

## Rancang bangun sistem pemantauan dan penyiraman pintar tanaman cabai pada *greenhouse* menggunakan *Fuzzy Mamdani* berbasis *Blynk IoT*

Zainal Arief<sup>1)</sup>, Hilman Zarory<sup>2)</sup>, Jufrizel<sup>3)</sup>, Dian Mursyitah<sup>4)</sup>

<sup>1,2,3,4)</sup>Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. HR. Soebrantas Km. 15, Simpang Baru, Kota Pekanbaru, Riau 28293

Email: <sup>1)</sup>12050510394@students.uin-suska.ac.id

Riwayat Artikel		
Diterima:	Direvisi:	Disetujui:
04-04-2024	26-04-2024	28-04-2024

### **Abstract**

*One of the leading horticultural commodities cultivated by farmers is chili. However, chili farmers often experience problems monitoring soil moisture levels and environmental air temperature. In this case, it can affect the growth of chili plants, which impacts crop failure. Therefore, to overcome these problems, this research develops Mamdani fuzzy logic to build an intelligent system that can automatically monitor and water chili plants. In this research, the impact of the use of sensors and system impact treatment on chili plants will be tested and compared with plants that do not use the system. The results of this study show that the smart monitoring and watering system can function properly and maximize the condition of the plant media compared to those that do not use the system. The system can control soil moisture levels with an average error of 3.73% and air temperature with an average error of 1.03%. The results of the system by comparing plants that do not use the system combined with greenhouses can protect plants from extreme weather such as heat, rain, pests, and lack of wild plant growth so that plants look lush, lush, and grow quickly to minimize farmer crop failure. It is easier for farmers to monitor using the Blynk IoT application.*

**Keywords:** chili, Fuzzy Mamdani, smart irrigation, Blynk IoT.

### **Abstrak**

Salah satu komoditi hortikultura unggulan yang dibudayakan petani adalah tanaman cabai. Namun petani cabai sering kali mengalami masalah dalam memantau tingkat kelembaban tanah dan juga suhu udara lingkungan. Dari kasus tersebut maka dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman cabai yang berdampak pada gagalnya panen. Oleh karena itu untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut penelitian ini mengembangkan logika *fuzzy Mamdani* untuk membangun sistem kecerdasan yang dapat secara otomatis memantau dan menyiram tanaman cabai. Pada penelitian ini, dampak dari penggunaan sensor dan perlakuan dampak sistem pada tanaman cabai akan diuji dan dibandingkan dengan tanaman yang tidak menggunakan sistem. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pemantauan dan penyiraman pintar dapat berfungsi dengan baik dan memaksimalkan kondisi media tanaman dibandingkan dengan yang tidak menggunakan sistem. Sistem dapat mengendalikan tingkat kelembaban tanah dengan error rata-rata 3,73% dan suhu udara dengan error rata-rata 1,03%.

Hasil dari sistem dengan membandingkan tanaman yang tidak menggunakan sistem dikombinasikan dengan *greenhouse* dapat melindungi tanaman dari cuaca ekstrem seperti panas, hujan, hama, dan kurangnya tumbuh tanaman liar, sehingga tanaman terlihat subur, rimbun, dan tumbuh dengan cepat sehingga meminimalisir petani kegagalan panen. Dan memudahkan petani untuk dapat memantau menggunakan aplikasi *Blynk IoT*.

**Kata kunci:** cabai, *Fuzzy Mamdani*, penyiraman pintar, *Blynk IoT*.

## Pendahuluan

Seiring dengan kemajuan sains dan teknologi, mendorong manusia agar segala sesuatu harus dilakukan dengan mudah dan cepat. Tentunya dengan adanya perkembangan sains dan teknologi tersebut, menjadikan suatu pemicu agar setiap orang menjadi kreatif dan dapat bersaing untuk membuat berbagai inovasi-inovasi terbaru agar dapat memudahkan pekerjaan [1],[2],[3].

Salah satu pekerjaan yang menjadikan kebanggaan bagi masyarakat Indonesia adalah bertani [4]. Lahan pertanian adalah area yang khusus digunakan untuk kegiatan pertanian. Sumber daya lahan pertanian bermanfaat bagi manusia dalam banyak hal [5]. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2022, untuk persentase tenaga kerja informal pada sektor pertanian yang terdapat di provinsi Riau menyentuh persentase angka sebesar 68,62 persen [6]. Angka tersebut menunjukkan lebih dari separuh persentase penduduk Riau berkerja sebagai petani.

Tanaman Cabai merupakan komoditi *hortikultura* unggulan yang banyak dibudidayakan oleh petani. Pada proses budidaya cabai, mencakup berbagai langkah di antaranya memilih cabai untuk bibit, menyemai bibit, menanam, dan pemanenan [7],[8]. Namun pada saat ini terdapat faktor iklim seperti kelembaban tanah dan suhu lingkungan yang mempengaruhi produktivitas cabai. Tanaman cabai umumnya membutuhkan kelembaban tanah 50 persen hingga 70 persen [8],[9]. Selain kelembaban tanah. Suhu udara di lingkungan juga memiliki pengaruh pada proses pertumbuhan tanaman cabai [9].

Di antara permasalahan yang kerap dialami oleh petani cabai adalah sulit untuk memantau tingkat kelembaban dalam tanah yang digunakan untuk menanam. Mereka juga sulit dalam memantau suhu, kelembaban dan intensitas cahaya yang mempengaruhi pertumbuhan pada tanaman cabai [9]. Selain itu, permasalahan yang kerap dialami oleh petani cabai yaitu proses penyiraman cabai masih dilakukan secara manual, yang menghabiskan banyak tenaga dan berdampak negatif pada tanaman cabai [10].

Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada Bapak Andi yang merupakan petani cabai yang berdomisili di Pekanbaru Provinsi Riau, masalah yang sering dihadapi adalah penyiraman tanaman yang masih dilakukan secara manual pada waktu

pagi dan sore. Kondisi tanah yang terlalu lembab pada musim hujan dapat menyebabkan tumbuhnya jamur pada tanaman sehingga tanaman mengalami gagal berbuah atau gagal panen. Sedangkan pada musim kemarau, tanah menjadi kering yang berdampak pada pertumbuhan tanaman cabai yang kecil [Andi, Wawancara Pribadi]. Mengutip Hasil wawancara yang dilakukan oleh peneliti Bayu Hidayat [11] Masalah serupa yang dialami oleh Bapak Jarwo dan sekelompok petani cabai di sekitar pulau Berandang Kabupaten Kampar Provinsi Riau yaitu sistem penyiraman pertanian yang masih dilakukan secara tradisional yang memerlukan banyak tenaga dan membutuhkan waktu yang lama. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka solusi yang dibutuhkan adalah suatu teknologi yang dapat memantau serta mengatur tingkat kelembaban tanah melalui penyiraman otomatis yang dapat diawasi dari jarak jauh.

Metode *fuzzy* sering digunakan pada penelitian dikarenakan praktis dan mudah dipahami untuk diimplementasikan dalam pengambilan keputusan. Metode *fuzzy mamdani* mempunyai toleransi yang dapat mengatasi kesalahan pada sistem sehingga berjalan sebagaimana mestinya. Metode *fuzzy mamdani* digunakan dalam penelitian ini dikarenakan mempunyai tingkat akurasi yang baik dalam pengambilan keputusan.

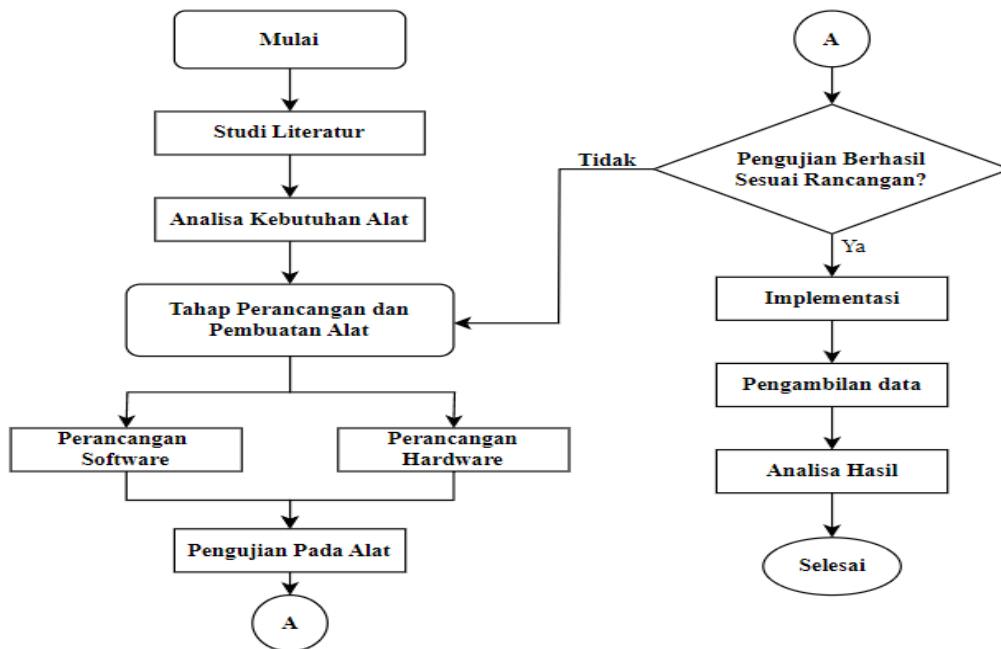
Dikarenakan manfaatnya yang besar bagi manusia, telah banyak penelitian dilakukan tentang sistem *fuzzy* dan penyiram tanaman secara otomatis. Di antaranya adalah menggunakan selang irigasi dalam penyiraman pada objek tanaman cabai merah keriting di dalam *greenhouse* dengan *Internet of Things*. Hasil dari penelitian ini adalah penggunaan teknologi *Internet of Things* dapat membantu dan meningkatkan produktivitas saat merawat tanaman cabai [11]. Penelitian lainnya adalah merancang peralatan yang terhubung dengan *Internet of Things* dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu pengairan yang sesuai dengan kondisi tanaman secara *realtime* melalui *website* sebagai pemantau sistem [12]. Penelitian lainnya menggunakan model sistem penyiraman yang terhubung dengan *Internet of Things* disertai dengan metode *fuzzy mamdani* untuk mengolah data untuk menentukan waktu penyiraman yang tepat [13]. Penelitian selanjutnya didasarkan pada lingkungan pertanian cabai konvensional. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang spesifikasi pompa air yang terhubung menggunakan metode *fuzzy mamdani* dengan membangun sistem kecerdasan dalam ketidakpastian dan mendukung suatu proses dengan logika *fuzzy mamdani* [14]. Dengan menggunakan metode *fuzzy mamdani* maka sistem *fuzzy mamdani* dapat diterapkan pada sistem penyiraman tanaman cabai secara terjadwal. Hasil pengujian dengan kurun waktu tujuh hari menunjukkan bahwa waktu penyiraman tanaman rata-rata 3.96 detik dengan volume air  $\pm 43,12$  ml/s. Dengan mengoptimalkan sistem *fuzzy*, dapat mengurangi penggunaan air dengan tingkat efektivitas sebesar 30,96 persen [15].

Berdasarkan latar belakang yang telah diusulkan, tujuan penelitian ini adalah merancang logika *fuzzy mamdani* untuk menerapkan sistem yang dapat memantau dan

menyiram tanaman cabai secara otomatis. Aplikasi *Blynk* yang terhubung ke jaringan internet memungkinkan pengawasan terhadap lingkungan pertanian cabai dari jauh. Selain itu, sistem ini menghasilkan *output* dalam bentuk durasi penyiraman dengan menggunakan parameter *input* suhu udara dan kelembaban tanah. Penelitian ini diharapkan dapat membuktikan bagaimana sistem dapat menyiram tanaman cabai dengan air secara efisien. Ditambah lagi dengan keunggulan dari sistem ini memiliki kemampuan untuk menampilkan nilai *input* dan *output* pada aplikasi *blynk IoT*.

### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan *Fuzzy Inference System* dengan pendekatan *mamdani* dan pengujian dilakukan dengan membandingkan sistem yang digunakan terhadap tanaman cabai dengan tanaman cabai yang tidak menggunakan sistem. Data yang dimasukkan dalam penelitian ini juga didasarkan pada hasil identifikasi kebutuhan. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1** Diagram alir tahapan penelitian

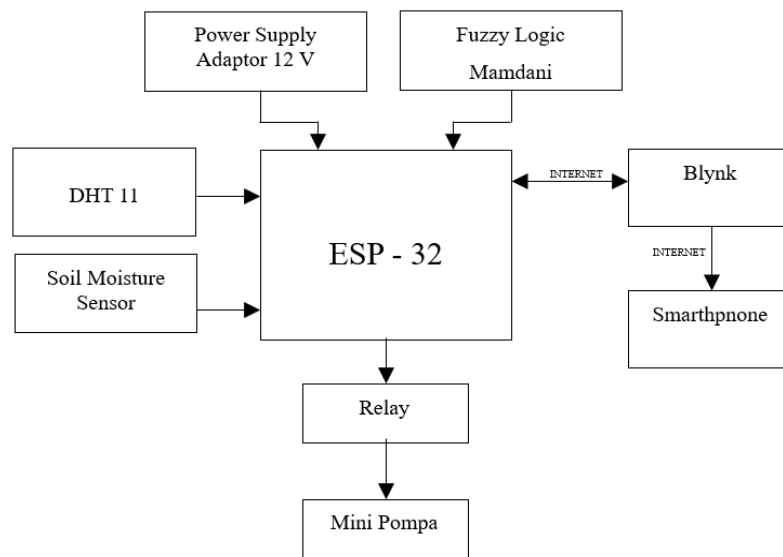
Tahap pertama adalah perencanaan yang terdiri dari studi literatur dengan mencari rumusan masalah, tujuan penelitian, serta menentukan batasan penelitian dan melakukan analisis kebutuhan alat. Tahap kedua adalah perancangan yang meliputi perancangan cara kerja sistem dengan melakukan perancangan blok diagram sistem, *fuzzy inference system*, komponen *hardware* dan *software*, *greenhouse*, *blynk IoT* yang dibutuhkan sistem agar dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

Tahap ketiga adalah pengujian terhadap komponen-komponen yang digunakan. Pengujian pertama merupakan pengujian menggunakan komponen *hardware*. Pengujian kedua dilakukan terhadap komponen *software* yang digunakan.

Tahap terakhir adalah Implementasi sistem di mana seluruh komponen sudah disatukan untuk menjalankan suatu sistem yang telah dirancang dalam penelitian ini.

#### *Perancangan diagram sistem*

Perancangan diagram sistem merupakan tahapan untuk membuat gambaran dasar berupa blok diagram sistem dalam merancang sistem pemantauan dan penyiraman pintar pertumbuhan tanaman cabai menggunakan *fuzzy mamdani* berbasis *blynk Internet of Things*.



**Gambar 2** Blok diagram sistem

Gambar 2 merupakan gambaran dari rangkaian sistem yang dibuat pada sistem Pemantauan dan Penyiraman Pintar Tanaman Cabai pada *Greenhouse* menggunakan *Fuzzy Mamdani* berbasis *Blynk IoT*. Berdasarkan blok diagram tersebut, sistem yang dibuat dapat melakukan pemantauan dan aksi berupa penyiraman secara otomatis yang didasarkan pada nilai *fuzzy mamdani* dengan menggunakan sensor DHT 11 sebagai sensor pembacaan suhu udara dan *Soil moisture sensor* sebagai sensor pembacaan kelembaban tanah. Diagram *power supply* berfungsi sebagai catu daya dan sebagai sumber tegangan untuk alat yang dibuat. Diagram *fuzzy logic mamdani* yang berfungsi sebagai logika dalam *input* dan *output* pengambilan keputusan akhir. ESP-32 adalah *mikrokontroler* yang memproses data yang diterima berdasarkan logika *fuzzy mamdani* dari perangkat *input* DHT11 dan *soil moisture*. Data tersebut menjadi informasi berupa keputusan sebagai *output*-nya. Sensor DHT11 berfungsi sebagai pengukur suhu dan kelembaban udara di dalam *greenhouse*. *Soil moisture sensor* berfungsi untuk

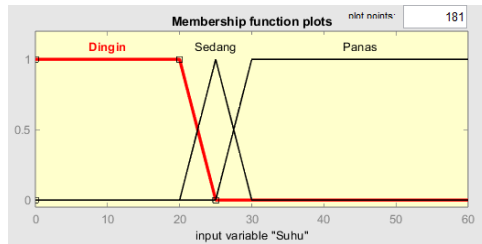
mengukur kelembaban tanah yang digunakan sebagai media tanaman cabai. *Relay* adalah saklar yang menyambungkan dan memotong aliran listrik pada mini pompa air. Mini pompa air berfungsi sebagai alat untuk mengalirkan air ke tanaman cabai dan akan menyala secara otomatis sesuai informasi yang diterima dari hasil pengambilan keputusan *fuzzy mamdani*. *Blynk IoT* merupakan aplikasi *software Internet of Things* yang terhubung ke internet agar dapat menerima data informasi dari ESP-32. Sistem ini dipantau dan dikontrol dengan menggunakan aplikasi *blynk IoT* yang terinstal di *Smartphone*.

#### *Perancangan Fuzzy Inference System Mamdani [16]*

Agar mendapatkan *output*, diperlukan empat langkah yang diawali dengan *fuzzyfikasi*. *Fuzzyfikasi* adalah proses menetapkan himpunan *fuzzy* dari setiap variabel *input* dan *output* menggunakan *membership function*. Variabel input meliputi suhu (S) dengan *range* 0-50°C dan kelembaban tanah (KT) yang memiliki *range* 0-100 persen. Variabel output adalah durasi penyiraman 0-60 detik.

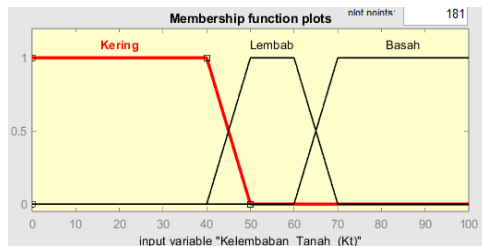
*Membership function* suhu udara menggunakan tiga variabel linguistik yaitu dingin (0-25°C), sedang (20-30°C) dan panas (25-60°C). Gambar 3 menunjukkan kurva dari *membership function* suhu udara dan Tabel 1 menunjukkan *fuzzy set* dari *membership function* suhu udara [17],[18]. *Membership function* kelembaban tanah menggunakan tiga variabel linguistik yaitu kering (0-50 %), lembab (40-70 %) dan basah (60-100 %). Gambar 4 menunjukkan kurva dari *membership function* kelembaban tanah dan Tabel 2 menunjukkan *fuzzy set* dari *membership function* tanah [18],[19]. *Membership function* durasi penyiraman menggunakan tiga variabel linguistik yaitu stop (0-1 detik), sebentar (0,5-30 detik), dan lama (20-60 detik). Gambar 5 menunjukkan kurva dari *membership function* durasi penyiraman dan Tabel 3 menunjukkan dari *fuzzy set* durasi penyiraman [18].

Dengan terpenuhinya tahap *fuzzyfikasi*, maka langkah kedua merupakan tahap pembentukan *aturan dasar fuzzy* berdasarkan inferensi *fuzzy mamdani*. Dengan menggunakan fungsi *implikasi* yang dikenal sebagai *min*, pendekatan *fuzzy Mamdani* membentuk aturan dasar *fuzzy*. Berdasarkan setiap variabel *input* yang tercantum pada Tabel 4, dibuat sembilan aturan dasar *fuzzy*. Operator AND (&) menyatakan hubungan dari setiap input



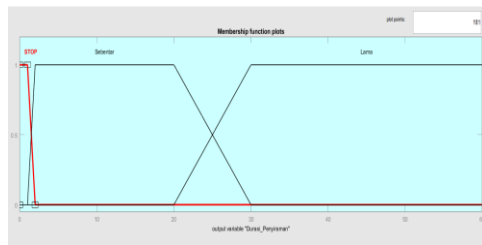
Gambar 3 Kurva membership function suhu

Suhu	Range
Dingin	0-25°C
Sedang	20-30°C
Panas	25-60°C



Gambar 4 Kurva membership function kelembaban tanah

Kelembaban Tanah	Range
Kering	0-50%
Lembab	40-70%
Basah	60-100%



Gambar 5 Kurva membership function durasi penyiraman

Durasi Penyiraman	Range
Stop	0-1 detik
Sebentar	0,5-30 detik
Lama	20-60 detik

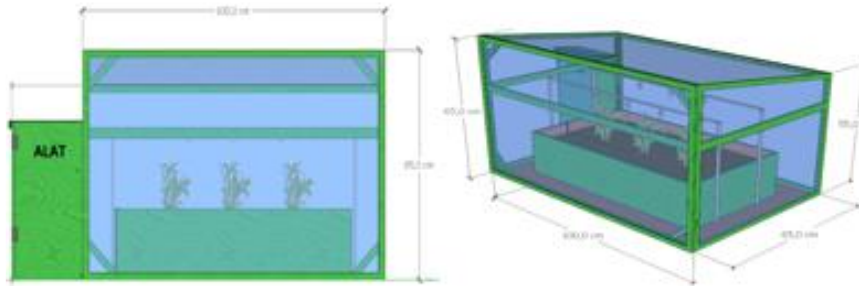
Tabel 4 Aturan dasar fuzzy

No. Rule	Basis Aturan
1	(Suhu_(Su)==Dingin)&(Kelembaban_Tanah_(KT)==Kering)=>(Durasi_Penyiraman=Lama)
2	(Suhu_(Su)==Dingin)&(Kelembaban_Tanah_(KT)==Lembab)=>(Durasi_Penyiraman=Sebentar)
3	(Suhu_(Su)==Dingin)&(Kelembaban_Tanah_(KT)==Basah)=>(Durasi_Penyiraman=STOP)
4	(Suhu_(Su)==Sedang)&(Kelembaban_Tanah_(KT)==Kering)=>(Durasi_Penyiraman=Lama)
5	(Suhu_(Su)==Sedang)&(Kelembaban_Tanah_(KT)==Lembab)=>(Durasi_Penyiraman=STOP)
6	(Suhu_(Su)==Sedang)&(Kelembaban_Tanah_(KT)==Basah)=>(Durasi_Penyiraman=STOP)
7	(Suhu_(Su)==Panas)&(Kelembaban_Tanah_(KT)==Kering)=>(Durasi_Penyiraman=Lama)
8	(Suhu_(Su)==Panas)&(Kelembaban_Tanah_(KT)==Lembab)=>(Durasi_Penyiraman=Sebentar)
9	(Suhu_(Su)==Panas)&(Kelembaban_Tanah_(KT)==Basah)=>(Durasi_Penyiraman=STOP)

Langkah ketiga adalah membuat inferensi dengan menggunakan metode *max* yang merupakan komposisi aturan dari metode *fuzzy mamdani*. Langkah keempat adalah *Defuzzifikasi* menggunakan *centroid* dalam metode *fuzzy mamdani*.

### *Perancangan Greenhouse*

Perancangan model *greenhouse* merupakan representasi awal dari bentuk *greenhouse* di mana sistem penyiraman pintar dan pemantauan pertumbuhan tanaman cabai yang menggunakan metode *fuzzy mamdani* terintegrasi dengan *Blynk Internet of Things* dipasang. *Greenhouse* ini memiliki panjang 100 cm, lebar 65 cm, dan tinggi 65 cm, dengan atap *lean-to*. Kerangka *greenhouse* terbuat dari kayu dan atapnya terbuat dari plastik ultraviolet. *Greenhouse* ini memiliki sistem sirkulasi udara di dalamnya. Gambar 6 menunjukkan rancangan *greenhouse* dari sisi depan dan samping dengan visualisasi model atap *lean to*.



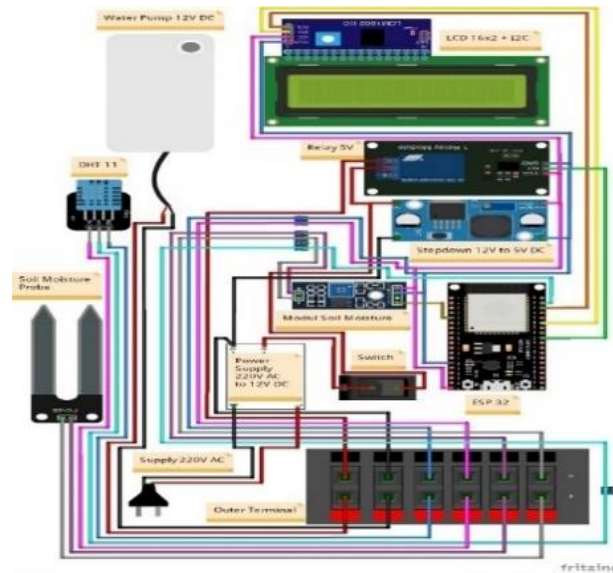
**Gambar 6** Rancangan *greenhouse* tampak depan dan samping

### *Perancangan dan pembuatan alat*

Perancangan dan pembuatan alat dilakukan setelah tahap analisis kebutuhan sistem selesai, yang bertujuan untuk mengembangkan rancangan penelitian yang akan diterapkan agar sistem dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Tahap perancangan ini mencakup pembuatan komponen *hardware* dan *software* sistem. Rancangan perangkat keras ditunjukkan pada Gambar 7.

*Mikrokontroler* ESP-32 mengolah data berdasarkan pembacaan suhu udara dan kelembaban tanah melalui sensor-sensor yang dilengkapi dengan modul *real time clock online*. Data dari pembacaan sensor yang digunakan sebagai *input* dari *Fuzzy Inference System* diproses secara bersamaan oleh Mikrokontroler ESP-32. Hasil dari pemrosesan data berupa durasi penyiraman yang *mentrigger relay* menjadi *active high* untuk menghidupkan mini pompa yang sesuai dengan data yang dihasilkan berdasarkan *output fuzzy*. ESP-32 yang terkoneksi dengan sinyal internet mengirimkan semua nilai yang telah diproses ke *Blynk server*. Nilai yang dihasilkan tersebut dikontrol dan dipantau melalui aplikasi *Blynk IoT*.





Gambar 7 Perancangan perangkat keras

### Perancangan Blynk Internet of Things

Perancangan tampilan perangkat pada aplikasi *Blynk Internet of Things* untuk pemantauan dan penyiraman pintar *smartphone* dengan menambahkan *widget* seperti grafik untuk mengetahui waktu dan nilai pembacaan sensor, *Button* untuk pengetesan pompa secara manual, dan *gauge* untuk memantau kondisi kelembaban tanah dan suhu yang dihasilkan oleh pembacaan sensor. Data *stream* berupa virtual pin digunakan oleh masing-masing *widget*, sehingga memungkinkan sinkronisasi semua data komponen sistem ke *widget* tampilan perangkat dalam aplikasi *Blynk IoT*.

### Hasil dan Pembahasan

Sistem yang telah dirancang sebelumnya dibuat dan dikembangkan sehingga dapat berfungsi secara nyata. Hasil perancangan dan pengembangan berupa perangkat keras, *greenhouse* dan perangkat lunak *Blynk IoT* ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Hasil perancangan perangkat keras, *greenhouse* dan *Blynk IoT*

*Greenhouse* digunakan sebagai tempat menanam tanaman cabai dengan tujuan agar pertumbuhan tanaman cabai dapat dikontrol serta terlindung dari sinar matahari langsung, air hujan serta angin yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman cabai. Aplikasi Blynk IoT adalah perangkat lunak untuk memantau dan mengendalikan sistem dari *smartphone*.

Sistem diterapkan di dalam *greenhouse* untuk mengendalikan penyiraman secara otomatis serta memantau kelembaban tanah dan suhu udara melalui internet. Pemantauan dapat dilihat dari *smartphone* dengan aplikasi *blynk IoT*, untuk menjaga kondisi sekitar media tanam sesuai dengan yang dibutuhkan tanaman cabai. Sensor *soil moisture* ditempatkan di tengah-tengah media tanam dan posisi DHT11 berada di sisi bagian dalam *greenhouse*. Gambar 9 memperlihatkan tata letak sensor *soil moisture*, sensor suhu DHT11, mini pompa dengan box control di dalam *greenhouse* serta tampilan dari Blynk IoT.



**Gambar 9** Tata letak sensor, mini pompa dan aplikasi *Blynk IoT*

Pengujian sensor dilakukan untuk membandingkan pembacaan nilai sensor yang terdapat pada *greenhouse* dengan hasil pembacaan nilai dari alat ukur. Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa sensor dapat bekerja sesuai harapan. Sensor yang digunakan adalah sensor suhu DHT 11 dan sensor *soil moisture* yl-69 untuk mengukur kelembaban tanah.

Pengujian sensor suhu dilakukan dengan cara membandingkan nilai pembacaan sensor DHT 11 dengan hasil pembacaan suhu udara dari alat ukur *thermometer* HTC-1. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata selisih nilai suhu  $0.62^{\circ}\text{C}$  atau sebesar 1,03 persen, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5** Pengukuran suhu dengan sensor DHT 11 dan *Thermometer* HTC-1

Pengujian ke- (waktu)	Sensor DHT1	<i>Thermometer</i> HTC-1	Selisih nilai suhu (°C)	<i>Error</i> (%)
	Suhu (°C)	Suhu (°C)		
1 (08:28)	29	29,5	0,5	1,01
2 (10:31)	32	33,1	1.1	1,03
3 (12:24)	35	35,9	0,9	1,02
4 (16:05)	29	29,9	0,9	1,03
5 (18:01)	29	29,2	0,2	1,06
Rata-rata	30,8 °C	31,52 °C	0,62 °C	1,03%

Kelembaban tanah didapatkan dari pembacaan sensor *soil moisture* yl-69. Nilai tersebut dibandingkan selisihnya dengan pembacaan nilai kelembaban tanah yang diperoleh dari alat ukur *hygrometer threeway*, dan didapatkan hasil seperti yang tertera pada Tabel 6. Berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 6, diperoleh rata-rata selisih nilai kelembaban tanah sebesar 3 persen dan *error* sebesar 3,73 persen.

**Tabel 6** Pengukuran kelembaban tanah dengan sensor *soil moisture* dan *hygrometer threeway*

Pengujian ke- (kondisi tanah)	<i>Sensor soil</i> <i>moisture</i> yl-69	<i>Hygrometer</i> <i>threeway</i>	Selisih nilai kelembaban tanah (%)	<i>Error</i> (%)
	Kelembaban tanah (%)	Kelembaban tanah (%)		
1	88	84	4	4,76
2	100	100	0	0
3	75	71	4	5,63
4	74	71	3	4,22
5	77	74	3	4,05
Rata-rata	82,8%	80%	3%	3,73

Pengujian selanjutnya adalah membandingkan dampak penggunaan sistem dengan pola perawatan tanaman tanpa menggunakan sistem terhadap media tanam. Parameter yang diukur adalah kelembaban tanah, suhu, durasi penyiraman dengan sistem dan frekuensi penyiraman secara manual. Perawatan tanaman tanpa menggunakan sistem dilakukan dengan mengikuti pola penyiraman yang dilakukan oleh petani, yaitu dua kali sehari pada waktu pagi dan sore hari. Sedangkan penyiraman tanaman yang menggunakan sistem, dilakukan berdasarkan parameter-parameter program yang telah dibuat. Pengujian dilakukan selama tiga hari, dan mendapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada Berdasarkan hasil pengukuran di **Error! Not a valid bookmark self-reference.**, penggunaan sistem dapat menjaga tingkat kelembaban tanah sebesar 68-76 persen dengan suhu udara 27-34°C.

Kelembaban tanah pada media tanam pada pola perawatan tidak menggunakan sistem sebesar 75-100% pada suhu udara yang tidak jauh berbeda yaitu 28-35°C.

**Tabel 7.**

Berdasarkan hasil pengukuran di **Error! Not a valid bookmark self-reference.**, penggunaan sistem dapat menjaga tingkat kelembaban tanah sebesar 68-76 persen dengan suhu udara 27-34°C. Kelembaban tanah pada media tanam pada pola perawatan tidak menggunakan sistem sebesar 75-100% pada suhu udara yang tidak jauh berbeda yaitu 28-35°C.

**Tabel 7 Hasil pengukuran kondisi media tanam**

Hari ke-	Jam	Menggunakan sistem				Tidak menggunakan sistem		
		KT	S	Kondisi Pump	Durasi Penyiraman (Detik)	KT (%)	S	Penyiraman Manual
1	10.22	76	28	OFF	0,75	100	28	1x
	12.30	68	34	ON	12,68	91	34	-
	14.20	70	33	OFF	0,54	85	33	-
	16.29	72	31	OFF	0,54	83	32	1x
	17.46	70	32	OFF	0,66	79	31	-
2	08.36	74	30	OFF	0,54	92	30	1x
	10.42	73	30	OFF	0,54	88	30	-
	12.30	70	34	OFF	0,54	78	35	-
	14.20	68	28	ON	13,17	67	29	-
	16.29	74	30	OFF	0,54	94	31	1x
3	17.46	75	29	OFF	0,54	90	30	-
	08.29	73	27	OFF	0,75	94	28	1x
	10.19	73	29	OFF	0,75	89	29	-
	12.42	70	33	OFF	0,54	82	34	-
	14.36	72	32	OFF	0,54	75	32	-
	16.20	74	30	OFF	0,54	90	32	1x
	17.36	70	30	OFF	0,54	96	30	-

Pengujian selanjutnya adalah mengukur dampak pada tanaman yang menggunakan pola perawatan tanaman dengan sistem dan pola perawatan tanaman tidak menggunakan sistem selama 30 hari. Penyiraman tanaman dilakukan setiap hari, baik dengan menggunakan sistem, maupun mengikuti pola penyiraman manual yang dilakukan petani sebanyak dua kali sehari, kecuali jika terjadi hujan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanaman yang dirawat dengan menggunakan sistem bertumbuh

lebih cepat dan subur jika dibandingkan dengan tanaman yang dirawat tanpa menggunakan sistem.



**Gambar 10** Tanaman cabai yang dirawat dengan sistem

Hasil yang terlihat dari Gambar 10 adalah tanaman cabai memiliki daun yang lebat, tumbuh lebih cepat dan lebih cepat berbuah jika dirawat dengan menggunakan sistem. Sebaliknya pada tanaman cabai yang dirawat tanpa menggunakan sistem, dengan rentang waktu pengujian yang sama, memiliki daun yang layu dan tidak berbuah, seperti yang terlihat pada Gambar 11.



**Gambar 11** Tanaman cabai yang dirawat tidak menggunakan sistem

**Tabel 8** Perbandingan dampak sistem pada tanaman

Tanaman	Menggunakan Sistem			Tidak Menggunakan Sistem		
	Tinggi (cm)	Jumlah Buah	Daun menguning	Tinggi (cm)	Jumlah Buah	Daun menguning
1	28	3	1	24	0	2
2	30	2	0	25	0	3
3	35	0	1	25	0	4
Rata-rata	31	1,67	0,67	24,6	0	3

Berdasarkan data pada Tabel 8, dalam waktu 30 hari pengujian, tanaman cabai yang dirawat menggunakan sistem mengalami pertumbuhan yang lebih cepat, menghasilkan buah, dan daun kuning sedikit. Hasil yang berbeda terlihat pada tanaman cabai yang tidak dirawat menggunakan sistem. Tanaman cabai kurang tinggi, tidak berbuah, dan jumlah daun yang menguning lebih banyak dibandingkan dengan tanaman cabai yang dirawat menggunakan sistem.

## Simpulan

Sistem pemantauan dan penyiraman pintar pada tanaman cabai menggunakan *fuzzy mamdani* dapat mengontrol tingkat kelembaban tanah sebesar 68%-76%, pada suhu udara 24 -33°C. Perawatan tanaman yang tidak menggunakan sistem, dengan pola penyiraman dua kali sehari diperoleh kelembaban tanah sebesar 75-100% pada suhu udara 24°C-34°C. Dampak dari penggunaan sistem dalam perawatan tanaman yang digabung dengan *greenhouse* dapat melindungi tanaman cabai dari hujan, hama, dan kurangnya tumbuh tanaman liar, sehingga tanaman tumbuh dengan subur, berbuah dan memiliki daun yang rimbun dibandingkan dengan perawatan tanaman yang tidak menggunakan sistem. Dengan menggunakan sistem, penyiraman lebih mudah digunakan saat diperlukan karena otomatis dan hemat waktu, sirkulasi udara berjalan dan hasil pemantauan dapat diakses dengan *Blynk Internet of Things* guna meningkatkan pengetahuan petani tentang kondisi media tanaman cabai. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan penggunaan sensor suhu dan kelembaban tanah yang lebih akurat, untuk memperoleh hasil pengukuran yang lebih presisi.

## Daftar Pustaka

- [1] M. H. Barri, B. A. Pramudita, dan A. P. Wirawan, "Sistem Penyiram Tanaman Otomatis dengan Sensor Soil Moisture Dan Sensor DHT11," *ELECTROPS : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 1, no. 1, hal. 9, 2023.
- [2] U. Ilmi dan N. Rupawanti, "Pemanfaatan Sensor Kelembaban Tanah Untuk Studi Pembuatan Alat Penyiram Tanaman Otomatis Cabe Rawit Di Desa Priyoso Kecamatan Karangbinangun Kabupaten Lamongan," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Bangka Belitung*, vol. 7, no. 1, hal. 10–14, 2020.
- [3] Yosep Maulana dan D. Supardi, "Sistem pengawasan kelembaban tanah dan penyiraman tanaman otomatis berbasis iot via telegram," *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 3, no. 3, hal. 464–471, 2022.
- [4] N. Nurdiana, "Monitoring Kelembaban Tanah Pada Penyiram Tanaman Otomatis," *Jurnal TEKNO*, vol. 18, no. 1, hal. p-ISSN, 2021.
- [5] F. Hidayati, Y. Yonariza, N. Nofialdi, dan D. Yuzaria, "Intensifikasi Lahan Melalui Sistem Pertanian Terpadu: Sebuah Tinjauan," *Unri Conference Series: Agriculture and Food Security*, vol. 1, hal. 113–119, 2019.
- [6] *Badan Pusat Statistik*, "Persentase Tenaga Kerja Informal Sektor Pertanian (Persen), 2020-2022," 2023.
- [7] M. Y. B.b Dicky Sanjaya, Dedi Setiawan, "Implementasi IOT Untuk Mendeteksi Kelembaban Tanah Pada Tanaman Cabai Menggunakan Teknik Simplex

- Berbasis Arduino,” *Jurnal Cyber Tech*, vol. 1, no. 5, 2022.
- [8] A. S. Wardhana, A. K. Dewi, H. F. Airlangga, “Mesin Penyiraman Otomatis pada Tanaman Cabai dengan Modul Nodemcu ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT),” in *SNESTIK*, 2023, hal. 160–169.
- [9] S. Wahyu, M. Syafaat, dan A. Yuliana, “Aplikasi Sensor BH1750 Untuk Sistem Monitoring Pertumbuhan Tanaman Cabai Menggunakan Arduino Bertenaga Surya Terintegrasi Internet of Things (IoT),” *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, vol. 9, no. 1, hal. 71–78, 2021.
- [10] F. Adi *et al.*, “Analisa Kinerja Monitoring Suhu dan Kelembapan Tanah Berbasis IoT Pada Alat Penyiraman Otomatis Tanaman Cabai di Dalam Greenhouse,” *MAESTRO*, vol. 6, no. 1, hal. 119–129, 2023.
- [11] B. Hidayat, “Sistem Pengendalian dan Monitoring Media Tanaman Cabai Merah Keriting Berbasis Internet of Things( IoT ),” *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2023.
- [12] R. Irfanto, “Rancang Bangun Penyiraman dan Monitoring Tanaman Otomatis Berbasis Internet of Things,” *Skripsi*. Universitas Islam Sultan Agung, 2022.
- [13] A. RIZQY RAMADAN, “Smart *Greenhouse* Dengan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Internet of Things,” *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2021.
- [14] N. Abdullah *et al.*, “Towards Smart Agriculture Monitoring Using Fuzzy Systems,” *IEEE Access*, vol. 9, hal. 4097–4111, 2021.
- [15] R. S. Setiadi dan F. Sulianta, “Smart Monitoring and Watering of Chili Plants Using a Fuzzy Mamdani System,” *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, vol. 4, no. 1, hal. 247–256, 2023.
- [16] K. Muflihunna dan M. Mashuri, “Penerapan Metode Fuzzy Mamdani dan Metode Fuzzy Sugeno dalam Penentuan Jumlah Produksi,” *Unnes Journal of Mathematics*, vol. 11, no. 1, hal. 27–37, 2022.
- [17] N. Anggraini, K. Del Vieri, L. K. Wardhani, A. C. Wardhana, dan D. Saputra, “Sistem Pintar Penyiram Tanaman Menggunakan Teknologi IoT dan Fuzzy Inference System dalam Rangka Mewujudkan Green Campus di UIN Syarif Hidayatullah Jakarta,” *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 4, no. 2, hal. 888–895, 2022.
- [18] F. Simbolon, Z. Azmi, U. S. Fatimah SPane, “Implementasi Metode Fuzzy Logic Pada Sistem Penyiram Otomatis Pada Tanaman Agrikultur Berbasis Arduino,” *Jurnal CyberTech*, hal. 1–11, 2020.
- [19] A. A. A. Putri Ardyanti, I. G. Juliana Eka Putra, dan I. N. Purnama, “Penyiraman

Tanaman Otomatis dengan Metode Fuzzy Mamdani,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 7, no. 1, hal. 106–112, 2021.