Tin untuk Kesehatan, 2024. [online] Available: aladokter.com.
- [7] Mely Nafiandary, "Pengaruh Ekstrak Buah Tin (*Ficus carica* L.) sebagai Antioksidan terhadap Ketebalan Epitel dan Diameter Lumen Tubulus Proksimal Ginjal Mencit Betina yang Dipapar Rhodamin B", *Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*, 2019.
- [8] M.Nizam, H. Yuana, and Z Wulansari, "Mikrokontroller ESP32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis WEB" in *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, Vol. 6 No. 2, 2022, pp. 767-772.
- [9] A.D. Susila, K. Suketi, and M. Pratama, "Pengguna Sensor Kelembaban Tanah untuk Penetapan Jadwal Penyiraman Tanaman Cabai melalui Irigasi Tetes" in *J. Hort*, Indonesia, 2023, Vol. 14 No. 3, pp. 126-132.
- [10] R. Daniel, A.D.N. Utomo, and Y.A. Setyoko, "Rancangan Bangun Alat Monitoring Kelembaban, PH Tanah dan Pompa Otomatis pada Tanaman Tomat dan Cabai" in *Journal Informatic and Information Technology*, Vol. 1 No. 4, 2022, pp. 161-170.
- [11] P. Raharjo, "Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan RTC (Real Time Clock) Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 pada Tanaman Mangga Harum Manis Buleleng Bali" in *Jurnal SPEKTRUM*, Vol. 8 No. 1, 2023, pp. 143-147.
- [12] S. Nurmayanti, S. Prajogo, and Rusmana, "Perancangan Pompa Sentrifungsi pada Proses Pendinginan Minuman di PT Mayora Indah Tbk" in *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2022.
- [13] S.P. Snatoso and R.M. Nugroho, "Rancang bangun Pintu Geser Otomatis Menggunakan Motor DC 24 V" in *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, Vol. 9 No. 1, 2021, pp. 38 – 45.
- [14] S. Mukhlis, A. Fanani, and Ridwan, "Rancang Bangun Pembibitan Model Knock Down Sistem Semi Floating dengan Mist Sprayer Otomatis pada Bibit Tembakau (*Nicotiana Tabacum*)" in *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat dan Penelitian Pranata Laboratorium Pendidikan Politeknik Negeri Jember*, 2019.