

IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL, MONITORING DAN DATA LOGGING BERBASIS IOT PADA RUMAH KACA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32

Muhammad Rayhan Ananta^{1*}, Jan Everhard Riwurohi²

^{1,2} Sistem Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Kota, Indonesia

Email: ¹*2013500067@student.budiluhur.ac.id, ²yan.everhard@budiluhur.ac.id
(* : corresponding author)

Abstrak- Saat ini dengan semakin berkurangnya lahan pertanian akibat pembangunan yang semakin meningkat setiap tahunnya dan dengan terbatasnya lahan yang subur untuk tumbuhnya tanaman, maka para petani mulai mendalami industri hortikultura. Tetapi kebanyakan dari rumah kaca yang ada masih menggunakan cara manual dalam hal memantau suhu dan kelembaban rumah kaca serta cara penyiraman tanahnya, hal ini yang dapat mempengaruhi ketidak konsistensinya kelembaban pada tanah serta dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan tingkat produksi tanaman. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem yang dapat menjaga, mengontrol dan memantau tanaman tersebut agar pertumbuhan tanaman itu optimal, maka dibuatlah sebuah sistem dan perangkat menggunakan sensor suhu dan kelembaban udara DHT22, sensor suhu tanah DS18B20 dan sensor kelembaban tanah kapasitif. Sistem ini terdiri dari beberapa bagian utama yaitu mikrokontroler ESP32-DevKitC, LCD I2C, sensor DHT22, sensor DS18B20, *Capacitive Soil Moisture Sensor*, modul *relay*, dan *Water Valve Solenoid*. Sistem ini dibuat untuk membantu mengoptimalkan pertumbuhan pada tanaman dengan cara mengontrol suhu dan kelembaban udara agar tetap optimal dan memberikan penyiraman secara otomatis dan teratur berdasarkan nilai yang sudah ditetapkan, karena kebanyakan dari rumah kaca yang di Indonesia masih menggunakan cara manual dalam hal memantau suhu dan kelembaban rumah kaca serta cara penyiraman tanahnya, hal ini yang dapat mempengaruhi ketidak konsistensinya kelembaban pada tanah serta dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan tingkat produksi tanaman. Untuk mempermudah pemantauan kondisi pada rumah kaca Blynk *IoT* digunakan untuk sistem monitoring berbasis *web* dan data kondisi rumah kaca tersebut akan disimpan dalam bentuk *spreadsheet*.

Kata Kunci: Rumah kaca, ESP32-DevKitC, Sensor DHT22, Sensor DS18B20, *Capacitive Soil Moisture Sensor*, *Water Valve Solenoid*.

IMPLEMENTATION OF AN IOT-BASED CONTROL, MONITORING, AND DATA LOGGING SYSTEM IN A GREENHOUSE USING AN ESP32 MICROCONTROLLER

Abstract- As agricultural land continues to shrink due to increasing urban development each year, and with limited fertile soil available for growing crops, farmers have begun to focus more on the horticulture industry. However, most greenhouses still rely on manual methods to monitor temperature and humidity, as well as soil irrigation, which can lead to inconsistent soil moisture levels, thereby affecting plant growth and crop yields. Therefore, there is a need for a system that can maintain, control, and monitor plant conditions to ensure optimal growth. This project involves developing a system using temperature and humidity sensors (DHT22), a soil temperature sensor (DS18B20), and capacitive soil moisture sensors. The system is built around several key components, including an ESP32-DevKitC microcontroller, an I2C LCD, DHT22 sensor, DS18B20 sensor, capacitive soil moisture sensors, a relay module, and a water valve solenoid. The purpose of this system is to optimize plant growth by controlling air temperature and humidity to remain at optimal levels, while also automating irrigation based on predefined moisture thresholds. Since most greenhouses in Indonesia still use manual methods for monitoring temperature, humidity, and soil irrigation, this system aims to address the inconsistency in soil moisture that can negatively impact plant growth and productivity. To facilitate greenhouse monitoring, the Blynk IoT platform is used for web-based monitoring, and the greenhouse conditions are logged and stored in a spreadsheet for future reference.

Keywords: Greenhouse, ESP32-DevKitC, DHT22 Sensor, DS18B20 Sensor, Capacitive Soil Moisture Sensor, Solenoid Water Valve.

1. PENDAHULUAN

Saat ini dengan semakin berkurangnya lahan pertanian akibat pembangunan yang semakin meningkat setiap tahunnya dan dengan terbatasnya lahan yang subur untuk tumbuhnya tanaman, maka para petani mulai

mendalami industri hortikultura, yaitu dengan menempatkan tanaman pada sebuah ruangan seperti di dalam rumah atau di dalam ruang, yang terbuat dari jaring kelambu atau penutup plastik (rumah kaca) [1].

Budidaya tanaman di rumah kaca memungkinkan pengendalian lingkungan untuk menciptakan kondisi ideal, meningkatkan produksi, meningkatkan kualitas tanaman, dan memperpanjang musim panen. Pertanian di dalam rumah kaca merupakan kegiatan yang paling banyak memerlukan tenaga kerja, modal dan berbagai faktor input lainnya [2]. Rumah kaca modern di Belanda dan Belgia sering menggunakan teknologi mutakhir dengan pengendalian iklim yang kuat, konsumsi energi yang signifikan, dan tingkat otomatisasi yang tinggi. Sekitar 80% budidaya dalam rumah kaca di barat laut eropa didominasi oleh penggunaan substrat dengan aturan penggunaan kembali air drainase. Sistem ini memiliki efisiensi penggunaan air dan hara yang sangat tinggi [3].

Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh suhu. Sebagai contoh tanaman jeruk dapat tumbuh dengan baik dan optimal pada suhu antara 25 sampai 30 derajat celsius [4]. Untuk memastikan pertumbuhan tanaman yang optimal, suhu lingkungan harus dipertahankan pada tingkat yang sesuai. Pemenuhan suhu ini dapat dilakukan dengan mengendalikan suhu lingkungan agar stabil, untuk mengendalikan suhu lingkungan agar stabil, maka dibuatlah sebuah rumah kaca [5]. Kelembaban tanah juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Sebagai contoh riset yang dilakukan di kenya pada pertumbuhan mentimun mendapat kesimpulan bahwa tingkat kelembaban tanah mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman. Untuk mengoptimalkan produktivitas mentimun, tingkat kelembaban tanah harus dipertahankan setidaknya 80% dari kapasitas lapangan sepanjang fase produktifnya [6].

Di wilayah kabupaten Bandung Barat sendiri khususnya di wilayah Cihanjuang terkenal dengan kebun dan sentra produksi pertaniannya yang mampu menyuplai tidak hanya wilayah Bandung saja, namun juga Jakarta dan wilayah perbatasan tengah pulau Jawa. Petani di wilayah ini menggunakan rumah kaca untuk menanam bunga, sayuran, dan buah-buahan. Tetapi kebanyakan dari rumah kaca yang ada masih menggunakan cara manual dalam hal memantau suhu dan kelembaban rumah kaca serta cara penyiraman tanahnya, hal ini yang dapat mempengaruhi ketidak konsistensinya kelembaban pada tanah serta dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan tingkat produksi tanaman [7].

Internet of Things (IoT) dapat diartikan sebagai perangkat-perangkat sensor yang terhubung melalui jaringan internet. Perangkat-perangkat ini berfungsi layaknya internet dengan menjaga koneksi terbuka secara kontinu, memungkinkan pertukaran data yang bebas, dan mendukung berbagai aplikasi yang tidak terduga. Hal ini memungkinkan komputer untuk memahami lingkungan sekitar dan menjadi bagian integral dari kehidupan manusia [8]. Manfaat utama *IoT* dapat mengotomatiskan segala tindakan, dapat membantu meningkatkan kegunaan teknologi dan kemajuan teknologi, serta sebagai sarana penyedia informasi *real-time* sebagai acuan dalam pengambilan keputusan yang lebih efektif dan pengelolaan sumber daya [9].

Pada penelitian-penelitian sebelumnya telah banyak dilakukan perancangan sistem penyiraman dan monitoring tanaman secara otomatis dengan menggunakan sensor YL-69 yang bekerja untuk membaca nilai kelembaban pada tanah dan nilai itu digunakan sebagai acuan untuk mengendalikan dengan saklar yang terhubung dengan pompa air DC, mikrokontroler Arduino Uno atau Mega sebagai otak dari alat ini dan digabungkan dengan ESP8266 untuk sistem *IoT* dari alat penyiraman tersebut [10]. Seperti pada penelitian dengan judul “Prototype Sistem Alat Penyiraman Tanaman Cabai Otomatis Berbasis Web Menggunakan Mikrokontroler NodeMcu ESP8266” sudah dilakukan perancangan sistem penyiraman tanaman dan pemantauan otomatis yang langsung terhubung dengan internet, sehingga para petani dapat merawat dan memantau pertumbuhan tanaman dengan baik dan meminimalisir kegagalan panen [11]. Tetapi jika sistem pada penelitian-penelitian sebelumnya ingin diimplementasikan pada rumah kaca hanya perlu sedikit perubahan seperti menambah dan mengganti sensor lalu merubah *output* dari sistem tersebut.

Oleh karena itu pada penelitian ini telah dibuat sebuah sistem rumah kaca berbasis *Iot* dengan memanfaatkan rancangan pada penelitian sebelumnya dengan sedikit modifikasi seperti penggunaan dua buah *Capacitive Soil Moisture Sensor* untuk membaca kelembaban pada tanah, dua buah sensor DS18B20 untuk membaca suhu pada tanah, dan satu sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembaban udara dari ruangan rumah kaca tersebut, lalu dengan output berupa penggunaan kran solenoid dan kipas pembuangan hawa panas agar lebih fleksibel, penggunaan ESP32-DevKitC V4 sebagai mikrokontroler karena sudah memiliki fungsionalitas yang cukup lengkap untuk memenuhi kebutuhan pembangunan sistem yang berbasis *Internet of Thing (IoT)*.

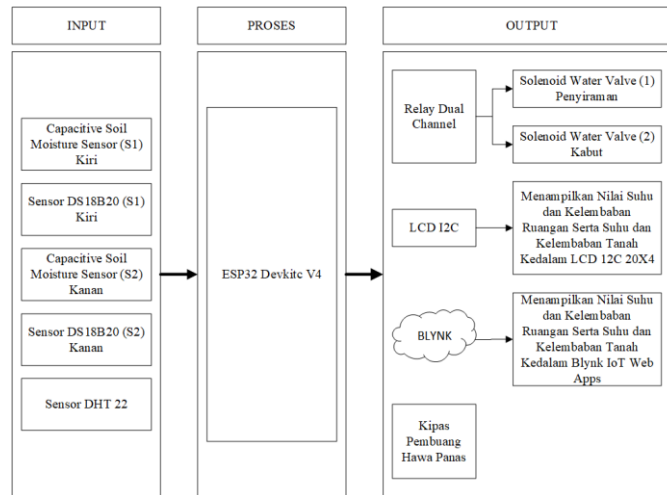
2. METODE PENELITIAN

2.1 Penerapan Metode Penelitian

Metode air terjun (*Waterfall*) adalah model pengembangan perangkat lunak yang bersifat linier dan berurutan. Setiap tahap harus diselesaikan sepenuhnya sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Tahapan utamanya meliputi:

1. Analisis kebutuhan: mengumpulkan dan mendokumentasikan kebutuhan proyek.
2. Desain sistem: membuat desain teknis dan arsitektur sistem.
3. Implementasi: mengembangkan perangkat lunak sesuai desain.
4. Pengujian: menguji perangkat lunak untuk memastikan kualitasnya.
5. Penerapan: meluncurkan perangkat lunak ke pengguna akhir.
6. Pemeliharaan: memperbaiki masalah dan melakukan pembaruan.

2.2 Perancangan Sistem

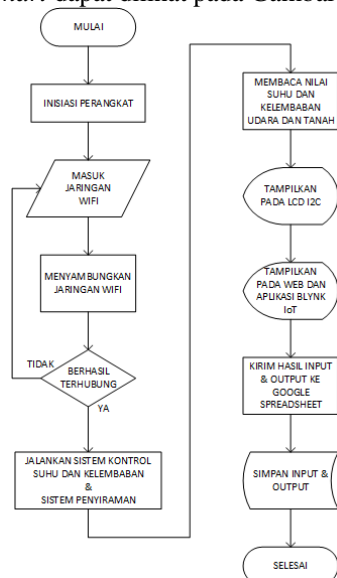


Gambar 1. Diagram Blok Alat

Pada Gambar 1 merupakan blok sistem Sistem rumah kaca berbasis *IoT*, Alat ini bekerja berdasarkan program yang telah dimasukkan kedalam ESP32. Terdapat dua buah *Capacitive Soil Moisture Sensor* yang digunakan untuk mengukur kelembaban pada tanah, dua sensor DS18B20 yang digunakan untuk mengukur suhu pada tanah, dan satu sensor DHT22 yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban di dalam rumah kaca tersebut.

2.3 Flowchart Sistem

Di dalam program sistem rumah kaca berbasis *IoT* ini memiliki beberapa macam fungsi seperti: fungsi penyiraman otomatis, kontrol suhu dan kelembaban udara otomatis, monitoring berbasis *web*, dan *data logging input* dan *output* mikrokontroler. *Flowchart* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Alat

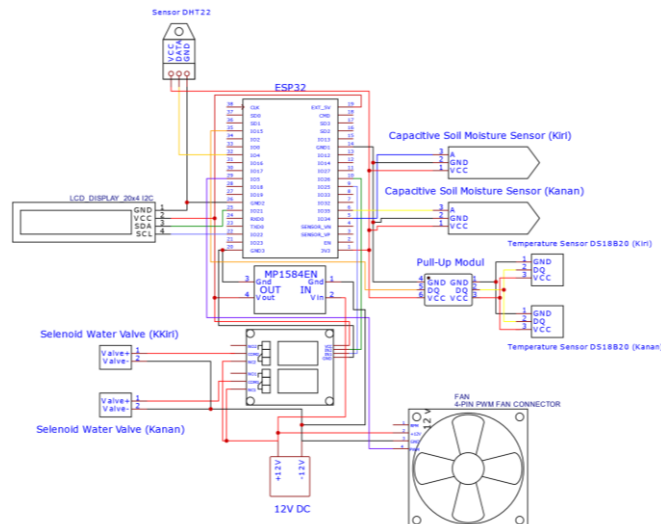
Proses dimulai dengan menyalakan dan inisiasi input dan output ESP32 Devkit V4 lalu menghubungkan dengan jaringan *wifi* yang ada, sistem harus terhubung dengan jaringan *wifi* jika tidak bisa terhubung dengan jaringan tersebut maka akan mencari jaringan *wifi* lainnya sampai terhubung. Jika sudah maka semua proses akan berlanjut dengan menjalankan proses sistem kontrol suhu dan kelembaban udara lalu sisten penyiraman, membaca semua sensor, menampilkannya pada layar lcd I2C dan Blynk, dan yang terakhir sistem *data logging*.

Pada proses monitoring nilai yang ditampilkan pada lcd I2C dan Blynk *IoT* yaitu nilai dari pembacaan sensor DHT22 dan nilai rata-rata pembacaan sensor DS18B20 dan *Capacitive Soil Moisture Sensor*, lalu selanjutnya menjalankan sistem kontrol suhu dan kelembaban udara serta penyiraman otomatis dan diakhiri dengan proses *data logging*, data yang dikirm berupa nilai dari pembacaan sensor DHT22, nilai rata-rata dan nilai masing-masing sensor DS18B20 dan *Capacitive Soil Moisture Sensor*, serta kondisi kedua *relay*. *Flowchart* dapat dilihat pada Gambar 2.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Skematik Rangkaian

Rangkaian keseluruhan pada sistem rumah kaca berbasis *IoT* dapat dilihat pada gambar 3. Pada sistem ini ESP32 DevkitC V4 digunakan sebagai otak dari setiap pemrosesan *input* dan *output*.



Gambar 3. Skematik Rangkaian

3.2 Hasil Perancangan Alat

Hasil dari alat ini adalah kotak panel kendali yang dimasukan kedalam prototipe rumah kaca pada gambar 4. Di dalam kotak panel tersebut terdapat *power supply*, mikrokontroler, terminal soket untuk menghubungkan sensor dengan mikrokontroler dan layar LCD.



Gambar 4. Rancangan Alat

3.3 Pengujian DS18B20 dan Capacitive Soil Moisture Sensor

Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu Tanah

Percobaan	DS18B20	Alat Pemanding	Selisih (°C)
1	31°C	33°C	2°C
2	31°C	33°C	2°C
3	31°C	33°C	2°C
4	31°C	33°C	2°C
5	31°C	33°C	2°C

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kelembaban Tanah

Percobaan	Soil Moist Sensor	Alat Pemanding
1	86%	WET +
2	86%	WET +
3	86%	WET +
4	86%	WET +
5	88%	WET +

Pengujian sensor ini diletakan pada sebuah pot tanaman berukuran tiga puluh kali lima belas sentimeter (30x15cm) dengan kedalaman delapan sentimeter (8cm), sensor diletakan pada sisi kiri dan kanan dengan kedalaman enam sentimeter (6cm) dari permukaan tanah, (Pada pengujian ini media tanam baru saja disiram dan terkena paparan sinar matahari pagi hari).

Pada alat pembanding nilai kelembaban tanah dibagi menjadi lima (5) tingkatan yaitu : *DRY+*, *DRY*, *NOR*, *WET*, dan *WET+*, jadi pada saat pembandingan ini penulis menganggap setiap tingkatan mempresentasikan nilai sebesar dua puluh persen (20%). *DRY +* sama dengan satu sampai dua puluh persen (1-20%) dan *WET +* sama dengan delapan puluh satu sampai seratus persen (81-100%). Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2, dengan keakuratan pembacaan yang sudah sesuai spesifikasi dari *datasheet* sensor tersebut.

3.4 Pengujian DHT22

Pengujian sensor ini diletakan didalam rumah kaca yang berada diruangan terbuka dan kipas pembuangan hawa panas berputar, hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4, dapat dilihat bahwa alat yang dibuat sudah memiliki keakuratan pembacaan yang baik sesuai spesifikasi dari *datasheet* sensor tersebut.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Suhu Udara

Percobaan	DHT22	Alat Pemanding	Selisih (°C)
1	30,1°C	31,1°C	1°C
2	30,1°C	31,1°C	1°C
3	30,1°C	31,1°C	1°C
4	30,1°C	31,1°C	1°C
5	30,2°C	31,1°C	1°C

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kelembaban Udara

Percobaan	DHT22	Alat Pemanding	Selisih (%)
1	75%	70%	5%
2	75%	70%	5%
3	75%	70%	5%
4	75%	70%	5%
5	76%	70%	6%

3.5 Pengujian Relay

Pengujian relay dilakukan sesuai nilai hasil pengukuran sensor DHT22 dan Capacitive Soil Moisture Sensor yang sudah diset didalam program, hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 5, gambar 6, dan pada tabel 5 kondisi relay dalam kondisi mati jika menampilkan angka 0 dan kondisi hidup jika menampilkan angka 1.



Gambar 5. Kondisi Relay 1 ON, Relay 2 ON dan Kecepatan Fan 100%



Gambar 6. Kondisi Relay 1 ON, Relay 2 OFF dan Kecepatan Fan 50%

Tabel 5. Pengujian Relay

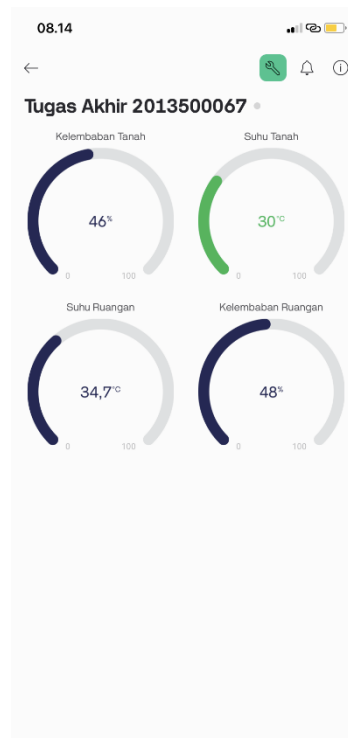
Rumah Kaca		Tanah		Kondisi Relay	
Suhu	Kelembaban	Suhu	Kelembaban	Relay 1	Relay2
30,1°C	75%	31°C	92%	0	0
30,1°C	75%	31°C	92%	0	0
43,1°C	35%	30°C	46%	1	1
42,9°C	38%	30°C	46%	1	1
42,0°C	40%	30°C	41%	1	1

3.6 Pengujian Blynk dan Data Logging

Untuk pengujian Blynk dan data *log* ini tingkat keberhasilan dan ketepatan waktu saat data dikirimkan menjadi hasil dari pengujian. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 7 dan 8.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1			Rumah Kaca		Tanah		Kondisi Relay	
2	Date	Time	Suhu	Kelembaban	Suhu	Kelembaban	Relay 1	Relay 2
650	05/07/2024	11:31:43	30.10	75	31	100	OFF	OFF
651	05/07/2024	11:31:48	30.10	76	31	100	OFF	OFF
652	05/07/2024	11:31:52	30.20	76	31	100	OFF	OFF
653	05/07/2024	11:31:57	30.10	75	31	100	OFF	OFF
654	05/07/2024	11:32:08	30.10	75	31	100	OFF	OFF
655	05/07/2024	11:32:09	30.10	75	31	100	OFF	OFF
656	05/07/2024	11:32:14	30.10	74	31	100	OFF	OFF
657	05/07/2024	11:32:19	30.10	73	31	100	OFF	OFF
658	05/07/2024	11:32:25	30.10	75	31	100	OFF	OFF
659	05/07/2024	11:32:30	30.10	74	31	100	OFF	OFF
660	05/07/2024	11:32:34	30.00	75	31	100	OFF	OFF
661	05/07/2024	11:32:39	30.00	74	31	100	OFF	OFF
662	05/07/2024	11:32:44	30.00	74	31	100	OFF	OFF
663	05/07/2024	11:32:49	30.10	74	31	100	OFF	OFF
664	05/07/2024	11:32:54	30.00	74	31	100	OFF	OFF

Gambar 7. Tampilan Data Logging



Gambar 8. Tampilan Dashboard Blynk

4. KESIMPULAN

Mengontrol lingkungan pertanian rumah kaca dengan sensor suhu kelembaban udara dan tanah sebagai nilai acuan untuk kipas pembuangan hawa panas, *relay* serta selenoid valve agar dapat mengontrol lingkungan rumah kaca tersebut, bekerja dengan baik dari sisi efisiensi, kemudahan pengaplikasian serta respon untuk mencapai kondisi udara rumah kaca dan tanah yang diinginkan. Penggunaan teknologi *IoT* berupa monitoring berbasis *web* memberikan kemudahan untuk memantau kondisi rumah kaca secara jarak jauh dan real time lalu

penerapan *data logging* sangat membantu karena data-data tersebut dapat dianalisa dan dipelajari untuk meningkatkan dan mengoptimalkan pertumbuhan pada tanaman.

Untuk penelitian, pengembangan, dan pembaruan sistem kedepannya dapat mengaplikasikan saran sebagai berikut:

1. Dapat menambahkan modul ADS1115 untuk menstabilkan pembacaan ADC dan membuat program untuk mengkalibrasi otomatis agar memudahkan pengkalibrasian.
2. Jika ingin pengukuran suhu dan kelembaban udara yang lebih akurat bisa menggunakan sensor HDC1080 atau SHT31 karena antarmuka komunikasinya sudah I2C.
3. Sistem akan lebih fleksibel jika ditambahkan tombol, numpad, dan panel kontrol lalu membuat beberapa settingan untuk berbagai macam kondisi dan jenis tanaman yang ingin ditanam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sukma, *Vertikultur: Solusi Berkebun Di Lahan Sempit*. Yogyakarta: DIVA Press, 2021.
- [2] Y. T. Samiha, "Strategi Pemanfaatan Media Air (Hidroponik) Pada Budidaya Tanaman Kangkung, Pakcoy, Dan Sawi Sebagai Alternatif Urban Farming," *Journal on Education*, vol. 06, no. 01, pp. 5835–5848, Dec. 2023.
- [3] A. F. C. Sari, Krisantini, and A. Wachjar, "Manajemen Budidaya Mentimun dan Sistem Irigasi dalam Rumah Kaca di Tuinderij Hoevekestein, Belanda," *Buletin Agrohorti*, vol. 11, no. 3, pp. 358–367, Sep. 2023, doi: 10.29244/agrob.v11i3.48498.
- [4] N. Yuliarti, *Kultur Jaringan Tanaman Skala Rumah Tangga*. Penerbit Andi, 2024.
- [5] S. Zubaidah, *Teknologi Produksi Tanaman Buah Tropis*. Praya: Penerbit P4I, 2023.
- [6] J. A. Odhiambo and J. N. Aguyoh, "Soil moisture levels affect growth, flower production and yield of cucumber," *Agricultura Tropica et Subtropica*, vol. 55, no. 1, pp. 1–8, Jan. 2022, doi: 10.2478/ats-2022-0001.
- [7] W. Nuraeni, E. D. Nurcahya, and D. Riyanto, "KONTROL DAN MONITORING OTOMATIS RUMAH KACA UNTUK BUAH STRAWBERRY," *KOMPUTEK*, vol. 3, no. 2, p. 35, Oct. 2019, doi: 10.24269/jkt.v3i2.258.
- [8] Y. Yudhanto and A. Azis, *Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT)*, 1st ed., vol. 1. Surakarta: UNS Press, 2019.
- [9] Hanum Fauziah Isnanto and Suprayogi, "Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Pada Tanaman Kacang Hijau Berbasis Internet Of Things," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer*, vol. 3, no. 3, pp. 587–600, Nov. 2023, doi: 10.51903/juritek.v3i3.2831.
- [10] D. P. Dwiandra, "SISTEM KONTROL DAN MONITOR PADA IRIGASI SAWAH SECARA OTOMATIS MENGGUNAKAN WEMOS D1R2 BERBASIS IOT," Jakarta, Aug. 2023.
- [11] H. Hendriawan, S. Subandi, J. C. Chandra, and F. Ferdiansyah, "PROTOTYPE SISTEM ALAT PENYIRAMAN TANAMAN CABAI OTOMATIS BERBASIS WEB MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER NODEMCU ESP8266," *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, vol. 2, no. 1, pp. 500–507, Apr. 2023, [Online]. Available: <https://senafiti.budiluhur.ac.id/index.php/senafiti/article/view/613>