

Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Pemupukan Dan Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis *Internet of Things*

Geraldi Rhamadhany^{1*}, Noni Juliasari²

^{1,2}Fakultas Teknologi Informasi, Teknik Informatika, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia

Jl. Raya Ciledug, Petukangan Utara, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12260

Email: ^{1*}1711501211@student.budiluhur.ac.id, ²noni.juliasari@budiluhur.ac.id

(* : corresponding author)

Abstrak— Tanaman dibudidayakan untuk dinikmati manfaatnya, sehingga diperlukan pengelolaan yang intensif seperti Penyiraman dan pemupukan secara teratur dianjurkan untuk ketahanan lingkungan tumbuh dan jenis tanaman. Saat ini penyiraman dan pemupukan cair masih dilakukan secara manual dengan tenaga. Oleh karena itu penulis ingin merancang alat penyiraman tanaman dan alat pemupukan cair otomatis berbasis *Internet of Things* (IOT) dengan menggunakan sensor kelembaban tanah, sensor suhu, sensor kelembaban (DHT22) dan sensor PH tanah. Hasilnya menunjukkan bahwa alat bekerja dengan baik. Tanaman disiram ketika sensor kelembaban tanah mengukur kelembaban tanah sesuai dengan setpoint yang telah ditetapkan, yaitu di kisaran 70%. Dan untuk aplikasi pupuk cair pada tanaman, hal ini terjadi ketika PH terbaca oleh Sensor PH tanaman pada set point 8%. Meskipun hasil penelitian jurnal penelitian ini tentang penyiraman dan pemupukan tanaman otomatis telah berhasil diselesaikan, masih ada beberapa kata untuk dikatakan tentang hasilnya. Artinya, itu adalah hasil dari sebelumnya telah diatur ke kisaran nilai tertentu dalam alat pelaksana.

Kata Kunci— penyiraman, pemupukan, sensor DHT22

Abstract— *Plants are cultivated to enjoy their benefits, so intensive management such as regular watering and fertilization is required depending on the resilience of the growing environment and the characteristics of the plants. Today, watering plants and applying liquid fertilizers is still done manually, but it is considered obsolete due to long watering times and application of liquid fertilizers. Therefore, the author wants to design a device that automatically waters plants and dispenses liquid fertilizers based on the Internet of Things (IOT). This automatic watering and fertilizing system works automatically with a microcontroller namely his NodeMCU ESP32 combined with soil moisture sensor (YL-69 soil moisture sensor), temperature sensor, moisture sensor (DHT22) and soil PH sensor. increase. Test results show that the tool performed well. The plant is watered when the soil moisture sensor measures the soil moisture according to the preset setpoint which is 70%. And to feed the plant with liquid fertilizer, this happens when the PH sensor reads her PH of the plant at a specific set point of 8%. Although the research results of this final project on automatic plant watering and fertilization have been successfully implemented, there are still some comments on the results. That is, it is the result of having previously been set to a certain range of values in the executing tool. Action, sometimes it leads to no action. be rated by the author*

Keywords— *sprinkling, fertilization, DHT22 sensor*

I. PENDAHULUAN

Kelembaban tanah adalah kadar air di dalam tanah dan merupakan salah satu parameter yang paling penting untuk dipertimbangkan dalam pertanian karena berhubungan langsung dengan produksi tanaman. Penyiraman yang teratur dan terukur dapat digunakan untuk menjaga kelembaban tanah. Dengan memberikan jumlah air yang sesuai dengan kebutuhan tanaman, penulis dapat mencapai penyiraman tanaman yang terukur.

Untuk mencapai produksi yang maksimal, kelembaban tanah harus dijaga setiap saat. Hal ini karena kelembaban tanah berperan sebagai pembawa yang memindahkan unsur hara dan senyawa lain dari media tanah ke tanaman, menjaga dan mempertahankan suhu tanaman, serta mempertahankan kematangan daun dan buah.. [1]

Penyiraman yang teratur dan terukur dapat digunakan untuk menjaga kelembaban tanah. Anda dapat mencapai penyiraman tanaman yang terukur dengan menyediakan jumlah air yang memenuhi kebutuhan tanaman. Oleh karena itu, yang dibutuhkan adalah sistem irigasi otomatis yang menggunakan sinyal keluaran dari sensor kelembaban tanah untuk mengontrol peralatan irigasi secara otomatis. [2]

Menyiram tanaman merupakan kegiatan yang harus diperhatikan saat merawat tanaman. Tanaman membutuhkan asupan air dan pupuk cair yang cukup untuk melakukan fotosintesis guna memenuhi kebutuhan pertumbuhan dan perkembangannya. Saat ini penyiraman tanaman dan pemberian pupuk cair masih dilakukan secara manual dan dianggap sudah usang karena penyiraman tanaman dan pemberian pupuk cair membutuhkan waktu. Selain itu, penyiraman dan pemupukan dengan pupuk cair harus dilakukan secara manual. Oleh karena itu, penyiraman memerlukan sistem irigasi yang efektif. Ini akan menjaga kelembaban yang dibutuhkan di tanah dan memastikan waktu penyiraman yang tepat. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis ingin merancang sistem irigasi otomatis untuk tanaman dengan menggunakan sistem irigasi otomatis dan pemupukan tanah berbasis *Internet of Things* (IOT).

II. METODE PENELITIAN

A. Studi Literatur

Pada fase ini, beberapa alat dan konsep yang digunakan dalam penelitian ini dieksplorasi. Penelitian dilakukan dengan menggunakan beberapa perangkat pendukung yang berguna untuk membangun sistem dalam penelitian kali ini. Selain itu, saya telah mempelajari berbagai hal seperti buku teks IoT, kuliah, majalah, dan makalah akademik, terutama tentang sensor DHT22 dan Arduino ESP32 yang menjadi subjek penelitian ini dan menjadi acuan yang kuat dalam memecahkan masalah yang diteliti.

B. Studi Lapangan

Tahap ini akan melakukan studi kasus penyiraman data dan pemupukan tanaman otomatis pada tempat riset yang berlokasi di PT Network Data Sistem, Jakarta Selatan

C. Perumusan Masalah

Pada tahap ini diputuskan untuk mengimplementasikan metode Penyiraman Air dan Pemupukan tanaman otomatis berbasis Internet Of Things pada PT Network Data Sistem

D. Pengumpulan Data

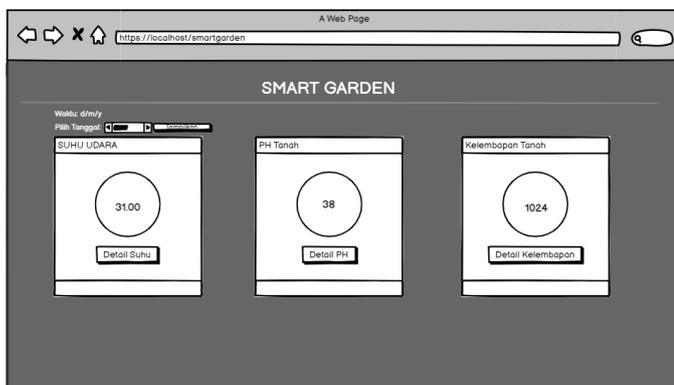
Pada fase ini, beberapa pendekatan seperti wawancara, observasi, dan tinjauan pustaka dilakukan untuk mengumpulkan data yang diperlukan untuk desain sistem.

E. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada sistem yang dibangun sesuai dengan keterbatasan yang ada pada penelitian ini. Identifikasi masalah ini memerlukan analisis untuk menyelesaikan masalah dalam penyelidikan ini, yang dilakukan dalam beberapa tahap. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi analisis data, analisis implementasi algoritma, dan analisis sistem.

F. Rancangan Menu

Rancangan menu pada aplikasi yang akan dibuat terdiri dari beberapa tampilan menu yaitu dashboard, data dari Sensor DHT22, dan data dari sensor Soil Moisture. File yang dapat dilihat pada gambar 1 rancangan menu berikut:



Gambar 1. Rancangan Menu

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Lingkungan Percobaan

Prototyping Internet of Things membutuhkan berbagai perangkat lunak dan perangkat keras untuk mendukung kinerja dari alat yang akan di buat ini. Spesifikasi yang dibutuhkan adalah:

1) Spesifikasi Perangkat Lunak (*Software*)

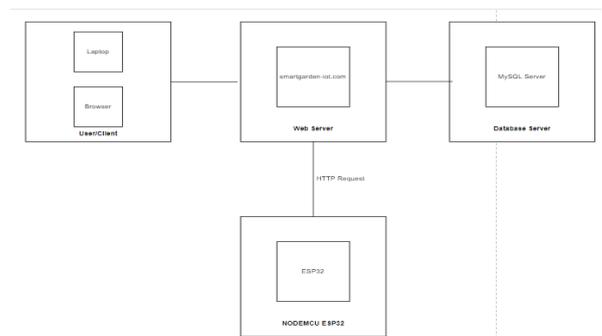
Berikut adalah spesifikasi perangkat lunak yang digunakan untuk implementasi dan pengujian dalam penelitian ini:

- Arduino IDE
- Operating System Windows 10
- Browser
- Text Editor* dengan Visual Studio Code atau sejenisnya
- XAMPP (*Apache Web Server* dan *MySQL Database*)
- Database editor* (PhpMyAdmin dan HeidiSQL)

2) Spesifikasi Perangkat Keras (*Hardware*)

Berikut adalah spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk mengimplementasikan dan menguji pada penelitian ini:

- Processor* Intel® Core™ i5-4200U CPU @ 1.60GHz (4CPUs), ~2.4GHz
- Ram 8GB
- Mikrokontroler Arduino ESP32
- Kabel *jumper*
- Relay
- Batrai
- Pompa Air
- Sensor Suhu
- Sensor Kelembapan tanah
- Sensor PH tanah



Gambar 2. Deployment Diagram

B. Metode Implementasi

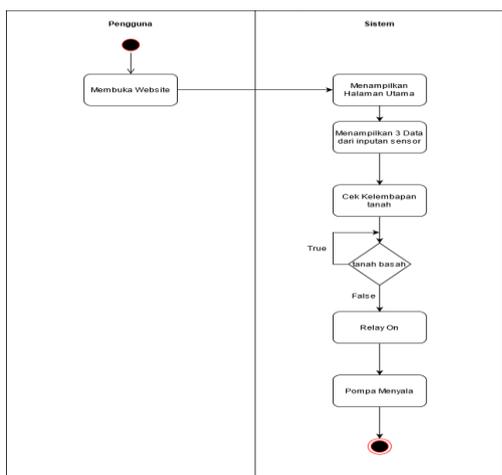
Dalam prototyping alat ini, penulis menggunakan teknik prototyping. Metode prototyping ini memiliki beberapa tahapan untuk menggunakan metode ini, yang dapat dilakukan sesuai dengan keinginan pengguna. Setelah melalui tahapan-tahapan tersebut, pengguna harus menjalankan perintah yang diinginkan menggunakan aplikasi yang disediakan atau alamat situs web server lokal. Alamat situs web memungkinkan pengguna untuk memantau irigasi dan pemupukan otomatis.

C. Activity Diagram

Saat menggambarkan serangkaian proses, diagram aktivitas diperlukan untuk memperjelas urutan proses. Jadi gambar 3 adalah gambaran dari beberapa diagram aktivitas yang digunakan dalam setiap proses. Di bawah ini adalah deskripsi dari diagram aktivitas yang digunakan saat menggunakan alat.

3) Activity Diagram Penyiraman Otomatis

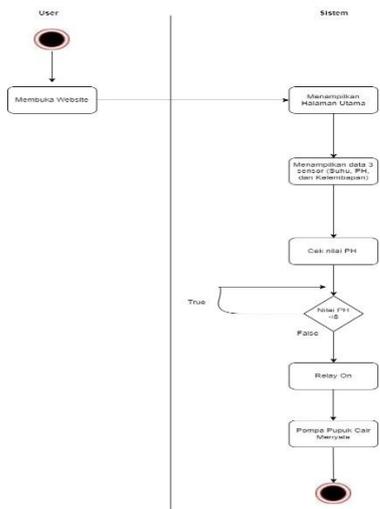
Activity Diagram ini adalah gambaran umum ketika Sensor Kelembaban Tanah mendeteksi kekeringan dan pompa irigasi dihidupkan.



Gambar 3. Activity Diagram Penyiraman

4) Activity Diagram Pemupukan Otomatis

Berikut adalah spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk mengimplementasikan dan menguji pada penelitian ini:



Gambar 4. Activity Diagram Pemupukan

D. Algoritma

Di bawah ini adalah algoritma untuk serangkaian alat yang sebelumnya dibuat oleh penulis. Algoritma ini

mendemonstrasikan bagaimana proses NodeMCU ESP32 mengelola data, menginisialisasi perangkat, membaca sensor dari lingkungan, menggunakan nilai parameter sebagai batasan untuk aturan nilai sensor, membuat keputusan dari sensor, dan mengirimkan data ke server.

Algoritma Perangkat

1. Start
2. NodeMCU Aktif
3. Inisialisasi Sensor Kelembaban Tanah
4. Inisialisasi Sensor DHT22
5. Inisialisasi Sensor PH
6. Inisialisasi Pompa Air
7. Inisialisasi Pompa Pupuk
8. Inisialisasi Relay 1
9. Inisialisasi Relay 2
10. Mengkoneksikan Ke WiFi
11. If WiFi = Terhubung
12. Telah Terhubung Dengan Jaringan
13. Else
14. TimeOut
15. End if
16. If Kelembaban Tanah = Tanah basah
17. Relay 1 Off
18. Pompa Air Off
19. Else
20. Relay 1 On
21. Pompa Air On
22. End if
23. If Sensor PH = PH cukup
24. Relay 2 On
25. Pompa Pupuk On
26. Selama 5 Detik
27. Else
28. Relay 2 Off
29. Pompa Pupuk Off
30. End If
31. Nilai Kelembaban, Nilai Suhu, Nilai PH
32. Menghubungkan Data Ke Server
33. If Kondisi Server = Terhubung
34. Koneksi Berhasil
35. Kirim Data Ke Server
36. Else
37. Koneksi gagal
38. End If
39. End

E. Pengujian Alat

Pengujian adalah cara untuk memastikan bahwa alat bekerja dengan benar, dan ini dapat dilihat pada beberapa eksperimen sebelumnya.

1) Hasil Rancangan Alat

Hasil perancangan alat pada Gambar 5 merupakan perancangan alat secara keseluruhan, dimulai dari sensor, NodeMCU, dan relay yang digabungkan menjadi satu sistem untuk menjalankan alat.



Gambar 5. Hasil Rancangan Perangkat

2) Hasil Pengujian Pompa On

Keadaan pompa yang terbuka dipengaruhi oleh sensor kelembaban tanah. Sensor ini mendeteksi tanah di tanaman kering dan secara otomatis mengaktifkan relay untuk menghidupkan pompa. Pompa air sekarang bekerja.



Gambar 6. Hasil Pengujian Pompa Air On

3) Hasil Pengujian Pompa Off

Status pemompaan dipengaruhi oleh sensor kelembaban tanah yang mendeteksi kelembaban tanah pada tanaman basah. Gambar 7 menunjukkan keadaan pompa mati.



Gambar 7. Hasil Pengujian Pompa Air Off

a) Hasil Pengujian Pompa Pupuk Cair On

Kemudian dilakukan pengecekan lebih lanjut untuk pengecekan pompa pupuk cair. Pompa pupuk cair akan menyala dan ditampilkan di website ketika pH tanah mencapai batas yang telah ditentukan. Ketika sensor mendeteksi bahwa nilai PH di bawah batas yang ditentukan, relai akan secara otomatis menyala dan memasok tegangan ke pompa pupuk cair. Ini akan mengaktifkan pompa pupuk selama 5 detik. Seperti gambar 8:



Gambar 8. Hasil Pengujian Pompa Pupuk Cair On

b) Hasil Pengujian Pompa Pupuk Cair Off

Jika setelah pengujian menyalakan pompa pupuk cair nilai PH tanah yang terbaca oleh sensor mencapai batas yang telah ditentukan maka pompa pupuk juga tidak dapat diaktifkan. Seperti pada gambar 9:



Gambar 9. Hasil Pengujian Pompa Pupuk Cair Off

F. Hasil Pengujian

Pada tahap ini, penulis melakukan beberapa kali pengujian terhadap alat yang tersedia, dan mendapatkan hasil seperti dibawah ini :

a) Tabel Pengujian Sistem Penyiraman Air Otomatis

Tabel 1 menyajikan langsung data dari hasil pengujian water sprinkler untuk mendapatkan nilai setiap sensor yang terpasang.

TABEL I
DATA HASIL PENGUJIAN SISTEM PENYIRAMAN AIR OTOMATIS

No	Jam	Tanggal	Kelembapan (%)	Tindakan
1	17:00	15/07/2022	85,5521	-
2	18:00	15/07/2022	74,2040	-
3	19:00	15/07/2022	15,5614	Siram air
4	20:00	15/07/2022	83,7764	-
5	21:00	15/07/2022	16,5854	Siram air
6	22:00	15/07/2022	17,4563	Siram air
7	23:00	15/07/2022	53,2264	Siram air
8	00:00	16/07/2022	67,0243	Siram air
9	14:00	16/07/2022	65,6752	Siram air
10	15:00	16/07/2022	66,7094	Siram air
11	16:00	16/07/2022	66,0273	Siram air
12	17:00	16/07/2022	85,3345	-
13	18:00	16/07/2022	65,3903	Siram air
14	19:00	16/07/2022	64,2421	Siram air
15	23:00	16/07/2022	75,7495	-
16	17:00	17/07/2022	34,7973	Siram air
17	18:00	17/07/2022	61,2231	Siram air
18	19:00	17/07/2022	17,1193	Siram air
19	20:00	17/07/2022	81,3936	-
20	21:00	17/07/2022	39,4646	Siram air
21	22:00	17/07/2022	55,2233	Siram air

Dari Tabel 1 diatas dapat kita simpulkan bahwa penyiraman tanaman secara otomatis berhasil. Pompa air bekerja sesuai dengan program yang Anda buat. Artinya, ketika sensor kelembaban tanah mendeteksi bahwa kelembaban tanah berada di kisaran kurang dari 70%, relai akan menyala dan pompa air akan menyala untuk menyirami tanaman.

b) Tabel Hasil Pengetesan Sistem Pemupukan

Pada Tabel 2 data hasil pengujian sistem pupuk cair langsung digunakan untuk mendapatkan nilai masing-masing sensor bawaan.

TABEL II
DATA HASIL PENGETESAN SISTEM PEMUPUKAN

No	Jam	Tanggal	Nilai pH	Tindakan
1	17:00	15/07/2022	8,0339	-
2	18:00	15/07/2022	7,0313	Siram Pupuk
3	19:00	15/07/2022	6,4873	Siram Pupuk
4	20:00	15/07/2022	6,2280	Siram Pupuk
5	21:00	15/07/2022	5,9791	Siram Pupuk
6	22:00	15/07/2022	5,8941	Siram Pupuk
7	23:00	15/07/2022	8,2569	-
8	00:00	16/07/2022	7,7605	Siram Pupuk
9	14:00	16/07/2022	7,6985	Siram Pupuk
10	15:00	16/07/2022	5,8432	Siram Pupuk
11	16:00	16/07/2022	5,8941	Siram Pupuk
12	17:00	16/07/2022	7,8940	Siram Pupuk
13	18:00	16/07/2022	8,2691	-
14	19:00	16/07/2022	7,9465	Siram Pupuk
15	23:00	17/07/2022	7,9319	Siram Pupuk
16	17:00	17/07/2022	7,8266	Siram Pupuk
17	18:00	17/07/2022	7,1781	Siram Pupuk
18	19:00	17/07/2022	9,7017	-
19	20:00	17/07/2022	6,5577	Siram Pupuk
20	21:00	17/07/2022	5,9556	Siram Pupuk
21	22:00	17/07/2022	8,9683	-

Pengairan pupuk terjadi ketika pH mencapai nilai yang telah ditentukan. Ketika nilai yang ditetapkan tercapai, relai secara otomatis ON dan tegangan disuplai ke pompa pupuk cair. Ini akan mengaktifkan pompa pupuk selama 10 detik. Sistem pengairan pupuk cair ini berjalan dengan baik setting yang dibuat sebelumnya.

1) Tabel Output Pengujian Sensor dan Sistem

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian sensor dan alat dengan sistem irigasi dan pemupukan otomatis yang diuji pada struktur manufaktur.

TABEL III
HASIL PERCOBAAN PADA SENSOR DAN PERANGKAT SISTEM

No	Alat	Ekspetasi	Hasil Ket.
1	NodeMCU ESP32	Terkoneksi dengan komputer	Sukses
		Terkoneksi port serial	Sukses
		Terkoneksi dengan sensor Kelembaban tanah	Sukses
		Terkoneksi dengan DHT22 Sensor	Sukses
		Terkoneksi dengan Sensor Pendeteksi PH	Sukses
		Terkoneksi menggunakan jaringan Wireless (WiFi)	Sukses
		Terkoneksi dengan Database	Sukses
		Menampilkan hasil Progress Program pada	Sukses

		Monitor Serial	
2	Sensor Kelembapan	Kirim data ke NodeMCU ESP32 untuk diproses	Sukses
		Penginderaan kelembapan dapat mengaktifkan relai	Sukses
3	Sensor DHT22	Penginputan/Mengirim data untuk di proses pada ESP32	Sukses
4	Sensor PH	Penginputan data untuk di proses pada ESP32	Sukses
		Terhubung dengan Relay	Sukses
	Pompa Air	Mendeteksi aliran listrik dari Baterai	Sukses
		Tersambung dengan relay	Sukses
	Pompa Pupuk	Mendeteksi aliran listrik menggunakan baterai	Sukses
		Terkoneksi dengan NodeMCU ESP32	Sukses
	Relay	Terkoneksi dengan baterai	Sukses
		Terkoneksi dengan pompa air dan pupuk cair	Sukses
		Nyala ketika sensor kelembapan tanah mendeteksi kelembapan	Sukses
	Database	Terkoneksi dengan program	Sukses
		Dapat menyajikan data	Sukses
		Dapat menyimpan data	Sukses
	Website	Terhubung dengan database	Sukses
		Dapat menyajikan kondisi system paling update	Sukses

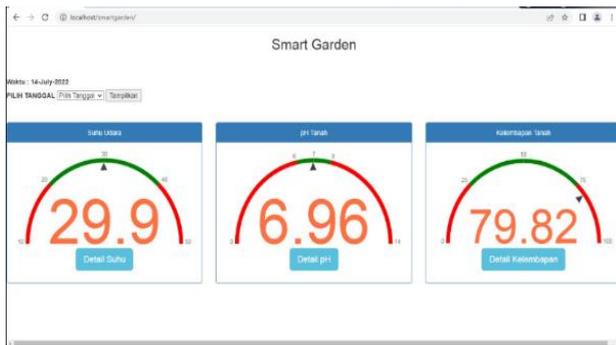
Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa pada Tabel 3 semua sensor dan alat di dalam sistem irigasi dan pemupukan secara otomatis berfungsi dengan baik dan berkinerja baik.

G. Tampilan Utama

Tampilan di layar adalah deskripsi tampilan di layar aplikasi, dimulai dengan halaman beranda yang berisi data sensor. Di bawah ini adalah gambar dan deskripsi tampilan dari situs Auto Irigasi dan Pemupukan.

a) Tampilan Halaman Utama

Tampilan halaman utama pada Gambar 10 merupakan tampilan pertama yang dilihat pengguna saat masuk ke website Irigasi dan Pupuk Otomatis. Halaman ini berisi tabel data dari sensor. Data masukan berupa data sensor suhu, data sensor kelembapan, data sensor kelembapan tanah, dan data rata-rata harian yang dimasukkan ke dalam database sensor PH untuk tanggal terpilih.



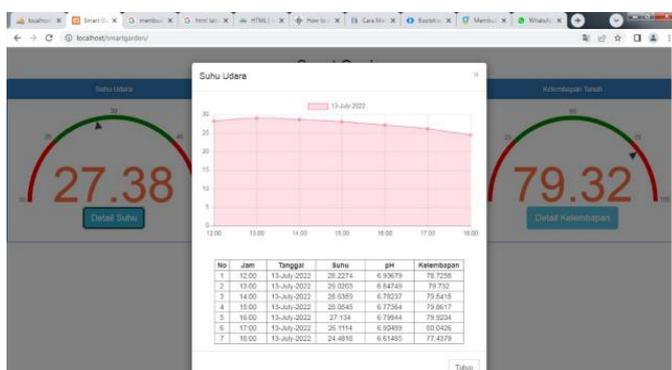
Gambar 10. Halaman Utama



Gambar 13. Tampilan Halaman Hasil PH Tanaman

1) Tampilan Halaman Detail Suhu

Tampilan halaman pada Gambar 11 merupakan tampilan untuk menampilkan hasil penyiraman dan pemupukan real time



Gambar 11. Halaman Detail Suhu

2) Tampilan Halaman Detail Kelembapan

Tampilan halaman Detail Kelembapan pada Gambar 12 merupakan tampilan untuk menampilkan hasil perhitungan penyiraman tanah yang sudah di lakukan oleh alat.



Gambar 12. Tampilan Halaman Detail Kelembapan

3) Tampilan Halaman Detail PH

Tampilan halaman detail PH pada Gambar 13 menunjukkan hasil perhitungan PH tanah yang dilakukan oleh alat penyiraman pupuk.

4) Analisis Biaya Implementasi

Data biaya yang diperlukan saat alat ini diimplementasikan pada saat jurnal penelitian ini di buat.

TABEL IV
ANALISIS BIAYA IMPLEMENTASI

No	Nama Alat	Biaya
1	Mikrokontroller ESP32	Rp. 79.000
2	Sensor Suhu DHT22	Rp. 155.000
3	Sensor Soil Moisture	Rp. 132.000
4	Sensor PH Tanah	Rp. 150.000
5	LDR Sensor	Rp. 10.000
6	Relay	Rp. 76.000
7	DC Pompa	Rp. 50.000
8	Power Supply Unit	Rp. 50.000
9	Kabel Jumper	Rp. 30.000
10	Regulator	Rp. 30.000
11	Breadboard	Rp. 20.000
Grand Total		Rp. 782.000

IV. PENUTUP

Dari analisis diskusi yang berlangsung pada prototipe alat penyiraman dan pemupukan otomatis berbasis web, kami dapat menarik beberapa kesimpulan:

- Sistem yang di bangun berjalan dan belerka dengan baik sesuai dengan rencana penulis.
- Sensor Kelembapan Tanah dan Sensor PH bekerja dengan baik untuk mendeteksi kelembapan tanah. Ini digunakan untuk menarik kesimpulan tentang alat dan memungkinkan pompa air untuk dihidupkan.
- Pompa pemupukan akan menyemprot tanaman dengan pupuk cair selama 20 detik dan pompa air akan menyala ketika tingkat kelembapan tanah di bawah 70.

Penelitian yang dilakukan menghasilkan saran-saran berikut untuk prototipe alat irigasi dan pemupukan otomatis berbasis web ini. Sebagai berikut:

- Ada alat tambahan yang dapat Anda kendalikan selain penyiraman.
- Peneliti selanjutnya diharapkan dapat membuat aplikasi sistem monitoring di android untuk memudahkan pengguna

REFERENSI

- [1] A. R. Fauzi, "Pengaruh penyiraman dan dosis pemupukan terhadap pertumbuhan kangkung (*Ipomoea reptans*) Pada Komposisi Media TanamTanah Pasir", *Jurnal Agrotrop*, vol. 4, no. 2, pp. 104-111, 2014.
- [2] F. Faridah, "Aplikasi Pengontrolan Kelembaban Tanah pada Smart Garden Menggunakan Sensor Soil Moisture", *Jurnal Teknik*, 17(2), pp.78-83, 2019.
- [3] F. Pan, "Estimating Daily Surface Soil Moisture Using A Daily Diagnostic Soil Moisture Equation", *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, vol. 17, no. 2, pp. 78-83, 2012.
- [4] C. Nermelita M., A. N. Jati, F. Azmi, "Perancangan Aplikasi Control Panel Untuk General Farming Automation", *eProceedings of Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 2344-2350, 2017.
- [5] Y. Ma, et al, "Measuring soil water content through volume/mass replacement using a constant volume container", *Geoderma*, vol. 271, no. 1, 42-49, 2016.
- [6] A. Najmurrokhman, K. Kusnandar, and A. Amrulloh, "Prototipe Pengendali Suhu Dan Kelembaban Untuk Cold Storage Menggunakan Mikrokontroler Arduino Atmega328 dan Sensor DHT11", *Jurnal Teknologi*, vol. 10, no. 1, pp. 73-82, 2018.
- [7] D. L. Potts, et al, "Antecedent moisture and seasonal precipitation influence the response of canopy-scale carbon and water exchange to rainfall pulses in a semi-arid grassland", *New Phytologist*, vol. 170, no. 4, pp. 849-860, 2016.
- [8] A. Priyono, and P. Triadyaksa, "Sistem Penyiram Tanaman Cabai Otomatis Untuk Menjaga Kelembaban Tanah Berbasis ESP8266," *Berkala Fisika*, vol. 23, no. 3, pp. 91-100, 2020.
- [9] R. S. I. Sari, A. L. Prasasti and C. Setianingsih, "Pemantauan Tingkat Kejenuhan Tanah Pada Tanaman Stroberi Untuk Otomatisasi Penyiraman Grikulan Berbasis Internet of Things," *eProceedings of Engineering*, vol. 7, no. 2, pp. 4927-4934, 2020.
- [10] A. R. Putri, M. Iqbal, and A. Suprpto, "Rancang Bangun Model RumahKaca Terkendali Untuk Tanaman Cabe Dengan Media Pemberitahuan Melalui Twitter," *eProceedings of Applied Science*, vol. 1, no.1, pp. 906-914, 2015.