

Smart home: Monitoring Kondisi Cuaca Menggunakan Sensor Kelembapan dan Kecepatan Angin Berbasis Metode Fuzzy

Adlian Jefiza¹, Heri Fernanda¹, Fadli Firdaus¹

Politeknik Negeri Batam

¹Mechatronics Engineering

²Electronic Manufacture Engineering

Ahmad Yani Street, Batam Centre, Batam, 29461, Indonesia

adlianjefiza@polibatam.ac.id

Abstrak

Pemanasan global telah mengubah pola cuaca di Indonesia, membuatnya sulit diprediksi, dan sering kali cuaca berubah dengan cepat, seperti hujan yang tiba-tiba saat cuaca sedang panas. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah perubahan cuaca yang tiba-tiba dengan menggunakan seperangkat alat yang dapat memonitor kelembapan dan kecepatan angin berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dikombinasikan dengan sensor DHT22 untuk mengukur kelembapan dan anemometer untuk mengukur kecepatan angin. Data yang dikumpulkan akan diproses untuk menghasilkan analisis kondisi cuaca menggunakan metode logika fuzzy dan disimpan dalam Firebase untuk manajemen data yang efisien. Selain itu, antarmuka pengguna dirancang berbasis Android Studio untuk memudahkan monitoring secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu memberikan informasi cuaca yang akurat dan dapat diandalkan, sehingga membantu masyarakat dalam merencanakan aktivitas mereka dengan lebih baik.

Kata kunci: *ESP32, DHT22, anemometer, logika fuzzy, firebase*

Abstract

Global warming has changed weather patterns in Indonesia, making it difficult to predict, and often the weather changes rapidly, such as sudden rain when the weather is hot. This study aims to overcome the problem of sudden weather changes by using a set of tools that can monitor humidity and wind speed based on the Internet of Things (IoT). This system uses an ESP32 microcontroller combined with a DHT22 sensor to measure humidity and an anemometer to measure wind speed. The collected data will be processed to produce an analysis of weather conditions using the fuzzy logic method and stored in Firebase for efficient data management. In addition, the user interface is designed based on Android Studio to facilitate real-time monitoring. The results of the study show that the developed system is able to provide accurate and reliable weather information, thus helping people plan their activities better.

Keywords: *ESP32, DHT22, anemometer, logika fuzzy, firebase*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia teknologi masa kini berkembang dengan sangat pesat dan akan terus berkembang sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan, dan setiap inovasi baru diciptakan untuk memberi manfaat dan mempermudah kehidupan manusia. Salah satunya penerapan sistem pemantauan kelembapan dan kecepatan angin pada luar ruangan dalam menentukan kondisi cuaca hal ini merupakan salah satu hal yang penting agar dalam melakukan aktivitas tidak terganggu. Pemanasan global yang saat ini sedang terjadi menyebabkan perubahan kondisi cuaca di Indonesia mejadi kurang menentu, sehingga kondisi cuaca saat hujan dan panas sulit untuk diprediksi lagi. Karena dampak dari masalah tersebut, sering terjadi perubahan cuaca secara tiba-tiba seperti datangnya hujan pada saat kondisi cuaca sedang panas. Dengan perubahan cuaca ini membuat masyarakat khawatir terhadap perubahan kondisi cuaca secara tiba-tiba ketika melakukan aktifitas didalam maupun diluar ruangan. Pada penelitian sebelumnya monitoring suhu ruang budidaya jamur tiram menggunakan android berbasis Arduino dilakukan oleh UI Khairat, Basri, Wira Azmi Fakhurrozi pada tahun 2022 menggunakan sensor LM35D dan NodeMCU ESP8266 sebagai pemroses data serta pengirim informasi ke smartphone. Pada smartphone saat aplikasi dibuka dan smartphone terhubung ke internet maka aplikasi tersebut akan melakukan sinkronisasi terhadap library dan database pada firebase. Aplikasi tersebut akan mengambil data yang disimpan pada database, kemudian akan menampilkannya [1]. Pada penelitian ini terdapat sebuah kekurangan, yaitu tidak adanya indikator pada sistem untuk memberi peringatan ketika suhu dan kelembapan tidak normal. Penelitian ini juga dilakukan oleh Eka Setya Wijaya dan kawan-kawan pada tahun 2020 menggunakan sensor DS18B20 sebagai sensor untuk monitoring suhu pada cool box ikan dengan mengimplementasikan metode fuzzy berbasis wemos D1 sebagai mikrokontroler yang notifikasinya dikirim ke lampu LED dan website. Output dari sistem ini berupa tampilan data suhu yang ditampilkan di website melalui jaringan internet untuk memonitoring suhu cool box ikan [2]. Namun, penggunaan LED sebagai notifikasi kurang begitu terlihat di area yang memiliki banyak sumber pencahayaan. Selanjutnya pada penelitian prototype sistem monitoring suhu dan kelembapan pada kandang ayam broiler oleh Junior Sandro Saputra dan Siswanto pada tahun 2020 menggunakan sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan dengan output solid state relay untuk control lampu pemanas dan kipas, serta module ESP8266 sebagai mikrokontroler yang memproses dan mengirimkan data dari sensor ke server blynk cloud melalui jaringan internet, aplikasi blynk pada smartphone android digunakan sebagai Interface untuk melakukan monitoring suhu dan kelembapan pada kandang ayam broiler dari jarak jauh dengan memanfaatkan jaringan internet [2]. Untuk mengatasi masalah diatas, maka dari itu penulis memutuskan untuk membuat inovasi “Monitoring Kondisi Cuaca Menggunakan Sensor Kelembapan dan Kecepatan Angin Berbasis Metode Fuzzy ” dalam pembuatan sistem ini

akan dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan menerapkan metode fuzzy yang mampu memaksimalkan kemampuan monitoring kelembapan dan kecepatan angin sehingga dapat memonitoring kondisi cuaca yang akan terjadi. Kemudian DHT22 sebagai sensor kelembapan dan Anemometer sebagai sensor kecepatan angin. Untuk memprogram mikrokontroler menggunakan software Arduino IDE dan untuk Interface menggunakan android studio dan google firebase sebagai database. Sistem ini mampu melakukan monitoring kondisi cuaca selama terhubung ke jaringan Wifi dan mengirimkan data kelembapan dan kecepatan angin ke database sehingga dapat memonitoring kelembapan dan kecepatan angin secara realtime.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan berbasis Internet of Things (IoT) yang mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak untuk memonitor kondisi cuaca, khususnya kelembapan dan kecepatan angin. Berikut adalah rincian dari metodologi yang digunakan:

1. Kelembapan

Kelembapan udara adalah jumlah kandungan uap air yang ada dalam udara. Kandungan uap air di udara berubah-ubah bergantung pada suhu, makin tinggi suhu, makin banyak kandungan uap airnya [3]. Kandungan uap air di udara berubah-ubah tergantung pada suhu, semakin tinggi suhu maka semakin banyak uap airnya. Menurut Manik Parasanthi kadar kelembapan udara dan indikasinya terbagi menjadi 5 bagian [4].



Gambar 1. Kadar kelembapan udara

Berdasarkan data historis tahun 2022, rata-rata tingkat kelembapan udara tahunan Kota Batam berkisar antara 78%-86% [5]. Secara umum, Kota Batam memiliki pola iklim musim hujan dan musim kering yang jelas, dimana musim hujan terjadi pada bulan November hingga April sedangkan musim kering pada Mei hingga Oktober.

$$RH = \frac{(2 \times RHp + RHs + RHsO)}{4} \quad (1)$$

Dimana RH adalah kelembaban udara harian, RHP adalah kelembaban pada pagi hari, RHs adalah kelembaban pada siang hari dan RHsO adalah kelembaban pada sore hari (%) [6].

Tabel 1. Data pendukung kelembapan udara Kota Batam

Tanggal	RH 07.00	RH 13.00	RH 16.00
11/01/2024	85%	70%	75%
13/01/2024	95%	70%	85%
15/01/2024	85%	70%	89%

Dari data pendukung diatas berikut ini perhitungan rata-rata kelembapan relatif (RH) dari data kelembapan udara harian Kota Batam:

Sebagai contoh, pada tanggal 11 Januari 2024, nilai kelembapan pada pukul 07.00, 13.00 dan 16.00 berturut-turut adalah 85%, 70% dan 75%. Maka rata-rata kelembapan relatif hariannya dapat dihitung dengan rumus:

$$RH = \frac{(2 \times RHP + RHs + RHsO)}{4} \quad (2)$$

$$RH = \frac{(2 \times 85\% + 70\% + 75\%)}{4} \quad (3)$$

$$RH = \frac{315\%}{4} \quad (4)$$

$$RH = 79\% \quad (5)$$

Dengan cara yang sama, didapatkan bahwa rerata kelembapan relatif pada tanggal 13 Januari 2024 adalah 86% dan 15 Januari 2024 adalah 82%. Kondisi kelembapan udara pada ketiga tanggal tersebut berturut-turut adalah agak lembab, basah, dan lembab. Hal ini menunjukkan terdapat fluktuasi kondisi kelembapan udara sehari-hari di Kota Batam meskipun secara umum berada pada kisaran rata-rata tahunan 78-86%.

Dari penjelasan diatas, kita dapat membuat tabel kriteria yang menentukan nilai variabel kelembapan udara dari kering hingga lembap sebagai berikut:

Tabel 2. Kriteria kelembapan udara

Kelembapan Udara (%)	Kondisi Kelembapan
< 70	Kering
70 - < 75	Agak kering
75 - < 80	Agak lembab
80 - < 85	Lembap
> 85	Basah

Tabel kriteria ini dapat digunakan untuk membandingkan kondisi kelembapan udara di Kota Batam dan mengidentifikasi perubahan kelembapan udara sepanjang hari.

2. Kecepatan Angin

Perpindahan udara dari lokasi bertekanan tinggi ke lokasi bertekanan rendah dinamakan angin. Indonesia memiliki karakteristik kecepatan angin rata-rata (Vmean) yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan negara-negara pengguna turbin angin seperti Finlandia, Amerika Serikat, dan negara-negara lainnya. Daerah-daerah di Indonesia yang berhadapan dengan Samudra Hindia memiliki Vmean antara 10-30 knot, berbeda dengan negara-negara Eropa yang berkisar di antara 9-12 m/s [7].

Tabel 3. Data historis kecepatan angin 2022 Kota Batam

Stasiun - BMKG	Kecepatan Angin (Knot)				
	2022				
	Januari	Februari	Maret	April	Mei
Hang Nadim - Batam	8.00	7.00	5.00	3.00	4.00
	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00
	November	Desember	Tahunan		
	4.00	5.00	-		

Berdasarkan data historis tahun 2022 menunjukkan rata-rata kecepatan angin di Kota Batam berkisar antara 3-8 knot [8]. Hal ini dapat dianalisis pola kecepatan angin hariannya menggunakan statistic deskriptif sederhana yaitu rata-rata (mean). Rata-rata (mean) merupakan teknik penjelasan kelompok yang didasarkan atas nilai rata-rata dari kelompok tersebut. Rata-rata dihitung dengan cara menjumlahkan seluruh skor dalam distribusi itu, kemudian dibagi dengan jumlah skor (banyaknya data). Secara matematis dapat dirumuskan:

$$x = \frac{\sum x}{n} \quad (6)$$

Keterangan:

x : nilai rata-rata

$\sum x$: jumlah seluruh data

n: banyaknya data

Dari data historis diatas berikut ini perhitungan rata-rata kecepatan angin Kota Batam:

$$x = \frac{\sum x}{n} \quad (7)$$

$$x = \frac{(8 + 7 + 5 + 3 + 4 + 4 + 5 + 4 + 5 + 4 + 4 + 5)}{12} \quad (8)$$

$$x = 4,83 \quad (9)$$

Dari penjelasan diatas, kita dapat membuat tabel kriteria yang menentukan nilai variabel kecepatan angin yang dapat dikategorikan sebagai berikut:

Tabel 4. kriteria kecepatan angin

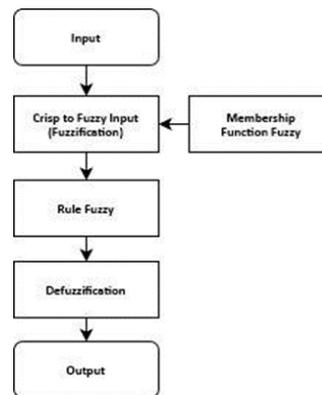
Kecepatan Angin (knot)	Kriteria
0 - 3	Lemah
>3 - 7	Sedang
>7 - 10	Kencang
>10	Sangat Kencang

Tabel kriteria ini dapat digunakan untuk membandingkan kondisi kecepatan angin di Kota Batam dan mengidentifikasi perubahan kecepatan angin sepanjang hari.

3. Logika Fuzzy

Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Profesor Luthfi A. Zadeh, seorang peneliti di Universitas California di Berkeley. Profesor Zadeh mengembangkan logika *fuzzy* karena ia berpendapat bahwa logika benar-salah tradisional tidak dapat mewakili semua pemikiran manusia. Logika *fuzzy* bertujuan untuk menyatukan logika dengan bahasa linguistik, yang memungkinkan representasi keadaan atau pemikiran manusia dalam rentang kontinu antara benar dan salah. Logika *fuzzy* telah diterapkan di banyak bidang, mulai dari teori kendali hingga kecerdasan buatan. Salah satu penerapan metode *fuzzy* yang dikenal adalah metode Sugeno, yang merupakan bagian dari sistem inferensi *fuzzy*. Metode ini digunakan untuk berbagai aplikasi, seperti menentukan jumlah pembiayaan berdasarkan variabel tertentu dengan tingkat keakuratan yang memadai [9].

Logika *fuzzy* pada sistem ini digunakan untuk menentukan klasifikasi nilai cuaca dari hasil pengukuran kelembapan dan kecepatan angin. Logika *fuzzy* digunakan karena sangat cocok untuk melakukan penalaran terkait klasifikasi terhadap cuaca yang akan terjadi. Logika *fuzzy* mampu menerjemahkan penalaran manusia menjadi program komputer. Input data berupa kecepatan angin dan kelembapan udara. Sedangkan *output* berupa klasifikasi cuaca yaitu hujan, panas.



Gambar 2. Struktur pengendali fuzzy

Fuzzifikasi yaitu suatu proses untuk mengubah suatu masukan dari bentuk tegas (*crisp*) menjadi *fuzzy* yang biasanya ditampilkan dalam bentuk himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaannya. Pada teori himpunan klasik/tegas hanya dikenal dua logika fungsi, yaitu logika 0 dan logika 1.

Basis aturan (*rule base*) pada logika *fuzzy* dibuat berdasarkan logika dan intuisi manusia, serta berkaitan erat dengan jalan pikiran dan pengalaman pribadi yang membuatnya. Aturan ini ditetapkan untuk menghubungkan antara variabel-variabel masukan dan variabel-variabel keluaran. Metode yang digunakan Metode Sugeno. Aturan ini berbentuk “JIKA – MAKA” (*IF – THEN*). Contoh basis aturan :

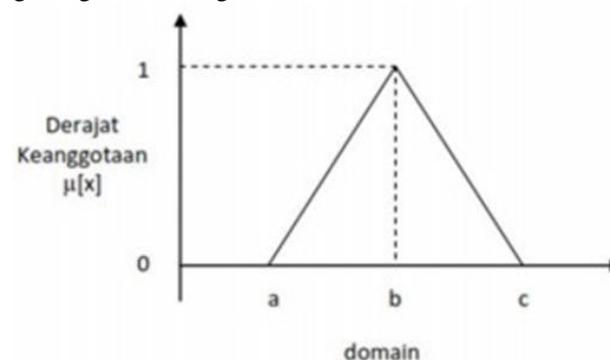
Aturan 1 : JIKA x adalah A1 DAN y adalah B1 MAKA z adalah C1

Aturan 2 : JIKA x adalah A2 DAN y adalah B2 MAKA z adalah C2

Fungsi keanggotaan adalah kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 dan 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Beberapa fungsi keanggotaan yang dapat digunakan :

Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis.



Gambar 3. Representasi Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan :

$$f(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases} \quad (10)$$

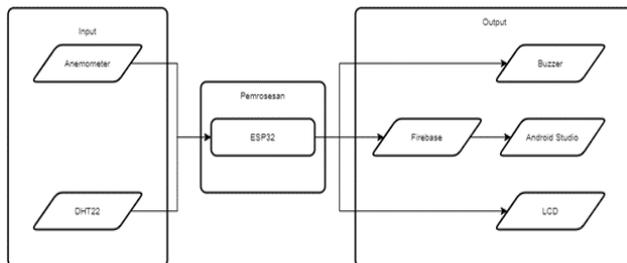
Keterangan :

- a = domain terkecil pada keanggotaan terkecil
- b = derajat keanggotaan terbesar dalam domain
- c = domain terbesar pada keanggotaan terkecil

Defuzzifikasi adalah proses perubahan besaran *fuzzy* yang ditampilkan ke dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* keluaran dengan fungsi keanggotaannya untuk mendapatkan kembali bentuk tegasnya (*crisp*). Beberapa metode *defuzzikasi* yang dapat dipakai pada komposisi aturan Sugeno adalah Metode *Center Of Area*.

4. Diagram Blok Sistem

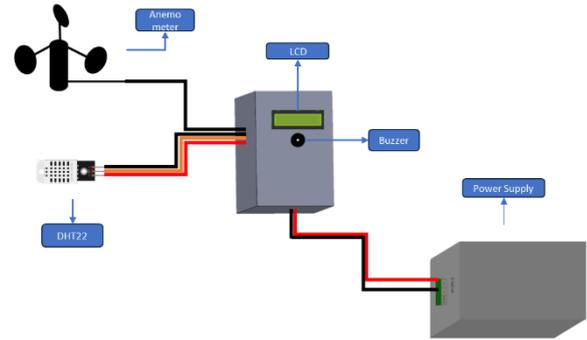
Sistem yang dirancang dalam penelitian ini terdiri dari tiga bagian utama: sensor sebagai input, mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemrosesan, dan aplikasi Android sebagai output. Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur kelembapan, sedangkan anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan angin. Data dari sensor-sensor ini diproses oleh ESP32 dan kemudian disimpan di Firebase serta ditampilkan melalui aplikasi Android.



Gambar 4. Diagram blok sistem

5. Perancangan Sistem Mekanikal

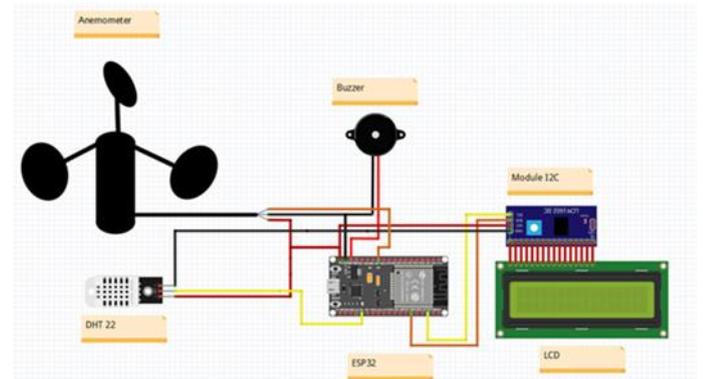
Tahap perancangan sistem mekanikal mencakup penempatan sensor kelembapan dan anemometer dalam casing yang melindungi perangkat dari kondisi lingkungan eksternal, sambil memastikan pengukuran yang akurat.



Gambar 5. Desain mekanikal

6. Perancangan Sistem Elektrikal

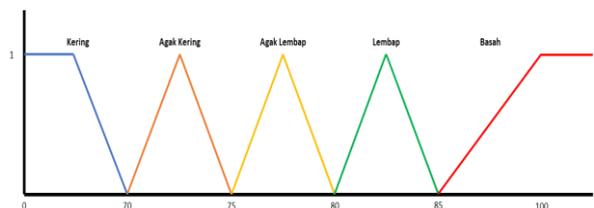
Pada tahap ini, berbagai komponen elektrikal disusun untuk membentuk sistem yang berfungsi penuh. ESP32 berfungsi sebagai pengontrol utama yang menghubungkan sensor dengan basis data dan aplikasi. Sistem juga dilengkapi dengan LCD untuk menampilkan data langsung serta buzzer untuk memberikan alarm jika terjadi kondisi cuaca ekstrem.



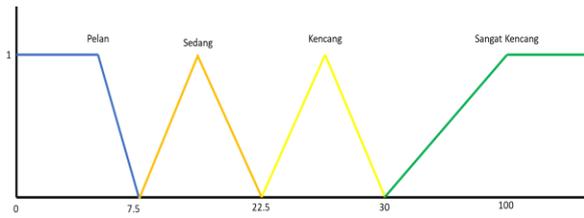
Gambar 6. Desain elektrikal

7. Rancangan Proses Fuzzy

Data yang dikumpulkan dari sensor diolah menggunakan logika fuzzy untuk menginterpretasikan kondisi cuaca. Proses fuzzy ini melibatkan tiga tahap utama: fuzzifikasi, rulebase (basis aturan), dan defuzzifikasi. Fuzzifikasi mengubah data input menjadi nilai derajat keanggotaan, rulebase menerapkan aturan yang telah ditentukan, dan defuzzifikasi menghasilkan output akhir berupa kondisi cuaca.



Gambar 7. Grafik variabel kelembapan udara



Gambar 8. Grafik variabel kecepatan angin

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian, sistem monitoring cuaca yang dikembangkan menunjukkan kinerja yang memuaskan. Data kelembapan dan kecepatan angin berhasil dikumpulkan dan dianalisis menggunakan metode logika fuzzy. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan informasi cuaca yang akurat dengan respon waktu yang cepat.

Table 1. Tabel pengujian alat

N O	Kelembapan Udara (%)	Kecepatan Angin (Km/h)	Status
1	60.50	16.50	cerah
2	70.10	26.23	berangin
3	70.30	9.65	berawan
4	86.40	9.00	hujan ringan
5	86.20	26.10	hujan lebat
6	89.70	44.64	hujan badai
7	80.50	26.23	badai
8	83.00	26.74	badai kencang

Pengujian sistem monitoring cuaca menunjukkan bahwa alat ini mampu mendeteksi berbagai kondisi cuaca secara akurat. Data kelembapan udara dan kecepatan angin berhasil dianalisis menggunakan metode logika fuzzy untuk mengklasifikasikan kondisi seperti cerah, berawan, hujan ringan, hingga badai kencang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat merespons perubahan cuaca dengan cepat dan tepat, sehingga sangat berguna bagi masyarakat dalam merencanakan aktivitas harian mereka.

1. Hasil Pengukuran Alat

Gambar tabel berikut menunjukkan hasil pengujian sistem yang mencakup kelembapan udara, kecepatan angin, status cuaca, dan hasil tampilan pada *LCD*, *buzzer*, dan *android* serta data pembanding dari *BMKG*.

Tabel 5. Tabel Pengujian Sistem Alat

No	Tanggal dan waktu	Kelembapan Udara (%)	Kecepatan Angin (Km/jam)	Status
1	25/06/20 24 16.10	76.60	10.08	Berawan
2	25/06/20 24 16.11	75.20	11.16	Berawan
3	25/06/20 24 16.12	71.40	12.96	Berawan
4	25/06/20 24 16.13	72.00	12.60	Berawan
5	25/06/20 24 16.14	70.90	13.80	Berawan
6	25/06/20 24 16.15	70.90	14.70	Berawan
7	25/06/20 24 16.16	72.70	12.30	Berawan
8	25/06/20 24 16.17	78.70	14.10	Berawan
9	25/06/20 24 16.18	78.20	11.10	Berawan
10	25/06/20 24 16.19	74.10	10.20	Berawan
11	25/06/20 24 16.20	74.00	11.40	Berawan
12	25/06/20 24 16.21	77.30	9.30	Berawan
13	25/06/20 24 16.22	70.40	9.00	Berawan
14	25/06/20 24 16.23	75.90	9.90	Berawan
15	25/06/20 24 16.24	73.10	10.20	Berawan
16	25/06/20 24 16.25	72.80	9.36	Berawan
17	25/06/20 24 16.26	74.70	14.70	Berawan
18	25/06/20 24 16.27	70.90	9.36	Berawan
19	25/06/20 24 16.28	75.10	9.00	Berawan
20	25/06/20 24 16.29	73.10	11.70	Berawan

Tabel 6. Prediksi BMKG

No	Tanggal dan waktu	BMKG		
		Kelembapan udara (%)	kecepatan angin (Km/jam)	status
1	25/06/2024 16.10	76	11	sebagian berawan
2	25/06/2024 16.11	76	11	sebagian berawan
3	25/06/2024 16.12	76	11	sebagian berawan
4	25/06/2024 16.13	76	11	sebagian berawan
5	25/06/2024 16.14	76	11	sebagian berawan
6	25/06/2024 16.15	76	11	sebagian berawan
7	25/06/2024 16.16	76	11	sebagian berawan
8	25/06/2024 16.17	76	11	sebagian berawan
9	25/06/2024 16.18	76	11	sebagian berawan
10	25/06/2024 16.19	76	11	sebagian berawan
11	25/06/2024 16.20	76	11	sebagian berawan
12	25/06/2024 16.21	76	11	sebagian berawan
13	25/06/2024 16.22	76	11	sebagian berawan
14	25/06/2024 16.23	76	11	sebagian berawan
15	25/06/2024 16.24	76	11	sebagian berawan
16	25/06/2024 16.25	76	11	sebagian berawan
17	25/06/2024 16.26	76	11	sebagian berawan
18	25/06/2024 16.27	76	11	sebagian berawan
19	25/06/2024 16.28	76	11	sebagian berawan
20	25/06/2024 16.29	76	11	sebagian berawan

2. Analisis Perbandingan antara Alat dengan BMKG

Untuk mengevaluasi kinerja alat pengukuran yang dikembangkan dalam memantau kelembapan udara dan kecepatan angin, dilakukan perbandingan dengan data referensi dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Berikut adalah hasil perbandingan data kelembapan udara dan kecepatan angin dari alat pengukuran serta data dari BMKG pada tanggal 25 Juni 2024 :

Tabel 7. Tabel Analisa perbandingan antara alat dan BMKG

No	Alat		BMKG		Error (%)	
	Kelembapan	Kecepatan Angin	Kelembapan	Kecepatan Angin	Kelembapan	Kecepatan Angin
1	76.60	10.08	76	11	0.79	8.36
2	75.20	11.16	76	11	1.05	1.45
3	71.40	12.96	76	11	6.05	17.82
4	72.00	12.60	76	11	5.26	14.55
5	70.90	13.80	76	11	6.71	25.45
6	70.90	14.70	76	11	6.71	33.64
7	72.70	12.30	76	11	4.34	11.82
8	78.70	14.10	76	11	3.55	28.18
9	78.20	11.10	76	11	2.89	0.91
10	74.10	10.20	76	11	2.50	7.27
11	74.00	11.40	76	11	2.63	3.64
12	77.30	9.30	76	11	1.71	15.45
13	70.40	9.00	76	11	7.37	18.18
14	75.90	9.90	76	11	0.13	10.00
15	73.10	10.20	76	11	3.82	7.27
16	72.80	9.36	76	11	4.21	14.91
17	74.70	14.70	76	11	1.71	33.64
18	70.90	9.36	76	11	6.71	14.91
19	75.10	9.00	76	11	1.18	18.18
20	73.10	11.70	76	11	3.82	6.36
Rata-rata error					3,66	14,60

3. Hasil Rancangan Alat Monitoring Cuaca

Alat yang telah dibuat merupakan sistem monitoring cuaca yang terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32, sensor kelembapan DHT22, dan anemometer untuk mengukur kecepatan angin. Data yang diperoleh dari sensor diproses oleh ESP32 dan ditampilkan secara realtime di aplikasi Android serta LCD. Sistem ini juga dilengkapi dengan buzzer sebagai indikator cuaca ekstrem.

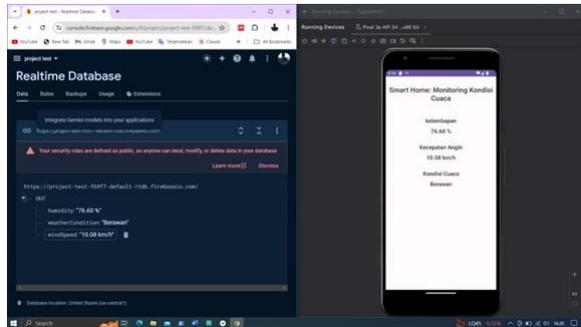
Alat ini dirancang agar dapat memantau kondisi cuaca di lingkungan sekitar, seperti kelembapan udara dan kecepatan angin, untuk memberikan informasi cuaca yang dapat digunakan untuk perencanaan aktivitas sehari-hari. Pada gambar di bawah ini, dapat dilihat bahwa semua komponen alat telah dirakit dengan baik dan diuji untuk memastikan kinerjanya sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.



Gambar 9. Alat monitoring kondisi cuaca

4. Hasil Pengujian Sistem Interface Android dan firebase

Berikut adalah tampilan *interface android* yang digunakan untuk menampilkan data cuaca dan sistem ini juga menggunakan *Firebase* sebagai *backend* untuk menyimpan dan mengelola data cuaca. *Firebase* memungkinkan pengembang untuk membuat aplikasi yang skalabel dan dapat diandalkan, serta menyediakan fitur-fitur seperti *real-time database*.



Gambar 10. Pengujian interface android dengan firebase

Pengujian interface Android dan Firebase bertujuan untuk memastikan bahwa data hasil pembacaan sensor dapat dikirim dan ditampilkan secara real-time di aplikasi Android yang terhubung ke Firebase. Data yang dikirim berupa kelembapan udara dan kecepatan angin, yang kemudian diolah menggunakan metode fuzzy untuk menentukan kondisi cuaca saat itu.

Selama pengujian, sistem berhasil menampilkan data secara akurat dan real-time di aplikasi Android. Firebase berfungsi sebagai penyimpanan dan sinkronisasi data, yang memastikan bahwa setiap perubahan pada sensor dapat langsung diperbarui di aplikasi. Pengujian menunjukkan bahwa status pengiriman data ke Firebase konsisten, dengan hasil setiap data cuaca berhasil terkirim tanpa kendala.

Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi cuaca secara langsung melalui aplikasi Android dengan tampilan yang user-friendly, serta memberikan informasi cuaca yang akurat dan cepat, sesuai dengan pengukuran sensor.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem monitoring cuaca berbasis IoT dengan menggunakan sensor kelembapan DHT22 dan anemometer, serta metode logika fuzzy untuk analisis data. Sistem ini mampu memberikan informasi cuaca yang akurat dan dapat diandalkan, yang sangat berguna bagi masyarakat dalam merencanakan aktivitas sehari-hari. Dengan dukungan antarmuka pengguna berbasis Android, sistem ini juga menawarkan kemudahan akses dan monitoring secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini memiliki akurasi yang tinggi, menjadikannya solusi yang efektif terhadap perubahan cuaca yang sulit diprediksi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] U. Khairat, B. Basri, and W. A. Fakhurrozi, "Monitoring Suhu Ruang Budidaya Jamur Tiram Menggunakan Android Berbasis Arduino,"

Technomedia J., vol. 7, no. 1, pp. 1–10, 2022, doi: 10.33050/tmj.v7i1.1762.

- [2] J. S. Saputra and S. Siswanto, "Prototype Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Pada Kandang Ayam Broiler Berbasis Internet of Things," *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.30656/prosisko.v7i1.2132.
- [3] M. Baehaqi and Y. D. Vaktiyan, "Design Monitoring and Automatic Control System for Modern Chicken Cage Rancang Bangun Sistem Monitoring dan," vol. 4, no. 02, 2022.
- [4] M. Prasanthi, "Esensi dan Manfaat Menjaga Keseimbangan Kelembaban Udara Ruang," *Terra Water Indonesia*, 2022. <https://id.terrawaterindonesia.com/post/esensi-dan-manfaat-menjaga-keseimbangan-kelembaban-udara-ruangan> (accessed Jan. 14, 2024).
- [5] B. P. S. K. Batam, "Kelembaban Udara," *Badan Pusat Statistik Kota Batam*, 2023. <https://batamkota.bps.go.id/indicator/151/29/1/01-kelembaban-udara.html> (accessed Jan. 14, 2024).
- [6] R. Aditio, N. Y. Sudiar, L. Dwiridal, and H. Amir, "Microclimate Characteristics in Mangrove Forest Areas in Padang City," *J. Clim. Chang. Soc.*, vol. 1, no. 2, pp. 104–114, 2023, [Online]. Available: <https://jccs.pj.unp.ac.id/index.php/jccs/article/view/17>
- [7] T. Tiyasmihadi, dan Yohanes Dawapa, T. Bangunan Kapal, and P. Perkapalan Negeri Surabaya, "Penerapan Prototype Turbin Angin Apung (Floating Wind Turbine) Poros Horizontal Dengan Putaran Rendah Untuk Perairan Laut Dangkal," *Semin. Nas. Terap. Ris. Inov. Ke-8 ISAS Publ. Ser. Eng. Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 33–44, 2022.
- [8] B. P. S. K. Batam, "Kecepatan Angin," *Badan Pusat Statistik Kota Batam*, 2022. <https://batamkota.bps.go.id/indicator/151/40/1/2/kecepatan-angin.html> (accessed Jan. 16, 2024).
- [9] R. Rahmawati, A. N. Rahma, and H. Hernita, "Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Dalam Menentukan Jumlah Pembiayaan Rahn Berdasarkan Jumlah Nasabah Dan Harga Emas," *MAp (Mathematics Appl. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 40–49, 2020, doi: 10.15548/map.v2i2.2263.