

**DOKUMEN PT-01 LAPORAN AKHIR**

**PEMANFAATAN IOT UNTUK MONITORING CUACA  
KEBERLANJUTAN DENGAN ESP 32 DAN SENSOR  
MULTI-PARAMETER**



**WISNU KUSUMA SANDJAYA - 3100210012**

**YAHYA HARISTA GHANI - 3100210014**

**NUR RAHMAN - 3112230003**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

**2025**

# **HALAMAN PERSETUJUAN PT-01 LAPORAN AKHIR**

## **PEMANFAATAN IOT UNTUK MONITORING CUACA KEBERLANJUTAN DENGAN ESP 32 DAN SENSOR MULTI- PARAMETER**

Sleman, 15 Januari 2025

Kelompok Pengusul

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2

Mahasiswa 3

Wisnu Kusuma Sandjaya  
NIM. 3100210012

Yahya Harishta Ghani  
NIM. 3100210014

Nur Rahman  
NIM. 3112230003

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Elektro

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

Ir. Bagus Gilang Pratama, S.T., M.Eng.  
NIK. 1973 0363

Ir. Bagus Gilang Pratama, S.T., M.Eng.  
NIK. 1973 0363

## RINGKASAN

Perubahan cuaca yang tidak terduga dapat berdampak negatif terhadap proses produksi di berbagai industri, seperti pertanian, konstruksi, dan logistik. Oleh karena itu, tujuan dari proyek ini adalah mengembangkan sistem *monitoring* cuaca yang efisien dan terjangkau dengan menggunakan teknologi *Internet of Things (IoT)* dan ESP32 serta sensor multi-parameter yang saling dipadukan. Sistem ini dirancang untuk memberikan informasi cuaca secara *real-time*, sehingga industri dapat mengambil keputusan yang pas dan lebih baik berdasarkan data akurat yang diterima.

Metode yang digunakan dalam proyek ini mencakup pemrograman ESP32 untuk mengumpulkan data dari berbagai sensor, seperti sensor suhu, kelembapan, dan tekanan udara. Data yang dikumpulkan akan diolah dan dianalisis lebih lanjut untuk mendapatkan hasil dari keadaan cuaca sekitar. Hasil pengolahan data akan ditampilkan pada LCD alat dan juga dikirimkan ke telegram dan web melalui koneksi Wi-Fi sehingga memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi cuaca secara langsung melalui perangkat *mobile* atau komputer.

Hasil dari proyek ini menunjukkan bahwa sistem *monitoring* cuaca yang dikembangkan dapat memberikan data secara akurat dan *real-time* dengan tingkat responsivitas yang tinggi. Sistem ini berhasil diuji coba di lingkungan industri kecil dan menengah, yang menunjukkan peningkatan dalam pengambilan keputusan operasional dan pengurangan risiko kerugian akibat cuaca buruk. Dengan demikian, proyek ini memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi operasional industri melalui pemanfaatan teknologi IoT.

Kata kunci: monitoring cuaca, IoT, ESP32, sensor multi-parameter, efisiensi operasional produksi

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
RINGKASAN .....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Kajian Pustaka.....	5
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1. Internet of Things .....	6
2.2.2. Mikrokontroler ESP 32 .....	7
2.2.3. Sensor DHT22 .....	8
2.2.4. Sensor Hujan .....	8
2.2.5. Sensor BMP280.....	9
2.2.6. Sensor MQ-135 .....	10
2.2.7. Sensor BH1750.....	11
2.2.8. Anemometer .....	12
2.2.9. LCD ST7920 .....	12
2.2.10. Modul Step-down .....	13
2.2.11. Adapter 5V/1A .....	13
2.2.12. Konektor DC .....	14
2.2.13. Push Button .....	14
2.2.14. LED Indikator.....	15

2.2.15. Saklar .....	15
2.2.16. Cuaca.....	16
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>	<b>18</b>
3.1. Beberapa Solusi dari Permasalahan .....	18
3.2. Metode Mencapai Alternatif Solusi 1 .....	19
3.3. Metode Mencapai Alternatif Solusi 2 .....	20
3.4. Metode Mencapai Alternatif Solusi 3 .....	21
3.5. Metode Penelitian.....	22
3.5.1. Metode Pengumpulan Data .....	23
3.5.2. Perancangan Sistem.....	23
3.5.3. Pembuatan Sistem .....	26
3.5.4. Pengujian Sistem .....	27
3.5.5. Evaluasi .....	27
<b>BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1. Hasil Pengujian.....	28
4.2. Evaluasi & Pembahasan .....	34
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>35</b>
5.1. Kesimpulan.....	35
5.2. Saran .....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>36</b>
<b>JADWAL KEGIATAN.....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>39</b>

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Perubahan kondisi cuaca yang tidak menentu setiap saat merupakan fenomena yang semakin sering terjadi saat ini dan memiliki dampak signifikan terhadap aktivitas masyarakat. Umumnya masyarakat masih kurang mengetahui terhadap pola perubahan cuaca di sekitar sehingga berakibat pada kesalahan dalam pengambilan keputusan dalam beraktivitas. Metode prakiraan cuaca yang sering digunakan masyarakat secara umum adalah dengan mengamati kondisi alam, seperti cuaca mendung yang menandakan akan terjadinya hujan. Namun sering kali prediksi-prediksi tersebut meleset sehingga menjadi masalah dan kendala lain bagi masyarakat, seperti datangnya hujan pada saat kondisi cuaca sedang panas. Ketidakpastian tersebut menjadi kekhawatiran masyarakat dan menyebabkan pengambilan keputusan yang tidak tepat sehingga mengakibatkan kerugian waktu, ekonomi, dan sosial.

Beberapa sektor industri atau kegiatan usaha seperti sektor pertanian, sektor perikanan, industri kerupuk, industri garam, usaha *laundry*, dan usaha pengantaran barang yang sangat bergantung terhadap kondisi cuaca yang berpengaruh pada hasil produksi dan usaha. Pada kegiatan pengeringan dan penjemuran gabah padi guna mengurangi kadar air pada gabah sehingga aman dari berkembangbiakan serangga dan mikroorganisme akan sia-sia apabila terkena hujan yang secara tiba-tiba turun sehingga mengakibatkan petani mengalami kerugian terhadap hasil produktivitas beras. Pada usaha *laundry* yang menjemur pakaian di luar ruangan dan tidak sadar akan kondisi hujan dan angin kencang yang terjadi sehingga mengakibatkan pakaian basah, apek, dan jatuh ke tanah serta memerlukan proses pencucian ulang sehingga merugikan pengusaha dalam segi waktu dan biaya. Situasi tersebut tidak hanya merepotkan bagi pelaku usaha tetapi juga berdampak pada kepuasan pelanggan dan keuntungan usaha tersebut.

Berdasarkan permasalahan tersebut dibuat suatu alat yang dapat membantu masyarakat dan pelaku usaha yang operasi produksinya bergantung pada kondisi cuaca yang dapat memberikan data keadaan cuaca sekitar dan status cuaca yang sedang terjadi dengan sistem yang akurat, efisien, dan *realtime* serta biaya yang

ekonomis sehingga dapat meminimalisir dampak dan resiko dari perubahan cuaca yang tidak menentu. Alat yang dirancang terdiri atas 4 bagian, yaitu: sensor pendeteksi keadaan cuaca, pengelola data keadaan cuaca, *monitoring* cuaca berbasis LCD, dan *monitoring* cuaca berbasis IoT. Alat ini dapat mendeteksi suhu udara, kecepatan angin, deteksi hujan, intensitas cahaya, kelembapan udara, gas polusi udara, dan tekanan udara yang kemudian hasil data pembacaan sensor diolah, dikirimkan, dan ditampilkan pada tampilan LCD, telegram, dan web terkait data dan hasil keadaan cuaca yang sedang terjadi. Sehingga dengan alat ini akan memudahkan pengguna dalam merencanakan aktivitas dan operasi industri atau usaha sesuai dengan keadaan cuaca.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dalam ide perancangan ini dapat merumus permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang suatu alat Monitoring Cuaca Berkelanjutan untuk membantu dalam pemantauan dan pengiriman informasi keadaan cuaca kepada pengguna?
2. Bagaimana mengintegrasikan Sensor Multimeter Cuaca, ESP32, LCD, LED, Push Button, dan Sistem IOT sehingga dapat mengidentifikasi dan memberikan informasi keadaan dan status cuaca secara akurat, efisien, dan *realtime*?

### **1.3. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada alat Monitoring Cuaca Berkelanjutan ini sebagai berikut:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32 dengan Sensor Kelembapan DHT22, Sensor Intensitas Cahaya BH1750, Sensor Tekanan Udara BMP280, Sensor Polusi Udara MQ-135, Sensor Kecepatan Udara Anemometer, dan Sensor Hujan sebagai pembacaan kondisi lingkungan.
2. Data hasil alat Monitoring Cuaca Berkelanjutan sangat bergantung terhadap pembacaan nilai data dari setiap sensor pendeteksi keadaan cuaca yang diintegrasikan dengan pengelola ESP32.
3. Alat Monitoring Cuaca Berkelanjutan beroperasi menggunakan tegangan DC 5V yang diturunkan dari tegangan AC 220V.

4. Alat Monitoring Cuaca Berkelanjutan didesain kuat terhadap perubahan cuaca sehingga dapat di tempatkan pada area terbuka.
5. Data hasil olah akan selalu ditampilkan pada LCD alat dan juga dikirimkan ke pengguna melalui telegram chat dan web apabila terhubung dengan Wi-Fi.
6. Data hasil keadaan cuaca yang ditampilkan pada antarmuka pengguna adalah suhu(C), intensitas cahaya(lux), kecepatan angin(km/j), kelembapan(%), tekanan udara(atm&hpa), ketinggian tanah(mdpl), kadar CO(ppm), kadar CO<sup>2</sup>(ppm), dan kondisi cuaca.
7. Status cuaca yang ditampilkan pada alat adalah cerah, gerimis, dan hujan.
8. Tampilan data cuaca pada telegram chat menggunakan dua mode yaitu mode manual dan otomatis dalam penerimaan data.
9. Tampilan data kecepatan angin akan berganti setiap 10 detik sekali.
10. LED indikator pada alat Monitoring Cuaca Berkelanjutan memiliki tiga fungsi warna yang menunjukkan bahwa warna hijau untuk kondisi cerah (hijau normal) dan sukses *upload* program (hijau kedap-kedip), warna kuning untuk kondisi hujan (kuning normal) dan gagal *upload* program (kuning kedap-kedip), dan warna merah untuk kondisi hujan deras dan angin kencang.
11. Push button pada alat Monitoring Cuaca Berkelanjutan digunakan untuk tombol *next*, *back*, *main menu*, *weather*, dan *reset* yang memiliki *delay* waktu tekan sekitar 3 detik.

#### 1.4. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka dalam ide perancangan ini didapatkan tujuan sebagai berikut:

1. Merancang suatu alat Monitoring Cuaca Berkelanjutan untuk membantu dalam pemantauan dan pengiriman informasi keadaan cuaca kepada pengguna.
2. Mengintegrasikan Sensor Multimeter, ESP32, LCD, LED, Push Button, dan Sistem IOT dalam mengidentifikasi dan memberikan informasi keadaan dan status cuaca secara akurat, efisien, dan *realtime*.



### 1.5. Manfaat

Berdasarkan tujuan tersebut, maka manfaat yang akan di dapatkan sebagai berikut:

1. Membantu masyarakat dan para pelaku usaha yang bergantung pada kondisi cuaca dalam mengantisipasi dampak dan resiko dalam mengambil keputusan aktivitas dan operasi produksi terhadap perubahan cuaca yang tidak menentu.
2. Memberikan informasi data dan kondisi cuaca kepada pengguna secara akurat, efisien, dan *realtime* baik berada di tempat langsung alat maupun jauh dari tempat alat.
3. Mengurangi kekhawatiran pengguna terhadap perubahan cuaca yang sedang terjadi di lingkungan sekitar alat baik itu perubahan cuaca normal maupun cuaca ekstrem.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kajian Pustaka

Pemanfaatan teknologi internet of things adalah solusi yang dapat digunakan untuk memantau kondisi cuaca dan peringatan banjir sehingga dapat membantu masyarakat guna mencegah hal-hal yang tidak diinginkan. Ketika perubahan cuaca yang tidak menentu. Nantinya informasi yang didapat dari sistem ini adalah data ketinggian suhu serta kelembaban dan intensitas curah hujan (Ulum, 2023).

Modul Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai otak atau pengendali dari rangkaian yang mudah dihubungkan dan digunakan karena memiliki semua pin yang terbuka, serta memiliki modul WiFi sehingga sistem dapat tersambung ke jaringan. Pengujian dilakukan dengan membuat dan mengeksekusi program untuk menghidupkan dan mematikan LED internal yang terdapat pada mikrokontroler. Tujuan pengujian adalah untuk menguji program yang bekerja pada mikrokontroler tersebut (Ratri et al. 2021).

Penelitian oleh Totok Sugiyanto (2017) dengan judul "Rancang Bangun Sistem Monitoring Cuaca Berbasis Internet of things (IoT)" ini berhasil memperoleh data berupa informasi cuaca berdasarkan sensor yang digunakan yaitu sensor hujan, sensor LDR dan sensor DHT 11 yang data-data hasil pembacaan sensor tersebut dapat diakses melalui *website* yang *update* setiap 1 detik dan ditampilkan dalam bentuk informasi statistik, penelitian ini dilakukan dalam 25 kali percobaan dengan modul mikrokontroler Nodemcu yang bekerja apabila pada saat kecepatan internet 100 kbps data terkirim sempurna (akurat) sedangkan pada saat kecepatan kurang dari 100 kbps data yang berhasil terkirim ke server hanya sebesar 87,7 % dan 8 % gagal terkirim (Fuad, 2019).

Untuk menentukan kondisi cuaca pada saat (hujan dan tidak hujan) di dalam sistem monitoring cuaca ini menggunakan sensor hujan (raindrop sensor) dengan melakukan beberapa kali pengujian dari hasil pengujian tersebut kemudian diambil kesimpulan dari hasil pengujian sensor hujan pada saat kondisi tidak hujan raindrop sensor menghasilkan nilai 1000 sampai 1014 pada saat itu kondisi lampu indikator digital dalam kondisi

tidak menyala data ADC pada saat hujan 380–750 data ADC secara bersamaan lampu indikator modul sensor hujan menyala (Totok Sugiarto, 2017).

## 2.2. Landasan Teori

Teknologi *Internet of Things* yang diterapkan pada sistem *monitoring* cuaca membutuhkan integrasi dari hasil baca sensor yang dibangun meliputi teori-teori terkait dengan komponen, konfigurasi sensor dengan pola operasi sistem yang terpusat pada ESP32, dan komponen keluaran untuk menampilkan data cuaca.

### 2.2.1. Internet of Things

Pemikiran berbasis internet memainkan peran sangat penting dalam kehidupan, kegiatan produksi dan sistem komunikasi (Guohua Zhu dan Zhaoxue Wu, 2020). *Internet of Things (IoT)* merupakan sebuah sistem yang terdiri dari *smart device*, termasuk sensor, aktuator, mikrokontroler, yang memungkinkan untuk bertukar informasi dan komunikasi secara otomatis. IoT menggunakan *smart device* yang dapat meningkatkan tingkat optimalisasi kegiatan setiap hari (Hardyanto, 2017).

IoT merupakan suatu konsep kerja yang ditanamkan pada suatu mikrokontroler yang digunakan untuk kendali sistem cerdas dengan menggunakan internet sebagai metode interaksi pengguna (*user*) dengan sistem. Perkembangan IoT dapat dilihat mulai dari tingkat konvergensi teknologi nirkabel, microelectromechanical (MEMS), internet, dan QR (Quick Responses) Code. Penelitian pada IoT merupakan tahap pengembangan sehingga belum ada definisi yang tepat menjelaskan pada IoT itu sendiri.

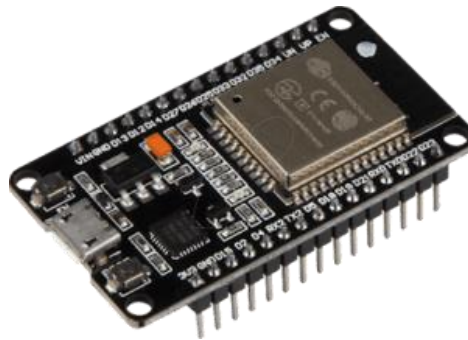
Teknologi IoT bergantung pada internet sebagai media konektivitas antara sensor-sensor, perangkat pengendali, server dan *user interfaces* yang saling berkomunikasi antara perangkat keras (*Hardware*) dengan server *cloud* untuk di proses sebelum dikirimkan kepada *user interface*.

Cara kerja IoT adalah dengan cara memanfaatkan sebuah argumentasi dari algoritma bahasa pemrograman yang tersusun sehingga setiap argumen yang terbentuk akan menghasilkan sebuah interaksi yang akan mengarahkan atau intruksi kepada *hardware* atau sistem dalam melakukan fungsi kerja.

Sebuah sistem yang ditanamkan konsep IoT tidak memerlukan instruksi dari manusia secara langsung sehingga sistem yang dibentuk dapat dikendalikan secara otomatis dan sesuai dengan program yang dimasukan berdasarkan pada jaringan internet sebagai penghubung antar sistem dan perangkat keras.

### 2.2.2. Mikrokontroler ESP 32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System sebagai penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada ESP32 dilengkapi modul Wi-Fi onboard sehingga mampu menjalankan sistem IoT dengan fungsi yang lebih kompleks dan mendukung sebagai sistem kerja lebih besar dengan biaya yang minim.



**Gambar 1. 1 Mikrokontroler ESP32**

Mikrokontroler ESP32 memiliki keunggulan yaitu sistem berbiaya rendah, dan konsumsi daya rendah dengan modul WiFi yang terintegrasi dengan chip mikrokontroler serta memiliki bluetooth dengan mode ganda dan fitur hemat daya menjadikannya lebih fleksibel. Modul ESP32 juga menjadi suatu papan prototipe yang ringkas dan mudah diprogram melalui Arduino IDE maupun Python (Arrahma and Mukhaiyar, 2023)

Salah satu keunggulan ESP32 adalah kemampuannya untuk mendukung banyak antarmuka komunikasi seperti SPI, I2C, UART, dan PWM, yang membuatnya sangat fleksibel dalam menghubungkan sensor, aktuator, atau perangkat perifer lainnya. Mikrokontroler ini juga memiliki berbagai fitur tambahan seperti ADC (Analog to Digital Converter), DAC (Digital to Analog Converter), sensor sentuh, serta modul keamanan enkripsi untuk mendukung aplikasi yang memerlukan proteksi data.

### 2.2.3. Sensor DHT22

Pada Gambar 1.2 merupakan tampilan bentuk Sensor DHT22 yang termasuk sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara dengan tingkat stabilitas dan keandalan tinggi dalam jangka panjang. Sensor DHT22 menggunakan sensor kelembaban bersifat resistif dan sensor suhu berbasis NTC yang terhubung pada mikrokontroler 8 bit. Sehingga sensor DHT22 memiliki kualitas yang sangat baik, kemampuan anti-gangguan, respon yang cepat serta biaya yang terjangkau.



**Gambar 1. 2 Sensor DHT22**

Interface serial kawat tunggal membuat integrasi sistem cepat dan mudah. Ukurannya yang kecil, konsumsi daya yang rendah dan up-to-20 meteran transmisi sinyal sehingga sesuai untuk berbagai aplikasi. Komponen ini memiliki 4-pin baris tunggal pin paket sehingga akan lebih mudah untuk dihubungkan. Sensor DHT22 memberi nilai kelembaban dan suhu yang sangat tepat dan memastikan keandalan tinggi dan stabilitas jangka panjang. Sensor ini memiliki komponen pengukuran kelembaban tipe resistif dan komponen pengukuran suhu tipe NTC dengan *inbuilt* mikrokontroler 8-bit yang memiliki respons cepat dan hemat biaya.

### 2.2.4. Sensor Hujan

Sensor hujan (*Rain drop sensor*) adalah jenis sensor yang berfungsi untuk mendeteksi terjadinya hujan atau tidak dengan cara kerja proses elektrolisis oleh air hujan. Dan karena air hujan termasuk dalam golongan

cairan elektrolit yang dimana cairan tersebut akan menghantarkan arus listrik.



**Gambar 1. 3 Rain Sensor**

Sensor ini bekerja dengan logika *high* dan *low* (on atau off) dan pada sensor ini terdapat *output* yang berupa tegangan yang dikirimkan kembali ke mikrokontroler. Sehingga sensor ini dapat digunakan untuk memantau kondisi ada tidaknya hujan di lingkungan luar yang dimana *output* dari sensor ini dapat berupa sinyal analog maupun sinyal digital.

#### **2.2.5. Sensor BMP280**

Sensor yang bisa digunakan untuk mengukur tekanan udara adalah barometric pressure 280 (BMP280). BMP280 merupakan sensor dengan tekanan barometrik dengan jarak 30 – 110 kPa (Rahman, 2016). Sensor BMP280 terdiri dari sebuah elemen sensor tekanan piezo-resistif dan sebuah sinyal *application-specific integrated circuit* (ASIC) yang bertanggung jawab melakukan konversi analog/digital (A/D) (P. Amit, 2016). Adapun gambar dari BMP280 ditunjukkan pada Gambar 1. 4.

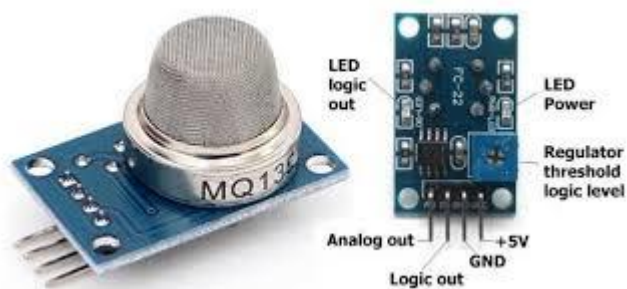


**Gambar 1. 4 BMP280**

Sensor BMP280 mampu mendeteksi ketinggian obyek dengan cara memanfaatkan tekanan udara saat berada di atas udara pada suatu wilayah tertentu. sehingga semakin tinggi suatu tempat maka semakin sedikit jumlah udara di atasnya dan menjadikan tekanan udara menjadi semakin kecil.

#### 2.2.6. Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 digunakan untuk mendeteksi gas LPG, butana, propana, metana, alkohol, hidrogen dan asap apabila terjadi kebocoran di dalam ruangan. *Datasheet* dari sensor MQ-135 menyebutkan bahwa inti dari material yang sensitif terhadap konsentrasi gas yang tersusun dari senyawa SnO<sub>2</sub> atau dalam istilah disebut Timah (IV) Oksida. Material ini memiliki karakteristik akan berubah konduktivitasnya seiring dengan perubahan konsentrasi gas di sekitarnya. Gambar di bawah merupakan gambar Sensor MQ-135.



**Gambar 1. 5 Sensor MQ-135**

### 2.2.7. Sensor BH1750

Sensor BH1750 adalah sensor cahaya digital yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya dalam satuan lux. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip *fotodioda* yang mendeteksi cahaya dan mengubahnya menjadi sinyal digital. Salah satu keunggulan dari BH1750 adalah kemampuannya untuk memberikan data yang akurat dalam berbagai kondisi pencahayaan, baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan, dengan rentang pengukuran mulai dari 1 lux hingga 65.535 lux.



**Gambar 1. 6 sensor BH1750**

BH1750 seperti Gambar 1.6 terhubung ke mikrokontroler melalui antarmuka komunikasi I2C, yang memungkinkan pengiriman data secara cepat dan efisien. Sensor ini juga memiliki konsumsi daya yang rendah, sehingga cocok digunakan dalam aplikasi hemat energi, seperti perangkat IoT dan sistem monitoring lingkungan. Aplikasi umum yang biasa digunakan dari Sensor BH1750 termasuk pengaturan pencahayaan otomatis, sistem kontrol rumah pintar, dan pengukuran intensitas cahaya untuk keperluan fotografi (Wahyu *et al.*, 2021).



### 2.2.8. Anemometer

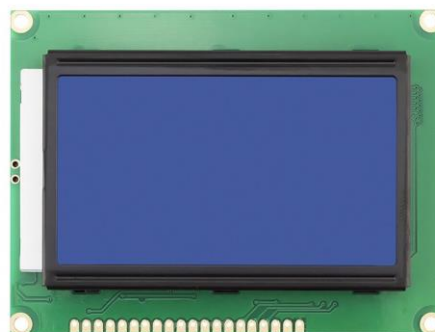


**Gambar 1. 7. Anemometer**

Alat ukur yang biasa digunakan untuk mengukur kecepatan angin adalah anemometer, sedangkan untuk arah angin khusus bagi anemometer yang dilengkapi dengan sensor arah angin sehingga pada anemometer portabel umumnya hanya bisa mengukur kecepatan angin saja. Anemometer yang berada di stasiun cuaca umumnya dapat mengukur kecepatan dan arah angin secara *real-time* namun harganya relatif mahal (Doni, 2020).

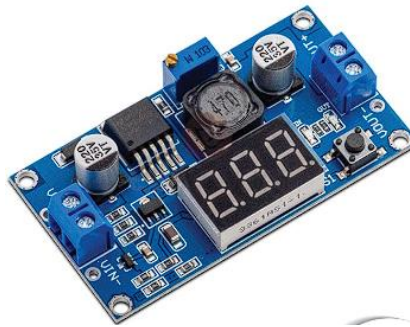
### 2.2.9. LCD ST7920

LCD (Liquid crystal display) merupakan salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi *Complementary MetalOxide Semiconductor* (CMOS) *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD memiliki harga yang murah, dapat menampilkan banyak karakter dan kompatibel dengan hampir semua mikroprosesor dan mikrokontroler (Miftahul Khaery, 2020). Gambar 1.7 menunjukkan LCD dengan koneksi-koneksi pada masing-masing pin.



**Gambar 1. 8 LCD ST7920**

### 2.2.10. Modul Step-down



**Gambar 1. 9 . LM2596 LED**

Modul step down 5V seperti gambar di atas adalah modul yang dapat menurunkan tegangan dari nilai 12 V menjadi 5V. Modul step down dapat digunakan untuk mengatur tegangan *output* pada rangkaian power supply.

### 2.2.11. Adapter 5V/1A



**Gambar 1. 10. Adapter 5V/1A**

Adaptor 5V 1A adalah perangkat yang berfungsi untuk mengubah arus listrik dari sumber AC (arus bolak-balik) menjadi arus DC (arus searah) dengan tegangan output 5 Volt dan kapasitas arus maksimum 1 Ampere. Adaptor ini sering digunakan untuk memberikan daya pada berbagai perangkat elektronik, seperti smartphone, tablet, dan perangkat IoT. Prinsip kerja adaptor ini melibatkan beberapa komponen utama, termasuk transformator yang menurunkan tegangan dari sumber AC, dioda penyearah yang mengubah arus AC menjadi DC, serta regulator yang memastikan output tetap stabil pada 5V. Adaptor ini dirancang untuk mengalirkan arus sesuai dengan kebutuhan perangkat asalkan tidak melebihi batas maksimum 1A yang ditentukan.

### 2.2.12. Konektor DC



**Gambar 1. 11. Konektor DC**

Konektor DC adalah komponen dalam sistem kelistrikan yang digunakan untuk menghubungkan sumber daya listrik DC (arus searah) ke perangkat elektronik. Berbentuk silinder dengan polaritas positif dan negatif, membuatnya ideal untuk koneksi yang aman dan efisien. Spesifikasi yang beragam, seperti ukuran diameter luar dan dalam yang bervariasi (misalnya, 5.5 x 2.5 mm atau 4.0 x 1.7 mm). Salah satu keuntungan utama dari konektor DC adalah kemampuan menyediakan sambungan yang stabil dan mencegah pemutusan sambungan yang tidak disengaja. Selain itu, dirancang untuk menahan tegangan dan arus tinggi, sehingga mampu menangani kebutuhan daya perangkat tanpa risiko kerusakan.

### 2.2.13. Push Button



**Gambar 1. 12. Push Button**

Push Button adalah jenis saklar atau tombol yang digunakan untuk mengendalikan perangkat atau sistem dengan menekan tombol tersebut secara fisik. Push button terdiri dari tombol yang ditekan oleh pengguna untuk memulai, menghentikan, atau mengubah fungsi suatu perangkat atau sistem.

#### 2.2.14. LED Indikator



**Gambar 1. 13. LED Indikator**

LED (Light Emitting Diode) adalah perangkat semikonduktor yang memancarkan cahaya ketika arus listrik mengalir melaluinya, berdasarkan prinsip elektroluminensi. LED terdiri dari dua tipe bahan semikonduktor, yaitu P-type dan N-type, yang membentuk junction P-N. Ketika arus diterapkan, elektron dari daerah N bergerak ke daerah P dan bertemu dengan lubang elektron, menghasilkan cahaya. LED memiliki berbagai karakteristik, seperti warna cahaya yang ditentukan oleh bahan semikonduktor yang digunakan, efisiensi energi yang tinggi, dan umur panjang.

#### 2.2.15. Saklar



**Gambar 1. 14. Saklar**

Saklar adalah perangkat yang digunakan untuk menghubungkan atau memutus aliran listrik dalam suatu rangkaian. Fungsi utama saklar adalah untuk mengontrol arus listrik, memungkinkan pengguna untuk menyalakan atau mematikan perangkat dengan mudah. Saklar terdiri dari beberapa komponen utama, termasuk kontak yang berfungsi sebagai penghubung atau pemutus, serta mekanisme pengoperasian seperti tombol atau tuas. Ketika saklar berada dalam posisi "On", kontak

terhubung dan arus listrik dapat mengalir; sebaliknya, pada posisi "Off", kontak terputus dan aliran listrik dihentikan.

#### **2.2.16. Cuaca**

Cuaca adalah keadaan udara pada saat tertentu dan di wilayah tertentu yang relatif sempit dan dalam jangka waktu yang singkat (Puspita and Yulianti, 2016). Cuaca menjadi faktor penting dalam segala aspek kehidupan. Perubahan cuaca yang signifikan berpengaruh terhadap kegiatan manusia. Beberapa aktivitas yang berhubungan dengan cuaca seperti aktivitas pertanian, perkebunan dan penerbangan. Cuaca menjadi penting untuk dimonitor sehingga potensi seperti hujan deras, berangin, petir dapat dipersiapkan solusinya. Perubahan cuaca bergantung pada banyak faktor seperti suhu, kelembaban, angin, waktu, lokasi dan lainnya. Dari faktor ini dapat diperoleh jenis cuaca seperti cuaca cerah, berawan, hujan dan cuaca ekstrem (Hamami and Dahlan, 2022).

Dari uraian tersebut kondisi cuaca dikategorikan menjadi empat, yaitu sebagai berikut:

##### **a. Cerah**

Cuaca cerah ditandai dengan langit yang bersih dan sinar matahari yang melimpah. Pada kondisi ini, suhu biasanya cukup hangat dan tidak ada tanda-tanda hujan.

##### **b. Berawan**

Cuaca berawan ditandai dengan kehadiran awan yang menutupi sebagian besar atau seluruh langit. Awan dapat bervariasi dalam jenis dan ketinggian, dari awan putih tipis hingga awan gelap yang tebal. Meskipun tidak selalu berarti akan terjadi hujan, cuaca berawan sering kali membuat suhu menjadi lebih sejuk dibandingkan cuaca cerah. Pada hari-hari berawan, cahaya matahari dapat tersaring, menciptakan suasana yang lebih tenang dan damai. Kondisi ini juga bisa menjadi pertanda bahwa cuaca buruk mungkin akan datang, tergantung pada jenis awan yang terlihat.

c. Hujan

Hujan adalah bentuk presipitasi berbentuk cairan yang turun sampai ke Bumi. Adapun, presipitasi adalah proses pengembunan di atmosfer. Hujan terbentuk apabila titik air yang terpisah dari awan jatuh ke bumi. Sebelum terjadi hujan, pasti ada awan sebagai tempat penampungan uap air dari permukaan Bumi.

d. Cuaca Ekstrem

Cuaca Ekstrem merujuk pada kondisi cuaca yang sangat tidak biasa dan berpotensi berbahaya, seperti badai, tornado, gelombang panas, atau salju yang sangat lebat. Fenomena ini dapat menyebabkan kerusakan serius pada infrastruktur, serta mempengaruhi kesehatan dan keselamatan manusia. Cuaca ekstrem sering kali disertai dengan peringatan dari lembaga meteorologi untuk meminimalisir risiko dan memastikan keselamatan publik. Masyarakat perlu waspada dan siap menghadapi kemungkinan dampak dari cuaca ekstrem ini, yang dapat mengganggu kehidupan sehari-hari dan memerlukan penanganan khusus.

## BAB III METODOLOGI

### 3.1. Beberapa Solusi dari Permasalahan

Pada bagian ini diuraikan beberapa solusi untuk menyelesaikan masalah yang diangkat di rumusan masalah yang disajikan dalam tabel perbandingan jenis mikrokontroler dan sensor yang digunakan.

**Tabel 3. 1. Perbandingan Mikrokontroler**

Fungsi	Solusi 1	Solusi 2	Solusi 3
	Arduino Mega	Raspberry Pico	ESP32
Konektivitas	Tidak tersedia	Tidak tersedia	Wifi dan Bluetooth 4,2
Clock CPU	16MHz	48MHz hingga 133MHz	Lebih besar 80MHz hingga 240MHz
Tegangan	5V	2V-5V	2,2V-3,6V
Jumlah Pin	54 Pin Digital 16 Pin Analog	26 Pin Digital 3 Pin Analog	38 Pin Digital 18 Pin Analog
Mikrokontroler	ATmega2560 (8-bit AVR)	RP2040 (dual-core ARM Cortex M0+ 32-bit)	Tensilica Xtensa LX6 (dual-core 32-bit)
Memory Flash	256 KB	4 MB	4 MB
Bahasa Pemrograman	C++	Python, C, C++, Assembly	C, C++, Python,
Harga	Rp 250.000 – Rp 600.000	Rp 80.000 – Rp 120.000	Rp 60.000 – Rp 150.000
Konsumsi Daya	Lebih Tinggi	Hemat Daya	Hemat Daya
RAM	8 KB SRAM	264 KB SRAM	520 KB SRAM
Kelebihan Pada Proyek Yang Dirancang	Banyak pin input/output	Harga lebih terjangkau dibanding Arduino Mega	Harga lebih murah dibanding Arduino Mega dan Raspico

Fungsi	Solusi 1	Solusi 2	Solusi 3
	Arduino Mega	Raspberry Pico	ESP32
	Tersedia banyak shield	CPU cepat dan hemat daya	Mendukung library IoT
Kekurangan Pada Proyek Yang Dirancang	Tidak tersedia wifi, perlu modul tambahan	Tidak tersedia wifi, perlu modul tambahan	Tidak tersedia banyak library dibanding Arduino Mega
	Kecepatan baca terbatas	Fitur GPIO sedikit	Pemrograman lebih kompleks
Rekomendasi Dan Solusi Penggunaan Pada Judul Proyek	Cocok jika memerlukan banyak GPIO, tetapi tidak ideal tanpa modul Wi-Fi tambahan.	Baik untuk proyek yang mengutamakan efisiensi daya, tetapi memerlukan modul eksternal untuk koneksi IoT.	Pilihan terbaik untuk aplikasi IoT karena memiliki Wi-Fi dan Bluetooth bawaan serta kemampuan pemrosesan yang lebih tinggi.

### 3.2. Metode Mencapai Alternatif Solusi 1

Arduino Mega seperti Gambar 3.1. adalah mikrokontroler yang sangat cocok untuk digunakan dalam sistem *monitoring* cuaca berkelanjutan, terutama jika proyek memerlukan banyak koneksi sensor dan perangkat lainnya. Dengan mikrokontroler ATmega2560, Arduino Mega memiliki kecepatan clock 16 MHz dan berjalan pada tegangan operasional 5V. Perangkat ini dilengkapi dengan 54 pin digital (15 di antaranya mendukung PWM) dan 16 pin analog, menjadikannya sangat fleksibel dalam hal penghubungan berbagai sensor cuaca seperti sensor suhu, kelembaban, tekanan atmosfer, dan banyak lagi. Selain itu, Arduino Mega memiliki memori flash 256 KB yang memungkinkan pemrograman lebih kompleks dan penggunaan *library* yang lebih besar untuk aplikasi IoT. Dengan 8 KB RAM, mikrokontroler ini mampu menangani lebih banyak data dan instruksi,



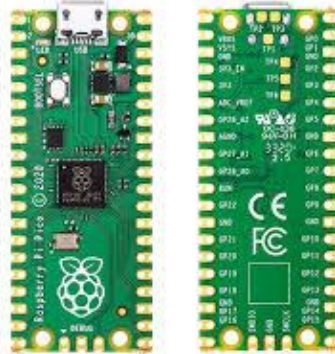
yang membuatnya unggul untuk sistem monitoring dengan banyak sensor dan kebutuhan data yang lebih besar.



**Gambar 3. 1. Arduino Mega**

Namun, salah satu kekurangan utama Arduino Mega adalah ketidaktersediaan konektivitas Wi-Fi atau Bluetooth bawaan, sehingga memerlukan modul tambahan seperti ESP8266 atau ESP32 untuk mengirim data cuaca secara real-time ke platform *cloud* atau aplikasi *monitoring* jarak jauh.

### 3.3. Metode Mencapai Alternatif Solusi 2



**Gambar 3. 2. Raspberry Pi Pico**

Raspberry Pi Pico adalah solusi ideal untuk berbagai aplikasi IoT, termasuk monitoring cuaca dan otomatisasi rumah. Ditenagai oleh prosesor dual-core Tensilica Xtensa LX6 dengan kecepatan 240 MHz, Pico menawarkan performa yang mumpuni untuk menjalankan berbagai tugas pemrosesan. Dengan kapasitas SRAM sebesar 520 KB, pengguna dapat mengelola data dengan efisien. Keunggulan lain dari Raspberry Pi Pico adalah ketersediaan banyak *library* yang mendukung sensor cuaca dan perangkat IoT, memudahkan pengembang dalam mengimplementasikan proyek. Terdapat 34 GPIO yang dapat digunakan, di mana

beberapa pin mendukung fungsi ADC, DAC, dan PWM, memberikan fleksibilitas tambahan dalam desain sirkuit. Selain itu, Pico memiliki konsumsi daya yang rendah dan mendukung *mode deep sleep*, menjadikannya pilihan yang hemat energi untuk proyek jangka panjang. Dengan harga yang terjangkau sekitar Rp. 60.000. Namun, sama seperti Arduino Mega salah satu kekurangan utama dari Raspberry Pi Pico adalah ketidaktersediaan konektivitas Wi-Fi atau Bluetooth bawaan, sehingga memerlukan modul tambahan seperti ESP8266 atau ESP32 untuk mengirim data cuaca secara real-time ke platform *cloud* atau aplikasi *monitoring* jarak jauh.

### 3.4. Metode Mencapai Alternatif Solusi 3

ESP32 dikenal sebagai mikrokontroler yang menawarkan kinerja tinggi dengan konsumsi daya yang efisien, serta memiliki fitur konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi. ESP32 lebih hemat energi dan ekonomis dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler lainnya, tanpa mengorbankan kapasitas pengiriman data secara real-time melalui Wi-Fi. Di bawah ini adalah Gambar ESP32.



**Gambar 3. 3. ESP 32**

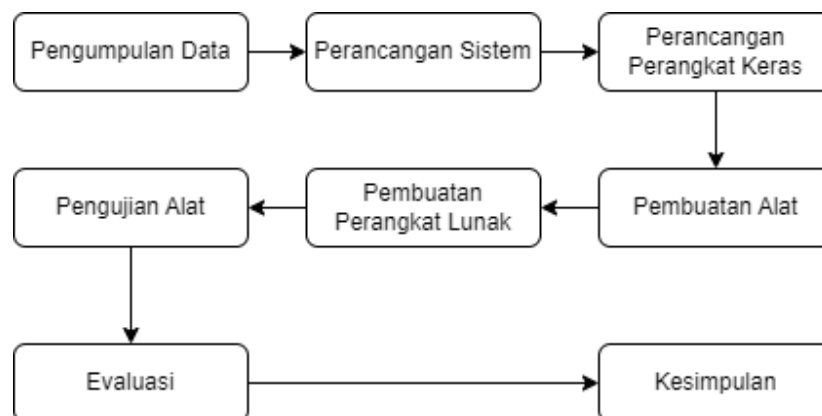
Keunggulan ESP32 dalam hal konektivitas nirkabel memungkinkan sistem untuk mengirimkan data monitoring cuaca secara langsung dan terus-menerus, memberikan informasi yang akurat dan terkini. Selain itu, fitur mode tidur (*deep sleep*) yang dimiliki ESP32 juga berkontribusi pada penghematan energi, memungkinkan perangkat beroperasi lebih lama dengan sumber daya terbatas.

ESP32 lebih cocok digunakan dalam sistem monitoring cuaca berkelanjutan karena memiliki konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi, yang memungkinkan pengiriman data secara real-time tanpa memerlukan modul tambahan. Dengan prosesor dual-core hingga 240 MHz dan memori yang cukup

besar, ESP32 mampu menangani pemrosesan data cuaca yang kompleks. Kombinasi fleksibilitas, efisiensi daya, dan konektivitas membuat ESP32 pilihan terbaik untuk sistem IoT monitoring cuaca. Sehingga dalam rancangan Sistem Monitoring Cuaca Berkelanjutan metode yang cocok untuk diterapkan sebagai solusi dari permasalahan yang diangkat, terutama terkait konektivitas, akurasi data, kontinuitas pengukuran dan penghematan energi serta efisiensi biaya adalah Metode ke-tiga dengan penggunaan Mikrokontroler ESP 32.

### 3.5. Metode Penelitian

Konsep dasar yang digunakan dalam penelitian pembuatan sistem pemantauan cuaca berkelanjutan melibatkan dua unsur utama, yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras terdiri dari beberapa komponen meliputi sensor, *atuactor*, mikrokontroler, dan komponen periperal. Sedangkan perangkat lunak merupakan sarana pengolahan data dan informasi yang berkaitan dengan cara kerja alat dan media interaksi pengguna (*user interface*). Konsep dasar ini menjadi pedoman dalam merancang suatu sistem monitoring cuaca berkelanjutan dengan melibatkan beberapa langkah dan petunjuk yang menunjang dalam pengimplementasian alat. Penelitian pada proyek monitoring cuaca berkelanjutan dilakukan melalui serangkaian langkah terstruktur yang dimulai dari identifikasi kebutuhan sistem, perancangan rangkaian perangkat keras, dan pengembangan perangkat lunak berbasis IoT. Berikut ini merupakan metode tahapan dari perancangan sistem monitoring cuaca berkelanjutan dengan Gambar 2.4 adalah bagan alur kerja rancang bangun sistem yang akan dibuat.



Gambar 3. 4. Alur Kerja

### **3.5.1. Metode Pengumpulan Data**

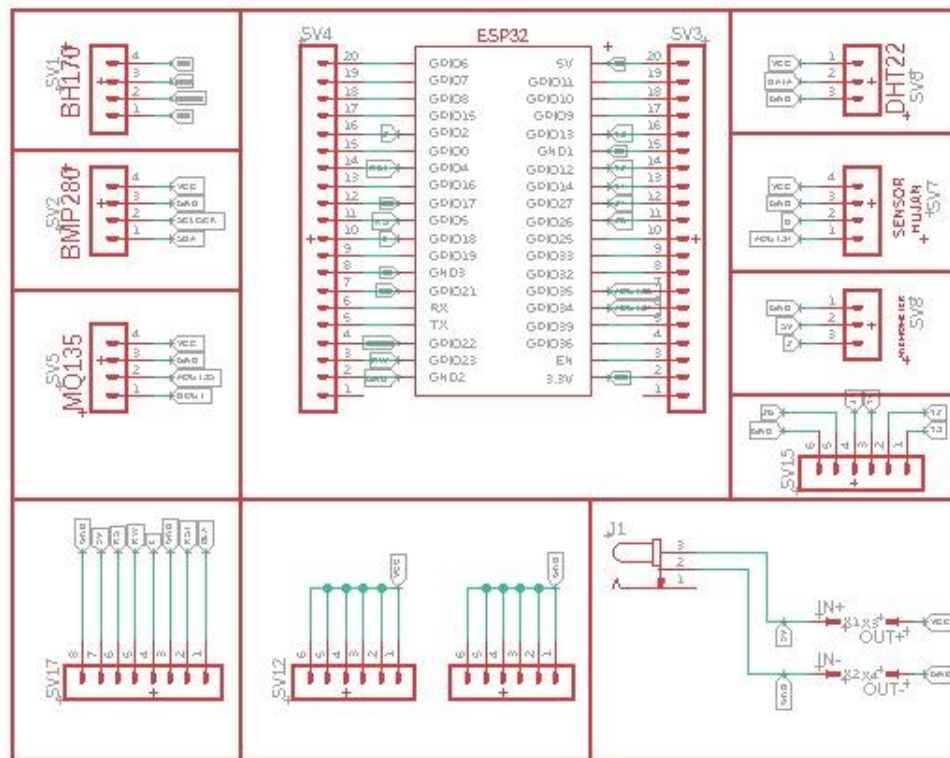
Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan informasi yang akurat dan relevan terkait kondisi cuaca dengan melakukan perbandingan-perbandingan data yang telah diteliti sebelumnya untuk dapat diterapkan dan menjadi standar perhitungan dan pengambilan informasi pada sistem monitoring cuaca yang akan dibangun. Teknik pengumpulan informasi atau data dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu dengan melakukan pengamatan langsung dan melakukan studi literatur terdahulu sehingga diperoleh informasi atau data yang dapat diterapkan dalam perangkat sistem monitoring cuaca.

Teknik pengumpulan data meliputi analisis kebutuhan sistem dimulai dari kebutuhan komponen, perancangan rangkaian, kalibrasi alat, pengujian daya baca sensor dan melakukan perbandingan parameter sensor. Tahap pertama dalam teknik pengumpulan data adalah menganalisis kebutuhan sistem yang mencakup komponen dan perancangan keseluruhan sistem. Analisis ini dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan mampu mengukur dan memonitoring parameter cuaca secara akurat.

### **3.5.2. Perancangan Sistem**

Perancangan sistem monitoring cuaca berkelanjutan terdiri dari dua tahapan, yaitu tahap perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras merupakan perancangan komponen fisik, yang dimulai dari merancang skema rangkaian seluruh alat dengan menganalisis komponen serta alat yang digunakan sesuai dengan kebutuhan dan mendasar pada hasil analisis kebutuhan sistem untuk memastikan bahwa perancangan alat dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan prosedur dan perencanaan.

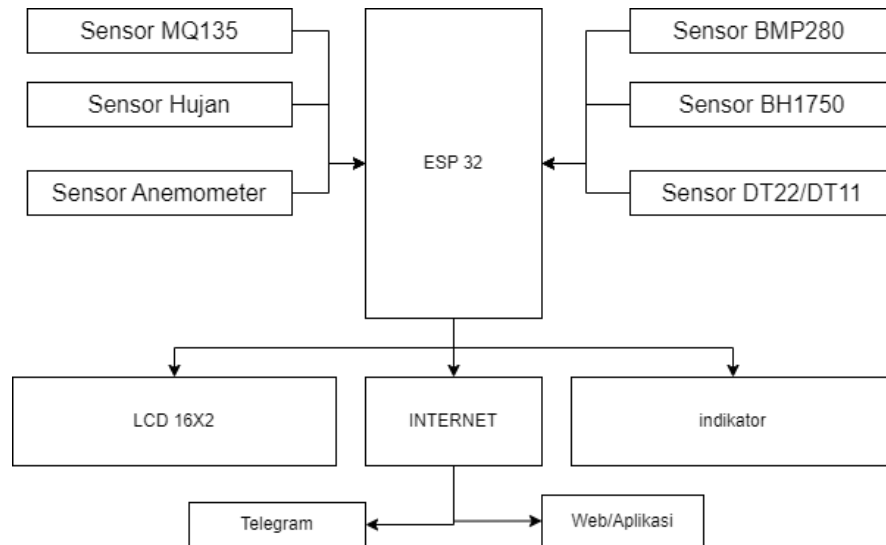
Pada perancangan sistem monitoring cuaca berkelanjutan terdapat beberapa komponen yang akan dirangkai menjadi sebuah perangkat monitoring cuaca berkelanjutan dengan menggunakan ESP32 dan sensor multi-parameter yang dapat dilihat pada Gambar 3.5.



**Gambar 3. 5. Skema Rangkaian Sistem Alat**

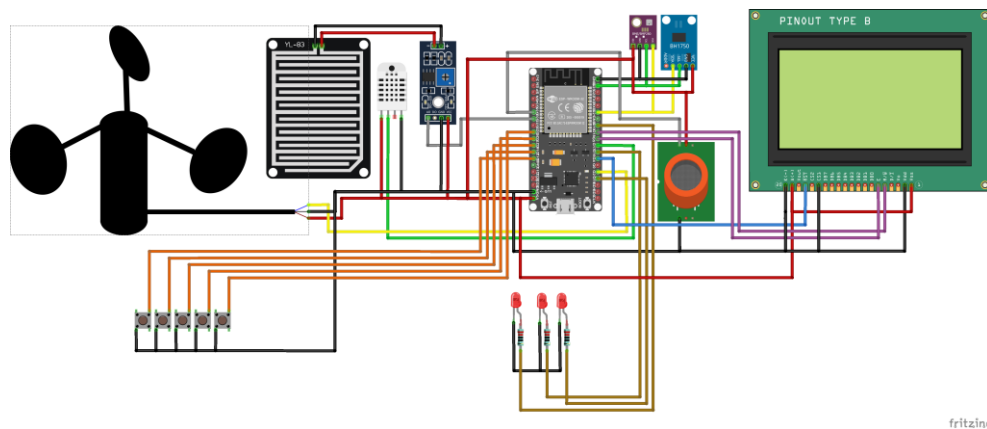
Sistem ini menggunakan sensor-sensor dengan kemampuan baca dan parameter yang berbeda-beda untuk mengukur dan memantau parameter cuaca. Sensor yang digunakan meliputi:

1. Sensor BMP280 untuk mengukur tekanan udara di sekitar lingkungan.
2. Sensor kecepatan angin (anemometer) untuk mendeteksi kecepatan angin yang mempengaruhi baling-baling.
3. Sensor hujan untuk mengetahui dan mendeteksi adanya hujan.
4. Sensor DHT11/DT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban di sekitar lingkungan.
5. Sensor BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya matahari.
6. Sensor MQ-135 untuk mengetahui kadar polusi udara.



**Gambar 3. 6. Blok diagram perancangan sistem monitoring cuaca berkelanjutan**

Selanjutnya pada perancangan desain sistem atau disebut desain perangkat dirancang sedemikian rupa mengacu pada kebutuhan akan ukuran sistem yang akan dibangun. Secara garis besar desain sistem merupakan tampilan atau bentuk fisik suatu alat yang akan dibuat dan diharuskan sesuai dengan tujuan alat serta tidak mengganggu kerja sistem tersebut sehingga desain sistem monitoring cuaca berkelanjutan perlu dirancang kuat dan tahan terhadap perubahan cuaca serta memiliki daya tahan yang lama. Perancangan desain sistem dapat dilihat pada Gambar 3.7.



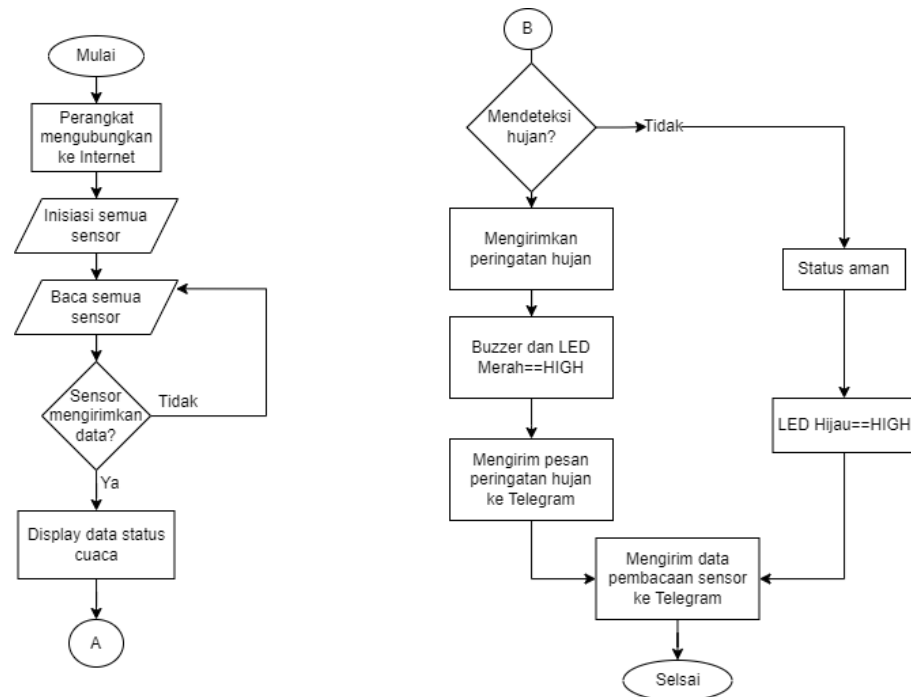
**Gambar 3. 7. Rancangan sistem monitoring cuaca berkelanjutan**

Peran mikrokontroler ESP32 adalah sebagai platform atau media yang dapat mengintegrasikan sensor-sensor untuk mengukur, mengidentifikasi, dan menampilkan parameter-parameter cuaca. Data hasil pembacaan dari sensor-sensor tersebut akan diolah menjadi informasi yang dapat diakses melalui perangkat *smartphone*. Pengguna akan mendapatkan informasi

berupa data cuaca melalui tampilan alat ataupun pesan Telegram yang berisi keadaan cuaca, kecepatan angin, kondisi udara dan status cuaca.

### 3.5.3. Pembuatan Sistem

Setelah perancangan sistem dilakukan selanjutnya sistem dibuat dengan prosedur atau cara kerja yang telah dipersiapkan atau didesain sebelumnya. Cara kerja alat Monitoring Cuaca Berkelanjutan dengan ESP32 dan Sensor Multi-Parameter adalah dengan mengintegrasikan beberapa hasil pembacaan sensor dengan menggunakan konsep gerbang logika. dimulai dengan pembacaan data dari berbagai sensor yang terhubung ke Mikrokontroler ESP32. Setiap sensor, seperti DHT22 untuk suhu dan kelembaban, BMP280 untuk tekanan udara, BH1750 untuk intensitas cahaya, MQ-135 untuk kualitas udara, dan sensor hujan, mengukur parameter cuaca tertentu secara real-time. Data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor ini diolah oleh ESP32, yang kemudian memformat data tersebut menjadi data yang siap dikirimkan melalui modul Wi-Fi bawaan pada ESP32 ke server. Alat ini secara otomatis mengirimkan data pada interval 5 detik sekali sehingga memungkinkan pemantauan kondisi cuaca secara realtime dan jarak jauh. Pengguna dapat mengakses data cuaca melalui pesan telegram atau melalui website pada ponsel pengguna. Alat ini didesain untuk beroperasi secara terus-menerus dengan daya yang disuplai oleh baterai atau sumber listrik PLN. Gambar 3.7 merupakan *flowchart* cara kerja alat Monitoring Cuaca Berkelanjutan dengan ESP32 dan Sensor Multi-Parameter.



**Gambar 3. 8.** *Flowchart* sistem monitoring cuaca berkelanjutan

### 3.5.4. Pengujian Sistem

Pada tahap ini dilakukan percobaan di lingkungan rumah dan umum untuk menjalankan dan menguji komponen dan program yang dirancang, dengan melakukan perubahan kondisi cuaca baik nyata maupun buatan terhadap alat sesuai dengan fungsi bagian-bagian sistem agar setiap langkah dan hasil dapat diamati, dicatat, dan dianalisa.

### 3.5.5. Evaluasi

Tahap ini melakukan pengoptimalan setiap komponen dan program alat. Mulai dari *hardware*, *software* dan kebutuhan perancangan lain seperti pengawasan terhadap perubahan hasil kondisi cuaca serta penambahan komponen dan program yang diperlukan apabila pada tahap pengujian terdapat kesalahan (*error*).



## BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Pengujian

Alat Sistem Monitoring Cuaca Berkelanjutan yang dibuat telah mencapai 100% dari target yang ditentukan. Sistem sensor, pengolahan data sensor, penampil data cuaca, dan pesan Telegram telah berhasil diintegrasikan sesuai dengan cara kerja masing-masing bagian sistem. Alat ini mempunyai bentuk portabel yang dikombinasikan dengan tiang berdiri guna memaksimalkan fungsi dari seluruh sensor untuk mendeteksi keadaan cuaca di sekitar. Pada bagian dalam portabel terdapat prototipe yang berfungsi sebagai sistem atau otak alat yang digunakan untuk pengolahan berbagai masukan dan keluaran sistem alat. Sehingga dengan hasil alat yang telah dibuat dapat membantu dalam pemantauan dan pengiriman informasi keadaan cuaca secara akurat, efisien, dan realtime kepada pengguna. Gambar alat Sistem Monitoring Cuaca Berkelanjutan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4. 1. Alat Monitoring Cuaca Berkelanjutan**

Untuk melakukan pengujian alat dilakukan dengan dua cara yaitu di dalam dan di luar ruangan yang di maksud dengan di dalam ruangan adalah pengujian dilakukan dengan membuat keadaan cuaca buatan yaitu dengan menggunakan beberapa elemen diantaranya hujan buatan (untuk menguji sensor hujan), air hangat dan es (untuk melihat perubahan yang terjadi pada sensor suhu), cahaya ruangan (untuk menentukan cuaca cerah dan mendung), kipas angin (untuk melihat perubahan kecepatan angin) dan pengujian yang selanjutnya di lakukan di luar ruangan yaitu adalah metode pengumpulan data yang di lakukan untuk mendapatkan hasil data yang sesuai dengan keadaan cuaca yang sebenarnya.



**Gambar 4. 2. Pengujian Alat**

Untuk menentukan kondisi cuaca cerah, gerimis atau mendung di dalam sistem monitoring cuaca berkelanjutan ini menggunakan Sensor Hujan dengan melakukan beberapa kali pengujian kemudian di ambil kesimpulan. Pada saat Sensor Hujan terkena air secara langsung dan merata pada sensor dan menunjukan tegangan kurang dari 1V maka dikatakan sebagai hujan. Kemudian Sensor Hujan terkena air secara langsung dan akan tetapi tidak merata pada permukaan sensor dan menunjukkan tegangan antara 1V sampai 2,5V maka dikatakan sebagai gerimis. Terakhir Sensor Hujan tidak terkena oleh air dan menunjukkan tegangan lebih dari 2,5V maka dikatakan sebagai cerah.

Menentukan kondisi cuaca hujan deras, hujan ringan, cerah, dan berawan dengan mengikuti nilai yang dihasilkan dari sensor kelembapan dan intensitas cahaya. Apabila nilai sensor kelembapan lebih dari 80 dan intensitas cahaya kurang dari 500 maka dikatakan sebagai hujan deras. Untuk nilai sensor kelembapan antara 60 sampai 80 dan intensitas cahaya antara 500 sampai 2000 maka dikatakan sebagai hujan ringan. Apabila nilai sensor kelembapan kurang dari 60 dan intensitas cahaya lebih dari 2000 maka dikatakan sebagai cerah.

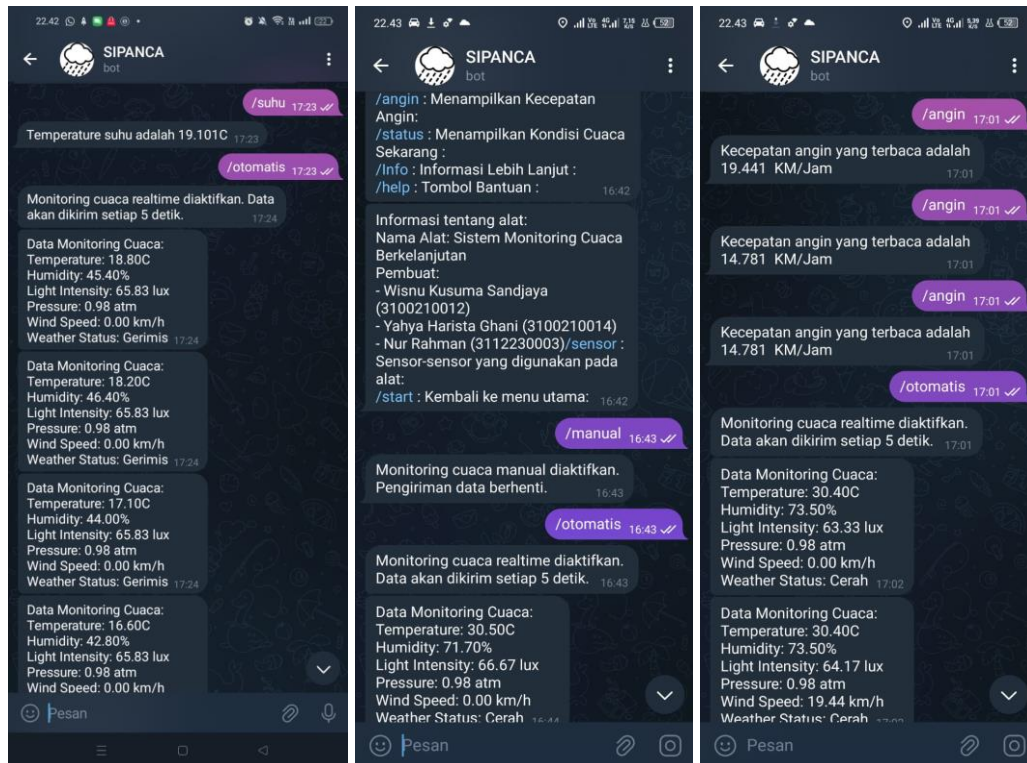
Terakhir apabila nilai sensor kelembapan selain nilai-nilai di atas maka dikatakan sebagai berawan.

Untuk menentukan kadar CO dan CO<sub>2</sub> rendah, sedang dan berbahaya dengan mengikuti hasil dari nilai sensor gas MQ135. Apabila nilai kadar CO kurang dari 9 dan kadar CO<sub>2</sub> kurang dari 400 maka dikatakan sebagai rendah. Kemudian apabila nilai kadar CO antara 9 sampai 35 dan kadar CO<sub>2</sub> antara 400 sampai 5000 maka dikatakan sebagai sedang. Terakhir apabila nilai kadar CO lebih dari 35 dan kadar CO<sub>2</sub> lebih dari 5000 maka dikatakan sebagai berbahaya.

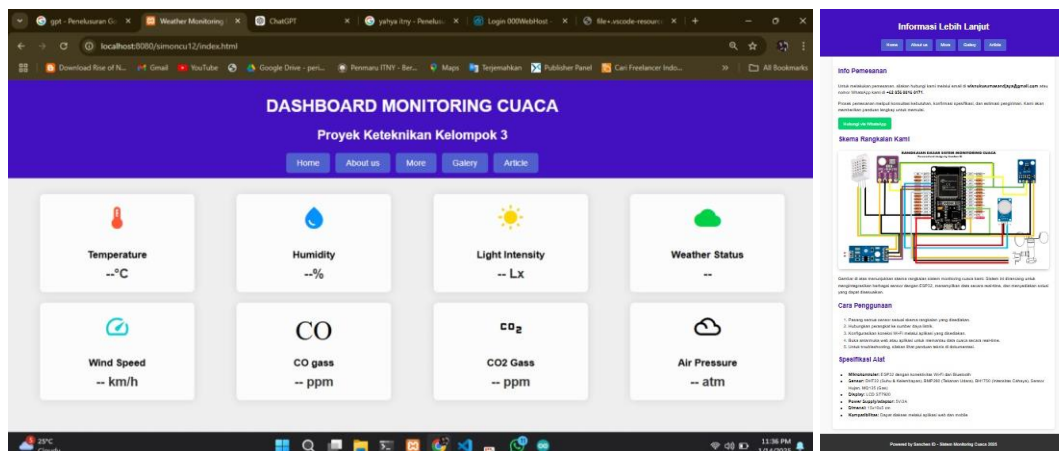
Bentuk tampilan data cuaca menggunakan dua tampilan yaitu tampilan pada LCD alat dan tampilan dalam bentuk pesan telegram. Tampilan pada LCD alat memiliki lima menu tampilan utama dan satu tampilan *loading screen* atau reset yang semuanya dikontrol menggunakan push button. Tampilan menu awal adalah data pembacaan sensor, menu kedua ketinggian tanah dan tekanan udara (hpa), menu ketiga kadar CO dan statusnya, menu keempat kadar CO<sub>2</sub> dan statusnya, dan menu kelima adalah status cuaca. Dan untuk tampilan pada pesan telegram memiliki tampilan data cuaca dengan mode manual dan otomatis. Pada mode manual pesan data cuaca hanya muncul (dikirim) ketika dipanggil satu per satu dengan pesan khusus dan dengan mode otomatis secara langsung data cuaca akan dikirimkan terus menerus setiap 5 detik sekali secara real time. Pada Web telah dibuat akan tetapi terdapat kesulitan dalam pengkoneksian web dengan sistem alat. Bentuk tampilan LCD dan pesan Telegram serta Web adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 3. Tampilan LCD Alat



Gambar 4. 4. Tampilan Pesan Telegram



Gambar 4. 5. Tampilan Web

Alat Sistem Monitoring Cuaca Berkelanjutan berhasil diambil sampel percobaan selama 12 kali dalam 2 hari, pada waktu subuh, pagi, sore, dan malam baik keadaan cerah, berawan, gerimis, dan hujan. Adapun data hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1. Data Hasil Pengujian Alat

No	Tanggal	Waktu	Tempat	Suhu	Kelembapan Udara	Intensitas Cahaya	Tekanan Udara		Kecepatan Angin	Curah Hujan	Ketinggian Tanah	Kadar CO	Kadar CO <sup>2</sup>	Status Cuaca	Elemen Penguji
							atm	hpa							
1	14/1/2024	17.04	Dalam Rumah Rahman (Dabag, Concat)	30,5°C	72,6%	65,8 lux	1	994	0 km/j	Tidak Hujan	156,2 m	0,05 Low	220 Low	Cerah	Ling-Kungan
2	14/1/2024	17.09	Dalam Rumah Rahman (Dabag, Concat)	30,4°C	72,7%	65,8 lux	1	995	0 km/j	Tidak Hujan	155,8 m	0,11 Low	250 Mid	Cerah	Ling-Kungan
3	14/1/2024	17.17	Dalam Rumah Rahman (Dabag, Concat)	30,5°C	73%	65,8 lux	1	995	0 km/j	Hujan	154,11 m	0,13 Low	406 Mid	Berawan Tidak Berangin	Air
4	14/1/2024	17.27	Dalam Rumah Rahman (Dabag, Concat)	13,2°C	50,4%	65,8 lux	1	995	0 km/j	Hujan	150,65 m	0,25 Low	129 Low	Berawan Tidak Berangin	Air, Es
5	14/1/2024	17.32	Dalam Rumah Rahman (Dabag, Concat)	8,2°C	70,5%	65,8 lux	1	995	10 km/j	Hujan	148,74 m	0,39 Low	178 Low	Berawan Berangin	Air, Es, Kipas
6	14/1/2024	17.37	Dalam Rumah Rahman (Dabag, Concat)	9,7°C	77,6%	2,5 lux	1	995	0 km/j	Hujan	148,2 m	0,28 Low	174 Low	Hujan Tidak Berangin	Air, Es, Lampu
7	14/1/2024	17.56	Luar Rumah Rahman (Dabag, Concat)	26°C	99%	75 lux	1	996	0 km/j	Hujan	145 m	0,14 Low	455 Mid	Hujan Deras Tidak Berangin	Ling-Kungan
8	14/1/2024	18.03	Luar Rumah Rahman	25,8°C	99,3%	22,5 lux	1	996	0 km/j	Hujan	142,9 m	0,28 Low	195 Low	Hujan Deras	Ling-Kungan

			(Dabag, Concat)											Tidak Berangin	
9	14/1/2024	18.22	Luar Rumah Rahman (Dabag, Concat)	26,1°C	98,7%	11 lux	1	995	0 km/j	Hujan	138 m	0,14 Low	289 Low	Hujan Deras Tidak Berangin	Ling-Kungan
10	14/1/2024	10.10	Luar Rumah Rahman (Dabag, Concat)	29°C	79,7%	10 lux	1	995	0 km/j	Tidak Hujan	138,9m	0,16 Low	266 Low	Cerah Tidak Berangin	Ling-Kungan
11	15/1/2024		Luar Rumah Rahman (Dabag, Concat)				1	996	0 km/j						Ling-Kungan
12	15/1/2024		Luar Rumah Rahman (Dabag, Concat)				1	996	0 km/j						Ling-Kungan

#### **4.2. Evaluasi & Pembahasan**

Dari data hasil pengujian alat di atas dengan pengujian secara buatan dan nyata dapat kita bahas bahwa pada saat alat diletakan di dalam ruangan nilai suhu yang dihasilkan lebih tinggi daripada saat alat diletakan di luar ruangan, hal ini sangat sesuai karena bahwasanya di dalam rumah udara dari luar tidak bisa semuanya masuk dan juga saat alat didekatkan dengan es perubahan nilai suhu menjadi turun. Kemudian kelembapan udara juga bergantung pada penempatan alat ketika di dalam dan di luar ruangan serta kondisi hujan. Selanjutnya pada nilai intensitas cahaya sangat dipengaruhi oleh banyaknya cahaya yang didapat, bahkan cahaya lampu yang menerangi tempat ikut terbaca. Pada Tekanan udara didapatkan hasil nilai yang hampir sama dikarenakan posisi alat pada daerah yang sama. Kemudian nilai Kecepatan Angin di sini akan tampil apabila angin bisa memutarakan baling-baling anemometer seperti menggunakan kipas. Status curah hujan bernilai apabila pada permukaan sensor hujan terkena air baik merata pada sensor maupun tidak merata. Ketinggian tanah pada hal ini nilai yang dihasilkan berbeda-beda padahal alat tidak dipindahkan ke wilayah yang lain. Kadar CO dan CO<sub>2</sub> dipengaruhi oleh gas-gas yang ada pada sekitar alat seperti percobaan di atas yang dilakukan di pinggir jalan sehingga menyerap banyak asap kendaraan. Status cuaca sangat bergantung pada pembacaan sensor-sensor terutama sensor hujan, suhu, kelembapan, dan anemometer.



## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. Kesimpulan**

Kesimpulan dari hasil penelitian dijelaskan sebagai berikut:

1. Sensor suhu dapat menyesuaikan perubahan suhu di lingkungan sekitar dengan akurat.
2. Sensor kelembapan udara dapat dengan baik menyesuaikan perubahan udara di lingkungan sekitar dengan akurat.
3. Sensor cahaya menangkap semua jenis cahaya yang diterima sehingga tidak bisa menjadi patokan bahwa kondisi cuaca sedang cerah, mendung, pagi ataupun malam
4. Sensor tekanan udara memberikan hasil yang tepat dan akurat berdasarkan letak penempatan alat di wilayah tertentu.
5. Anemometer membutuhkan dorongan angin yang kuat untuk memutar baling-baling agar bisa mengetahui nilai kecepatan angin pada lingkungan sekitar.
6. Sensor hujan memberikan nilai yang sesuai berdasarkan kerataan permukaan sensor terkena air.
7. Nilai ketinggian tanah yang ditampilkan pada hasil data tidak bisa menjadi acuan dalam mengukur ketinggian wilayah suatu tempat.
8. Sensor gas mendeteksi gas berdasarkan kondisi CO dan CO<sup>2</sup> yang ada di sekitar alat,
9. Status cuaca alat menampilkan hasil yang sesuai dan akurat terhadap kondisi lingkungan yang terjadi.

### **5.2. Saran**

Adapun saran yang perlu disampaikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk melakukan monitoring cuaca secara berkelanjutan dengan data yang lebih akurat alat ini perlu ditempatkan pada luar rumah ditempat yang hanya kondisi cuaca yang dapat mempengaruhi sensor, seperti di atas rumah.
2. Perlunya kombinasi dari keseluruhan sensor untuk menampilkan status cuaca yang lebih akurat dan realtime.



## DAFTAR PUSTAKA

- Arrahma, S.A. and Mukhaiyar, R. (2023) 'Pengujian Esp32-Cam Berbasis Mikrokontroler ESP32', *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(1), pp. 60–66.
- Fuad, H. (2019) 'Rancang bangun sistem monitoring ternak ayam berbasis internet of things (IoT)', *Institut Teknologi Telkom Purwokerto*, 02(01), pp. 1–5.
- Hamami, F. and Dahlan, I.A. (2022) 'Klasifikasi Cuaca Provinsi Dki Jakarta Menggunakan Algoritma Random Forest Dengan Teknik Oversampling', *Jurnal Teknoinfo*, 16(1), p. 87. Available at: <https://doi.org/10.33365/jti.v16i1.1533>.
- Hardyanto, R.H. (2017) 'Konsep Internet Of Things Pada Pembelajaran Berbasis Web', *Jurnal Dinamika Informatika*, 6(1), pp. 87–97.
- Puspita, E.S. and Yulianti, L. (2016) 'Perancangan Sistem Peramalan Cuaca Berbasis Logika Fuzzy', *Jurnal Media Infotama*, 12(1). Available at: <https://doi.org/10.37676/jmi.v12i1.267>.
- Ratri, A.S., Poekoel, V.C. and Rumagit, A.M. (2021) 'Design Of Weather Condition MonitoringSystem Based On Internet Of Things', *Jurnal Teknik Informatika*, 17(1), pp. 1–10. Available at: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/informatika>.
- Ulum, M. bahrul (2023) 'Sistem Monitoring Cuaca Dan Peringatan Banjir Berbasis Iot Dengan Menggunakan Aplikasi Mit App Inventor', *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3), pp. 319–328. Available at: <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3.3088>.
- Wahyu, S. *et al.* (2021) 'Pengujian Esp32-Cam Berbasis Mikrokontroler ESP32', *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 9(1), pp. 71–78. Available at: <https://doi.org/10.23960/jtaf.v9i1.2713>.

## JADWAL KEGIATAN

No	KEGIATAN	Sep		Okt				Nov				Des				Jan			
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Pembentukan Tim																		
2.	Pengumpulan data																		
3.	Persentasi Ide																		
4.	Penyusunan Proposal																		
5.	Implementasi																		
6.	Pengujian																		
7.	Evaluasi																		

### RINCIAN ANGGARAN BIAYA

No	Komponen	Volume	Harga Satuan	Total
1	ESP32	1 unit	Rp. 80.000,00	Rp. 80.000,00
2	Adaptor 5V	1 unit	Rp. 35.000,00	Rp. 35.000,00
3	Modul Stepdown DC Converter	1 unit	Rp. 12.000,00	Rp. 12.000,00
4	Kabel Jumper 20cm	20 Buah	Rp. 1000,00	Rp. 20.000,00
5	Sensor Anemometer	1 unit	Rp.350.000,00	Rp.350.000,00
6	Sensor DHT22	1 unit	Rp. 20.000,00	Rp. 20.000,00
7	Sensor BMP280	1 unit	Rp. 8000,00	Rp. 8000,00
8	Sensor MQ-135	1 unit	Rp. 5000,00	Rp. 5000,00
9	Sensor BH 1750	1 unit	Rp. 8000,00	Rp. 8000,00
10	Sensor Hujan	1 unit	Rp. 12.000,00	Rp. 12.000,00
11	LCD 16x2	1 buah	Rp. 35000,00	Rp. 35.000,00
Total				Rp. 585.000,00

## LAMPIRAN

