

Sistem Irigasi Berbasis *Internet Of Things (Iot)* pada Budidaya Tanaman Tomat Menggunakan Metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor (F-Knn)*

Fenni Rosa^{1*}, Noviyanti. P²

^{1,2}Program Studi Teknologi Informasi, Institut Shanti Bhuana, Bengkulu, Indonesia

Email: rosefeni264@gmail.com^{1*}, novianty@shantibhuana.ac.id²

(*Email Corresponding Author: rosefeni264@gmail.com)

Received: 26 Juni 2026 | Revision: 30 Juni 2026 | Accepted: 4 Juli 2026

Abstrak

Budidaya tanaman tomat membutuhkan pengelolaan penyiraman yang tepat agar pertumbuhan tanaman dapat berjalan optimal. Proses penyiraman yang masih dilakukan secara manual menyebabkan penggunaan air kurang efisien karena belum mempertimbangkan kondisi kelembapan tanah dan suhu lingkungan secara langsung. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem irigasi berbasis Internet of Things (IoT) pada budidaya tanaman tomat menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor (F-KNN)* untuk menentukan keputusan penyiraman secara otomatis. Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor kelembapan tanah dan sensor suhu sebagai input data, NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, relay sebagai pengendali pompa air, serta aplikasi *Blynk* sebagai media monitoring secara real-time. Data sensor yang diperoleh diproses melalui tahap fuzzifikasi untuk menghasilkan nilai derajat keanggotaan, kemudian dilakukan klasifikasi menggunakan metode F-KNN berdasarkan data latih yang tersedia. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca kondisi lingkungan tanaman, melakukan proses klasifikasi, serta mengaktifkan dan menonaktifkan pompa air secara otomatis berdasarkan kondisi tanah. Pada pengujian data uji dengan kelembapan tanah 44% dan suhu 31°C, sistem menghasilkan keputusan pompa ON sehingga penyiraman dilakukan. Penerapan metode F-KNN pada sistem irigasi berbasis IoT mampu membantu proses penyiraman tanaman tomat secara otomatis dan meningkatkan efisiensi penggunaan air.

Kata Kunci: *Internet of Things*, Irigasi Otomatis, *Fuzzy K-Nearest Neighbor*, Kelembapan Tanah, Tanaman Tomat

Abstract

Tomato cultivation requires proper irrigation management to support optimal plant growth. Manual watering processes are often inefficient because they do not consider soil moisture and environmental temperature conditions directly. This study aims to design an Internet of Things (IoT)-based irrigation system for tomato cultivation using the *Fuzzy K-Nearest Neighbor (F-KNN)* method to determine automatic watering decisions. The developed system uses a soil moisture sensor and temperature sensor as input data, NodeMCU ESP8266 as the main controller, a relay as a water pump controller, and the *Blynk* application as a real-time monitoring platform. The sensor data obtained is processed through a fuzzification stage to produce membership values, then classified using the F-KNN method based on available training data. The testing results show that the system is able to read plant environmental conditions, perform classification processes, and automatically activate or deactivate the water pump according to soil conditions. In testing with soil moisture of 44% and temperature of 31°C, the system generated an ON pump decision, indicating that watering was required. The implementation of the F-KNN method in an IoT-based irrigation system can support automatic tomato plant watering and improve water usage efficiency.

Keywords: *Internet of Things*, Automatic Irrigation, *Fuzzy K-Nearest Neighbor*, Soil Moisture, Tomato Plant

1. PENDAHULUAN

Tomat merupakan salah satu tanaman yang kaya akan gizi, karena prospeknya yang tinggi tanaman ini sering dikonsumsi dan dibudidayakan. Tanaman tomat banyak khasiatnya terutama untuk mata karena kandungan vitamin C, vitamin A, protein, kalsium, natrium[1]. Selain itu tanaman ini juga mudah dibudidayakan yang membuat masyarakat mudah dalam membudidayakan juga tanaman ini harganya terjangkau di pasaran. 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[2]. Tanaman tomat merupakan tanaman hortikultura yang buahnya banyak digemari dan dikembangkan di Indonesia. gi[3]. Tomat menjadi salah satu tanaman hortikultura yang banyak di budidayakan karena meningkatnya permintaan pasar. Perawatan tanaman tomat membutuhkan perhatian

yang khusus karena jika tidak mendapatkan kondisi yang baik seperti kurang sesuai kelembaban dan suhu pada tanah, tomat tidak dapat tumbuh dengan baik. Para pemilik kebun tomat melakukan berbagai usaha supaya mendapatkan tomat yang segar dan baik. Salah satu usaha yang dilakukan para pemilik kebun dengan selalu mengecek kondisi tanah pada tanaman tomat. Parameter yang dapat terukur yaitu kelembaban dan suhu[4].

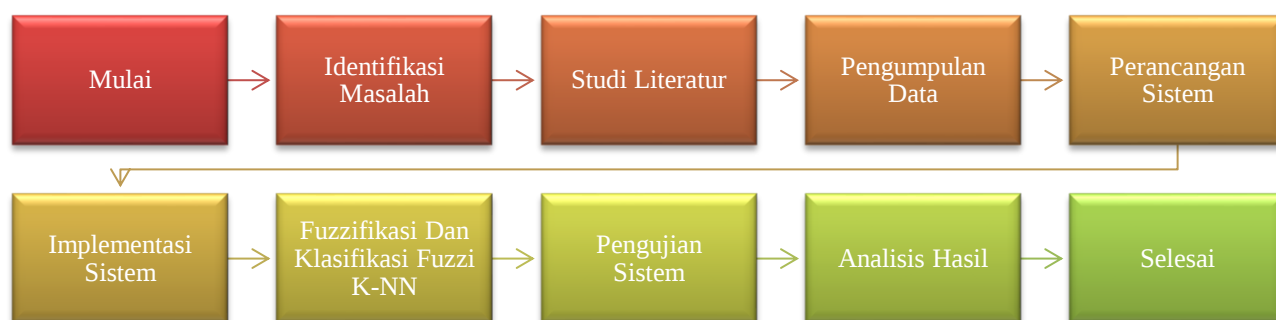
Petani merupakan seseorang yang mengelola lahan pertanian. Petani sangat penting dikarenakan profesi mereka yang menanam dan menjaga pertumbuhan pertanian. Seiring berjalanya waktu petani juga perlu merasakan perkembangan pertanian terutama bidang teknologi, di Kabupaten Bengkayang sebagian perekonomiannya digerakan oleh hasil pertanian. Oleh sebab itu perkembangan perlu dilakukan agar petani bisa merasakan perkembangan pertanian pada sektor tani. Pada penelitian ini akan dilakukan pengembangan sistem irigasi berbasis IoT, yang dilakukan pada petani yang ada di Pelatihatann Pertanian Kebun Karmel. Petani seiring menghadapi beberapa permasalahan terutama pada sistem irigasi tanaman yang membuat pertumbuhan tanaman kurang maksimal, oleh sebab itu pengembangan sistem irigasi ini dapat menjadi solusi untuk membantu permasalahan tersebut dan membangun keefektifitasan dalam melakukan penyiraman[5].

Penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN) yang digunakan untuk mengklasifikasikan kondisi tanah berdasarkan data sebelumnya, sehingga sistem dapat menentukan kebutuhan penyiraman tanaman secara otomatis. Metode F-KNN merupakan pengembangan dari metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN) dengan menambahkan konsep *fuzzy* untuk memberikan nilai derajat keanggotaan pada setiap data, sehingga proses klasifikasi dapat dilakukan berdasarkan tingkat kedekatan data secara lebih fleksibel[6] [7] Pada penelitian ini digunakan dua variabel utama, yaitu kelembapan tanah dan suhu udara, karena kedua parameter tersebut berpengaruh terhadap kebutuhan air pada tanaman [8]. [9]. Data dari sensor akan diproses menggunakan metode F-KNN untuk menentukan kondisi tanaman, apakah membutuhkan penyiraman atau tidak. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) dengan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama serta aplikasi Blynk sebagai media monitoring kondisi tanaman secara *real-time* melalui smartphone [6]. Sehingga FK-NN adalah metode klasifikasi yang melakukan prediksi data baru berdasarkan nilai keanggotaan pada setiap label[10].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang disusun secara sistematis untuk merancang dan membangun sistem irigasi berbasis *Internet of Things* (IoT) pada budidaya tanaman tomat menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN). Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi masalah hingga pengujian sistem untuk memastikan sistem yang dikembangkan dapat bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Berikut diagram alur tahapan penelitian yang dituangkan pada gambar 1:



Gambar 1. Alur tahapan penelitian

a. Identifikasi Masalah

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada budidaya tanaman tomat di kebun karmel. Permasalahan yang ditemukan adalah proses penyiraman tanaman yang masih dilakukan secara manual sehingga kurang efisien dan berpotensi menyebabkan kebutuhan air tanaman tidak terpenuhi secara optimal.

b. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan mempelajari berbagai referensi seperti buku, jurnal, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem irigasi, Internet of Things (IoT), logika *fuzzy*, metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN), serta *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN) sebagai dasar dalam penelitian.

c. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi literatur. Data yang dikumpulkan meliputi kondisi budidaya tanaman tomat, proses penyiraman yang diterapkan, serta data kelembapan tanah dan suhu yang digunakan dalam penelitian.

d. Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem irigasi berbasis IoT yang meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Komponen yang digunakan antara lain NodeMCU ESP8266, sensor kelembapan tanah, sensor DHT22, relay, pompa air, dan aplikasi *Blynk*.

e. Implementasi Sistem

Tahap implementasi dilakukan dengan merakit dan mengintegrasikan seluruh komponen yang telah dirancang menjadi sebuah sistem irigasi berbasis IoT yang dapat berfungsi sesuai kebutuhan penelitian.

f. Fuzzyfikasi Dan Klasifikasi *Fuzzy K-NN*

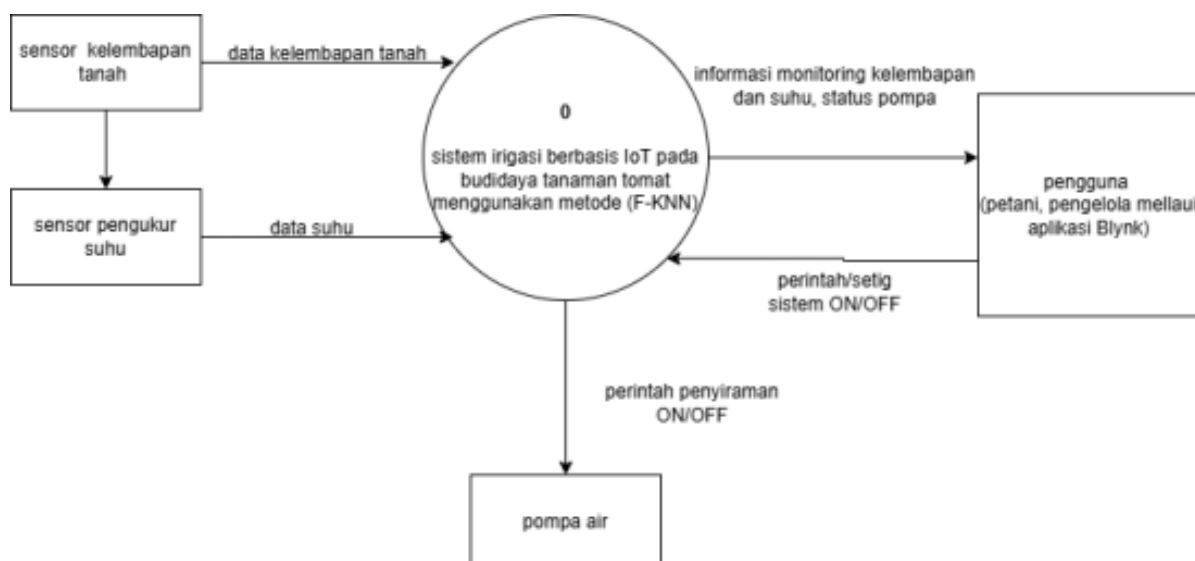
Data kelembapan tanah dan suhu yang diperoleh dari sensor terlebih dahulu diproses menggunakan fuzzyfikasi untuk menghasilkan nilai derajat keanggotaan. Selanjutnya data tersebut diklasifikasikan menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN) untuk menentukan kebutuhan penyiraman tanaman tomat.

g. Pengujian Sistem

Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun telah berjalan sesuai dengan rancangan. Pengujian meliputi pembacaan sensor, proses klasifikasi F-KNN, pengiriman data ke *Blynk*, serta pengendalian pompa air secara otomatis.

h. Analisis Hasil

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil pengujian sistem untuk mengetahui kinerja sistem irigasi berbasis IoT dalam menentukan kebutuhan penyiraman tanaman tomat berdasarkan data kelembapan tanah dan suhu. Diagram blok sistem menggambarkan hubungan antar komponen dalam sistem irigasi berbasis *Internet of Things* (IoT). Sensor DHT22 digunakan untuk membaca suhu udara di sekitar tanaman tomat, sedangkan *sensor soil moisture* digunakan untuk mengukur tingkat kelembapan tanah. Data dari kedua sensor tersebut kemudian dikirim ke NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama untuk diproses. NodeMCU melakukan pengolahan data menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) untuk menentukan kondisi tanah dan kebutuhan penyiraman tanaman. Hasil pembacaan sensor ditampilkan secara lokal melalui LCD I2C agar pengguna dapat melihat informasi suhu dan kelembapan secara langsung. Selain itu, NodeMCU juga mengirimkan data ke internet sehingga dapat dimonitor melalui aplikasi *Blynk* pada *smartphone*.



Gambar 2. Data flow diagram (DFD)

Berdasarkan DFD Level 0 pada Gambar 3.4 Sistem Irigasi Berbasis *Internet of Things* (IoT) pada budidaya tanaman tomat menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN) menerima masukan berupa data kelembapan tanah dari sensor kelembapan tanah dan data suhu dari sensor pengukur suhu. Data tersebut kemudian diproses oleh sistem untuk menentukan keputusan penyiraman tanaman tomat. Hasil pengolahan data berupa informasi monitoring kelembapan tanah, suhu, dan status pompa ditampilkan kepada pengguna melalui aplikasi *Blynk*. Selain menerima informasi monitoring, pengguna juga dapat memberikan perintah atau pengaturan sistem secara manual berupa ON atau OFF. Selanjutnya, sistem akan mengirimkan perintah penyiraman kepada pompa air untuk melakukan proses penyiraman sesuai hasil keputusan yang diperoleh.

a. Penerapan Metode *K-Nearest Neighbor* (KNN)

Merupakan salah satu algoritma dalam machine learning yang digunakan untuk masalah klasifikasi dan regresi. *K-Nearest Neighbor* merupakan metode pembelajaran berbasis instansi, yang berarti ia memanfaatkan data pelatihan yang tersedia untuk membuat prediksi tanpa membangun model internal yang kompleks. [11]. Data hasil pengukuran kemudian diproses menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN) untuk menentukan kondisi irigasi berdasarkan data latih yang telah tersedia. Hasil klasifikasi digunakan untuk mengendalikan relay yang berfungsi mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air, serta ditampilkan pada LCD 16x2 dan aplikasi *Blynk* sebagai informasi kondisi tanaman [12].

b. Penerapan F-KNN

Fuzzy K-Nearest Neighbor (FKNN) merupakan sebuah metode yang digunakan dalam pengklasifikasian yang menggabungkan teknik fuzzy dengan *K-Nearest Neighbor* classifier. Teori himpunan fuzzy dalam menggeneralisasikan teori K-NN klasik yakni mendefinisikan nilai keanggotaan pada sebuah data dalam masing-masing kelas. FKNN yakni sebuah metode yang akan mencari nilai derajat keanggotaan data uji pada setiap kelasnya, yang kemudian akan mengambil nilai derajat keanggotaan terbesar yang dihasilkan. Kemudian dilakukan penentuan terhadap jumlah nilai K tetangga terdekat yang akan dilakukan dalam perhitungan [15].

$$d = (x + y) = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \quad (1).$$

c. Variable Input

Variabel input merupakan parameter yang digunakan sebagai masukan pada sistem untuk menentukan kondisi tanaman. Pada penelitian ini terdapat dua variabel input yang digunakan, yaitu kelembapan tanah dan suhu udara. Kedua variabel tersebut diperoleh dari hasil pembacaan sensor yang kemudian diproses menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN) untuk menentukan keputusan penyiraman tanaman [16].

Tabel 1. Variabel Input

kelembapan Tanah	Variabel Suhu
Kering	Panas
Lembab	Normal
Basah	Dingin

Persamaan (1) merupakan rumus *Euclidean Distance* yang digunakan untuk menghitung jarak antara data uji dan data latih berdasarkan nilai suhu dan kelembapan tanah. Semakin kecil nilai jarak yang diperoleh, maka semakin tinggi tingkat kedekatan antara data uji dan data latih. Hasil perhitungan jarak tersebut digunakan untuk menentukan tetangga terdekat pada proses klasifikasi menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN).

Data 1 (60% dan 26°C)

$$d1 = \sqrt{(0,2 - 0)^2 + (0,17 - 0)^2}$$

$$d1 = \sqrt{(0,2)^2 + (0,17)^2}$$

$$d1 = \sqrt{0,04 + 0,0289}$$

$$d1 = \sqrt{0,0689}$$

$$d1 = 0,26$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini disajikan hasil pengujian dan pembahasan terhadap sistem irigasi berbasis *Internet of Things* (IoT) pada budidaya tanaman tomat menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN). Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem dalam membaca data suhu dan kelembapan tanah, melakukan proses klasifikasi, serta

mengendalikan pompa air secara otomatis sesuai kondisi tanaman. Selain itu, dilakukan pengujian terhadap sistem monitoring berbasis *Blynk* untuk memastikan data dapat ditampilkan secara *real-time*. Hasil pengujian yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem yang telah dirancang.

3.1 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem irigasi berbasis *Internet of Things* (IoT) yang telah dirancang, mulai dari proses pembacaan data sensor hingga pengendalian aktuator. Pengujian ini meliputi sensor kelembapan tanah, sensor suhu, proses pengolahan data menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN), serta pengendalian pompa air melalui relay. Selain itu, dilakukan juga pengujian terhadap sistem monitoring yang ditampilkan melalui aplikasi *Blynk* untuk memastikan sistem dapat bekerja secara *real-time* sesuai dengan yang diharapkan

a. Pengujian sensor

Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui kemampuan *sensor soil moisture* dan sensor DHT22 dalam membaca kondisi kelembapan tanah dan suhu lingkungan secara *real-time* pada tanaman tomat.



Gambar 3. Tampilan Serial Monitor pada Arduino IDE

Gambar 5 Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada LCD, sistem berhasil membaca nilai kelembapan tanah dan suhu secara *real-time* di lokasi pengujian. Data yang diperoleh kemudian diproses menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN) untuk menentukan kondisi penyiraman tanaman tomat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menampilkan informasi sensor dengan baik dan menghasilkan keputusan penyiraman sesuai kondisi lingkungan yang terdeteksi.

b. Pengujian output (relay dan pompa)

Pengujian output dilakukan untuk memastikan relay dapat bekerja dengan baik dalam mengendalikan pompa air berdasarkan hasil keputusan dari sistem. Dituangkan pada gambar 10.



Gambar 4. Relay Pompa

Tampilan sistem merupakan bagian yang digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor serta hasil pengolahan data yang dilakukan secara *real-time*. Informasi yang ditampilkan meliputi nilai suhu udara, kelembapan tanah, kondisi tanah, dan status pompa air. Sistem menampilkan data melalui LCD, Serial Monitor pada Arduino IDE, serta aplikasi *Blynk* sehingga pengguna dapat memantau kondisi tanaman secara langsung maupun jarak jauh. Tampilan sistem yang dihasilkan ditunjukkan pada gambar-gambar berikut.

c. Tampilan LCD

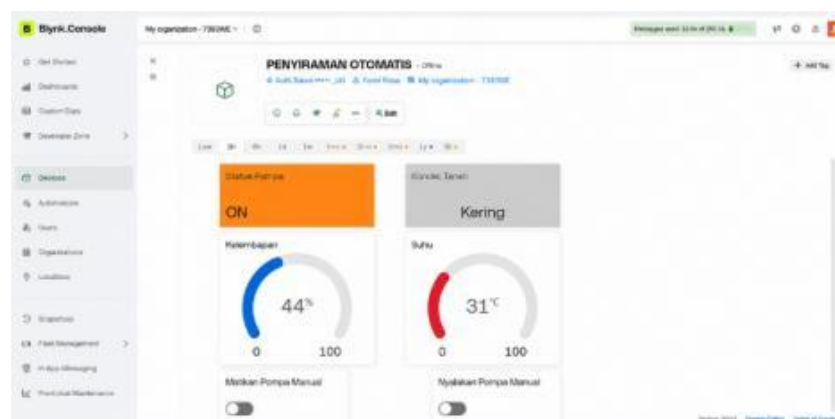
LCD digunakan untuk menampilkan nilai suhu, kelembapan tanah, kondisi tanah, dan status pompa air secara langsung sehingga pengguna dapat memantau kondisi tanaman dengan mudah.



Gambar 5 Tampilan Hasil LCD

b. Aplikasi *Blynk*

Aplikasi *Blynk* digunakan untuk memantau kondisi sistem dari jarak jauh melalui smartphone. Informasi yang ditampilkan meliputi nilai suhu, kelembapan tanah, kondisi tanah, dan status pompa air.



Gambar 6. Tampilan Monitoring Sistem pada Aplikasi *Blynk*

Tampilan output sistem pada aplikasi *Blynk* menunjukkan hasil monitoring suhu dan kelembapan tanah secara *real-time* yang diperoleh dari pembacaan sensor pada alat. Pada tampilan aplikasi terlihat nilai kelembapan tanah sebesar 44% dengan kondisi tanah kering serta suhu sebesar 31°C. Berdasarkan hasil pembacaan tersebut, sistem menghasilkan status pompa ON sehingga pompa penyiraman aktif secara otomatis.

3.2 Implementasi Metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN)

a. Data Latih

Data latih merupakan kumpulan data yang digunakan sebagai referensi dalam proses klasifikasi menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN). Data latih diperoleh dari hasil pengukuran sensor kelembapan tanah dan sensor suhu yang dilakukan pada berbagai kondisi lingkungan. Setiap data terdiri dari nilai kelembapan tanah, suhu,

dan keputusan penyiraman yang telah ditentukan, yaitu kondisi Siram atau tidak siram. Data latih tersebut digunakan sebagai pembandingan terhadap data baru yang diperoleh dari sensor sehingga sistem dapat menentukan keputusan penyiraman tanaman tomat secara otomatis.

Tabel 2. Data Latih

Data	Kelembapan	Suhu	Kondisi pompa
Data 1	60% (lembab)	26°C (normal)	OFF
Data 2	80% (lembab)	25°C (normal)	OFF
Data 3	64% (lembab)	33 °C (panas)	ON
Data 4	32% (kering)	31 °C (panas)	ON
Data 5	39% (kering)	29 °C (panas)	ON
Data 6	43% (kering)	32°C (panas)	ON
Data 7	48% (kering)	32°C (panas)	ON
Data 8	75% (lembab)	26°C (normal)	OFF
Data 9	44% (kering)	30°C (panas)	ON
Data 10	53% (kering)	30°C (panas)	ON
Data 11	69% (lembab)	33 °C (panas)	ON
Data 12	31% (kering)	30 °C (panas)	ON
Data 13	39% (kering)	33 °C (panas)	ON
Data 14	44% (kering)	30°C (panas)	ON
Data 15	41% (kering)	31°C (panas)	ON
Data 16	51% (kering)	31°C (panas)	ON
Data 17	65% (lembab)	26°C (normal)	OFF
Data 18	45% (kering)	30 °C (panas)	ON
Data 19	38% (kering)	31°C (panas)	ON
Data 20	42% (kering)	30°C (panas)	ON
Data 21	59% (lembab)	32°C (panas)	ON
Data 22	44% (kering)	30°C (panas)	ON
Data 23	80% (basah)	26°C (normal)	OFF
Data 24	61% (kering)	30°C (panas)	ON
Data 25	55% (kering)	31 °C (panas)	ON
Data 26	41% (kering)	32 °C (panas)	ON
Data 27	76% (lembab)	26°C (normal)	OFF
Data 28	45% (kering)	31°C (panas)	ON
Data 29	20% (kering)	30°C (panas)	ON
Data 30	43% (kering)	31°C (panas)	ON

b. Implementasi Perhitungan F-KNN

Sebelum dilakukan proses perhitungan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor (KNN)*, terlebih dahulu dilakukan proses fuzzyfikasi terhadap 30 data latih yang terdiri dari data kelembapan dan suhu. Proses fuzzyfikasi dilakukan untuk memperoleh nilai derajat keanggotaan *fuzzy* (μ) pada masing-masing kategori seperti kering, lembab, panas, normal, dan dingin. Nilai derajat keanggotaan tersebut digunakan sebagai input pada proses perhitungan metode KNN untuk menentukan tingkat kedekatan antar data.

Tabel 3. Perhitungan F-KNN

Dataset lama		Hasil Fuzifikasi						Keputus an
		Kelembapa n%			Suhu °C		Kondis i Pompa	
		μKerin g	μLe mba b	μBas ah	μPan as	μNor mal		
Kelembap an	Suhu							
1). 60% (lembab)	26°C (normal)	0	0,75	0	0	0,5	0	OFF
2). 80%	25°C	0	0.16	0	0	0.	0	OFF

(lembab)	(normal)	75						
3). 64%	33 °C	0	0,95	0	0,2	0	0	ON
(lembab)	(panas)				6			
4). 32%	31 °C	0,41	0	0	0,1	0	0	ON
(kering)	(panas)				7			
5). 39%	29 °C	0,29	0	0	0,0	0	0	ON
(kering)	(panas)				8			
6). 43%	32°C (panas	0,21	0	0	0,0	0	0	ON
(kering)	)				8			
7). 48%	32°C (panas)	0,12	0	0	0,2	0	0	ON
(kering)					1			
8). 75%	26°C	0	0,44	0	0	0,5	0	OFF
(lembab)	(normal)							
9). 44%	30°C	0,20	0	0	0,1	0	0	ON
(kering)	(panas)				3			
10). 53%	30°C	0,03	0,4	0	0,1	0	0	ON
(kering)	(panas)				3			
11).	33 °C	0	0,77	0	0,2	0	0	ON
69%(lembab)	(panas)				6			
12). 31%	30 °C	0,43	0	0	0,1	0	0	ON
(kering)	(panas)				3			
13). 39%	33 °C	0,29	0	0	0,2	0	0	ON
(kering)	(panas)				6			
14). 44%	30°C	0,20	0	0	0,1	0	0	ON
(kering)	(panas)				3			
15). 41%	31°C	0,25	0	0	0,1	0	0	ON
(kering)	(panas)				7			
16). 51%	31°C	0,07	0,3	0	0,1	0	0	ON
(kering)	(panas)				7			
17).	26°C	0	0,1	0	0	0,5	0	OFF
65%(lembab)	(normal)							
18). 45%	30 °C	0,18	0	0	0,1	0	0	ON
(kering)	(panas)				3			
19). 38%	31°C	0,30	0	0	0,1	0	0	ON
(kering)	(panas)				7			
20). 42%	30°C	0,23	0	0	0,1	0	0	ON
(kering)	(panas)				3			
21).	32°C	0	0,7	0	0,2	0	0	ON
59%(lembab)	(panas)				1			
22). 44%	30°C (panas)	0,20	0	0	0,1	0	0	ON
(kering)					3			
23). 80%	26°C	0	0,16	0	0	0,5	0	OFF
(basah)	(normal)							
24). 61%	30°C	0	0,8	0	0,1	0	0	ON
(kering)	(panas)				3			
25). 55%	31 °C	0	0,5	0	0,1	0	0	ON
(kering)	(panas)				7			
26). 41%	32 °C	0,25	0	0	0,21	0	0	ON
(kering)	(panas)							
27). 76%	26°C	0	0,38	0	0	0,5	0	OFF
(lembab)	(normal)							
28). 45%	31°C	0,18	0	0	0,1	0	0	ON
(kering)	(panas)				7			
29). 20%	30°C	0,63	0	0	0,1	0	0	ON
(kering)	(panas)				3			
30). 43%	31°C	0,21	0	0	0,1	0	0	ON
(kering)	(panas)				7			

c. Hasil Klasifikasi F-KNN

Hasil klasifikasi *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN) diperoleh berdasarkan proses perhitungan jarak antara data uji dan data latih yang telah melalui tahap fuzzifikasi. Metode F-KNN menentukan kelas data uji berdasarkan kedekatan nilai dengan sejumlah tetangga terdekat (*nearest neighbor*). Hasil klasifikasi digunakan sebagai dasar dalam menentukan keputusan penyiraman tanaman tomat secara otomatis, yaitu kondisi Siram atau Tidak Siram.

Tabel 4. Hasil Klasifikasi F-KNN

Kelembapan	Suhu	Hasil F-KNN	Klasifikasi
1). 60% (lembab)	26°C (normal)	0,26	OFF
2). 80% (lembab)	25°C (normal)	0,26	OFF
3). 64% (lembab)	33 °C (panas)	0,22	ON
4). 32% (kering)	31 °C (panas)	0,21	ON
5). 39% (kering)	29 °C (panas)	0,13	ON
6). 43% (kering)	32°C (panas)	0,09	ON
7). 48% (kering)	32°C (panas)	0,09	ON
8). 75% (lembab)	26°C (normal)	0,26	OFF
9). 44% (kering)	30°C (panas)	0,04	ON
10). 53% (kering)	30°C (panas)	0,43	ON
11). 69%(lembab)	33 °C (panas)	0,22	ON
12). 31% (kering)	30 °C (panas)	0,23	ON
13). 39% (kering)	33 °C (panas)	0,13	ON
14). 44% (kering)	30°C (panas)	0,04	ON
15). 41% (kering)	31°C (panas)	0,05	ON
16). 51% (kering)	31°C (panas)	0,32	ON
17). 65%(lembab)	26°C (normal)	0,26	OFF
18). 45% (kering)	30 °C (panas)	0,04	ON
19). 38% (kering)	31°C (panas)	0,10	ON
20). 42% (kering)	30°C (panas)	0,05	ON
21). 59%(lembab)	32°C (panas)	0,20	ON
22). 44% (kering)	30°C (panas)	0,04	ON
23). 80% (basah)	26°C (normal)	0,26	OFF
24). 61% (kering)	30°C (panas)	0,20	ON
25). 55% (kering)	31 °C (panas)	0,20	ON
26). 41% (kering)	32 °C (panas)	0,06	ON
27). 76% (lembab)	26°C (normal)	0,26	OFF
28). 45% (kering)	31°C (panas)	0,02	ON
29). 20% (kering)	30°C (panas)	0,43	ON

Hasil klasifikasi menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN) menunjukkan bahwa metode mampu mengelompokkan data uji berdasarkan tingkat kedekatannya dengan data latih yang telah tersedia. Nilai F-KNN yang diperoleh merupakan hasil perhitungan kedekatan antara data uji dan data latih setelah melalui proses fuzzifikasi. Berdasarkan hasil pengujian, data dengan karakteristik yang serupa akan berada pada kelas yang sama, sehingga metode F-KNN dapat digunakan untuk menentukan klasifikasi kondisi secara konsisten. Hasil tersebut

menunjukkan bahwa penerapan F-KNN mampu mengolah data suhu dan kelembapan tanah dengan baik serta menghasilkan keputusan klasifikasi yang sesuai dengan pola data yang digunakan dalam penelitian.

d. Menentukan Nilai Tetangga Terdekat (K-3)

Selanjutnya tentukan sejumlah data tetangga terdekat yang akan digunakan dalam proses klasifikasi. Nilai $K=3$. Berdasarkan hasil perhitungan metode *F-KNN* diperoleh tiga data tetangga jarak terdekat terhadap data uji yaitu data 9, 28, dan 30. Ketiga data tersebut memiliki keputusan pompa ON sehingga hasil klasifikasi akhir pada data uji kelembapan 44% dan suhu 31°C menghasilkan kondisi ON. Pada penelitian ini digunakan $K=3$.

Tabel 5. Jumlah data tetangga

Rangking	Data	Hasil jarak <i>Euclidean Distance</i>	Kondisi Pompa
(paling dekat)	Data 30		
1	(43% dan 31°C)	0,01	ON
	Data 28		
2	(45% dan 31°C)	0,02	ON
(paling jauh)	Data 9		
h) 3	(44% dan 30°C)	0,04	ON

Berdasarkan tabel tetangga terdekat ($K=3$) di atas, diperoleh tiga data dengan nilai jarak paling dekat terhadap data uji yaitu data 30 dengan nilai jarak 0,01, data 28 dengan nilai jarak 0,02, dan data 9 dengan nilai jarak 0,04. Ketiga data tersebut memiliki kondisi pompa ON. Karena mayoritas tetangga terdekat menunjukkan kondisi ON, maka hasil klasifikasi akhir pada data uji kelembapan 44% dan suhu 31°C adalah kondisi pompa ON. Hal ini menunjukkan bahwa metode *K-Nearest Neighbor (KNN)* mampu menentukan keputusan penyiraman berdasarkan tingkat kedekatan hasil fuzzyfikasi data.

d. Menentukan Hasil Klasifikasi Data Terdekat

Setelah proses penentuan tetangga terdekat ($K=3$) dilakukan, langkah selanjutnya yaitu menentukan hasil klasifikasi berdasarkan data dengan nilai jarak paling dekat terhadap data uji. Proses klasifikasi dilakukan dengan melihat hasil keputusan dari masing-masing tetangga terdekat yang diperoleh dari perhitungan metode *K-Nearest Neighbor (KNN)*.

Tabel 6. Klasifikasi data

No	Kelas	Jumlah
1).	ON	3
2).	OFF	0

e. Keputusan Akhir

Setelah dilakukan proses perhitungan menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor (F-KNN)*, tahap selanjutnya yaitu menentukan hasil keputusan akhir sistem. Keputusan akhir ini digunakan untuk mengetahui kondisi pompa air apakah berada pada kondisi menyiram atau tidak menyiram berdasarkan hasil klasifikasi dari data suhu dan kelembapan tanah yang telah diproses sebelumnya. Dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 7. Hasil Akhir

Data uji	Hasil keputusan
Kelembapan : 44%	ON
Suhu: 31°C	Pompa menyiram

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem irigasi berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan metode *Fuzzy K-Nearest Neighbor* (F-KNN) berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik pada budidaya tanaman tomat. Sistem mampu membaca data suhu dan kelembapan tanah secara *real-time* melalui sensor yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266, kemudian mengolah data tersebut untuk menentukan keputusan penyiraman secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode F-KNN dapat digunakan dalam menentukan kondisi penyiraman dengan baik, sehingga pompa air dapat aktif saat tanah kering dan nonaktif saat tanah lembap atau basah.

REFERENCES

- [1] A. B. Saputra, L. P. Y. Putra, and M. Saifullah, "Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah untuk Budidaya Tomat," pp. 907–918, 2025.
- [2] P. Edward, L. Junior, P. Trisna, and H. Permana, "SMART IRRIGATION BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN FRAMEWORK FIREBASE PADA TANAMAN TOMAT (STUDI KASUS PADA PERTANIAN TOMAT DI DESA TEGALCANGKRING , KABUPATEN," pp. 438–446.
- [3] D. Z. Nisa and A. Stefanie, "Sistem Penyiraman Tanaman Tomat Otomatis Berbasis Arduino Uno dan Panel Surya," vol. 12, no. 1, pp. 44–48, 2023.
- [4] E. S. Rahayu, C. W. Hidayat, T. Elektro, and U. Jayabaya, "Desain Sistem Penyiraman Tanaman Tomat Berbasis Suhu dan Kelembaban menggunakan Fuzzy dan IoT," vol. 14, no. 03, pp. 132–140, 2023, doi: 10.22441/jte.2023.v14i3.003.
- [5] T. Ngabalin, A. F. Habibie, and E. Darmawan, "Strategi Pengembangan Ekosistem Ekonomi Kreatif Dalam Mendukung Kebijakan Pariwisata Di Kota Tanjungpinang," *J. Ilmu Adm. Negara*, vol. 11, no. 01, pp. 13–21, 2023, doi: 10.31629/juan.v11i01.5839.
- [6] D. L. Pangayoman, I. W. Ardiyasa, I. G. Ngurah, and A. Kusuma, "Penerapan IoT dan KNN untuk Otomatisasi Penyiraman Tanaman Tomat Studi Kasus di Desa Tibubeneng," vol. 2, no. 1, 2025.
- [7] A. I. Pradana, H. Permatasari, T. Informatika, F. I. Komputer, and U. D. Bangsa, "Implementasi Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT untuk Pertanian Greenhouse Implementation of IoT-Based Automatic Irrigation System for Greenhouse Farming," vol. 5, no. 2, pp. 435–446, 2025.
- [8] K. Nisa *et al.*, "Rancang bangun sistem pendeteksi warna tomat menggunakan metode knn berbasis internet of things 1,2,3," vol. 11, no. 1, pp. 124–131, 2025.
- [9] S. F. Vesca, E. M. Olalla, A. L. Flores, M. Zambrano, and M. D. Limaico, "Fuzzy Control Application to an Irrigation System of Hydroponic Crops under Greenhouse : Case Cultivation of," 2023.
- [10] F. T. Salsabila, K. Nurfitri, Y. Litanianda, J. T. Informatika, F. Teknik, and U. M. Ponorogo, "PENERAPAN FUZZY K-NEAREST NEIGHBOR UNTUK DIAGNOSA," pp. 141–150, 2023.
- [11] D. I. Pulau and J. Dan, "Implementasi algoritma k-nearest neighbor untuk klasifikasi tingkat kemiskinan di pulau jawa dan madura," 2024.
- [12] P. Studi *et al.*, "No Title," 2024.
- [13] S. P. Dewi and E. Rahayu, "Penerapan Data Mining Untuk Prediksi Penjualan Produk Terlaris Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," vol. 3, no. 4, pp. 639–648, 2022, doi: 10.47065/bits.v3i4.1408.
- [14] A. D. Hutasuht, D. F. Situmorang, and F. A. Sinuraya, "Penerapan Metode Fuzzy Mamdani untuk Menentukan Jumlah Produksi Tempe Application of Mamdani Fuzzy Method to Determine the Quantity of Tempeh Production," vol. 1, no. 3, pp. 1–6, 2025.
- [15] F. Ramadhani, A. Satria, and I. P. Sari, "Implementasi Metode Fuzzy K-Nearest Neighbor dalam Klasifikasi Penyakit Demam Berdarah," 2023.
- [16] I. Santosa, S. I. Trigunarso, and A. K. Udara, "Pengaruh Suhu , Kelembaban Dan Kecepatan Angin Air Conditioner (AC) Terhadap Jumlah Angka Kuman Udara Ruangan The Effect of Temperature , Humidity and Wind Speed of Air Conditioner (AC) on Total Germ Numbers of Room Air," vol. 11, no. 1.