



## Implementasi Sistem Monitoring Cuaca Berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan Metode Fuzzy Terintegrasi pada Aplikasi *Mobile*

Muhammad Malik Amin<sup>1</sup>, Dimas Nugroho Nuradryanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Prodi Instrumentasi Kontrol Industri  
<sup>2</sup>Universitas Indonesia, Jl. Prof. DR. G. A. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok,  
Jawa Barat 16425

e-mail : muhammad.malik.amin.te21@mhs.w.pnj.ac.id<sup>1</sup>

### ABSTRACT

*Rapid and extreme weather changes can pose risks of disasters and material losses, necessitating an effective weather monitoring system to mitigate these impacts. This research aims to develop a weather monitoring device based Internet of Things (IoT) integrated with a fuzzy logic system to provide accurate, real-time information to the public. The system utilizes the NodeMCU ESP8266 microcontroller and incorporates sensors such as an anemometer, DHT11, and raindrop sensor to measure wind speed, temperature, humidity, and rain drop. The system leverages MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) to transfer data between sensors and a mobile application. Fuzzy logic is employed to classify weather conditions based on the collected data, with the Mamdani fuzzy method as the primary approach. The design of the device includes a protective casing, electronic components, and a user interface integrated with the IoT platform through the MQTT Panel. The results of implementation of weather monitoring system based Internet of Things (IoT) with fuzzy methods used to process sensor data based on predetermined fuzzy rules and connected directly to the cloud platform via the MQTT protocol have the success and accuracy of direct comparison values reaching 92%. The designed system has demonstrated reliability in weather monitoring and efficiency in the use of flexible battery resources. This is important to ensure stable and continuous operation.*

**Keywords :** *fuzzy logic, internet of things, MQTT, weather monitoring system*

### ABSTRAK

Perubahan cuaca yang cepat dan ekstrem dapat menimbulkan risiko bencana dan kerugian material, sehingga diperlukan sistem pemantauan cuaca yang efektif untuk memitigasi dampak tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pemantauan cuaca berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan sistem *fuzzy logic* untuk memberikan informasi akurat dan real-time kepada masyarakat. Sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan memanfaatkan sensor-sensor seperti anemometer, DHT11, dan raindrop untuk mengukur kecepatan angin, temperatur, kelembaban, dan deteksi hujan. Sistem ini memanfaatkan MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) untuk mentransfer data antara sensor dan aplikasi mobile. *Fuzzy logic* digunakan untuk memprediksi kondisi cuaca berdasarkan data yang dikumpulkan, dengan metode fuzzy Mamdani sebagai pendekatan utama. Desain alat mencakup casing pelindung, komponen elektronik, dan antarmuka pengguna yang diintegrasikan dengan platform IoT melalui MQTT Panel. Hasil implementasi alat pemantau cuaca berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan metode fuzzy yang digunakan untuk mengolah data sensor berdasarkan aturan – aturan fuzzy yang telah ditentukan dan terhubung secara langsung ke platform *cloud* melalui protokol MQTT memiliki keberhasilan dan keakuratan nilai perbandingan langsung mencapai 92%. Sistem yang dirancang telah menunjukkan keandalan dalam pemantauan cuaca dan efisiensi dalam penggunaan sumber daya baterai yang fleksibel. Ini penting untuk memastikan operasional yang stabil dan berkelanjutan.

**Kata kunci :** *fuzzy logic, internet of things, MQTT, sistem monitoring cuaca*

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## PENDAHULUAN

Cuaca merupakan salah satu hal yang sangat berpengaruh pada kehidupan makhluk hidup khususnya manusia. Perubahan cuaca yang sangat cepat dan tidak menentu terjadi di beberapa daerah di Indonesia. Perubahan cuaca tersebut berpotensi menimbulkan bencana, kerugian bahkan korban jiwa, salah satu penyebabnya karena cuaca ekstrem seperti temperatur ekstrem dan badai.

Indonesia memiliki lembaga yang bertugas untuk memantau kondisi perubahan cuaca yaitu Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). BMKG memiliki stasiun pemantauan cuaca yang berada di beberapa wilayah tertentu dan meneruskan informasi tentang perubahan cuaca yang terjadi ke masyarakat melalui berbagai media, namun informasi perubahan cuaca hanya pada suatu titik wilayah tertentu, misalnya kabupaten / kota. Oleh karena itu, perlu adanya alat pemantau perubahan cuaca di setiap lokasi perumahan atau perindustrian yang ada di Indonesia (Kartasapoetra, 2004).

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, banyak manusia yang berlomba – lomba untuk merancang ataupun menciptakan suatu alat yang dapat memantau perubahan cuaca yang terjadi. Kebutuhan mengetahui dan memantau kondisi cuaca secara langsung dan akurat diharapkan menjadi acuan untuk melakukan tindakan pencegahan, misalnya temperatur ekstrem yang terjadi di lokasi proyek atau konstruksi dapat menjadi salah satu penyebab penyakit kulit atau dehidrasi, sehingga dapat diminimalisir dengan menggunakan perlindungan atau menyiapkan air minum yang cukup. Berdasarkan permasalahan di atas, penulis sangat tertarik untuk menciptakan alat pemantau cuaca berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat dimonitoring secara *real time* menggunakan *mobile apps*.

Sistem pemantau cuaca berbasis *fuzzy logic* diharapkan mampu memberi informasi secara akurat kepada masyarakat dalam menentukan tindakan untuk meminimalisir kerugian yang disebabkan oleh perubahan cuaca yang terjadi.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Fuzzy Logic* untuk mengetahui cuaca yang terjadi berdasarkan data – data pengukuran temperatur, kelembapan, kecepatan angin dan deteksi hujan yang diperoleh. Pada penelitian ini menggunakan metode fuzzy mamdani yang mana merupakan salah satu bagian dari *Fuzzy Inference System* yang berguna untuk penarikan kesimpulan atau suatu keputusan terbaik dalam permasalahan yang tidak pasti (Bova, 2010). Metode Fuzzy Mamdani diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975.

Metode Fuzzy Mamdani merupakan metode dalam penarikan kesimpulan yang paling mudah dimengerti oleh manusia, karena paling sesuai dengan naluri manusia. Sehingga dengan menggunakan Metode Fuzzy Mamdani akan menghasilkan keputusan terbaik untuk suatu permasalahan. Dibandingkan dengan metode lain dari *Fuzzy Inference System*, yaitu Metode Sugeno, metode tersebut tidak melalui proses komposisi aturan dan *defuzzifikasi* dengan Metode *Centroid*. Proses tersebut berguna untuk mengetahui nilai output dari pusat daerah fuzzy. Selain itu, Metode Fuzzy Mamdani lebih memperhatikan kondisi setiap daerah fuzzynya, sehingga menghasilkan hasil yang lebih akurat (Salman, 2010).

Berikut adalah detail konfigurasi sensor yang mana akan dikombinasikan dengan fuzzy yang diberikan untuk setiap kondisi cuaca berdasarkan kombinasi nilai dari sensor-sensor yang berbeda :

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

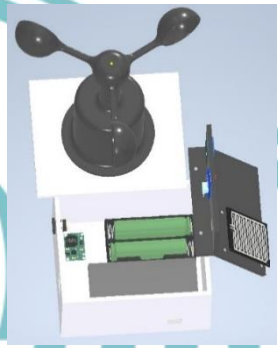
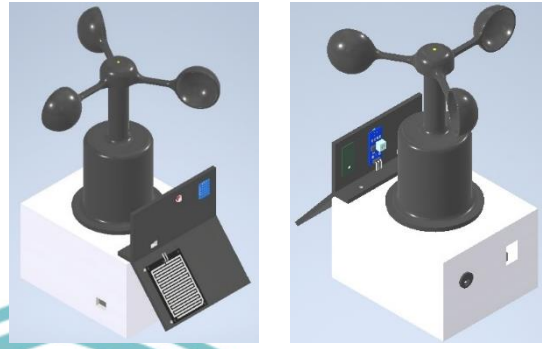




© H

Tabel 1. Konfigurasi Nilai Sensor

<b>Fuzzy Sets untuk Suhu (Temperature):</b>	<b>Fuzzy Sets untuk Kelembaban Udara (Humidity):</b>
<i>cold</i> : Rentang 11°C - 20°C.	<i>dry</i> : Rentang 30% - 50%.
<i>cool</i> : Rentang 15°C - 30°C.	<i>moderate</i> : Rentang 40% - 70%.
<i>warm</i> : Rentang 25°C - 40°C.	<i>humid</i> : Rentang 60% - 100%.
<i>hot</i> : Rentang 35°C - 40°C.	
<b>Fuzzy Sets untuk Output Cuaca (Weather Output):</b>	
<i>sumy</i> : Rentang 0 - 30 (cuaca cerah).	
<i>lightRain</i> : Rentang 20 - 60 (hujan ringan).	
<i>moderateRain</i> : Rentang 40 - 80 (hujan sedang).	
<i>heavyRain</i> : Rentang 60 - 90 (hujan deras).	
<i>veryHeavyRain</i> : Rentang 90 - 100 (hujan sangat deras).	

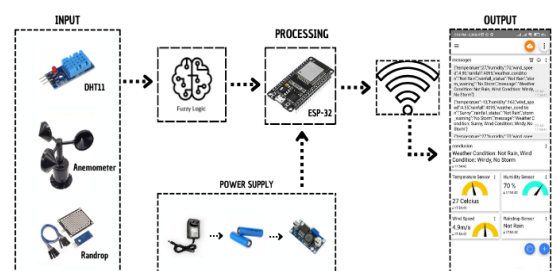


Gambar 1. Desain Alat Spesifikasi Alat Sistem Monitoring Cuaca Berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan Metode Fuzzy yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Spesifikasi Alat

<b>Power</b>	12 Volt DC 2 A
<b>Kontroler</b>	Mikrokontroler ESP32
<b>Input</b>	Sensor Anemometer Sensor DHT-11 Sensor <i>Raindrop</i>
<b>Output</b>	Display terintegrasi ke <i>Mobile Apps</i>
<b>Komponen Pendukung</b>	MQTT IoT MQTT Panel <i>Fuzzy Logic</i> Baterai Lithium Ion
<b>Dimensi Alat</b>	panjang 17 cm, lebar 11 cm, tinggi 22 cm

Diagram blok sistem alat Monitoring Cuaca Berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan Metode Fuzzy dapat dilihat pada gambar 2 sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram Sistem Alat

Desain alat Implementasi Sistem Monitoring Cuaca Berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan Metode Fuzzy yang terintegrasi pada Aplikasi *Mobile* meliputi beberapa aspek yang penting untuk memastikan kinerja yang optimal dan penggunaan yang efektif. *Casing* akan dirancang untuk menampung semua komponen utama alat, termasuk sensor-sensor cuaca, mikrokontroler atau sistem pemroses, dan modul komunikasi seperti WiFi atau Bluetooth. Akrilik dengan ketebalan 4mm memberikan kekuatan yang cukup untuk melindungi komponen dalam *casing*. Desain *casing* akan mempertimbangkan dimensi keseluruhan alat, dengan ukuran yang cukup untuk menampung semua komponen secara *compact*.

Desain *casing* tersedia ventilasi berupa lubang-lubang kecil atau grid yang tersembunyi untuk memastikan aliran udara yang cukup tanpa mengorbankan keamanan atau tampilan *casing*. Dengan menggunakan bahan akrilik 4mm, desain *casing* ini diharapkan dapat menyediakan perlindungan yang optimal, penampilan yang menarik, dan fungsionalitas yang memenuhi kebutuhan alat dalam mengintegrasikan teknologi IoT dan metode fuzzy untuk pemantauan cuaca yang handal.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Negeri Jakarta

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA



Langkah – langkah penelitian yang dilakukan adalah :

- 1) Menelusuri berbagai penelitian terdahulu terkait monitoring cuaca yang mencakup curah hujan, kecepatan angin, dan suhu sekitar untuk mendapatkan landasan teori yang solid.
- 2) Merancang dan memodelkan sistem monitoring menggunakan *platform Web IoT* sebagai basis pengembangan.
- 3) Melakukan tahap perancangan dan desain sistem monitoring berdasarkan teori yang relevan untuk memastikan kesesuaian dan keefektifan implementasi.
- 4) Melakukan validasi hasil rancangan menggunakan instrumen yang valid dan terpercaya untuk memastikan akurasi pengukuran.
- 5) Melakukan simulasi dan uji coba sistem monitoring dalam lingkungan terkendali untuk mengidentifikasi potensi masalah dan meningkatkan performa sistem.
- 6) Melakukan pemasangan alat secara fisik di lokasi yang ditentukan untuk pengujian dan pengamatan secara praktis.
- 7) Mengimplementasikan uji coba tahap akhir untuk memverifikasi kinerja dan kehandalan sistem sebelum dilakukan implementasi secara luas.

Alat ini memanfaatkan teknologi IoT untuk mengumpulkan, memproses, dan menyajikan data cuaca secara efektif kepada pengguna melalui aplikasi mobile. Integrasi metode fuzzy memungkinkan alat untuk memberikan klasifikasi data cuaca yang lebih adaptif terhadap variasi dalam data cuaca yang terukur. Dengan menggunakan komponen-komponen yang telah disebutkan, alat ini memberikan solusi yang terpadu untuk monitoring cuaca yang akurat dan dapat diandalkan. Berikut cara kerja alat Monitoring Cuaca Berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan Metode Fuzzy :

a. Pengumpulan Data:

- 1) Sensor-sensor (*Anemometer*, *DHT11*, *Raindrop*) akan terus –

menerus mengukur parameter cuaca (kecepatan angin, deteksi hujan, temperatur, kelembapan) sesuai dengan interval yang ditentukan.

- 2) Data dari sensor-sensor ini dikirimkan ke ESP32 untuk diproses lebih lanjut.

b. Pemrosesan Data:

- 1) ESP32 akan mengumpulkan data dari sensor-sensor cuaca yang terhubung.
- 2) Data tersebut akan diproses dengan menggunakan metode fuzzy untuk menghasilkan prediksi cuaca berdasarkan aturan fuzzy yang telah ditentukan sebelumnya. Misalnya, aturan dapat menghubungkan kisaran nilai temperatur dengan status cuaca seperti cerah, berawan, atau hujan.
- 3) Proses *fuzzy logic* memungkinkan alat untuk menangani ketidakpastian dalam data cuaca dan memberikan data yang lebih akurat berdasarkan kondisi aktual.

c. Pengiriman Data ke IoT Platform:

- 1) Setelah diproses, data hasil pengukuran cuaca dikirimkan ke platform IoT melalui protokol MQTT.
- 2) Platform IoT akan menyimpan data ini untuk dianalisis lebih lanjut atau untuk disajikan kepada pengguna melalui aplikasi *mobile*.
- 3) Aplikasi mobile yang terhubung dengan platform IoT akan menampilkan data cuaca yang terkini, termasuk hasil pengukuran dari sensor-sensor cuaca menggunakan metode fuzzy.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

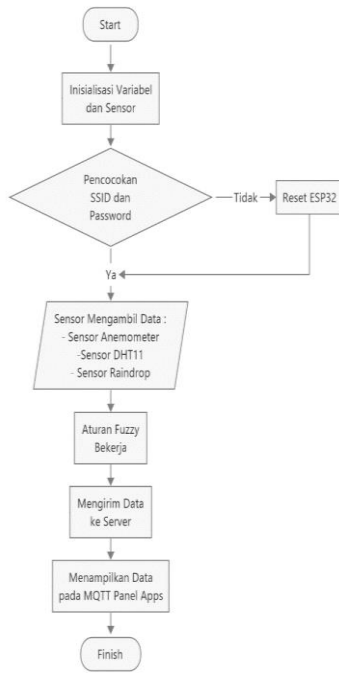
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

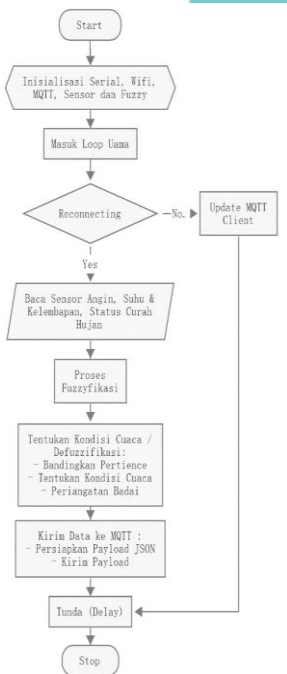


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. Flowchart Sistem kerja Alat



Gambar 4. Flowchart Pemrograman

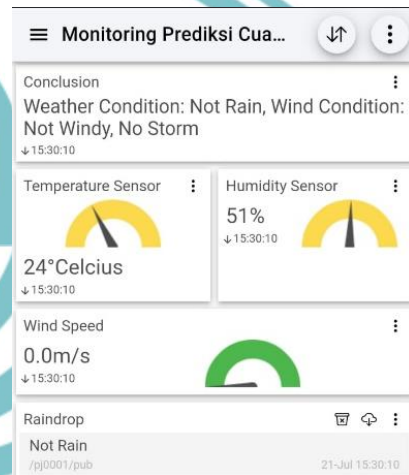
HASIL dan PEMBAHASAN

Pengujian alat pemantau cuaca berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan metode fuzzy yang terintegrasi pada aplikasi *mobile* (IoT MQTT Panel) dilakukan secara *real time* selama 2 (dua) hari. Perbandingan data hasil pemantauan

cuaca menggunakan 2 (dua) aplikasi *mobile* lainnya, yaitu google cuaca dan info BMKG. Penulis melakukan pengujian 2 kali.

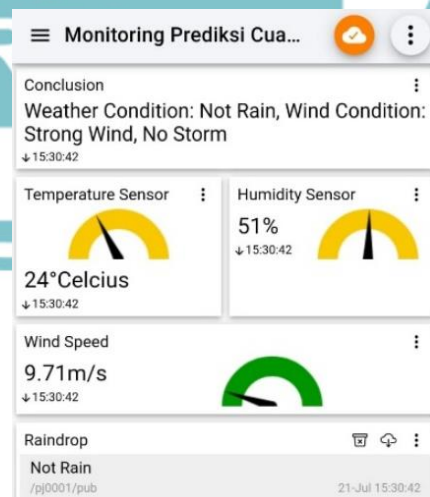
Pengujian ke – 1 (pertama), penulis melakukan percobaan alat monitoring cuaca dengan beberapa klasifikasi kondisi yang dibuat (*sampling*) diperoleh hasil sebagai berikut :

a. Kondisi : Tidak Hujan, Tidak berangin dan Tidak ada Petir



Gambar 5. Pengujian Alat (Sampling) pada Kondisi : Tidak Hujan, Tidak berangin dan Tidak ada Petir

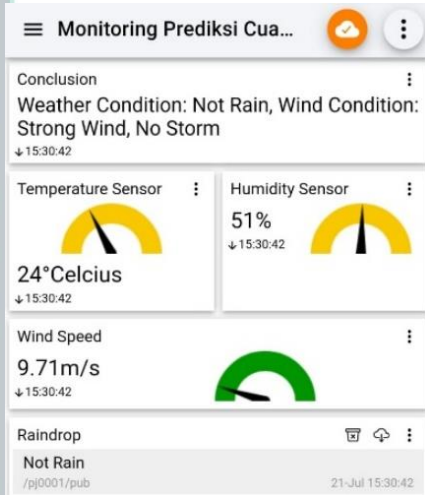
b. Kondisi : Tidak hujan, Berangin, dan Tidak ada petir



Gambar 6. Pengujian Alat (Sampling) pada Kondisi : Tidak hujan, Berangin, dan Tidak ada petir

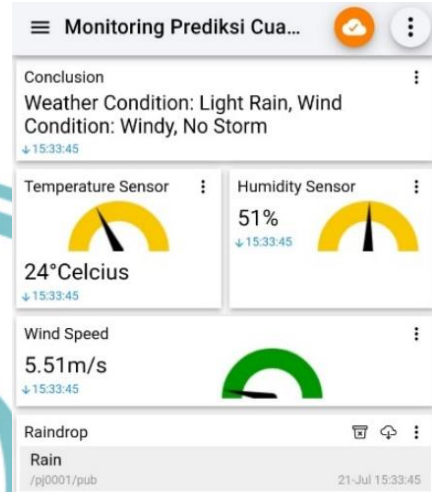


c. Kondisi : Tidak hujan, Angin Kencang, dan Tidak ada petir



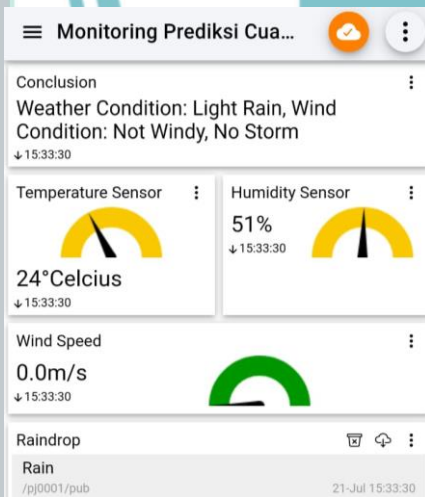
Gambar 7. Pengujian Alat (Sampling) pada Kondisi : Tidak hujan, Angin Kencang, dan Tidak ada petir

e. Kondisi : Hujan cerah, Berangin dan Tidak ada Petir



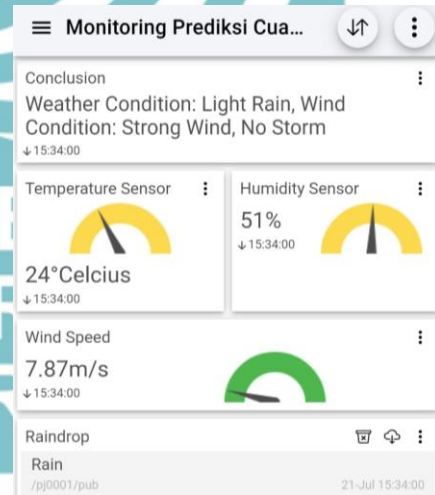
Gambar 9. Pengujian Alat (Sampling) pada Kondisi : Hujan cerah, Berangin dan Tidak ada Petir

d. Kondisi : Hujan cerah, Tidak berangin dan Tidak ada Petir



Gambar 8. Pengujian Alat (Sampling) pada Kondisi : Hujan cerah, Tidak berangin dan Tidak ada Petir

f. Kondisi : Hujan cerah, Angin kencang dan Tidak ada Petir



Gambar 10. Pengujian Alat (Sampling) pada Kondisi : Hujan cerah, Angin kencang dan Tidak ada Petir

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , pennisan karya ilmiah, pennisan laporan, pennisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

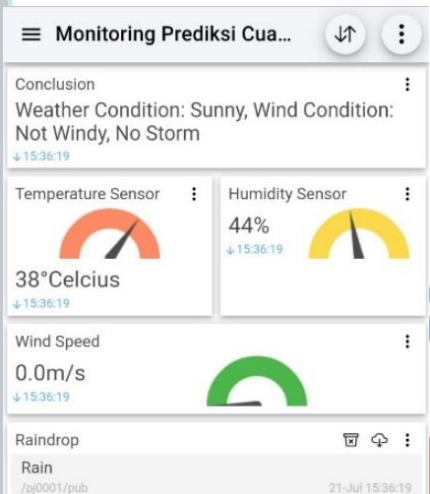
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



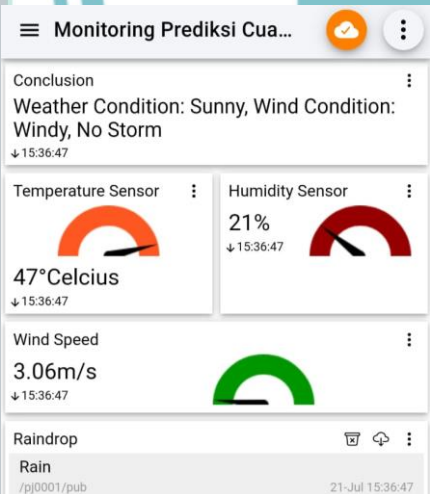


**g. Kondisi : Cerah, Tidak berangin dan Tidak ada Petir**



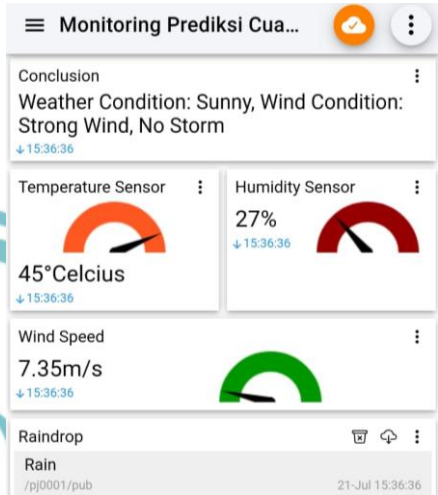
Gambar 11. Pengujian Alat (Sampling) pada Kondisi : Cerah, Tidak berangin dan Tidak ada Petir

**h. Kondisi : Cerah, Berangin dan Tidak ada Petir**



Gambar 12. Pengujian Alat (Sampling) pada Kondisi : Cerah, Berangin dan Tidak ada Petir

**i. Kondisi : Cerah, Angin kencang dan Tidak ada Petir**



Gambar 13. Pengujian Alat (Sampling) pada Kondisi : Cerah, Angin kencang dan Tidak ada Petir

Hasil pengujian 2 (kedua) dengan pemantau cuaca berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan metode fuzzy yang terintegrasi pada aplikasi *mobile* (IoT MQTT Panel) dilakukan secara *real time* selama 2 (dua) hari. Perbandingan data hasil pemantauan cuaca menggunakan 2 (dua) aplikasi *mobile* lainnya, yaitu google cuaca dan info BMKG

Data hasil pemantauan cuaca dengan perbandingan langsung dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4 berikut ini :

Tabel 3. Data Hasil Pemantauan Parameter Cuaca (Sabtu, 27-07-2024)

DATA HASIL PEMANTAUAN PARAMETER CUACA (SABTU, 27-07-2024)									
WAKTU SAMPLING (WIB)	MQTT PANEL			GOOGLE CUACA			INFO BMKG		
	°C	%	m/s	°C	%	m/s	°C	%	m/s
10:02	32	49	3,33	31	54	8	24	77	4
11:06	36	46	3,67	33	50	10	31	48	4
12:05	35	46	5,43	34	45	14	31	48	4
13:02	33	52	2,28	34	43	14	31	48	4
14:02	35	47	5,78	34	44	14	34	40	4
15:02	35	48	3,50	34	41	14	34	40	4
16:02	35	51	0,88	34	41	14	34	40	4
18:05	28	79	6,04	31	58	16	34	41	4
19:06	28	84	2,19	29	63	16	34	41	4
20:06	27	93	0,35	29	69	16	28	63	4
21:06	26	98	0,00	28	70	14	28	63	4
22:05	25	98	0,00	28	74	14	28	63	4
23:03	24	98	0,00	28	79	10	26	74	4

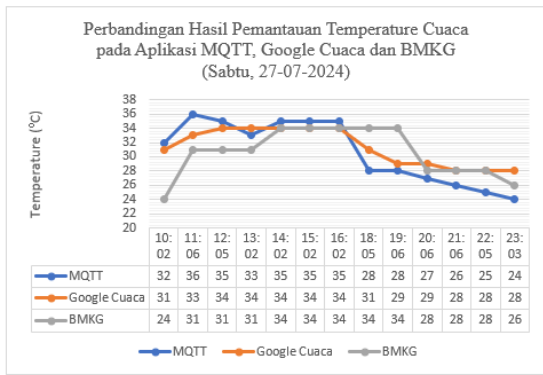
**Hak Cipta :**  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta  
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



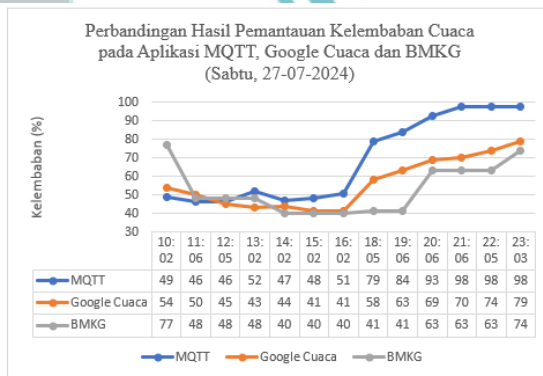
Tabel 4. Data Hasil Pemantauan Parameter Cuaca (Minggu, 28-07-2024)

DATA HASIL PEMANTAUAN PARAMETER CUACA (MINGGU, 28-07-2024)									
WAKTU SAMPLING (WIB)	MQTT PANEL			GOOGLE CUACA			BMKG		
	°C	%	m/s	°C	%	m/s	°C	%	m/s
7:07	26	91	0,00	26	79	5	23	84	2
8:13	30	72	0,35	28	71	5	24	74	2
9:11	32	67	1,23	30	63	5	24	74	2
10:08	33	65	1,58	32	53	10	24	74	2
11:21	35	51	4,37	33	51	10	24	74	2
12:11	36	50	1,49	33	47	5	24	74	2
13:05	35	48	3,59	34	46	10	24	74	2
14:06	35	47	0,61	34	46	8	34	40	2
15:07	34	54	3,94	34	46	13	34	40	2
16:07	33	56	4,29	33	50	14	34	40	2
17:07	31	60	2,97	32	55	11	34	40	6
18:12	29	66	1,66	30	60	13	34	40	6
19:07	28	72	0,17	30	62	13	34	40	6

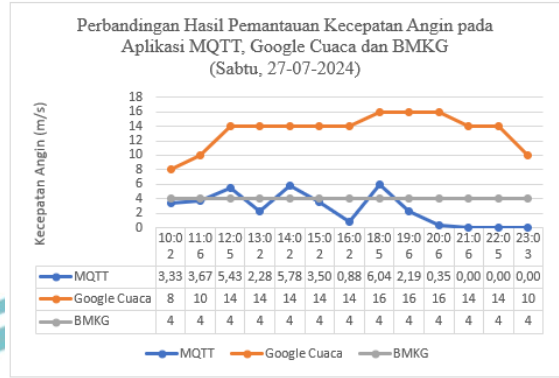
Berdasarkan tabel 3 dan tabel 4, dapat diketahui perbandingan masing – masing parameter kondisi cuaca dari 3 (tiga) aplikasi *mobile*, yaitu IoT MQTT panel, google cuaca dan info BMKG melalui grafik berikut ini :



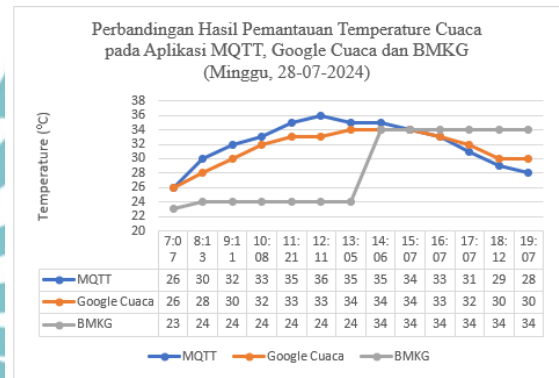
Gambar 14. Perbandingan Hasil Pemantauan Temperatur Cuaca pada Aplikasi MQTT, Google Cuaca dan BMKG (Sabtu, 27-07-2024)



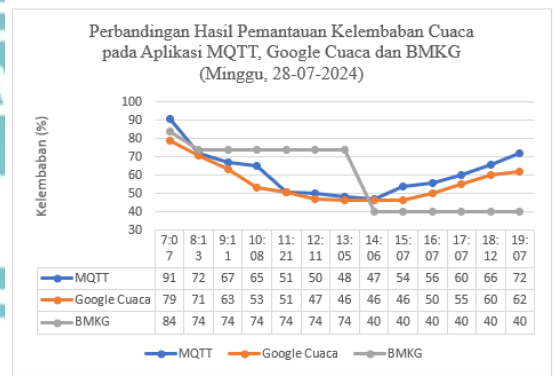
Gambar 15. Perbandingan Hasil Pemantauan Kelembaban Cuaca pada Aplikasi MQTT, Google Cuaca dan BMKG (Sabtu, 27-07-2024)



Gambar 7. Perbandingan Hasil Pemantauan Kecepatan Angin pada Aplikasi MQTT, Google Cuaca dan BMKG (Sabtu, 27-07-2024)



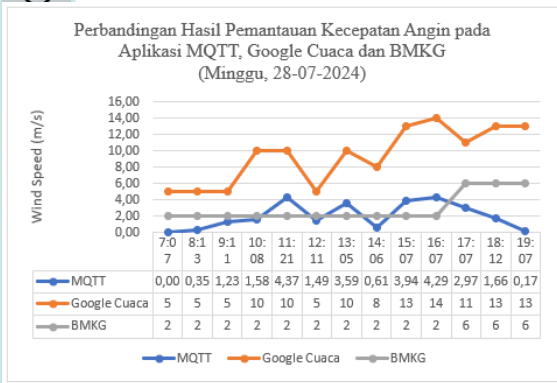
Gambar 8. Perbandingan Hasil Pemantauan Kecepatan Angin pada Aplikasi MQTT, Google Cuaca dan BMKG (Minggu, 28-07-2024)



Gambar 9. Perbandingan Hasil Pemantauan Kelembaban Cuaca pada Aplikasi MQTT, Google Cuaca dan BMKG (Minggu, 28-07-2024)

Hak Cipta :  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta  
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Gambar 10. Perbandingan Hasil Pemantauan Kecepatan Angin pada Aplikasi MQTT, Google Cuaca dan BMKG (Minggu, 28-07-2024)

Data hasil pengujian pada Sabtu, 27 Juli 2024 dan Minggu, 28 Juli 2024 berdasarkan gambar 2 sampai gambar 7, dapat dianalisa dari ketiga aplikasi memiliki perbedaan hasil pemantauan temperature, kelembaban dan kecepatan angin yang berbeda – beda. Perbedaan hasil temperatur dapat dipengaruhi oleh perbedaan lokasi atau titik di mana alat tersebut ditempatkan.

Alat yang diujikan dan terhubung dengan IoT MQTT panel ditempatkan di Perumahan Harvest City, Desa Muktijaya, Kecamatan Setu, tidak berbeda jauh hasilnya dengan google cuaca yang mendeteksi lokasinya di Desa Muktijaya juga, akan tetapi tidak diketahui pasti lokasinya spesifiknya, sedangkan pada aplikasi info BMKG terdapat perbedaan yang signifikan karena lokasi terdeteksi hanya Kecamatan Setu.

Info BMKG memiliki nilai yang berbeda signifikan dikarenakan pilihan lokasi pada aplikasi info BMKG terbatas di tingkat kecamatan, tidak ada pilihan lokasi spesifik sampai ke desa yang ada di kecamatan Setu sedangkan daerah kecamatan lebih luas dibandingkan dengan desa. Perbedaan kelembaban dan kecepatan angin yang diperoleh sangat ditentukan oleh daerah lokasi ditematkannya alat pemantau cuaca, sangat memungkinkan adanya perbedaan ketinggian dari permukaan tanah.

Hasil nilai kecepatan angin yang sangat berbeda dapat dilihat pada aplikasi info BMKG, yang mana selama ± 26 jam dilakukan pemantauan secara berkala, diperoleh nilai yang hampir selalu konstan, sedangkan aktual kondisi angin pasti berubah. Hasil secara keseluruhan dari IoT MQTT panel adalah nilai yang sangat mendekati kondisi aktual di lokasi penulis melakukan pengujian alat berdasarkan ketinggian alat dari permukaan tanah dan kondisi sekitar yang dikelilingi oleh bangunan, sedangkan untuk nilai dari 2 (dua) aplikasi lainnya (Google Cuaca dan info BMKG) yang memiliki perbedaan nilai parameter cuaca dapat menjadi analisa lebih lanjut oleh pihak lain jika ingin mengetahui pengaruh yang lebih spesifik.

### KESIMPULAN

Analisis kinerja sistem menunjukkan bahwa tingkat *error* perkiraan cuaca dengan menggunakan *fuzzy logic* mencapai sekitar 8% atau kurang dari 10% karena jaringan, yang menunjukkan akurasi yang cukup baik. Sistem ini menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 92% dalam mencocokkan perkiraan dengan kondisi cuaca aktual berdasarkan pengujian selama 2 hari. Efektivitas alat juga terlihat dari efisiensi penggunaan sumber daya baterai, dengan sistem mampu beroperasi secara stabil selama lebih dari 8 jam dengan sekali pengisian daya (*full charging*), yang merupakan salah satu indikator utama dari keberlanjutan operasional alat.

### DAFTAR PUSTAKA

[1] Ap, H., & K, K. (2019). Secure-MQTT: an efficient fuzzy logic-based approach to detect DoS attack in MQTT protocol for internet of things. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2019(1), 90.

[2] Bova, S., Codara, P., MacCari, D., & Marra, V. (2010). A logical analysis of Mamdani-type fuzzy inference, II. An experiment on the technical analysis of

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- financial markets. 2010 IEEE World Congress on Computational Intelligence, WCCI 2010.
- [2] Fernanda, E. F. (2022). TA: Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Smart Home Menggunakan Protokol MQTT (Doctoral dissertation, Universitas Dinamika).
- [3] Firdaus, F., & Sani, A. (2021). Stasiun Pemantau Cuaca Berbasis IoT (Internet of Things) dengan Metode Exponential Smoothing. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 5(2), 50-54.
- [4] Kartasapoetra, A.G., 2004. Analisis Unsur-unsur Cuaca dan Iklim Melalui Uji *Mann-Kendall Multivariat*.
- [5] Katyal, A., Yadav, R., & Pandey, M. (2016). Wireless Arduino Based Weather Station. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 5(4).
- [7] Kusumadewi, S., & Guswaludin, I. (2005). Fuzzy multi-criteria decision making. *Media Informatika*, 3(1).
- [8] Mahardika, A.Y. 2020. Implementasi Fuzzy Tsukamoto Untuk Rancang Bangun Sistem Notifikasi Kondisi Angin dan Suhu Berbasis Android. Tanjung Pinang: Falkutas Teknik Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- [9] Mamdani, E. H., & Assilian, S. (1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International journal of man-machine studies*, 7(1), 1-13.
- [10] Mustar, M. Y., & Wiyagi, R. O. (2017). Implementasi Sistem Monitoring Deteksi Hujan dan Suhu Berbasis Sensor Secara Real Time. *Semesta Teknika*, 20(1), 20-28.
- [11] Naba, A. (2009). Belajar cepat fuzzy logic menggunakan matlab. *Yogyakarta: Andi*.
- [12] Nystuen, J.A., Proni, J.R., Black, P.G., & Wilkerson, J.C. (1996). A Comparison of Automatic Rain Gauges. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*. 13, 62–73.
- [13] Puspita, E. S. & Yulianti L. 2016. Perancangan Sistem Peramalan Cuaca Berbasis Logika Fuzzy. *Jurnal Media Infotama*. 12 (1); 1-10.
- [14] Rachmadini, D. (2020). TA: *Implementasi dan Analisis Fitur Keamanan Protokol MQTT pada Telehealthcare* (Doctoral dissertation, Universitas Dinamika).
- [15] Rangan, A. Y., Yusnita, A., & Awaludin, M. (2020). Sistem monitoring berbasis *internet of things* pada suhu dan kelembaban udara di laboratorium kimia XYZ. *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, 4(2), 168-183.
- [16] Salman, A. G. 2010. Pemodelan Sistem Fuzzy Dengan Menggunakan Matlab. *Comtech*. Vol. 1 No. 2 Desember 2010: 276-288.
- [16] Sani, B., & Firdaus. (2021). Stasiun Pemantau Cuaca Berbasis IoT (Internet of Things) dengan Metode Exponential Smoothing. *Journal of Applied Electrical Engineering*. 5 (2), 50-54.
- [17] Setyanugraha, N., Al Aziz, S., Harmoko, I. W., & Fianti, F. (2022). Study of a Weather Prediction System Based on Fuzzy Logic Using Mamdani and Sugeno Methods. *Physics Communication*, 6(2), 61-70.
- [18] Sivakumar, B., & Nanjundaswamy, C. (2021). Weather Monitoring and Forecasting System using IoT. *Global Journal of Engineering and Technology Advances*. 8 (2), 008-016.