p-ISSN : 2406-7733
e-ISSN : 2597-9922

DESAIN *PROTOTYPE* SISTEM MONITORING CUACA BERBASIS IOT MENGGUNAKAN NODEMCU ESP 8266 DAN TELEGRAM

Hendy Ferdinandsyah[1], Teguh Yuwono[2]
Teknik Elektro, Fakultas, Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu
Jl. Kampus Ronggolawe No.1 Mentul, Karangboyo, Kec. Cepu, Kabupaten Blora, Jawa Tengah 58315
E-mail: *hendyferdinandsyah03@gmail.com[1], ridalutfiah@gmail.com[2]

Abstrak - Perubahan cuaca semakin dinamis menuntut tersedianya sistem monitoring yang akurat, *real-time*, dan mudah diakses. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan *prototype* sistem monitoring cuaca berbasis *Internet of Things* menggunakan mikrocontroler NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram. Sistem dirancang untuk mengukur parameter suhu, kelembapan, kecepatan angin, dan curah hujan menggunakan sensor DHT11, *anemometer*, dan *rain gauge tipe tipping bucket*. Data sensor diproses melalui NodeMCU ESP8266, ditampilkan pada LCD I2C, dan dikirimkan secara *real-time* dengan Telegram Bot menggunakan koneksi Wi-Fi. Metode penelitian menggunakan pendekatan *prototyping* dengan pengujian komparatif terhadap alat ukur standar. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata *error* sensor suhu sebesar 1,66% dengan nilai akurasi 98,34%, sensor kelembapan sebesar 0,87% dengan nilai akurasi 99,13%, dan sensor kecepatan angin sebesar 3,44% dengan nilai akurasi 96,56%. Hasil pengujian menunjukkan sistem memiliki tingkat ketelitian yang baik dan berada dalam batas toleransi pengukuran. Sistem yang dikembangkan mampu melakukan monitoring cuaca secara lokal maupun jarak jauh sehingga layak digunakan sebagai *prototype* sistem monitoring cuaca berbasis IoT.

Kata Kunci: Monitoring Cuaca, *Internet of Things*, Telegram, NodeMCU ESP8266, Sensor DHT11.

I. PENDAHULUAN

Perubahan iklim global semakin dinamis mengakibatkan kondisi cuaca menjadi sulit diprediksi dan berpotensi menimbulkan dampak yang signifikan terhadap beberapa sektor, seperti pertanian, perikanan, transportasi, hingga mitigasi bencana (Zain et al., 2024). Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika menyatakan bahwa peningkatan variabilitas cuaca ekstrem di Indonesia menuntut ketersediaan sistem pemantauan cuaca yang akurat, cepat, dan dapat diakses secara luas oleh masyarakat (Harsapranata & Ruli, 2024). *World Meteorological Organization* (2023) menekankan pentingnya integrasi teknologi digital dalam sistem observasi meteorologi yang berfungsi meningkatkan efektivitas pengumpulan dan distribusi data cuaca secara global (Rismayadi et al., 2024). Sistem monitoring cuaca konvensional umumnya menggunakan perangkat stasiun cuaca dengan biaya relatif tinggi, instalasi kompleks, serta akses data terbatas pada institusi tertentu (Rivansyah & Aziz, 2025). Mahalnya instalasi menyebabkan masyarakat umum dan pelaku usaha skala kecil kesulitan memperoleh informasi cuaca secara *real-time* dan mandiri (Khoirri & Afryanti, 2025). Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif berupa sistem monitoring cuaca yang ekonomis, fleksibel, serta mampu mengirimkan data secara *online* (Teja et al., 2025).

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memiliki peluang besar dalam pengembangan sistem monitoring lingkungan berbasis jaringan internet (Fateha et al., 2024). IoT memungkinkan perangkat fisik yang dilengkapi sensor memiliki fungsi mengumpulkan, mengirim, dan memproses data secara otomatis tanpa intervensi manusia secara langsung (H. Srivastava et al., 2022). Dalam konteks pemantauan cuaca, teknologi IoT mampu mengintegrasikan berbagai sensor seperti suhu, kelembapan, curah hujan, dan kecepatan angin, dalam satu sistem terhubung yang dapat diakses melalui perangkat seluler (S. Srivastava, 2025).

Beberapa penelitian menunjukkan efektivitas penerapan IoT dalam sistem monitoring lingkungan. Penelitian oleh (Singh et al., 2022) mengembangkan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis ESP8266 dan sensor DHT11 yang terintegrasi dengan *platform* ThingSpeak, menunjukkan akurasi pembacaan yang cukup baik serta kemampuan akses jarak jauh berbasis cloud. Penelitian oleh (Hibrian et al., 2025) merancang sistem monitoring suhu menggunakan sensor LM35 berbasis Arduino Uno yang memiliki linieritas dan akurasi tinggi pada pengukuran suhu lokal. (Huse et al., 2025) mengembangkan sistem monitoring suhu berbasis Raspberry Pi yang stabil dan mendukung visualisasi data secara edukatif. Meskipun beberapa peneliti telah berhasil mengimplementasikan monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT, sebagian besar masih berfokus pada satu atau dua parameter lingkungan, serta menggunakan *platform* monitoring berbasis *web/cloud* (Puluckul, 2022). Belum banyak penelitian yang mengintegrasikan beberapa parameter cuaca sekaligus seperti suhu, kelembapan, curah hujan, dan kecepatan angin dalam satu sistem sederhana yang terhubung langsung dengan aplikasi

p-ISSN : 2406-7733
e-ISSN : 2597-9922

perpesanan instan seperti Telegram sebagai media notifikasi *real-time* (Tamura et al., 2022).

Penerapan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama dalam sistem IoT menjadi pilihan yang relevan karena mempunyai modul Wi-Fi terintegrasi, konsumsi daya rendah, harga terjangkau, serta kompatibilitas tinggi dengan berbagai sensor digital seperti DHT11, *rain gauge*, dan *anemometer* (Avindra & Taqwa, 2025). Integrasi dengan bot Telegram memberikan keunggulan berupa kemudahan akses, notifikasi instan, serta tidak memerlukan pengembangan server khusus yang kompleks (Denissova et al., 2025).

Penelitian desain *prototype* sistem monitoring cuaca berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP 8266 dan telegram bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan *prototype* sistem monitoring cuaca berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 yang mampu mengukur parameter suhu, kelembapan, curah hujan, dan kecepatan angin secara *real-time*, serta mengirimkan hasil pengukuran melalui aplikasi Telegram (Ogunbunmi et al., 2024). Penelitian ini juga melakukan analisis tingkat akurasi dengan membandingkan hasil pembacaan sistem terhadap alat ukur standar guna mengetahui tingkat *error* dan reliabilitas sistem.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Monitoring

Sistem monitoring merupakan sistem yang dirancang untuk mengamati, merekam, dan menganalisis kondisi atau parameter tertentu secara terus-menerus atau berkala, baik secara manual maupun otomatis. Tujuan utama dari sistem ini adalah untuk memperoleh data yang akurat dalam rangka pengambilan keputusan, pengawasan operasional, maupun deteksi awal terhadap suatu kondisi abnormal (Zain et al., 2024).

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) konsep teknologi di mana berbagai perangkat fisik yang dilengkapi sensor, aktuator, dan konektivitas jaringan dapat terhubung ke internet dan saling bertukar data secara otomatis tanpa intervensi manusia secara langsung. Tujuan utama dari IoT adalah menciptakan sistem yang cerdas, terintegrasi, dan efisien dalam mengelola serta memantau informasi dari berbagai sumber. Dalam konteks monitoring cuaca, IoT memungkinkan pengumpulan data lingkungan seperti suhu, kelembaban, tekanan udara, dan curah hujan secara *real-time*, kemudian mengirimkannya ke server untuk disimpan, dianalisis, dan ditampilkan melalui antarmuka pengguna (Fateha et al., 2024).

NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah papan mikrokontroler yang dibangun berdasarkan ESP8266. Versi terbaru dari NodeMCU banyak digunakan dalam aplikasi smarthome. NodeMCU dilengkapi dengan semua komponen yang diperlukan untuk mendukung fungsi mikrokontroler. Modul ESP8266 yang ada pada NodeMCU memungkinkan perangkat untuk terhubung ke internet, memenuhi konsep *Internet of Things*. Untuk mengukur suhu, digunakan sensor DHT11, yang menghasilkan nilai analog yang kemudian diubah menjadi suhu dalam derajat Celsius (Hadiatullah et al., 2025).

Sensor DHT11

Sensor DHT11 komponen fundamental dalam dunia teknologi sensor, menawarkan solusi sederhana namun efektif untuk mengukur suhu dan kelembapan. Sensor DHT11 berfungsi untuk memberikan gambaran umum yang komprehensif tentang sensor DHT11, atribut utama, prinsip pengoperasian, dan aplikasi praktis. Sensor DHT11 ringkas dan terjangkau, memanfaatkan sensor kelembapan kapasitif dan termistor untuk mengukur suhu dan kelembapan secara akurat. *Output* digital memudahkan antarmuka dengan mikrokontroler dan sistem penetapan data (Setiabudi et al., 2023).

Sensor Curah Hujan

Sensor curah hujan tabung merupakan alat yang digunakan untuk mengukur jumlah curah hujan berdasarkan volume air yang tertampung dalam suatu periode waktu tertentu. Prinsip kerjanya yaitu air hujan yang turun akan ditampung oleh corong dan dialirkan ke dalam wadah kecil berbentuk ember jungkit yang berada di dalam tabung sensor. Nilai curah hujan dihitung berdasarkan jumlah jungkit yang terdeteksi dikalikan dengan nilai kalibrasi sensor, misalnya 0,2 mm per jungkit (H. Srivastava et al., 2022).

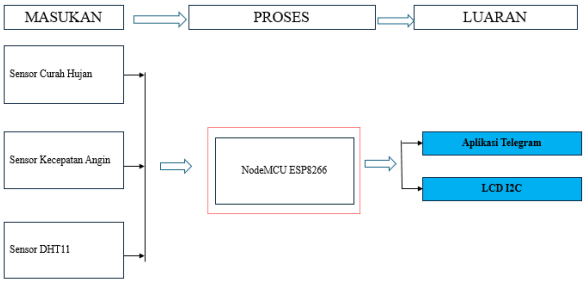
Sensor Kecepatan angin

Sensor kecepatan angin atau *anemometer* merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur laju pergerakan udara di atmosfer, umumnya dinyatakan dalam satuan meter per detik (m/s) atau kilometer per jam (km/jam). Prinsip kerja sensor kecepatan angin didasarkan pada pergerakan mekanis dari cawan atau baling-baling yang berputar akibat tiupan angin. Jenis sensor kecepatan angin yang paling umum digunakan dalam sistem pemantauan cuaca otomatis adalah *anemometer* tipe cawan dan *anemometer* tipe baling-baling (vane *anemometer*) karena memiliki struktur sederhana, tingkat akurasi yang baik, serta mudah diintegrasikan dengan sistem berbasis *Internet of Things* (Fateha et al., 2024).

p-ISSN : 2406-7733
e-ISSN : 2597-9922

III. METODE PENELITIAN

Penelitian desain sistem monitoring cuaca menggunakan metode ekperimental dengan pendekatan *prototyping*, yaitu metode penelitian yang berfokus pada perancangan, pembuatan, dan pengujian suatu sistem atau perangkat untuk memperoleh performa optimal (Zain et al., 2024). Desain penelitian yang digunakan untuk merancang dan mengembangkan sistem monitoring cuaca berbasis IoT menggunakan komponen NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram ditammpilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Desain Penelitian Sistem Monitoring Cuaca Berbasis Iot

Berdasarkan gambar 1 penelitian desain sistem monitoring cuaca dirancang menjadi tiga tahap yaitu; data masukan, proses pengolahan data dan luaran merupakan hasil dari proses pengolahan data. Tiga tahap rancangan penelitian desain sistem monitoring cuaca dijelaskan sebagai berikut:

Tahap masukan, sistem memperoleh data lingkungan dari sensor suhu dan kelembapan DHT11, sensor kecepatan angin, serta sensor curah hujan *tipe tipping bucket*. Sensor DHT11 berfungsi mengukur suhu udara dalam satuan derajat Celcius (°C) dan kelembapan relatif dalam persen (%) dalam bentuk sinyal digital. Sensor *anemometer* menghasilkan pulsa berdasarkan jumlah putaran baling-baling akibat hembusan angin, yang dikonversi menjadi nilai kecepatan angin (m/s). Sensor *rain gauge* mendeteksi intensitas hujan berdasarkan jumlah jungkit yang terjadi pada wadah penampung air hujan. Data yang dihasilkan ketiga sensor masih berupa data mentah yang memerlukan proses pengolahan.

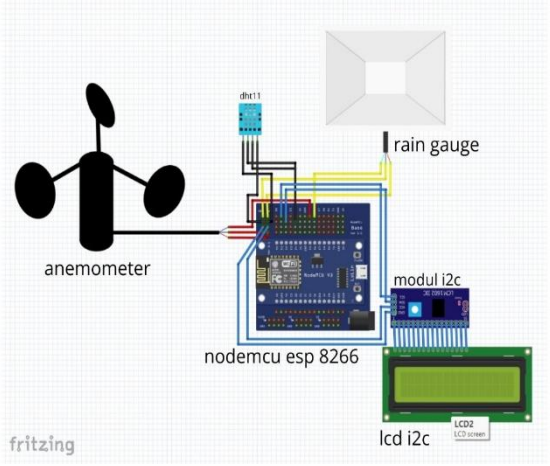
Tahap proses dilakukan oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266, komponen utama sebagai pusat pengendali sistem. NodeMCU membaca data seluruh sensor secara periodik, kemudian melakukan konversi data ke dalam satuan standar, menghitung nilai koreksi berdasarkan hasil kalibrasi, serta mempersiapkan data dalam format yang siap dikirimkan melalui jaringan internet. Modul Wi-Fi yang terintegrasi dengan ESP8266 memungkinkan sistem terhubung langsung ke jaringan tanpa perangkat tambahan. Proses pengiriman data dilakukan menggunakan Telegram Bot sehingga informasi dapat diteruskan secara *real-time* kepada pengguna.

Tahap luaran merupakan hasil akhir dari sistem berupa informasi cuaca yang ditampilkan dan dikirimkan ke pengguna. Luaran sistem ditampilkan dalam dua bentuk, yaitu melalui layar LCD I2C sebagai tampilan lokal dan melalui aplikasi Telegram sebagai media notifikasi jarak jauh. Informasi yang dikirim meliputi nilai suhu udara, kelembapan, kecepatan angin, serta intensitas curah hujan. Penggunaan Telegram sebagai media notifikasi memberikan keunggulan berupa kemudahan akses, notifikasi instan, serta tidak memerlukan server khusus untuk penyimpanan data.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain *Prototyping* Sistem Monitoring Cuaca

Desain *prototyping* sistem monitoring cuaca dirancang menggunakan *Software* (Fritzing), Setiap komponen satu persatu yang dirangkai, kemudian diuji menggunakan aplikasi Fritzing sehingga menghasilkan rangkaian dibuat mampu bekerja sesuai dengan konsep penelitian. Desain *prototyping* sistem monitoring cuaca ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Desain *Prototyping* Sistem Monitoring Cuaca Berbasis IoT

Berdasarkan gambar 2 semua komponen rangkaian terhubung ke pin GPIO NodeMCU dengan sumber tegangan utama 3.3V dan ground disatukan agar sistem bekerja stabil. Sensor DHT11 pada rangkaian berfungsi mengukur suhu dan kelembaban udara. Sensor DHT11 memiliki tiga koneksi utama yaitu VCC dihubungkan ke pin 3V3 NodeMCU, GND ke ground, dan pin data dihubungkan ke salah satu GPIO digital. *Anemometer* pada sistem berfungsi mengukur kecepatan angin. Prinsip kerjanya menggunakan reed switch yang menghasilkan pulsa listrik setiap kali baling-baling berputar. *Output* sinyal *anemometer* dihubungkan ke pin GPIO NodeMCU yang mendukung *interrupt* D5. Dengan metode

p-ISSN : 2406-7733
e-ISSN : 2597-9922

interrupt, setiap pulsa yang masuk dihitung secara *real-time* sehingga akurasi pembacaan lebih baik. *Rain gauge* yang digunakan bertipe ember jungkit. Setiap kali volume air tertentu terpenuhi, ember akan menjungkit dan menghasilkan satu pulsa sinyal digital. Pin sinyal *rain gauge* dihubungkan ke GPIO NodeMCU D6 yang menggunakan sistem *interrupt* untuk menghitung jumlah jungkit secara akurat. Total pulsa yang diterima kemudian dikalikan dengan nilai kalibrasi untuk memperoleh besaran curah hujan dalam satuan millimeter. Dalam menampilkan hasil pembacaan sensor, digunakan LCD 16x2 yang dilengkapi modul I2C agar jumlah kabel lebih sederhana. Modul I2C memerlukan dua jalur komunikasi yaitu SDA dan SCL yang dihubungkan ke pin D2 dan D1 pada NodeMCU. LCD juga terhubung ke VCC dan GND. Melalui komunikasi I2C, NodeMCU dapat mengirimkan data suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan curah hujan yang ditampilkan secara periodik pada layar.

Prototyping Sistem Monitoring Cuaca

Perangkat keras yang digunakan pada sistem monitoring cuaca berbasis IoT ini terdiri dari beberapa komponen yaitu mikrokontroler ESP8266 NodeMCU sebagai komponen utama, sensor DHT11, sensor curah hujan, dan sensor kecepatan angin yang dirangkai menjadi satu kesatuan. *Protype* sistem monitoring ditampilkan pada gambar 3.

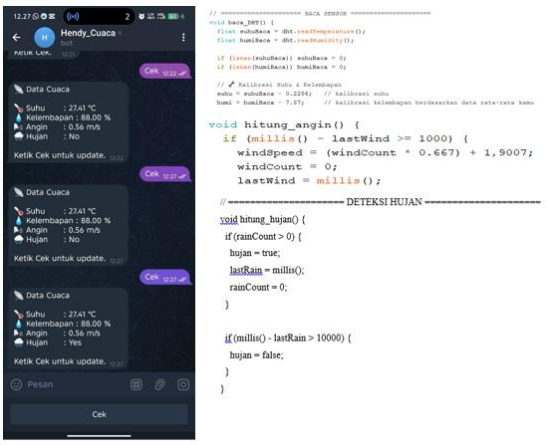


Gambar 3. *Prototyping* Sistem Monitoring Cuaca Berbasis IoT

Gambar 3 menampilkan *protype* sistem monitoring cuaca yang bekerja saat sistem diberi catu daya melalui kabel USB ke papan NodeMCU. Setelah menyala, mikrokontroler menginisialisasi seluruh pin *input*/*output*, komunikasi I2C untuk LCD, serta pengaturan *interrupt* untuk sensor berbasis pulsa seperti *anemometer* dan *rain gauge*. sistem juga melakukan inisialisasi variabel penghitung pulsa dan parameter kalibrasi. *Anemometer* bekerja dengan prinsip putaran baling-baling akibat hembusan angin. Di dalam *anemometer* terdapat reed switch yang menghasilkan sinyal pulsa setiap kali poros berputar. Pulsa dikirim ke pin digital NodeMCU. Mikrokontroler menghitung jumlah pulsa dalam interval waktu tertentu menggunakan metode *interrupt* agar pembacaan tidak terlewat. Jumlah pulsa dikonversi menjadi kecepatan angin menggunakan faktor kalibrasi. *Rain gauge* bertipe ember jungkit bekerja saat air hujan masuk melalui corong, air mengisi salah satu sisi ember kecil di dalamnya. Setelah mencapai volume tertentu, ember akan menjungkit dan menghasilkan satu pulsa listrik. Setiap pulsa mewakili jumlah curah hujan tertentu. NodeMCU menghitung jumlah pulsa yang terjadi selama periode pengamatan, kemudian mengalikan dengan nilai kalibrasi untuk memperoleh total curah hujan dalam millimeter. Sensor suhu dan kelembaban mengirimkan data digital ke NodeMCU. Mikrokontroler membaca data secara periodik menggunakan protokol komunikasi digital satu-kawat. Data suhu dan kelembaban kemudian disimpan sementara untuk ditampilkan bersama parameter lainnya. NodeMCU memproses dan memformat nilai-nilai yang didapat dari setiap sensor, kemudian mengirimkan ke LCD 16x2 melalui komunikasi I2C. LCD menampilkan informasi seperti suhu (°C), kelembaban (%), kecepatan angin (m/s), dan curah hujan (mm) secara bergantian atau dalam dua baris tampilan. Proses ini berlangsung berulang secara *real-time* selama sistem aktif.

Software Sistem Monitoring Cuaca

Software sistem monitoring cuaca dibuat dengan mengintegrasikan hardware sistem monitoring cuaca dengan aplikasi telegram. Aplikasi telegram memiliki kemudahan dalam akses sistem secara *real-time* serta tampilan yang mudah dipahami. Berdasarkan keunggulan akses sistem yang mudah aplikasi telegram dipilih dalam menampilkan hasil analisis. Hasil analisis telegram ditampilkan pada gambar 4.



Gambar 4. *Software* Sistem Monitoring Cuaca berbasis IoT

Berdasarkan gambar 4 sistem *software* mikrokontroler diprogram menggunakan Arduino IDE dengan menambahkan library ESP8266WiFi.h

p-ISSN : 2406-7733
e-ISSN : 2597-9922

untuk koneksi internet, UniversalTelegramBot.h untuk komunikasi dengan Telegram API, serta library sensor. Program mulai dengan inisialisasi pin sensor *anemometer*, *rain gauge*, dan DHT, komunikasi I2C untuk LCD, serta konfigurasi koneksi WiFi menggunakan SSID dan *password* jaringan. Setelah NodeMCU berhasil terhubung dengan internet, sistem mengakses Telegram Bot API menggunakan token yang diperoleh dari BotFather. Pembuatan Bot Telegram melalui aplikasi Telegram dengan mencari akun @BotFather, menggunakan perintah /newbot untuk membuat bot baru. Setelah nama dan username bot ditentukan, BotFather memberikan token API yang dimasukkan ke dalam program Arduino sebagai identitas autentikasi. Diperlukan chat ID pengguna yang didapat dengan mengirim pesan ke bot, bot membaca ID pengguna melalui bot tambahan seperti @userinfobot. Chat ID digunakan supaya NodeMCU mengetahui ke mana pesan balasan harus dikirim. NodeMCU secara periodik membaca data sensor suhu–kelembapan, menghitung pulsa *anemometer* untuk memdapatkan kecepatan angin, serta menghitung jumlah jungkit *rain gauge* untuk menentukan curah hujan. Data sensor disimpan dalam variabel sementara. Sistem secara berkala memeriksa pesan masuk dari Telegram menggunakan metode bot.getUpdates(). Saat pengguna mengetik perintah "Cek", program mencocokkan teks pesan perintah dan menyiapkan format balasan berupa rangkuman data cuaca. Data rangkuman cuaca dikirim kembali ke Telegram menggunakan fungsi bot.sendMessage().

Pengujian Sensor Suhu

Pelaksanaan pengujian dilakukan mulai pukul 13.30 WIB hingga 15.30 WIB, dengan interval pengambilan data setiap 10 menit sekali. Setiap interval waktu 10 menit sekali, hasil secara otomatis dapat dilihat di Aplikasi Telegram/Lcd I2C. Pengujian dlakukan sebanyak 13 kali untuk memastikan data representatif dan meningkatkan kepercayaan terhadap akurasi pengujian. Hasil pengujian dari *prototipe* dilakukan perbandingan dengan alat standart yaitu termometer digital. Hasil pengujian suhu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Suhu

Waktu	Suhu Standar (°C)	Suhu IoT (°C)	Selisih (°C)	*Error* (%)	Akurasi (%)
13.30	32,00	32,30	0,29	0,93	99,07
13.40	32,00	32,80	0,79	2,49	97,51
13.50	32,10	32,80	0,69	2,18	97,82
14.00	31,90	32,80	0,89	2,82	97,18
14.10	31,00	32,80	1,79	5,80	94,20
14.20	32,00	32,30	0,29	0,93	99,07
14.30	32,10	32,40	0,29	0,93	99,07
14.40	31,80	32,30	0,49	1,57	98,43
14.50	30,30	30,20	0,10	0,33	99,67
15.00	30,20	29,80	0,39	1,32	98,68
15.10	29,80	29,80	0,00	0,00	100
15.20	29,90	29,80	0,09	0,33	99,67
15.30	30,00	29,40	0,60	2,00	98,00
Mean	31,16	31,50	0,52	1,66	98,34

Berdasarkan tabel 1 nilai selisih pengukuran sebesar 0,00°C hingga 1,79°C. Nilai *error* terendah 0,00% pada pukul 15.10, nilai *error* rendah menunjukkan pembacaan sensor sama persis dengan alat standar. *Error* tertinggi terjadi pukul 14.10 sebesar 5,80% dengan selisih 1,79°C. Nilai *error* yang tinggi dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti perubahan suhu yang cepat, respon sensor terhadap lingkungan, atau toleransi spesifikasi sensor. Nilai rata-rata suhu standar sebesar 31,16°C dan nilai suhu IoT 31,50°C dengan rata-rata selisih 0,52°C. Nilai rata-rata *error* sebesar 1,66% dan nilai rata-rata akurasi mencapai 98,34%. Hasil ini menunjukkan setelah dilakukan proses kalibrasi, sensor suhu pada sistem memiliki tingkat ketelitian sangat baik karena nilai akurasi diatas 98%(Huse et al., 2025).

Pengujian Sensor Kecepatan Angin

Pengujian kecepatan angin bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor *anemometer* pada sistem monitoring cuaca dengan membandingkan hasil pembacaan sensor IoT terhadap alat ukur standar *anemometer*. Pengujian dilakukan dengan variasi level kipas 1, 2, dan 3 sebagai simulasi kecepatan angin serta dua variasi jarak pengujian 30 cm dan 70 cm untuk mengetahui pengaruh jarak terhadap hasil pengukuran. Hasil pengukuran ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Kecepatan Angin

Level Kipas	Jarak (cm)	Standart (m/s)	Mean IoT (m/s)	*error* (%)	akurasi (%)
1	30	3,00	3,07	2,33	97,67
1	70	2,60	2,8	7,69	92,31
2	30	3,70	3,73	0,81	99,19
2	70	2,90	3,06	5,52	94,48
3	30	4,70	4,54	3,4	96,6
3	70	3,30	3,33	0,91	99,09
Rata-Rata			3,42	3,44	96,56

Hasil pengujian pada tabel 2 menunjukkan level kipas 1 jarak 30 cm didapat rata-rata IoT sebesar 3,07 m/s dengan *error* 2,33% dan akurasi 97,67%. Namun jarak 70 cm, *error* meningkat menjadi 7,69% dengan akurasi 92,31%. Peningkatan *error* menunjukkan semakin jauh jarak sumber angin, pembacaan sensor menjadi sedikit kurang akurat akibat penyebaran aliran udara. Level kipas 2 hasil menunjukkan akurasi sangat baik khususnya

p-ISSN : 2406-7733
e-ISSN : 2597-9922

jarak 30 cm dengan *error* sebesar 0,81% dan akurasi sebesar 99,19%. Pada jarak 70 cm, *error* meningkat menjadi 5,52% dengan nilai akurasi 94,48%. Level kipas 3 akurasi terbaik terjadi jarak 70 cm dengan nilai *error* 0,91% dan akurasi 99,09%, sedangkan pada jarak 30 cm *error* sebesar 3,4% dengan nilai akurasi 96,6%. Nilai *error* sebesar 3,44% dengan akurasi rata-rata 96,56%. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor *anemometer* sistem IoT memiliki tingkat ketelitian yang baik, serta masih dalam batas toleransi pengukuran. Perbedaan nilai terjadi dipengaruhi oleh faktor jarak, kestabilan aliran udara dari kipas, turbulensi, dan respon mekanik sensor terhadap perubahan kecepatan angin(S. Srivastava, 2025).

Pengujian Sensor Kelembapan

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi tingkat akurasi sensor kelembapan pada sistem monitoring cuaca dengan membandingkan nilai sensor IoT terhadap alat ukur standar yaitu: hygrometer digital. Pengujian dilakukan sebanyak 31 kali, pengambilan data dalam rentang waktu 10 menit, dimulai pukul 09.00 - 14.00 WIB, sehingga dapat menggambarkan perubahan kelembapan udara secara alami sepanjang penelitian berjalan. Data kelembapan ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor Kelembapan

Waktu	IoT(%)	Standart(%)	Selisih	*Error* (%)	Akurasi (%)
09:00	95,00	95,00	0,00	0,00	100
09:10	95,00	95,00	0,00	0,00	100
09:20	95,00	94,00	1,00	1,06	98,94
09:30	95,00	94,00	1,00	1,06	98,94
09:40	95,00	94,00	1,00	1,06	98,94
09:50	95,00	94,00	1,00	1,06	98,94
10:00	93,00	93,00	0,00	0,00	100
10:10	92,00	93,00	-1,00	1,08	98,92
10:20	92,00	92,00	0,00	0,00	100
10:30	92,00	92,00	0,00	0,00	100
10:40	92,00	92,00	0,00	0,00	100
10:50	92,00	92,00	0,00	0,00	100
11:00	93,00	92,00	1,00	1,09	98,91
11:10	91,00	91,00	0,00	0,00	100
11:20	92,00	91,00	1,00	1,10	98,90
11:30	90,00	89,00	1,00	1,12	98,88
11:40	91,00	89,00	2,00	2,25	97,75
11:50	90,00	89,00	1,00	1,12	98,88
12:00	89,00	88,00	1,00	1,14	98,86
12:10	88,00	86,00	2,00	2,33	97,67
12:20	89,00	87,00	2,00	2,30	97,70
12:30	89,00	87,00	2,00	2,30	97,70
12:40	88,00	87,00	1,00	1,15	98,85
12:50	89,00	88,00	1,00	1,14	98,86
13:00	87,00	86,00	1,00	1,16	98,84
13:10	87,00	87,00	0,00	0,00	100
13:20	86,00	86,00	0,00	0,00	100
13:30	86,00	85,00	1,00	1,18	98,82
13:40	87,00	86,00	1,00	1,16	98,84
13:50	83,00	84,00	-1,00	1,19	98,81
14:00	83,00	83,00	0,00	0,00	100
Mean	90.35	89.71	0,65	0,87	99,13

Tabel 3 menunjukkan pada pukul 09.00, 09.10, dan 10.00, sensor menunjukkan *error* sebesar 0% dengan akurasi 100%, berarti pembacaan sensor sama persis dengan alat standar hygrometer digital. Namun beberapa waktu lainnya terdapat selisih 1–2%, yang menghasilkan *error* berkisar 1% hingga 2,35%. *Error* tertinggi tercatat sekitar 2,35% dengan nilai akurasi 97,65%, yang tergolong dalam batas toleransi sensor kelembapan pada umumnya. Nilai kelembapan IoT sebesar 90,35% dan nilai standar 89,71%, dengan rata-rata selisih 0,65%, rata-rata *error* 0,87%, dan rata-rata akurasi sebesar 99,13%. Nilai ini menunjukkan bahwa sensor kelembapan memiliki tingkat ketelitian sangat baik setelah dilakukan kalibrasi, karena tingkat akurasi berada di atas 99%(S. Srivastava, 2025).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Sebuah prototipe sistem pemantauan cuaca berbasis Internet of Things (IoT) yang memanfaatkan NodeMCU ESP8266 berhasil dibuat dan dipraktikkan sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem ini berhasil menggabungkan sensor suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan curah hujan ke dalam satu pengaturan pemantauan waktu nyata yang terpadu.
2. Sistem pemantauan cuaca ini dapat menampilkan data yang dikumpulkan pada layar LCD I2C dan juga mengirimkan informasi cuaca secara jarak jauh melalui aplikasi Telegram, sehingga mendukung gagasan pemantauan berbasis IoT.
3. Hasil uji sensor suhu menunjukkan kesalahan rata-rata 1,66% dan tingkat akurasi 98,34%, menunjukkan akurasi tinggi setelah kalibrasi.
4. Sensor kecepatan angin memiliki kesalahan rata-rata 3,44% dan tingkat akurasi 96,56%. Variasi hasil pengukuran dipengaruhi oleh jarak dan stabilitas aliran udara selama pengujian.
5. Sensor kelembaban menunjukkan kesalahan rata-rata 0,87% dan tingkat akurasi 99,13%, hasil pembacaan sensor kelembapan memiliki presisi tinggi dan kinerja yang konsisten.

p-ISSN : 2406-7733
e-ISSN : 2597-9922

6. Sistem pemantauan cuaca berbasis IoT yang dikembangkan berfungsi sesuai yang diharapkan dan dianggap tepat untuk digunakan sebagai prototipe pemantauan cuaca waktu nyata, dengan tingkat akurasi yang memuaskan untuk setiap parameter yang diukur(S. Srivastava, 2025).

Saran

1. Penggunaan sensor canggih, seperti DHT22 atau sensor suhu dan kelembaban kelas industri, dapat membantu meningkatkan akurasi, memastikan pembacaan data yang andal, dan membuat sistem lebih mampu menangani perubahan kondisi lingkungan.
2. Menambahkan pengukuran cuaca tambahan seperti tekanan udara, tingkat cahaya, atau indeks ultraviolet (UV) dapat memberikan gambaran kondisi cuaca yang lebih lengkap, sehingga sistem lebih mendekati kemampuan stasiun cuaca profesional.
3. Membuat basis data atau sistem berbasis cloud untuk menyimpan data sangat penting untuk menyimpan, menganalisis, dan menampilkan informasi historis secara visual, yang mendukung analisis jangka panjang yang detail.
4. Membangun wadah atau penutup pelindung yang tahan lama yang dapat menahan cuaca buruk penting agar sistem dapat berfungsi dengan andal di lingkungan luar ruangan dalam jangka waktu yang lama.
5. Pengujian sistem dari waktu ke waktu dalam berbagai kondisi lingkungan diperlukan untuk mengevaluasi stabilitas jangka panjangnya, kemampuannya untuk mengatasi tantangan, dan kinerja keseluruhannya.

DAFTAR PUSTAKA

Avindra, M. A., & Taqwa, A. (2025). Weather Monitoring and Classification Tools Using Fuzzy Logic Method Based on Internet of Things for Agriculture. *Jurnal SISFOKOM (Sistem Informasi Dan Komputer)*, *14*, 75–80. https://doi.org/DOI : 10.32736/sisfokom.v14i1.2330

Denissova, N., Petrova, O., Mashayev, E., Spivak, D., Zuyev, V., & Daumova, G. (2025). Real-Time Avalanche Hazard Monitoring System Based on Weather Sensors and a Laser Rangefinder. *Sensors*. https://doi.org/Sensors 2025, 25, 2937 https://doi.org/10.3390/s25092937

Fateha, T., Pritul, S. M. K., Science, C., Engineering, E., & Technology, I. (2024). Design and Implementation of an IoT- Based Weather Monitoring System for Enhanced Chicken Farm. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, *9*(8), 8–13. https://doi.org/https://doi.org/10.38124/ijisrt/IJISRT24AUG1680

Hadiatullah, D. R., Farosanti, L., & Rizky, M. C. (2025). Optimalisasi Smart Home Berbasis IoT dengan NodeMCU ESP8266 untuk Efisiensi Energi. *JURNAL FASILKOM*, *15*(2), 368–375.

Harsapranata, A. I., & Ruli, A. R. (2024). Internet of Things dan Pertanian : Perspektif Riset Menggunakan Analisa Bibliometric. *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, *7*(3), 257–264.

Hibrian, M., Awaluddin, M., & Saharis, R. (2025). Low Power Consumption IoT Weather Monitoring System for Coastal Areas. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, *17*(2), 120–130. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33096/ilkom.v17i2.2456.120-130

Huse, Z., Ismail, N., Surbakti, M. S., Omar, F., & Yusibani, E. (2025). Marine Automatic Weather System (MAWS) instrumentation system for climate change monitoring based on The Internet of Things (IoT). *BIO Web of Conferences*, *02002*, 1–11. https://doi.org/https://doi.org/10.1051/bioconf/202515602002

Khoirri, A., & Afryanti, I. (2025). Pemanfaatan Sensor Fingerprint Berbasis IoT untuk Absensi Mahasiswa STMIK Widya Cipta Dharma. *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, *8*(3), 1214–1225.

Ogunbunmi, S., Taiwo, A. A., Oladosu, J. B., Sanusi, H., Abolore, F., Olasunkanmi, U. G., Azeez, A. I., Tajudeen, W. A., Christian, C. N., Samuel, A. O., Adeleke, O. J., & Enabulele, E. C. (2024). Internet of things weather monitoring system. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. https://doi.org/https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.22.2.1647

Puluckul, P. P. (2022). Battery-Less Environment Sensor Using Thermoelectric Energy Harvesting from Soil-Ambient Air Temperature Differences. *Sensors*. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/s22134737

Rismayadi, A. A., Sobri, M. A., Khoirunnisa, F., & Dedy, A. (2024). Perancangan Alat Monitoring Ketinggian Air Bak Berbasis IoT Menggunakan Mikrokontroler Node MCU ESP8266. *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, *7*(4), 870–879.

Rivansyah, M., & Aziz, A. S. (2025). Sistem Kontrol Dan Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, *8*(1), 20–25.

p-ISSN : 2406-7733
e-ISSN : 2597-9922

Setiabudi, D., Atmaja, D. I., Herdiyanto, D. W., & Rahardi, G. A. (2023). RSSI Measurement Analysis of Zigbee-Based Wireless Sensor Networks in Various Topologies for Solar Panel Monitoring. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, *22*(2). https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.24843/MITE.2023.v22i02.P14

Singh, D. K., Le, D., & Jain, A. (2022). LoRa based intelligent soil and weather condition monitoring with internet of things for precision agriculture in smart cities. *IET Communications*, *October 2021*, 604–618. https://doi.org/10.1049/cmu2.12352

Srivastava, H., Jamadar, N., Poinwar, S., Katare, P., & Avinash, P. (2022). Review on Internet of Things (IOT) based Weather Monitoring System. *IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development*, *10*(4), 44–47.

Srivastava, S. (2025). IoT Based Weather Monitoring System for Tourists. *Journal of Recent Innovations in Computer Science and Technology*, *2*(1), 1–7. https://doi.org/10.70454/JRICST.2025.20106

Tamura, T., Huang, M., Yoshimura, T., Umezu, S., & Ogata, T. (2022). An Advanced Internet of Things System for Heatstroke Prevention with a Noninvasive Dual-Heat-Flux Thermometer. *Sensors Article*. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/s22249985

Teja, T. B., Kumar, N. H., Nagaraju, G., & Manohar, B. (2025). A Weather Monitoring Prototype Nano-Satellite Powered by the Internet of Things. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, *19*(3), 43–48.

Zain, A., Tungga, R. A., Muliawan, A., Tinggi, S., Industri, T., & Uno, A. (2024). *Prototipe* Alat Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, *7*(2), 87–94.