

Rancang Bangun *Weather Station* Menggunakan Koneksi Wifi Berbasis ESP32

1st Indah Nurul Hikmah
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

indahnurulhikmah@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Nachwan Mufti Adriansyah
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

nachwanma@telkomuniversity.ac.id

3rd Vinsensius Sigit Widhi Prabowo
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

vinsenciusvsw@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Perubahan iklim yang semakin nyata berdampak besar pada berbagai aspek kehidupan, termasuk keamanan nasional, geopolitik, dan produksi pangan. Oleh karena itu, pemantauan cuaca secara *realtime* menjadi sangat penting. Sebagai solusi, telah dikembangkan sistem *Weather Station* yang terintegrasi dengan aplikasi *mobile* dan situs web. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 bersama dengan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban, sensor BMP180 untuk tekanan udara, serta sensor *raindrop* untuk mendeteksi curah hujan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu menyediakan data cuaca dengan akurasi tinggi, *latency* rendah, dan biaya yang efisien. Hasil uji pada akurasi menunjukkan nilai rata-rata 89,44% untuk parameter suhu, 78,15% untuk parameter kelembaban, 99,73% untuk parameter tekanan, dan keberhasilan mendeteksi air untuk parameter hujan dengan pendeteksian lebih optimal pada cuaca normal.

Kata kunci— *Internet of Things, Weather Station, Sensor, Akurasi.*

I. PENDAHULUAN

Iklim dan cuaca memiliki pengaruh yang cukup tinggi terhadap kehidupan manusia. Perubahan iklim dapat mempengaruhi tingkat konflik sumber daya alam, migrasi manusia, serta memaksa pemerintah untuk menyesuaikan kebijakan yang harus ditetapkan sesuai kondisi iklim yang terjadi.

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) menyatakan bahwa perubahan iklim dan cuaca sudah banyak terekam sejak tahun 1991 hingga saat ini. Seperti pada tahun 2016, terekam bahwa tahun tersebut menjadi tahun terpanas yang terdeteksi sejak tahun 1991 dengan rata-rata yang terdeteksi lebih dari rata-rata normal tahunan yang biasanya 26,8°C [1].

Dengan perubahan iklim dan cuaca yang terjadi secara ekstrem dapat mempengaruhi aspek-aspek penting dalam kehidupan manusia. Pada aspek lingkungan, telah banyak terjadi kasus kerusakan seperti kebakaran akibat dari cuaca ekstrem yang melanda daerah tersebut. Kerusakan itu dapat mengganggu ekosistem bukan hanya manusia tetapi juga flora dan fauna yang berada di daerah tersebut. Akibat perubahan iklim, flora dan fauna pada akhirnya tidak bisa bertahan karena tidak bisa adaptasi dengan perubahan

tersebut. Selain itu, aspek infrastruktur dapat terpengaruh juga akibat perubahan iklim dan cuaca. Ketika suatu infrastruktur telah dibangun dengan menyesuaikan iklim tempat tersebut, akibat dari perubahan iklim maka infrastruktur dapat tidak berfungsi atau kurang optimal dalam menjalankan tugasnya.

Untuk menghadapi permasalahan perubahan iklim yang tidak dapat disadari, maka dibuatlah *weather station* yang memiliki fungsi sebagai pendeteksi cuaca. *Weather station* dirancang menggunakan komponen-komponen tertentu untuk mendeteksi cuaca di sekitar tempat penempatannya. Sistem *weather station* menerima data-data parameter cuaca menggunakan sensor deteksi dan dikirimkan ke pusat pemrosesan data sehingga dapat terlihat oleh pengguna melalui *website* ataupun aplikasi *mobile*.

II. KAJIAN TEORI

A. *Weather Station*

Weather station atau stasiun cuaca merupakan alat yang mengukur kondisi cuaca pada lokasi dan waktu tertentu. *Weather station* dapat mempengaruhi kehidupan manusia dalam menemukan informasi cuaca. Terutama aspek-aspek kehidupan tertentu yang memerlukan informasi data cuaca [2]. Pengambilan data cuaca menggunakan *weather station* dapat dilakukan dimana saja menggunakan *smartphone* secara *realtime*. Hal ini dapat dilakukan karena *weather station* menggunakan *Internet of Things (IoT)* yang memungkinkan alat terintegrasi melalui aplikasi *mobile* dan *website*.

B. *Hardware*

Hardware merupakan perangkat-perangkat keras yang digunakan untuk membuat sistem *weather station* dapat berjalan dengan mendeteksi parameter-parameter cuaca. *Hardware* memiliki peran yang paling penting dalam pendeteksian *weather station*. Penggunaan *hardware* dengan akurasi yang tinggi sangat diperlukan untuk pembuatan *weather station*.

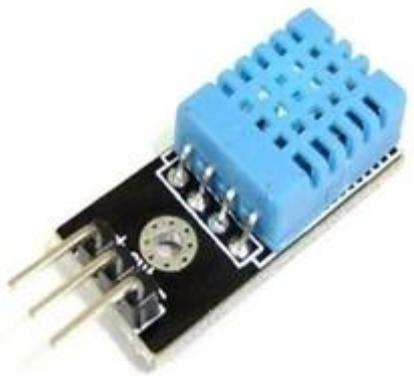
1. Mikrokontroler ESP32



Gambar 1 Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler berbasis SoC (*System on Chip*) terpadu yang memiliki fitur WiFi 802.11, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai perifer. *Chip* ini menggunakan mikroprosesor 32 bit Xtensa LX6 dual-core. Ruang alamat untuk data dan instruksi adalah 4 GB dan ruang alamat perifer 512 kB. Memori terdiri atas 448 kB ROM, 520 kB SRAM, dua 8kB RTC *memory*, dan *flash memory* 4MB [3].

2. Sensor DHT11



Gambar 2 Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban udara. Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik dengan fitur kalibrasi yang akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam *one time programmable* (OTP) program *memory*, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu maka modul ini menyatakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya [4].

3. Sensor BMP180



Gambar 3 Sensor BMP180

BMP180 adalah sensor tekanan barometrik (*digital barometric pressure sensor*) yang memiliki kinerja sangat tinggi. Sensor ini dapat diaplikasikan pada berbagai perangkat bergerak seperti *smartphone* perangkat bergerak lainnya. Sensor ini bekerja dengan menghubungkan antara mikro dengan sensor melalui jalur SCL dan SDA pada kedua komponen. Prinsip kerja sensor BMP180 (terkhusus untuk mengukur tekanan udara) akan mendeteksi tekanan udara ketika sensor berada di ketinggian suatu tempat atau wilayah [5].

4. Sensor Raindrop

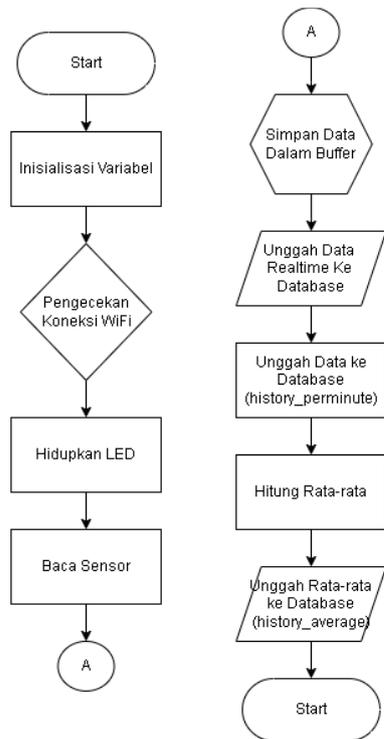


Gambar 4 Sensor Raindrop

Sensor *raindrop* merupakan jenis sensor yang berfungsi untuk mendeteksi terjadinya hujan atau tidak. Sensor ini dapat difungsikan dalam segala macam aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Prinsip kerja dari sensor ini adalah pada saat ada air hujan turun dan mengenai panel sensor maka akan terjadi proses elektrolisis oleh air hujan. Karena air hujan termasuk ke dalam golongan cairan elektrolit yang merupakan jenis air yang akan menghantarkan arus listrik.

III. METODE

A. Desain Sistem



Gambar 5 Desain Implementasi Sistem Weather Station

Gambar 5 merupakan flowchart sistem pengiriman data cuaca yang dideteksi menggunakan sensor dan disimpan pada mikrokontroler ESP32 sebelum di kirimkan ke database. Terdapat 3 data yang akan diolah dan dilanjutkan ke database. Data tersebut adalah data *realtime*, data riwayat setiap menit, dan data perhitungan rata-rata yang diambil dari data 30 menit sebelumnya.

Penggunaan dimulai dengan inisialisasi variabel-variabel yang digunakan untuk mendeteksi cuaca. Langkah selanjutnya adalah pengecekan koneksi internet menggunakan Wifi. Jika Wifi terhubung dengan mikrokontroler ESP32, maka mikrokontroler memberikan tanda dengan menyalakan lampu LED. Setelah mikrokontroler ESP32 terkoneksi dengan internet, maka akan membaca nilai variabel dari setiap sensor yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32.

Setelah pembacaan sensor oleh mikrokontroler ESP32, data-data yang telah diambil akan disimpan didalam *buffer* atau memori sementara yang ada pada mikrokontroler ESP32. Dari data yang tersimpan dalam *buffer*, akan dikirimkan ke database sesuai dengan tempat penyimpanannya.

B. Implementasi Sistem

Implementasi sistem *weather station* dapat ditempatkan pada berbagai media seperti tiang pada gambar 6 ataupun bisa ditempatkan pada tower komunikasi. Penempatan alat yang tepat dapat meningkatkan tingkat akurasi yang dapat terdeteksi oleh sensor IoT .



Gambar 6 Penempatan Pengujian Weather Station



Gambar 7 Implementasi Sistem Weather Station

Dalam pengujian implementasi *weather station*, difokuskan pada pengujian tingkat akurasi sensor dalam mendeteksi parameter-parameter cuaca. Pengujian dilakukan di atap lantai 2 rumah dengan menggunakan dua perangkat yang memiliki spesifikasi sama antara keduanya seperti pada gambar 7. Selain itu, perbandingan nilai pendeteksian parameter sensor menggunakan alat keluaran pabrikan yang mampu mendeteksi parameter-parameter yang sama yaitu altimeter.

C. Perhitungan Akurasi Data

Perhitungan akurasi data membutuhkan persentase *error* supaya dapat diambil tingkat keakuratannya. Dalam mencari persentase *error* setiap *device*, dilakukan perhitungan nilai total selisih antara *device* dengan pendeteksi eksternal dengan persamaan (1):

$$S_x = V_x - V_c \quad (1)$$

dimana S merupakan nilai selisih dengan x sebagai *device* yang diambil datanya dan c sebagai nilai dari altimeter. Sedangkan V merupakan nilai deteksi dari *device*. Setelah didapatkan selisih antara *device*, dilakukan perhitungan persentase *error* menggunakan persamaan (2):

$$E_x = \left(\frac{S_x}{V_c} \right) * 100 \quad (2)$$

dimana E_x merupakan persentase *error* dengan x sebagai *device* data yang diambil dan c sebagai nilai dari altimeter. S_x merupakan nilai selisih yang didapat dari persamaan (1) dan V_c merupakan nilai deteksi dari altimeter.

Dari nilai persentase *error* yang didapat dari data *device*, dilakukan perhitungan untuk mencari nilai rata-rata dari persentase *error* dengan persamaan (3):

$$r_x = \frac{1}{n} \sum_{x=1}^n E_x \quad (3)$$

dimana r_x merupakan rata-rata persentase *error* dengan x sebagai *device* dari data yang diambil, n sebagai jumlah data yang ada di *device*. Dengan rata-rata persentase *error*, maka perhitungan akurasi *device* dapat dilakukan menggunakan persamaan (4):

$$A_x = 100\% - r_x \quad (1)$$

dimana A_x merupakan nilai akurasi dari *device* yang ditunjukkan dengan x dan r_x yang merupakan rata-rata persentase *error* *device*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap ini merupakan pengujian terhadap akurasi sistem sensor *weather station* untuk memastikan tingkat akurasi data yang dideteksi. Pengujian dilakukan pada 3 waktu dalam sehari yaitu pagi, siang, dan malam hari dengan mengambil 10 sampel dengan jeda setiap 15 menit.

A. Pengujian Akurasi Data Pagi Hari

Pengambilan data dimulai pukul 08.00. Hasil deteksi *device* dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (1) dan persamaan (2) untuk mendapatkan perbandingan dan persentase *error* data dengan data altimeter. Setelah didapatkan persentase *error*, maka dilanjutkan menghitung rata-rata data menggunakan persamaan (3).

Tabel 1 Akurasi Parameter Cuaca Pagi Hari

No	Parameter	Akurasi Device A	Akurasi Device B
1	Suhu	87,19%	87,87%
2	Kelembaban	88,53%	87,17%
3	Tekanan Udara	99,83%	99,59%

Dari data yang ada pada tabel 1, perangkat *weather station* memiliki tingkat akurasi yang berada dibawah 90% namun tidak terlalu jauh pada 1 dari 3 parameter. Namun memiliki tingkat akurasi yang tinggi pada 1 parameter.

B. Pengujian Akurasi Siang Hari

Pengambilan data diurutkan sesuai jam dimulai pukul 13.00. Hasil deteksi *device* dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (1) dan persamaan (2) untuk mendapatkan perbandingan dan persentase *error* data dengan data altimeter. Setelah didapatkan persentase *error*, maka dilanjutkan menghitung rata-rata data menggunakan persamaan (3).

Tabel 2 Akurasi Parameter Cuaca Siang Hari

No	Parameter	Akurasi Device A	Akurasi Device B
1	Suhu	88,5%	89,23%
2	Kelembaban	56,84%	60,66%
3	Tekanan Udara	99,94%	99,74%

Dari data yang ada pada tabel 2, perangkat *weather station* memiliki tingkat akurasi yang kurang bagus untuk mendeteksi cuaca di siang hari terutama pada parameter kelembaban yang memiliki tingkat akurasi sangat rendah. Namun terdapat akurasi yang tinggi dalam pendeteksian tekanan udara yang ada di siang hari.

C. Pengujian Akurasi Malam Hari

Pengambilan data diurutkan sesuai jam dimulai pukul 20.00. Hasil deteksi *device* dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (1) dan persamaan (2) untuk mendapatkan perbandingan dan persentase *error* data dengan data altimeter. Setelah didapatkan persentase *error*, maka dilanjutkan menghitung rata-rata data menggunakan persamaan (3).

Tabel 3 Akurasi Parameter Cuaca Malam Hari

No	Parameter	Akurasi Device A	Akurasi Device B
1	Suhu	92,99%	90,88%
2	Kelembaban	87,06%	88,66%
3	Tekanan Udara	99,77%	99,58%

Dari data yang ada pada tabel 3 Akurasi memiliki tingkat yang baik untuk mendeteksi cuaca di malam hari dengan akurasi suhu dan tekanan udara melebihi 90%. Namun masih terdapat ketidak akuratan pendeteksian data kurang dari 90% pada kelembaban.

D. Pengujian Data Hujan

Pengujian data hujan dilakukan dengan meneteskan air kepada komponen sensor *raindrop* yang berada di atas *device*. Data dari setiap *device* terlihat seperti pada gambar 8 yang merupakan hasil uji data.



Gambar 8 Nilai Deteksi Raindrop Pada Aplikasi

Hasil yang didapatkan adalah semakin kecil nilai yang dideteksi oleh sensor *raindrop*, semakin besar intensitas hujan yang sedang terjadi. Begitu juga sebaliknya, semakin besar nilai yang diberikan sensor *raindrop*, semakin kecil intensitas hujan yang sedang terjadi.

V. KESIMPULAN

Pengujian yang dilakukan pada *device* bertujuan untuk melihat tingkat akurasi pada sensor yang ada di dalam *device* dalam mendeteksi. Dalam menentukan tingkat akurasi, dilakukan perbandingan setiap pengambilan data menggunakan *device* eksternal yaitu altimeter. Hasil dari perbandingan *device* dengan altimeter menunjukkan bahwa *device* secara garis besar menunjukkan kesamaan data yang

terdeteksi dengan tingkat akurasi rata-rata terpenuhi sesuai dengan spesifikasi target pada 2 dari 4 parameter. Sedangkan pada 2 parameter yang tidak terpenuhi spesifikasi targetnya menunjukkan persentase *error* yang rendah pada siang hari dengan cuaca yang sangat ekstrem. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem *weather station* dapat mendeteksi cuaca dengan optimal ketika cuaca normal dan akan kurang efektif ketika mendeteksi cuaca ekstrem terutama ketika panas berlebihan.

REFERENSI

- [1] "Anomali Suhu Udara Rata-Rata Bulan September 2023", Badan Meterorologi, Klimatologi, Dan Geofisika (BMKG), 2023. <https://www.bmkg.go.id/iklim/?p=ekstrem-perubahan-iklim>. [Sep. 15, 2023]
- [2] I. R. Pratama, M. A. Riyadi, and A. A. Zahra, "RANCANG BANGUN SISTEM TELEMETRI STASIUN CUACA BERBASIS ATMEGA8A," *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 6, no. 4, pp. 566-574, Nov. 2017.
- [3] A. Wagya dan Rahmat, "Prototipe Modul Praktik Untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT)," *Jurnal Ilmiah Setrum*, vol.8, no.1, pp.238-247, 2019.
- [4] I. Nurpriyanti, "Otomatisasi Sensor DHT11 Sebagai Sensor Suhu Dan Kelembapan Pada Hidroponik Berbasis Arduino UNO R3 Untuk Tanaman Kangkung," *Jurnal Teknologi dan Terapan Bisnis (JTTB)*, vol.3, no.1, pp. 40-45, 2020.
- [5] F. Amaluddin dan A. Haryoko, "Analisa Sensor Suhu Dan Tekanan Udara Terhadap Ketinggian Air Laut Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, vol.13, no.2, pp. 98-104, 2019.