

SMART IRRIGATION BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN FRAMEWORK FIREBASE PADA TANAMAN TOMAT (STUDI KASUS PADA PERTANIAN TOMAT DI DESA TEGALCANGKRING, KABUPATEN JEMBRANA)

Putu Edward Lim Junior¹⁾, Eddy Muntina Dharma²⁾,
Putu Trisna Hady Permana³⁾

Program Studi Teknik Informatika ^{1) 2) 3)}

Fakultas Teknologi Informasi Dan Desain, Universitas Primakara, Denpasar, Bali ^{1) 2) 3)}
edwardlimjunior@gmail.com ¹⁾ aguseddy@gmail.com ²⁾ trisnapermana.putu@gmail.com ³⁾

ABSTRACT

In agriculture, farmers often find it difficult to water plants manually. This research aims to develop an automatic watering system that can be monitored remotely via an Android Smartphone. Capacitive Soil Moisture Sensor is used to detect soil moisture. When the humidity drops below the limit, info is shown in the app. Watering is active when the sensor indicates the soil is dry and the temperature is appropriate. The IoT platform is used to send and read data via MiTT App Inventor. The research was evaluated using the Tsukamoto fuzzy method. The results show that the Capacitive Soil Moisture Sensor is accurate at 95.22%, up to ± 5.4 . The temperature DHT22 sensor is accurate to 98.65%, up to ± 0.14 ; accurate humidity of 98.72%, up to ± 0.38 . These results indicate high precision and low variation in the system.

Keywords : Soil Moisture Sensor, DHT22 Sensor, Internet Of Things, MiT App Inventor.

ABSTRAK

Dalam pertanian, petani sering kesulitan melakukan penyiraman tanaman secara manual. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem otomatis penyiraman yang dapat dipantau dari jauh melalui Smartphone Android. Capacitive Soil Moisture Sensor digunakan untuk mendeteksi kelembaban tanah. Saat kelembaban turun di bawah batas, info ditampilkan di aplikasi. Penyiraman aktif saat sensor indikasi tanah kering dan suhu sesuai. Platform IoT digunakan untuk mengirim dan membaca data melalui MiTT App Inventor. Penelitian dievaluasi dengan metode fuzzy Tsukamoto. Hasil menunjukkan Sensor kelembaban tanah akurat 95,22%, sd $\pm 5,4$. Sensor DHT22 suhu akurat 98,65%, sd $\pm 0,14$; kelembaban udara akurat 98,72%, sd $\pm 0,38$. Hasil ini menunjukkan ketepatan tinggi dan variasi rendah dalam sistem.

Kata kunci : Sensor Kelembaban Tanah, Sensor DHT22, Internet Of Things, Aplikasi MiT.

PENDAHULUAN

Latar belakang

Indonesia, sebagai negara agraris, sangat bergantung pada sektor pertanian untuk pendapatan dan pertumbuhan ekonomi. Sektor ini meliputi subsektor seperti tanaman pangan, hortikultura, perikanan, peternakan, dan kehutanan. Tanah subur di Indonesia dimanfaatkan untuk pertanian, khususnya di pedesaan untuk memenuhi kebutuhan pangan. Khususnya, hortikultura, termasuk budidaya tanaman hias, buah-buahan, dan sayuran, telah menjadi industri yang menguntungkan karena pertumbuhan ekonomi dan peningkatan pendapatan. Tomat, produk hortikultura terkemuka, memiliki nilai ekonomi yang signifikan di Indonesia. Mereka digunakan dalam memasak, produksi saus, dan dikonsumsi segar. Tomat kaya akan vitamin, mineral, dan pewarna alami, dan bahkan digunakan dalam kosmetik dan obat-obatan. Menurut data Badan Pusat Statistik, Bali menghasilkan sekitar 12.172 ton tomat pada tahun 2021. Produktivitas tomat di Bali khususnya Jembrana berfluktuasi setiap tahunnya.[1]

Desa Tegalcangkring di Jembrana, Bali, unggul dalam budidaya produk hortikultura, khususnya tomat, dengan cara bercocok tanam organik tanpa pestisida sintetis. Teknik pertanian hijau, seperti pupuk organik, rotasi tanaman, dan penanaman terpadu, diterapkan untuk menjaga kesuburan tanah dan mengurangi risiko penyakit. Meskipun iklim tidak pasti dan risiko yang signifikan, petani di desa ini secara intensif membudidayakan tomat. Pengaturan waktu irigasi yang tepat dan hidrasi tanah pra-tanam menimbulkan tantangan. Menentukan waktu tanam yang optimal juga menjadi masalah.[2]

Namun, produktivitas pertanian di Tegalcangkring jauh dari harapan. Sumber daya manusia yang terbatas dan pengolahan lahan manual berkontribusi pada hal ini. Sebagian besar petani terus mengolah secara

manual, membutuhkan usaha ekstra untuk mengairi selama musim kemarau untuk hasil yang memuaskan.

Untuk Mengatasi Tantangan Ini Dan Memastikan Irigasi Yang Efisien, Diperlukan Perangkat Penyiraman Tanaman Otomatis. Berbagai Penelitian Dan Inovasi Telah Mengeksplorasi Irigasi Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah, Real Time Clock (Rtc), Sensor Suhu Dan Kelembaban, Sensor Kelembaban Tanah Seperti Yl-69 Dan Yl-39, Irigasi Tetes Cerdas Berbasis Logika Fuzzy, Irigasi Otomatis Yang Dikendalikan Dari Jarak Jauh , Dan Sensor Nirkabel Nodemcu.[3]

Mempertimbangkan Faktor-Faktor Tersebut, Membuat Alat Penyiraman Tanaman Otomatis Dengan Pemantauan Berbasis Smartphone Sangatlah Penting. Sensor Tambahan Untuk Deteksi Kelembaban Tanah, Deteksi Hujan, Dan Pengukuran Suhu (Dht22) Dapat Memfasilitasi Irigasi Yang Efektif. Nodemcu Esp8266 Berfungsi Sebagai Jembatan Yang Terhubung Ke Internet Ke Smartphone, Memungkinkan Penyiraman Otomatis Melalui Pompa Air Dc Yang Terhubung Dengan Relai. Secara Bersamaan, Smartphone Dapat Menerima Data Suhu Dan Kelembaban Tanah Secara Real-Time Berdasarkan Kebutuhan Tanaman.

TINJAUAN PUSTAKA

Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan konsep di mana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mengirim data melalui jaringan. *Internet of Things* (IoT) juga merupakan struktur di mana objek, pindah data melalui jaringan yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke komputer[4]. Selain itu *Internet of Things* (IoT), merupakan konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas *Internet of Things* (IoT) bisa dimanfaatkan pada Pertanian untuk memonitoring perkebunan yang dapat dioperasikan dari

jarak jauh melalui jaringan *smartphone*. [4]

NodeMCU ESP-8266

ESP8266 merupakan controller modul *Wifi* yang sangat terkenal bagi pecinta mikrokontroler, dengan modul ini peneliti dapat mentransfer ataupun menerima data melalui jaringan *local wifi* ataupun jaringan *Internet*. Keberadaan modul *ESP8266* memiliki manfaat sebagai alat bantu untuk mewujudkan suatu sistem agar dapat terintegrasi dengan *Internet* yang kita sebut sebagai *Internet of Things* (IoT), karena memiliki harga yang terjangkau dan kualitasnya sangat memadai dalam menyediakan layanan untuk kebutuhan user. [5]

Module Relay 5v

Relay adalah perangkat elektronik yang memanfaatkan arus listrik kecil untuk membangun atau memutus arus listrik yang lebih besar. Prinsip fungsinya didasarkan pada *elektromagnetisme*, di mana relai beroperasi sebagai sakelar. Di dalam relai terdapat tuas yang terletak berdekatan dengan kawat melingkar yang melilit inti besi, juga disebut sebagai solenoida. Ketika solenoid diberi energi oleh arus listrik kecil, itu menghasilkan gaya magnet yang menarik inti besi dan menghubungkan kontak sakelar, memungkinkan aliran arus listrik. [6]

Soil Moisture Sensor

Sensor kelembaban tanah berfungsi untuk mendeteksi kelembaban tanah secara langsung. Sensor sederhana ini sangat cocok digunakan untuk memonitor tingkat kelembaban air pada tanaman dan perkebunan. Sensor ini dilengkapi dengan dua probe yang mengalirkan arus melalui tanah. [7]

Sensor Raindrop

Raindrop merupakan suatu alat yang mempunyai keahlian untuk mendeteksi cuaca hujan maupun adanya hujan yang ada pada sekitar, raindrop dapat digunakan juga sebagai switch, pada saat adanya tetesan air

hujan yang jatuh dan melewati board raining yang ada pada sensor, raindrop ini dapat juga digunakan untuk mendeteksi intensitas air hujan.

Sensor DHT22

Sensor suhu DHT22 mengkonversi suhu dan kelembaban udara menjadi sinyal tegangan dan parameter listrik. DHT22 adalah perangkat digital yang dirancang khusus untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Sensor ini

Pompa DC 12V

Pompa merupakan perangkat mekanis yang menggunakan sumber daya untuk menggerakkan cairan atau fluida dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Aliran cairan tidak mungkin terjadi tanpa adanya perubahan tekanan. Pompa air menggunakan listrik untuk mendorong air terus menerus dari satu tempat ke tempat lain melalui pipa atau selang.

Arduino IDE

Software yang disebut *Arduino IDE* (*Integrated Development Environment*) memungkinkan kita untuk berinteraksi dengan board *Arduino*, seperti menulis kode program, mengirim dan menerima data serial, dan hal-hal lainnya. [17]. *Arduino IDE* memiliki pustaka file yang dapat digunakan untuk menambahkan fitur tambahan ke sketch yang telah dibuat. *Arduino* sudah memiliki beberapa pustaka di dalamnya yang dapat digunakan untuk menjalankan tugas tertentu. Pengguna juga dapat menambahkan pustaka eksternal untuk menambah pustaka di dalam *IDE Arduino*.

MiTT App Inventor

Alat pengembangan aplikasi *android* berbasis visual block programming ditunjukkan pada Gambar 2.10 Untuk menerjemahkan pemrograman blok visual ke dalam implementasi platform *Android*, *App Inventor* sendiri memanfaatkan landasan bahasa Kawa dan dialek Kawa yang dibuat oleh Per Bothner dan diberikan oleh *Free*

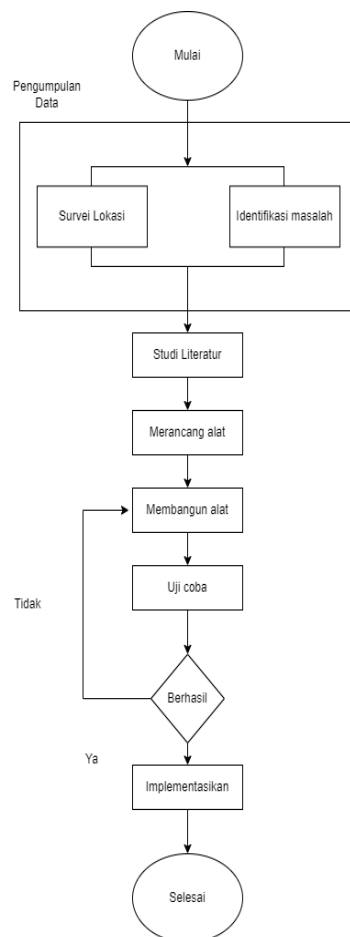
Software Foundation sebagai bagian dari sistem operasi GNU.

Firestore

Fitur lain dari *Google* yaitu *Firestore* dapat bermanfaat bagi para pengembang dan mempermudah mereka untuk membuat aplikasi baru. *Google Firestore*, menawarkan BaaS (*Backend as a Service*), sebagai alat untuk memfasilitasi tenaga kerja *developer*. Pengembang perangkat lunak dapat berkonsentrasi untuk membuat suatu aplikasi menggunakan *Firestore* tanpa harus terlalu khawatir tentang *backend*.

METODOLOGI PENELITIAN

Alur Penelitian.



Gambar 1 Alur Penelitian

Penelitian ini memakai sebuah

metode Prototype terbagi menjadi 4 fase atau tahap penelitian yaitu:

1. Metode Analisa Kebutuhan

Dalam metode ini, peneliti mengevaluasi alat yang sudah ada, mengevaluasi bagaimana alat tersebut berfungsi, dan mengidentifikasi kekurangan. Sistem dan peralatan yang dapat membantu pekerjaan pertanian diperlukan karena alat yang digunakan saat ini masih manual.

2. Metode Perancangan Sistem

Metode perancangan ini memungkinkan peneliti untuk mengetahui bagaimana sistem dan alat dibuat atau dirancang, serta alat apa yang diperlukan. dengan membuat diagram aliran sistem yang akan dibuat serta desain monitoring aplikasi, perangkat software, dan perangkat hardware.

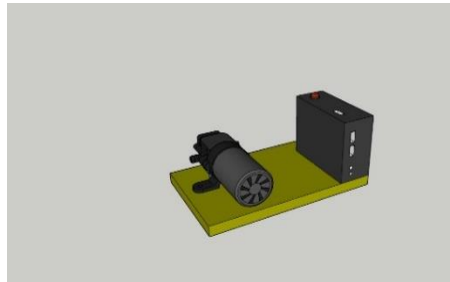
3. Metode Pengujian Sistem

Pengujian Behavioral Testing, juga dikenal sebagai pengujian BlackBox, adalah pengujian yang dilakukan untuk melihat hasil input dan output perangkat lunak tanpa memahami kodenya. Metode pengujian ini menggunakan pengujian BlackBox.

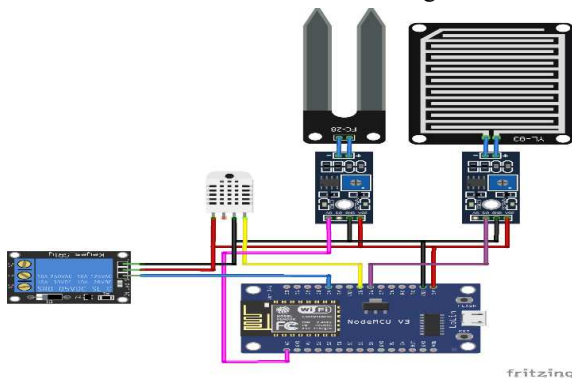
4. Dokumentasi dan Implementasi Sistem

Pengumpulan hasil kerja ini dilakukan untuk menjadi sebuah dokumen yang akan menjelaskan dari awal pembuatan alat supaya bisa untuk diimplementasikan.

Rancangan Alat



Gambar.2 Rancangan Alat



Gambar 0 Rancangan Sistem Alat
Penyiraman Tanaman

Proses pembuatan instrumen melibatkan penulisan script dan perakitan mikrokontroler. Sebelum memulai perakitan, penting untuk mengetahui bahan dan alat yang akan digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti menjelaskan hasil analisis data setelah melakukan implementasi dan pengujian alat. Implementasi yang dilakukan oleh peneliti melibatkan integrasi komponen perangkat keras dan lunak sesuai dengan desain yang telah dijelaskan pada Bab 3, dengan tujuan menjalankan semua fungsi sistem. Proses analisis sistem juga dilengkapi dengan serangkaian pengujian parameter.

Pengujian Prototype dan Komponen

Sebelum melakukan pengujian keseluruhan terhadap prototipe, setiap bagian dan bahan yang digunakan dalam alat diuji terlebih dahulu. Pengujian dilakukan untuk memverifikasi fungsi masing-masing komponen dan memastikan apakah mereka dapat beroperasi dengan benar dan efektif.

Pengujian Sensor DHT22

Dalam proses pengujian, tegangan 5 volt diberikan dan pin analog dihubungkan ke sensor. Uji coba sensor DHT22 melibatkan penutupan manual beberapa sensor menggunakan korek api untuk menguji responsnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sebelum uji coba, suhu awal sensor DHT22 adalah 33,4 °C dan kelembapan adalah 66%. Setelah uji coba, sensor DHT22 menunjukkan suhu sebesar 45,6 °C dan kelembapan sebesar 44%. Ini mengindikasikan bahwa sensor DHT22 berfungsi dengan baik dan siap digunakan.

Temperature : 33.4 °C	Temperature : 45.6 °C
Humidity : 65.7 %	Humidity : 43.9 %

Gambar 0 (a) data awal nilai temperature, (b) nilai temperature setelah dilakukan pengetesan.

Pengetesan Pompa Air

Pengujian pompa air dilakukan dengan menggunakan input tegangan untuk memverifikasi fungsi operasionalnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pompa mampu dengan baik menyedot air dari penampungan.



Gambar 5 Pengujian Pompa Air

Pengujian Pada Smartphone Android

Untuk melakukan pengujian pada smartphone Android, mikrokontroler dihubungkan dengan aplikasi *Firebase* dan *App Inventor Mitt*. Hasilnya, smartphone dapat memberikan tampilan nilai sensor dan informasi data seperti kondisi tanah, cuaca, dan konektivitas.



Gambar 6 Layar Aplikasi MiTT App Inventor

Untuk menentukan keakuratan hasil pembacaan sensor DHT22, dilakukan pengujian dengan membandingkan hasil pembacaan sensor DHT22 terhadap Termo Hygrometer HTC-2 Y1599. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana sensor DHT22 dapat mendeteksi suhu dan kelembaban udara dengan akurat. Pengujian ini dilakukan pada ruangan

dengan luas 3.5 meter x 3.5 meter, menggunakan Air Conditioner (AC) dengan suhu sebesar 27°C. Pengujian ini dilakukan dengan sebanyak 10 kali dengan rentang waktu lima menit setiap pengambilan data. Adapun hasil dari pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 1 Perbandingan Antara Pembacaan Suhu dan Kelembaban Udara yang dihasilkan Oleh Sensor DHT22 dan HTC-2

No	Waktu	DHT22		HTC-2	
		T (°C)	H(%)	T (°C)	H(%)
1	09.00	27.7	56.3	27.8	58
2	09.30	27.5	56.5	27.9	58
3	10.00	27.3	56.7	27.8	58
4	10.30	27.2	56.8	27.6	58
5	11.00	27.2	56.6	27.4	57
6	11.30	27	56.6	27.4	57
7	12.00	27	56.6	27.4	57
8	12.30	26.8	56.6	27.4	57
9	13.00	26.8	56.9	27.2	57
10	13.30	26.9	57	27.2	57
Rata-rata		27.14	56.66	27.51	57.4

Tabel 1 Hasil Perhitungan Persentase Error pada DHT22

No	Waktu	DHT22		HTC-2		Selisih		Error (%)	
		T (°C)	H(%)	T (°C)	H(%)	T (°C)	H(%)	T (°C)	H(%)
1	09.00	27.7	56.3	27.8	58	0.10	1.70	0.36	2.93
2	09.30	27.5	56.5	27.9	58	0.40	1.50	1.43	2.59
3	10.00	27.3	56.7	27.8	58	0.50	1.30	1.80	2.24
4	10.30	27.2	56.8	27.6	58	0.40	1.20	1.45	2.07
5	11.00	27.2	56.6	27.4	57	0.20	0.40	0.73	0.70
6	11.30	27	56.6	27.4	57	0.40	0.40	1.46	0.70
7	12.00	27	56.6	27.4	57	0.40	0.40	1.46	0.70
8	12.30	26.8	56.6	27.4	57	0.60	0.40	2.19	0.70
9	13.00	26.8	56.9	27.2	57	0.40	0.10	1.47	0.18
10	13.30	26.9	57	27.2	57	0.30		1.10	0.00
Rata-rata		27.14	56.66	27.51	57.4	0.37	0.74	1.35	1.28

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa sensor DHT22 yang digunakan memiliki tingkat akurasi yang memadai, dengan rata-rata error sebesar 1.35% untuk pembacaan suhu dan 1.28%

untuk pembacaan kelembaban udara. Hal ini menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki tingkat ketelitian sebesar 98.65% untuk pembacaan suhu dan 98.72% untuk pembacaan kelembaban udara.

Tabel 2 Perhitungan Standar Deviasi Sensor DHT22

Data ke-(n)	Selisih (x)		(Xi-X)		(Xi-X)2	
	T (°C)	H(%)	T (°C)	H(%)	T (°C)	H(%)
1	0.1	1.7	-0.27	0.96	0.07	0.92
2	0.4	1.5	0.03	0.76	0.00	0.58
3	0.5	1.3	0.13	0.56	0.02	0.31
4	0.4	1.2	0.03	0.46	0.00	0.21
5	0.2	0.4	-0.17	-0.34	0.03	0.12
6	0.4	0.4	0.03	-0.34	0.00	0.12
7	0.4	0.4	0.03	-0.34	0.00	0.12
8	0.6	0.4	0.23	-0.34	0.05	0.12
9	0.4	0.1	0.03	-0.64	0.00	0.41
10	0.3	0	-0.07	-0.74	0.00	0.55
Σ	3.7	7.4	0.0	0.00	0.18	3.44
Rata-rata	0.37	0.74	-	-	0.018	0.344
STDV	Temperature = ±0.14		Kelembaban = ±0.38			

Berdasarkan Tabel 3 yang disajikan di atas, dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui bahwa sensor DHT22 memiliki nilai standar deviasi sebesar ±0.14 untuk pengukuran suhu udara dan ±0.38 untuk pengukuran kelembaban udara.

Pengujian dilakukan pada sensor kelembaban tanah YL-69 dengan tujuan untuk memahami cara kerjanya serta mengevaluasi tingkat keakuratan hasil pembacaan sensor tersebut. Pengujian dilakukan dengan enam variasi pengambilan data yang mencakup pengujian pada tanah kering dengan berat 100gr, tanah kering 100gr yang diberi air sebanyak 10ml, 40ml, 70ml, dan 100ml, serta pengujian pada air dengan volume 600ml. Hasil dari pengujian dan perhitungan yang telah dilakukan tercantum pada Tabel 4.4 di bawah ini:

Tabel 3 Perhitungan Ketepatan Sensor YL-69

No	Variasi	YL-69	Soil Meter (%)	Selisih (X)	(Xi-X)	(Xi-X)2
1	Tanah Kering	0	0	0	0.8	0.64
2	Tanah Kering + 10 ml Air	7.8	9	1.2	2	4
3	Tanah Kering + 40 ml Air	35.9	38	2.1	2.9	8.41
4	Tanah Kering + 70 ml Air	71.6	69	-2.6	-1.8	3.24
5	Tanah Kering + 100 ml Air	97.5	96	-1.5	-0.7	0.49
6	600 ml Air	93	89	-4	-3.2	10.24
Σ		305.8	301	-4.8	0	27.02
Rata-rata		50.97	50.17	-0.8	-	4.5
STDV		±5.4				

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar air dalam tanah, maka nilai kelembaban yang terdeteksi oleh sensor YL-69 akan meningkat. Hasil pengujian perbandingan antara pembacaan sensor YL-69 dengan pengukuran menggunakan soil meter menunjukkan bahwa error terendah terjadi pada pengukuran tanah kering dengan persentase error 0%, sedangkan error tertinggi terjadi pada pengukuran tanah kering + 10ml air dengan persentase error 13.33%. Dengan demikian, rata-rata error yang dihasilkan adalah 4.78%. Dari nilai rata-rata error tersebut, dapat disimpulkan bahwa sensor YL-69 memiliki tingkat ketelitian sebesar 95.22%. Sensor YL-69 juga memiliki nilai standar deviasi sebesar ±5.4.

SIMPULAN

Telah berhasil merancang alat penyiraman tanaman otomatis berbasis Internet of Things menggunakan platform firebase pada tanaman tomat.

Dalam penggunaan dua jenis sensor, yaitu DHT22 dan YL-69, ditemukan karakteristik khusus. DHT22 menunjukkan tingkat ketelitian yang tinggi dengan akurasi 98,65% dan variabilitas yang rendah dengan standar deviasi ±0,14 saat mengukur suhu udara. Selain itu, DHT22 juga memiliki ketelitian sebesar 98,72% dengan standar deviasi ±0,38 saat membaca kelembaban udara. Sementara itu, YL-69 memiliki ketelitian rata-rata

sebesar 95,22% dan variabilitas yang lebih tinggi dengan standar deviasi $\pm 5,4$.

Alat penyiraman tanaman otomatis yang telah dirancang menunjukkan respons cepat dengan waktu tanggap sebesar 2 detik, dihitung dari saat pengguna memantau melalui MiTT App Inventor dan Firebase hingga alat mulai melakukan proses penyiraman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. Prasetyo, "Pergeseran Struktur Ekonomi dan Identifikasi Sektor Potensial Wilayah Pengembangan di Kabupaten Klaten Tahun 2009-2013," *Skripsi*, pp. 1–10, 2016.
- [2] A. Wicaksana, "Pertanian Tomat," <https://Medium.Com/>, pp. 1–6, 2016.
- [3] Badan Standarisasi Nasional Indonesia, "SNI sistem pertanian organik," *Badan Standarsasi Nas.*, p. 54, 2016.
- [4] G. sari merliana, "Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah," *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–17, 2018.
- [5] F. Marinus, B. Yulianti, and M. Haryanti, "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Berdasarkan Waktu Menggunakan Rtc Berbasis Arduino Uno Pada Tanaman Tomat," *J. Univ. Suryadarma*, pp. 78–89, 2020.
- [6] P. Issn and N. Latif, "Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan," vol. 7, no. 1, pp. 16–20, 2021.
- [7] K. Y.-D. Yl-, T. Elektro, U. Sam, R. Manado, and J. K. B. Manado, "Rancang Bangun Penyiram Tanaman Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor," vol. 7, no. 3, 2018.
- [8] F. Y. A. Hidayatollah, "Smart drip irrigation system untuk budidaya tanaman cabai berbasis internet of thing menggunakan metode fuzzy logic," pp. 1–78, 2020.
- [9] Jonathan, "Penyiram tanaman otomatis dan pemantau kondisi tanah jarak jauh dengan deteksi lokasi," *Handb. Pediatr. Retin. OCT Eye-Brain Connect.*, pp. 285–287, 2019.
- [10] S. Umami Syafiqoh, Anton Yudhana, "Smart Irrigation Menggunakan Wireless," pp. 167–172, 2017.
- [11] D. A. Murtado and S. Imam, "Rancang Bangun Smart Irrigation Tanaman Cabai Berbasis IoT," *Repository.Pnj.Ac.Id*, pp. 56–64, 2022, [Online]. Available: https://repository.pnj.ac.id/1030/1/Identitas_Diri.pdf
- [12] I. Adzinta, A. Titania, M. T. Prihandoyo, A. Maulana, and G. Assistant, "SMART HOME MENGGUNAKAN GOOGLE VOICE ASSISTANT BERBASIS".
- [13] S. Rahmat, A. Nurdiasari, and Z. Zaenurrohman, "The Implementation of NodeMCU ESP8266 for Smart Lamp in the Cilacap State Polytechnic Campus Area," *J. Jartel J. Jar. Telekomun.*, vol. 12, no. 2, pp. 95–99, 2022, doi: 10.33795/jartel.v12i2.323.
- [14] Anggara Tri Bayu, Rohmah Mimin Fatchiyatur, and Sugianto, "Sistem Pengukur Kelembapan Tanah Pertanian Dan Penyiraman Otomatis Berbasis Internet Of Things," *Sist. Pengukur Kelembapan Tanah Pertan. Dan Penyiraman Otomatis Berbas. Internet Things*, pp. 1–8, 2018.
- [15] D. Siswanto and S. Winardi, "Jemuran Pakaian Otomatis Menggunakan Sensor Hujan," *Narodroid*, vol. 1, no. 2, pp. 66–73, 2015.
- [16] F. Fajar, T. Prawitosari, and A. Munir, "Rancang Bangun dan Kinerja Irigasi Sprinkler Hand Move Pada Lahan Kering," *J. Agritechno*, vol. 12, no. 1, pp. 17–27, 2019, doi: 10.20956/at.v12i1.183.
- [17] S. Sukarjadi, A. Arifiyanto, D. T. Setiawan, and M. Hatta, "Perancangan Dan Pembuatan Smart Trash Bin Di Universitas Maarif Hasyim Latif," *Tek. Eng. Sains J.*, vol. 1, no. 2, p. 101, 2017, doi: 10.51804/tesj.v1i2.123.101-110.
- [18] A. A. Latif, "Analisis Cara Kerja Mikrokontroler Arduino Uno dan Sensor Ultrasonik untuk Perancangan Smart Jacket Sebagai Penerapan Physical Distancing,"

- Penulisan Ilm.*, vol. 1, no. 1, pp. 18–21, 2020, doi: 10.13140/RG.2.2.28580.91526.
- [19] A. R. Nugraha and A. Hasan, “Kendali Perangkat Elektronik Menggunakan Aplikasi Berbasis Web Menggunakan Arduino,” *Jumantaka*, vol. 03, no. 1, p. 1, 2019.
- [20] A. F. D. Putra, “Smart Gardening Berbasis Iot Dan Inferensi Fuzzy,” *Undergrad. Thesis - Univ. Mataram*, vol. 1, no. 1, p. 59, 2020.
- [21] Setyowati, I., Novianto, D., Pamungkas, J., “Desain dan Implementasi Internet of Things untuk Smart Agriculture Irrigation,” *Sumber Daya Alam*, pp. 5–8, 2020.
- [22] R. Modi, P. Madhavan, and K. V. Mahajan, “Smart irrigation system,” *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 8, no. 4, pp. 411–416, 2019, doi: 10.22161/eec.65.1.
- [23] H. Nadzif, T. Andrastoand S. Aprilian, *Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Kendali Pompa Air Menggunakan Arduino dan Internet*, vol. 11, no. 1. 2019. doi: 10.15294/jte.v11i1.21383.
- [24] E. D. Ariyani, A. Salam, E. Y. Simarmata, G. A. Pamungkas, and M. H. Affan, “Rancang Bangun dan Pembuatan Alat Penyiraman Tanaman Otomatis untuk Pemberdayaan Petani Sayuran di Desa Cihanjuang , Kabupaten Bandung Barat Design And Construction Of Automatic Plant Watering Equipment For Empowerment Of Vegetable Farmers In Cihanjuang V,” vol. 6, no. 2, pp. 254–260, 2021.
- [25] R. Rosma, Yaya Suharya, and Megantari Suhendar, “Sistem Informasi Perawatan Tanaman Berbasis Internet of Things Di Taman Balad Ciparay Kabupaten Bandung,” *INFOTECH J.*, vol. 7, pp. 1–9, 2021, doi: 10.31949/infotech.v7i1.862.