

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara ekuator dengan iklim tropis yang mengalami dua musim yang jelas setiap tahunnya musim hujan dan musim kemarau.. Perubahan iklim yang terjadi dapat menimbulkan beberapa dampak, misalnya peningkatan suhu udara di seluruh Indonesia yang dapat memengaruhi beberapa daerah yang mengalami penurunan curah hujan dan daerah lain mengalami peningkatan curah hujan, sehingga mengakibatkan perubahan pola curah hujan yang pada dasarnya memengaruhi berbagai aspek kehidupan. Karena fluktuasi iklim meningkat akibat perubahan iklim, perkiraan kondisi cuaca sangat penting untuk menentukan keputusan.

Aktivitas manusia memiliki hubungan langsung dan tidak langsung dengan kondisi cuaca. Sektor pertanian merupakan salah satu aktivitas yang terdampak oleh kondisi cuaca. Karena kurangnya pengaruh kita terhadap lingkungan, kejadian ini menjadi menarik. Dinamika pertanian sangat bergantung pada data iklim.. Data iklim merupakan salah satu variabel pendukung bagi para pelaku pertanian, karena perubahan iklim dapat memengaruhi produksi pertanian.

Untuk mengetahui data iklim, Anda dapat mengunjungi situs penyedia data seperti *AccuWeather*, *Weather Chanel*, *Weather Underground*, BMKG, dan berbagai situs-situs lainnya. Meskipun ada berbagai situs dan lembaga yang

memberikan data tentang prakiraan cuaca, data cuaca yang diberikan mungkin saja berbeda-beda, hal ini karena data iklim yang diberikan merupakan data iklim dalam rentang waktu yang cukup panjang, sehingga dalam rentang waktu tertentu perubahan kondisi cuaca mungkin tidak dapat diketahui, selain itu, data yang disajikan biasanya mencakup wilayah yang luas sehingga mungkin saja ada perbedaan pembacaan iklim di daerah-daerah.

Pada penelitian ini, peneliti akan diarahkan pada penggunaan beberapa sensor informasi parameter cuaca. Adapun penggunaan sensor yang akan digunakan seperti sensor suhu dan kelembaban, sensor intensitas cahaya, dan sensor *raindrop*. Oleh karena itu, dengan penelitian ini petani dapat menggunakan dengan efisien terkait dengan pengambilan keputusan di bidang pertanian.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem terintegrasi dengan sensor untuk pembacaan parameter cuaca.
2. Bagaimana mengimplementasikan pembacaan sensor parameter cuaca dengan akurat.

C. Tujuan Penelitian

1. Dapat merancang sistem terintegrasi dengan sensor untuk pembacaan parameter cuaca.
2. Dapat menilai tingkat akurasi pembacaan sensor parameter cuaca.

D. Batasan Masalah

Adanya batasan masalah diperlukan agar penelitian ini tetap dalam parameter yang ditetapkan dan tetap fokus. Berikut ini adalah batasan masalah penelitian:

1. Penelitian ini dilakukan di lokasi pertanian Poccoka, Kelurahan Watang Suppa, Kec.Suppa, Kab.Pinrang
2. Mikrokontroler yang digunakan yaitu ESP32
3. Parameter cuaca yang akan ditampilkan hanya data yang diperoleh dari sensor berupa suhu dan kelembaban, sensor hujan, dan sensor intensitas cahaya.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu mengembangkan teknologi yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan terkait kondisi cuaca di sektor pertanian dan bisa dijadikan bahan referensi untuk penelitian selanjutnya terkait dengan sistem akuisisi data parameter cuaca.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Cuaca

cuaca merupakan suatu gejala alam yang terdiri dari beberapa unsur. Apabila salah satu dari unsur tersebut berubah, maka unsur-unsur lainnya juga akan berubah. Perubahan umum ini disebut perubahan kondisi cuaca. Ada beberapa unsur cuaca yang dapat memengaruhi perubahan kondisi cuaca, misalnya suhu udara, tekanan gas, kelembapan udara, kecepatan dan arah angin, intensitas cahaya, dan lain-lain. Prakiraan kondisi cuaca merupakan sesuatu yang secara khusus diharapkan untuk menentukan pilihan pada suatu tindakan yang berhubungan dengan iklim. Penggunaan perkiraan kondisi cuaca yang tidak terlalu ideal juga dapat menjadi gangguan dalam beberapa kegiatan sehari-hari. Untuk membuat data perkiraan kondisi cuaca, ada serangkaian siklus yang harus dilakukan agar data perkiraan kondisi cuaca dapat diteruskan secara menyeluruh dan jelas kepada pihak-pihak yang bersangkutan. Untuk mengetahui iklim, tentu saja diperlukan informasi curah hujan dan informasi tentang unsur-unsur cuaca lainnya juga secara khusus diharapkan untuk menentukan perkiraan kondisi cuaca, misalnya informasi suhu, kecepatan angin, dan kelembapan udara. Sistem Cuaca Otomatis, atau AWS, adalah perangkat yang dapat digunakan untuk mengumpulkan data ini. Kondisi meteorologi dapat dijelaskan menggunakan data yang diperoleh dari AWS. AWS

adalah stasiun yang menghasilkan estimasi yang secara langsung menghasilkan kode yang diubah dan mengirimkan atau merekam efek persepsi komponen iklim secara otomatis. Beberapa sensor, RTU (*Remote Terminal Unit*), sekelompok PC yang dilengkapi LED, dan komponen lain biasanya disertakan dengan pengaturan AWS. Suhu, kelembapan, tekanan udara, presipitasi, piranometer, arah dan kecepatan angin, dan meter radio netto adalah beberapa sensor yang digunakan. RTU adalah terminal pengumpulan data cuaca yang dilengkapi dengan pencatat data cuaca (Qudratullah, dkk, 2017).

2. Akuisisi data

Kerangka kerja yang dapat menerima, mengumpulkan, dan menyiapkan data untuk diproses sesuai kebutuhan dikenal sebagai sistem akuisisi data. Struktur umum akuisisi data adalah untuk memungkinkan sistem kerja menerima, mengumpulkan, dan menyimpan data dalam format yang disiapkan untuk pemrosesan selanjutnya.. Pada awalnya, proses penanganan informasi biasanya dilakukan secara fisik oleh manusia, sehingga jumlah perubahan yang sebenarnya dapat dirasakan langsung oleh kelima indra manusia. Saat ini, komputer menangani perolehan informasi, yang diubah dari jumlah sumber informasi yang sebenarnya menjadi sinyal digital. Pemanfaatan perangkat lunak untuk pengumpulan data dimungkinkan oleh penanganan dan kontrol komputer. Inovasi dalam penangkapan data ini dapat digunakan dengan multisensor untuk mendeteksi tekanan udara, suhu, kelembapan, kadar gas oksigen, dan gas hidrogen (Sindua, dkk, 2020).

3. Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (System on Chip) yang dilengkapi dengan WIFI 802.11 B/G/N, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai *peripheral* lainnya. ESP32 merupakan chip yang benar-benar lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan, dan akses ke GPIO (Universal Functional Information Output). ESP32 juga dapat mengaktifkan koneksi WiFi langsung, ia dapat digunakan sebagai rangkaian pengganti Arduino..



Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP32 (*sumber : Girzang, dkk, 2021*)

Tabel 2.1 Spesifikasi Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler	Tensilica 32 bit
Flash Memory	4 KB
Tegangan Operasi	3.3 V
Tegangan Input	7 – 12 V
Digital I/O	16
Analog Input	1 (10 Bit)
Interface UART	1
Interface SPI	1
Interface	I2C

Ada dua versi papan ini: 30 GPIO dan 36 GPIO. Meskipun memiliki kemampuan yang identik, 30 GPIO dipilih karena memiliki dua pin GND. Agar

mudah mengenali setiap pin, semuanya ditandai di bagian atas papan. Dengan menggunakan alat pengembangan aplikasi seperti Arduino IDE, antarmuka USB ke UART pada papan ini mudah diprogram. Konektor micro USB dapat digunakan untuk menyalurkan daya ke papan (Nizam, dkk, 2022).

4. Sensor DHT21

Sensor DHT 21 ini digunakan untuk mendeteksi kelembaban dan suhu udara dengan mengumpulkan data sinyal digital dan mengeluarkannya sebagai sinyal data terkalibrasi, sehingga data yang dihasilkan dapat diandalkan dan stabil. Sensor tersebut dapat dihubungkan dengan mikrokontroler komputer 8 bit sebagai pengontrol. Sensor model ini memiliki data suhu yang telah dikalibrasi secara akurat dalam ruang kalibrasi, dengan koefisien kalibrasi yang disimpan dalam memori OTP sensor. Ketika sensor mendeteksi keadaan suhu dan kelembaban, itu cocok dengan data yang terdeteksi sesuai dengan nilai koefisien kalibrasi yang terdapat dalam memori. Sensor DHT21 ini memiliki keunggulan ukuran kecil 22x8,5 mm, konsumsi daya rendah, dan jarak transmisi 20 m, yang membuat sensor cocok dan mudah diterapkan. Dilengkapi Empat Pin untuk Koneksi Sensor ke Perangkat mikrokontroler (Kurniawan, dkk, 2023).



Gambar 2.2 DHT21 (*sumber : Kurniawan, dkk, 2023*)

Tabel 2.2 Spesifikasi sensor DHT21

Tegangan masukan	3,3 - 5 vdc
Rentan temperatur	-40 - 50 ° C kesalahan $\pm 0,5$ ° C
Kelembaban	0 - 99% RH $\pm 3\%$ RH error

5. Sensor hujan

Sensor hujan adalah jenis sensor yang dapat mendeteksi apakah hujan atau tidak, dan dapat diterapkan pada berbagai situasi dalam kehidupan sehari-hari.. Secara tampilan, sensor ini dijual dalam bentuk modul sehingga Anda hanya perlu memberikan jumper untuk menghubungkannya dengan mikrokontroler atau Arduino. Sensor ini mengidentifikasi keberadaan air secara langsung. Hasil dari sensor ini berupa angka yang memiliki batasan nilai adc maksimum sebesar 1024 (Mufidah, 2018).

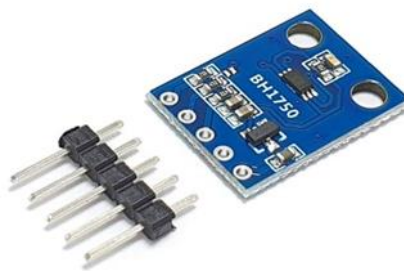
**Gambar 2.3** Sensor hujan (sumber : Muufidah, 2018)

Output sensor hujan digunakan untuk menentukan apakah ada hujan. Jika hujan tidak terdeteksi, nilai output sensor tinggi; jika hujan terdeteksi, nilainya rendah (Mustar, dkk, 2017).

6. Sensor cahaya BH 1750

Sensor cahaya terkomputerisasi BH1750 memiliki antarmuka transport I2C. Informasi tentang cahaya sekitar paling baik diperoleh menggunakan IC ini.

Berbagai target tinggi sekitar 16-bit dapat diidentifikasi oleh sensor ini. Dengan rentang pengukuran 1 lux hingga 65535 lux, BH1750 ini menghasilkan estimasi cahaya dalam lux, satuan pencahayaan yang ditetapkan dalam SI. Lux adalah pengukuran kecerahan yang dicapai saat sumber cahaya hadir (Khuriati, 2022).



Gambar 2.4 Sensor cahaya BH1750 (*sumber : Khuriati, 2022*)

Tabel 2.3 Spesifikasi sensor cahaya BH1750

Tegangan masukan	3 – 5 V
Resolusi	1-65535 lux
Keluaran	Digital
Akurasi	±20%

7. RTC (*Real Time Clock*)

RTC (*Real Time Clock*) adalah jam elektronik yang berbentuk chip dan mampu terus melacak dan menyimpan informasi waktu secara progresif, serta menghitung waktu dengan akurasi mulai dari detik hingga tahun.. Setelah proses estimasi waktu selesai, data segera disimpan atau dikirimkan ke perangkat lain melalui kerangka titik koneksi karena jam beroperasi secara progresif. Biasanya ditemukan di sebelah chip Profiles pada motherboard PC, Karena kapasitas RTC untuk menyimpan data jam terkini dari PC yang dirujuknya, semua PC menggunakannya. Baterai memberi daya pada chip di RTC, memastikan bahwa jam

selalu terkini bahkan saat PC mati. Dengan memanfaatkan osilator kristal, RTC dianggap sebagai jam yang sangat akurat (Suryadi, 2017).



Gambar 2.5 Real time clock (*sumber* : Suryadi, 2017)

8. Data logger

Data logger adalah perangkat yang dapat membaca berbagai jenis sinyal informasi dan menyimpan data sinyal tersebut dalam memori atau hard drive komputer. Dibandingkan dengan data logger informasi pada umumnya, data logger memiliki keunggulan karena dapat dioperasikan secara independen dari komputer dan tersedia dalam berbagai konfigurasi, dari satu saluran hingga beberapa saluran, yang dapat menangani puluhan hingga banyak sinyal informasi secara berurutan berdasarkan kebutuhan pengguna (Rismawati, dkk, 2020).

Modul *sdcard* ini dapat membaca dan menulis ke kartu SD. Jalur koneksi modul ini memanfaatkan komunikasi SPI. Tegangan operasi modul ini antara 3,3 V DC atau 5 V DC (Pratama,2021).



Gambar 2.6 Modul SD Card (*sumber* : Pratama,2021)

9. Liquid crystal display (LCD)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah jenis layar elektronik yang menggunakan teknologi logika CMOS. Alih-alih memancarkan cahaya dari bagian yang diterangi, ia memancarkan cahaya dengan memantulkan cahaya dari lingkungan sekitar ke komponen yang diterangi.. Informasi dapat ditampilkan pada LCD dalam bentuk karakter, huruf, angka, atau bentuk. LCD merupakan tampilan tujuh bagian yang terdiri dari lapisan campuran organik yang diapit di antara lapisan katode pada kaca belakang dan lapisan kaca transparan dengan terminal indium oksida yang lurus. Molekul organik yang panjang dan berbentuk silinder menyelaraskan diri dengan elektroda segmen ketika terminal digerakkan oleh medan listrik (tegangan). Lapisan reflektor muncul setelah *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horizontal belakang lapisan sandwich. Informasi yang akan ditampilkan mengambil karakternya dari komponen yang dipantulkan, yang tampak kabur karena ketidakmampuan cahaya yang dipantulkan untuk melewati molekul yang telah berubah bentuk (Natsir, dkk, 2019).



Gambar 2.7 Liquid Crystal Display (*sumber : Natsir, dkk, 2019*)

10. Panel surya

Energi surya merupakan sumber daya yang tak terbatas dan akan selalu tersedia. Energi surya juga dapat digunakan sebagai sumber energi cadangan

dengan menggunakan sel surya untuk mengubahnya menjadi energi listrik. Sel surya juga dikenal sebagai sel fotovoltaik (disingkat PV) karena merupakan perangkat yang menggunakan mekanisme efek fotovoltaik untuk mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. Sel surya menghasilkan tegangan listrik yang sangat kecil—sekitar 0,6 V saat tidak ada beban dan 0,45 V saat ada beban. Beberapa sel surya yang dipasang secara seri diperlukan untuk mencapai tegangan listrik tinggi yang diinginkan. Tegangan yang dihasilkan dari penyambungan 36 sel surya secara seri kira-kira 16 volt. Untuk baterai 12 V, tegangan ini sudah cukup. Diperlukan lebih banyak sel surya untuk mencapai tegangan keluaran yang lebih tinggi. Pengisi daya berbasis surya, yang juga disebut modul berbasis surya, terdiri dari banyak sel surya. Untuk menghasilkan arus dan daya yang cukup untuk kebutuhan sehari-hari, sepuluh atau lebih panel surya yang diintegrasikan bersama sudah cukup (Purwoto, dkk, 2019).

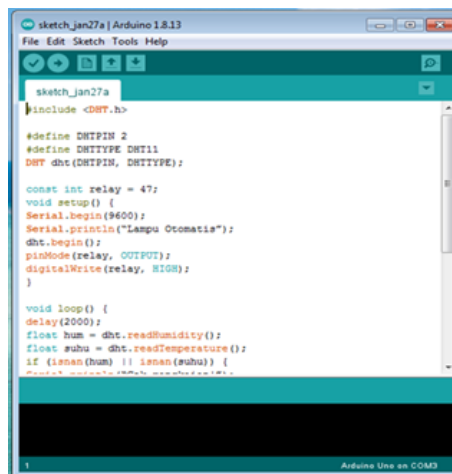


Gambar 2.8 Panel Surya (*sumber : Gunawan, 2021*)

11. Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Arduino IDE, atau Integrated Development Environment, adalah aplikasi bawaan yang menawarkan berbagai kontrol atas mikrokontroler *single board* yang mudah digunakan dan *open source*. Arduino IDE ini dapat membuat, membuka,

menggabungkan, dan mentransfer ke papan Arduino menggunakan pemrograman Arduino. Tujuan dari program Arduino IDE adalah untuk memfasilitasi pembuatan berbagai aplikasi oleh pengguna. Program Arduino IDE dalam C/C++ dengan fungsionalitas penuh sehingga konsumen dapat menilainya (Nizam, dkk, 2022).



Gambar 2.9 Arduino IDE (*sumber* : Nizam, dkk, 2022)

Bagian yang diberi label "void setup" dan "void loop" biasanya ditemukan dalam struktur perintah Arduino. Sementara perintah void loop akan dijalankan terus-menerus selama Arduino dihidupkan, perintah void setup hanya akan dijalankan satu kali saat Arduino dihidupkan (Mulyana, dkk, 2014).

B. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya bertujuan untuk mengumpulkan bahan perbandingan dan referensi. Oleh karena itu, peneliti akan menyertakan hasil berikut dari sejumlah penelitian terdahulu sebagai berikut. :

1. Penelitian yang dilakukan oleh Jihad. H. R, dkk. (2022) dengan judul “Perancangan Sistem Akuisisi Data dan Sistem Monitoring Parameter Lingkungan dengan Protokol MQTT pada Smart Greenhouse” pada penelitian ini menggunakan metode greenhouse. umumnya pengaturan kondisi di dalam greenhouse masih menggunakan metode manual seperti pengukuran suhu ruangan menggunakan termometer, pengukuran kelembaban udara dengan higrometer, dan pengukuran kelembaban tanah dan pH tanah dengan soil pH moisture meter. Maka dari itu diperlukan adanya upaya pengembangan pada greenhouse agar dapat menjaga kondisi lingkungan tanpa harus menggunakan bantuan tangan manusia secara langsung. Sistem terintegrasi yang kami rancang ini kami namakan sebagai sebuah smart greenhouse. Pada Smart greenhouse ini kami melakukan perancangan sistem akuisisi data dan sistem monitoring parameter lingkungan dengan protokol MQTT.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Sugiyanto. T, dkk. (2020) dengan judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Cuaca Berbasis Internet Of Things (IOT)” Sistem monitoring cuaca berbasis IoT di bangun bertujuan untuk memberikan sebuah informasi perubahan kondisi cuaca secara real-time kepada masyarakat dan informasi tersebut bisa di akses dengan mudah oleh semua orang melalui web. Device Sistem monitoring cuaca menggunakan sensor hujan (*Rain Drop*

Water Sensor), sensor LDR (*Light Dependent Resistor*), sensor suhu dan kelembapan (DHT11), sensor tersebut di kombinasikan menjadi sebuah informasi cuaca (cerah, mendung, hujan). Informasi dikirimkan ke server kemudian ditampilkan pada Website yang di update setiap 1 detik sekali dan informasi cuaca di simpan ke server dalam bentuk data statistik.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Fitra. L. N, dkk, (2020) dengan judul “Desain Sistem Monitoring Cuaca Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno” Dalam penelitian ini dirancang suatu alat pendeteksi cuaca yang akan me-monitoring beberapa variabel ukur yaitu suhu, kelembaban, polusi udara, curah hujan, kecepatan, dan arah angin yang mudah dijangkau dan diaplikasikan di tempat-tempat tertentu, yang datanya otomatis akan tersimpan ke komputer dengan tampilan Visual Studio.

BAB III

Metode Penelitian

A. Jenis Penelitian

Dengan menggunakan teknik *research and Development* atau Penelitian dan Pengembangan, peneliti melakukan penelitian ini melalui beberapa tahap, yaitu studi pustaka, studi berdasarkan referensi yang ada, dan diskusi dengan dosen pembimbing serta pihak-pihak terkait lainnya.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan di lokasi pertanian Poccoka, Kelurahan Watang Suppa, Kec.Suppa, Kab.pinrang dan estimasi waktu yang dibutuhkan penelitian ini selama kurang lebih 4 dimuali pada bulan april sampai bulan agustus 2024 dengan uraian kegiatan yaitu studi pustaka, perancangan alat, pengadaan alat dan bahan, pemasangan alat, Pengujian dan pembuatan laporan akhir.

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Uraian	Bulan			
		Ke 1	Ke 2	Ke 3	Ke 4
1.	Studi pustaka				
2.	Perancangan alat				
3.	Pengadaan alat dan bahan				
4.	Pemasangan alat				
5.	Pengujian dan analisis				
6.	Penyusunan laporan akhir				

C. Alat dan Bahan

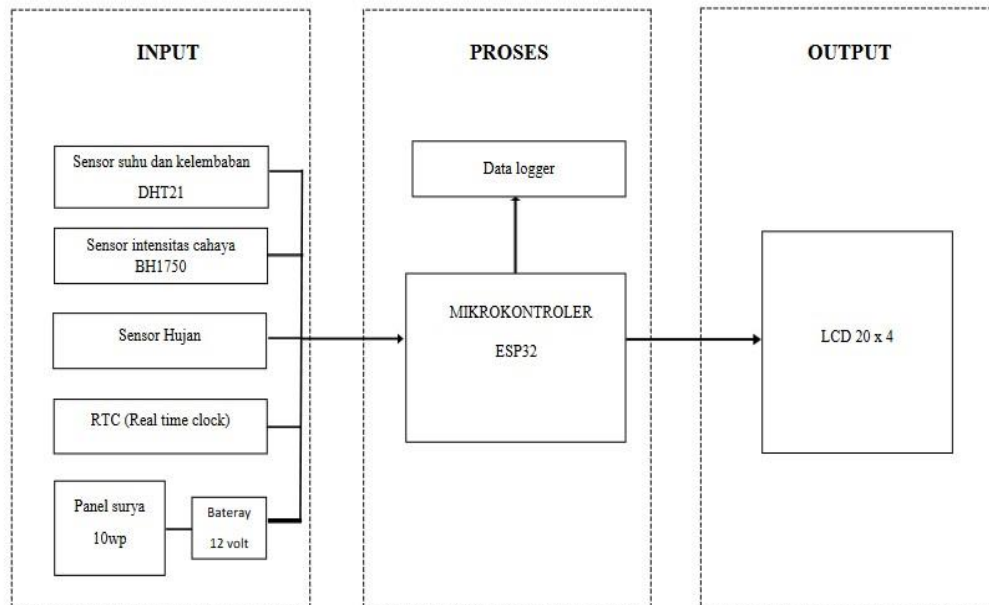
Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan alat dapat dilihat pada tabel dibawah ini ;

Tabel 3.2 Alat dan bahan

No	Uraian	Jumlah
1.	ESP32	1 Buah
2.	Sensor DHT11	1 Buah
3.	Sensor cahaya BH1750	1 Buah
4.	Sensor hujan	1 Buah
5.	Modul RTC	1 Buah
6.	Modul SD Card	1 Buah
7.	LCD 20 x 4	1 Buah
8.	Bateray 4 Volt	3 Buah
9.	Solar cell 10wp	1 Buah

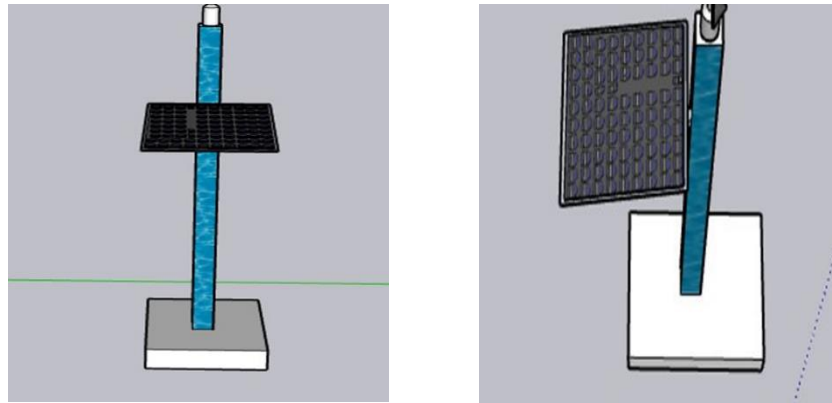
D. Rancangan Penelitian

Berikut merupakan blok diagram rancangan alat dapat dilihat pada gambar dibawah;



Gambar 3.1 Blok diagram

Pada gambar 3.1 merupakan blok diagram perancangan sistem penelitian ini secara keseluruhan. Sensor yang digunakan antara lain, DHT21 untuk membaca suhu dan kelembaban, sensor hujan membaca intensitas hujan, dan BH1750 untuk membaca intensitas cahaya dan modul RTC digunakan untuk memperoleh waktu secara *realtime*. ESP32 yang mengintegrasikan sensor-sensor tersebut kemudian data sensor akan disimpan di *sd card*, selanjutnya data yang tersimpan akan ditampilkan pada LCD 20x4 sehingga dapat mengetahui perubahan cuaca secara berkala.



Gambar 3.2 Rancangan 3D

Gambar 3.2 merupakan desain alat perancangan sistem akuisisi data parameter cuaca yang akan diaplikasikan di kawasan pertanian dengan menggunakan panel surya sebagai sumber tegangan.

E. Teknik Pengumpulan Data

1. Melakukan akuisisi data sensor dengan menggunakan mikrokontroler.
2. Melakukan validasi data dengan membandingkan data sensor dengan alat ukur.
3. Menguji tingkat akurasi data sensor dengan melakukan beberapa kali pengujian.

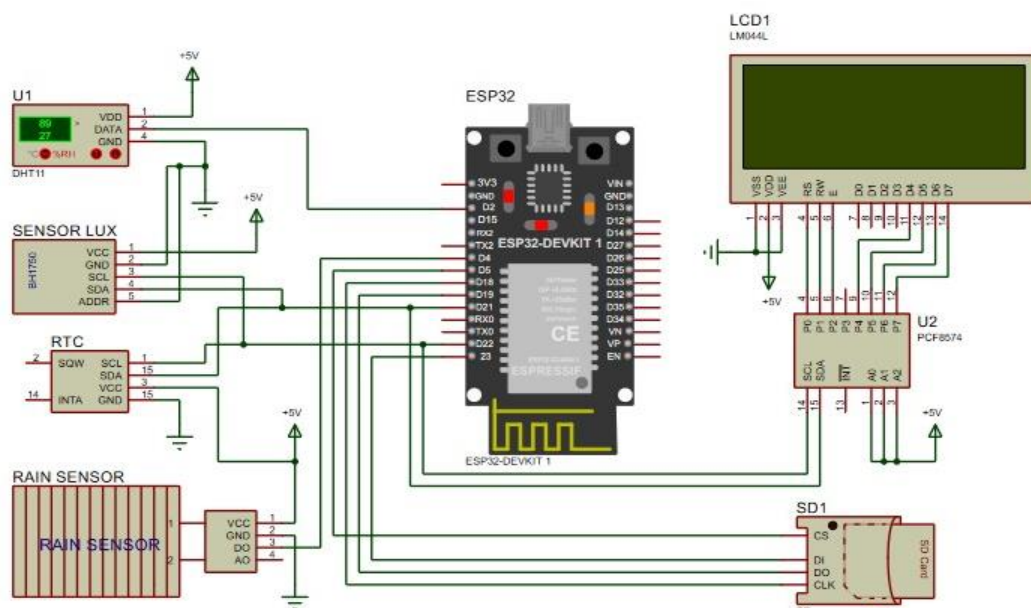
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancangan Sistem

1. Perangkat keras (*Hardware*)

Perancangan *hardware* atau perangkat keras pada sistem akuisis data parameter cuaca secara umum bisa dilihat pada gambar 4.1 sebagai berikut:



Gambar 4. 1 Rangkaian keseluruhan

Adapun komponen di bawah menunjukkan bagian-bagian yang digunakan dalam desain perangkat keras penelitian ini.



Gambar 4. 2 Rangkaian bagian dalam *box*



Gambar 4. 3 Bagian luar rancangan sistem

Untuk rincian komponen yang digunakan pada sistem akuisis data paameter cuaca diatas sebagai berikut:

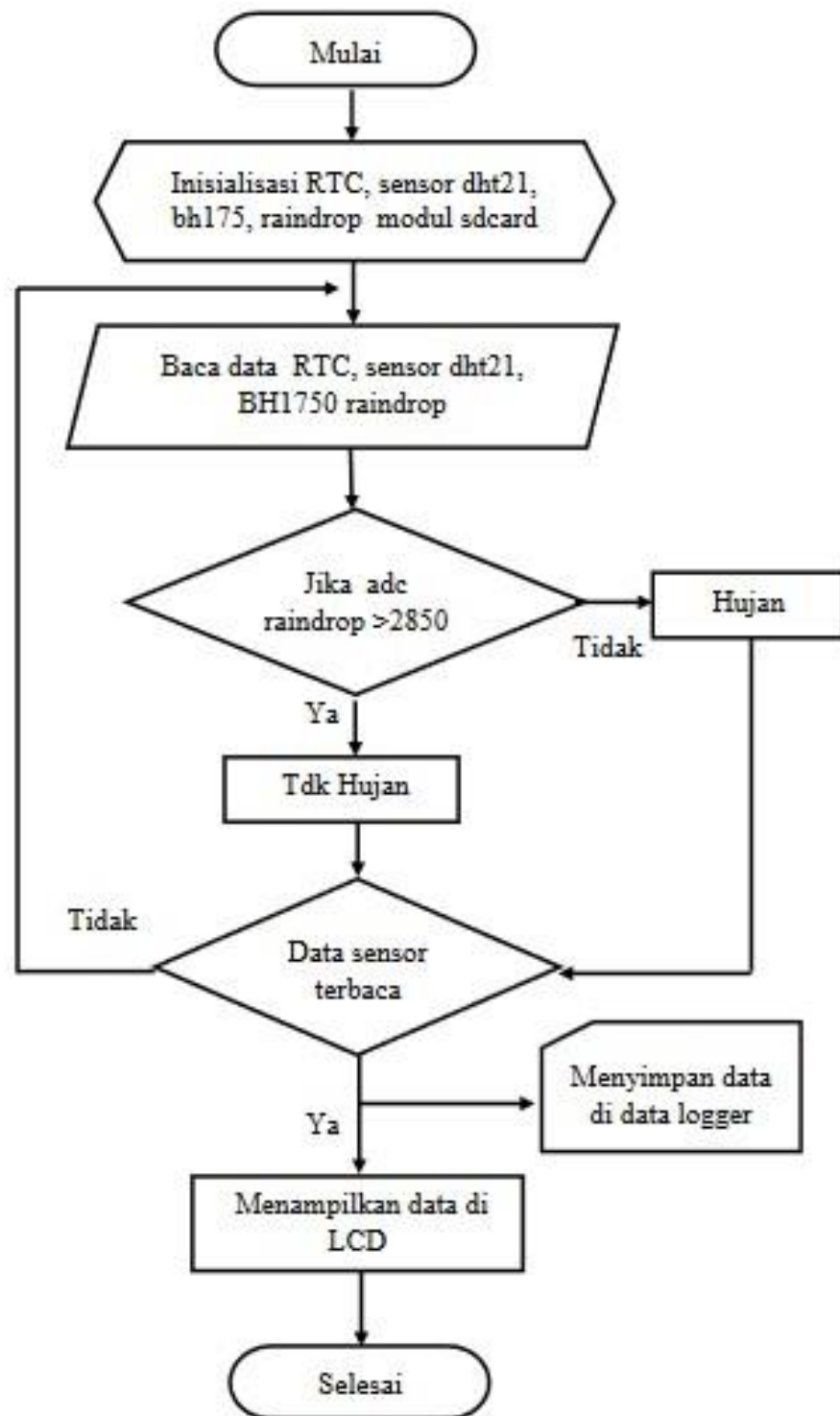
1. Mikrokontroler Esp32 berfungsi untuk mengintegrasikan sensor ataupun komponen yang digunakan pada sistem ini.
2. Sensor DHT21 berfungsi untuk mendeteksi perubahan suhu dan kelembaban udara.
3. Sensor BH1750 mengukur variasi intensitas cahaya dalam satuan lux..
4. Sensor *Raindrop* berfungsi untuk mendeteksi terjadinya hujan.
5. RTC (Real Time Clock) mencatat data waktu secara real time dan melakukan perhitungan waktu yang tepat dari detik hingga tahun, tipe RTC yang digunakan DS3231
6. Modul *micro sdcard* berfungsi untuk menyimpan data hasil pembacaan sensor ke *sdcard*.
7. LCD 20x4 menampilkan data dari pembacaan sensor..
8. Panel surya berfungsi sebagai sumber tegangan.

2. Perangkat lunak (software)

Aplikasi Arduino IDE digunakan untuk perancangan perangkat lunak. Papan esp32 akan menerima baris kode program yang dibuat dalam Arduino IDE. Tujuan dari perancangan perangkat lunak ini adalah untuk mengatur kinerja input dan output sistem perangkat keras..

a. Flowchart

Berikut *flowchart* prinsip kerja sistem akuisisi data parameter cuaca



Gambar 4.4 Flowchart sistem parameter cuaca

b. Perancangan Database

Dalam perancangan database menggunakan sdcard dengan format file txt.

1. Pertama menentukan struktur tabel, pada kolom pertama menampilkan id, kolom ini memberikan identifikasi untuk setiap baris data, nilai id akan bertambah secara otomatis setiap kali data baru dimasukkan.
2. Timestamp, datetime menyimpan tanggal dan waktu saat data diambil dengan melacak waktu pengukuran dengan presisi tinggi, dengan menggunakan tipe data string.
3. Suhu, menyimpan nilai data suhu yang diukur oleh sensor, tipe data yang digunakan yaitu float, karena menggunakan nilai desimal.
4. Kelembaban, menyimpan nilai kelembaban yang diukur oleh sensor dengan menggunakan tipe data integer.
5. Intensitas cahaya, menyimpan nilai lux yang diukur sensor dengan menggunakan tipe data integer.
6. Kondisi hujan, menyimpan nilai rainsensor yang diukur, dengan menggunakan tipe data String.

Data tersebut akan ditambahkan di database dengan menggunakan tipe data string dengan format file txt. Dengan skema database yang jelas, kita dapat menyimpan dan mengolah data cuaca dengan terstruktur di sdcard, memungkinkan akses dan pemrosesan data yang efisien.

c. Uraian program

- *Sketch* untuk menampilkan pembacaan sensor DHT21 pengukuran suhu dan kelembaban udara.

```
#include<DHT.h>
#define DHTPIN 2
#define DHTTYPE DHT21
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
  dht.begin();}

void loop() {
  float Suhu = dht.readTemperature(); //DHT11
  int Kelembaban = dht.readHumidity();
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("S:");
  lcd.print(Suhu);
  lcd.print((char)223);
  lcd.print("C");
  lcd.setCursor(11,2);
  lcd.print("K:");
  lcd.print(Kelembaban);
  lcd.println("%");
  delay(1000);}
```

Adapun sketch diatas menggunakan *library* dht, kemudian mendeklarasikan tipe sensor dht yang pakai, yaitu dht21 dan pin digital 2 sebagai input data dari sensor dht. Adapun di *void setup* dht.begin merupakan fungsi memulai pembacaan sensor dht21. Untuk pembacaan suhu menggunakan tipe data *float* karena membutuhkan bilangan desimal sedangkan untuk pembacaan kelembaban menggunakan tipe data *integer*.

➤ *Sketch* untuk menampilkan pembacaan sensor intensitas cahaya

```
#include <BH1750.h>
#include <Wire.h>
BH1750 lightmeter;

void setup() {
  Wire.begin();
  lightmeter.begin();
}

void loop() {
  int lux = lightMeter.readLightLevel(); //SENSOR CAHAYA
  lcd.setCursor(0,3);
  lcd.print("C:");
  lcd.print(lux);
  lcd.println("Lux");
  delay(1000);
}
```

Untuk inisiasi *library* menggunakan BH1750 dan wire.h untuk mengaktifkan fungsi I2C karena sensor tersebut menggunakan pin I2C. adapun di *void setup* akan menghubungkan mikrokontroler ke bus I2C dan memulai pembacaan sensor. Untuk *void loop*, pembacaan intensitas cahaya akan ditampilkan di lcd dan akan *looping* terus menerus dengan rentang waktu 1 detik.

➤ *Sketch* untuk menampilkan pembacaan sensor hujan

```
Void loop {
  rainSensor = analogRead(RAIN_PIN); //SENSOR HUJAN

  lcd.setCursor(11,2);
  Serial.print("nilai adc:");
  Serial.print(rainSensor);
  if (rainSensor >700){
    lcd.print("Tdk hujan");
    rain = "Tdk Hujan"; // Assign value to rain variable
  } else{
    lcd.print("Hujan");
    rain = "Hujan"; // Assign value to rain variable}
}
```

Untuk pembacaan sensor hujan menggunakan pin analog, ketika nilai adc rain sensor lebih dari 700 maka akan menampilkan “tdk hujan” di lcd, ketika nilai adc kurang dari 700 maka tampilan di lcd “hujan”.

➤ *Sketch* untuk menampilkan waktu RTC (*Real Time Clock*)

```
#include <RTClib.h>
RTC_DS3231 rtc;

Void setup {
  if (!rtc.begin()) {
    lcd.print("RTC not found!");
    while (1);}

  if (rtc.lostPower()) {
    lcd.print("RTC lost power, set the time!");
    rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
    //rtc.adjust(DateTime(2024, 7, 14, 12, 43, 30));}

  Void loop {
    DateTime now = rtc.now();
    String timestamp =
      String(now.day()) + "-" +
      String(now.month()) + "-" +
      String(now.year()) + " " +
      String(now.hour()) + ":" +
      String(now.minute()) + ":" +
      String(now.second());
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.print(timestamp);
    delay(1000);}
```

Sketch diatas merupakan program RTC (*Real Time Clock*) dengan tipe sensor DS3231. Pada bagian *Void setup* akan memulai menjalankan rtc tersebut dan mengatur data waktu. Kemudian *Void loop* akan menampilkan data waktu ke lcd dari detik sampai dengan tahun.

➤ Sketch simpan data

```
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include "FS.h"
const int CS = 5;

void setup() {
  SD.begin(SD_CS);
  if(!SD.begin(SD_CS)) {
    lcd.setCursor(2,3);
    lcd.print("Tdk ada sdCard");
    return;}

  uint8_t cardType = SD.cardType();
  if(cardType == CARD_NONE) {
    Serial.println("No SD card attached");
    return;}
  Serial.println("Initializing SD card...");

  if (!SD.begin(SD_CS)) {
    lcd.setCursor(2,3);
    lcd.print("sdCard error!");
    return;    // init failed}
}

void logSDCard() {
  dataMessage = String(readingID)+" | "+
String(timestamp)+" | "+String(Suhu)+"°C"+" |
"+String(Kelembaban)+"%"+" | "+String(lux)+" | "+
String(rain) + "\r\n";

  Serial.print("Save data: ");
  Serial.println(dataMessage);
  appendFile(SD, "/data.csv",
dataMessage.c_str());
}
Serial.print("Save data: ");
Serial.println(dataMessage);
appendFile(SD, "/Data Logger.txt",
dataMessage.c_str());
}

void writeFile(fs::FS &fs, const char * path, const
char * message)
{
  Serial.printf("Writing file: %s\n", path);
  File file = fs.open(path, FILE_WRITE);
  if(!file) {
    Serial.println("Failed to open file for
writing");
    return;}
}
```

```

        if(file.print(message)) {
            Serial.println("File written");
        } else {
            Serial.println("Write failed");
        }
        file.close();
    }

    void appendFile(fs::FS &fs, const char * path, const
    char * message) {
        Serial.printf("Appending to file: %s\n", path);
        File file = fs.open(path, FILE_APPEND);

        if(!file) {
            lcd.setCursor(2,3);
            Serial.println("Failed to open file for
            appending");
            return;
        }
        if(file.print(message)) {
            lcd.setCursor(2,3);
            lcd.print("Data tersimpan");
        } else {
            lcd.print("Gagal menyimpan");
        }
        file.close();}

```

Sketch diatas merupakan program menyimpan data sensor dan waktu. Data tersebut akan disimpan di *memory sd card*. Perintah pertama inialisasi *sd card* pada *void setup*, pada bagian *void logSDCard*, inisiasi data sensor untuk disimpan. Pada *void writeFile* perintah untuk menuliskan data sensor. Kemudian *void appendFile* menambahkan data ke *memory sd card* untuk di simpan.

B. Pengujian

1. Pengujian sensor suhu dan kelembaban

Pada pengujian sistem dilakukan pengambilan data awal untuk validasi sensor dengan membandingkan data yang dibaca oleh sensor, alat ukur dan data dari BMKG kemudian menghitung tingkat akurasi pembacaan sensor sengan alat

ukur dan pembacaan sensor dengan data BMKG. Adapun tipe sensor yang digunakan DHT21 dan tipe alat ukur yang digunakan yaitu HTC 1– B19009, untuk data BMKG diakses langsung dari situs bmkg.go.id. Pengambilan data dilakukan pada siang hari sampai sore hari dengan Pengambilan data 15 kali dalam waktu interval 15 menit setiap data. Berikut data hasil pengujian sensor suhu dan kelembaban.

Tabel 4.1 Hasil pengujian suhu

Pengujian ke -	Pembacaan sensor (°C)	Pembacaan alat ukur (°C)	Tingkat error (%)	Data BMKG (°C)	Tingkat error (%)
1	33,10	32,30	2,41	33	0,30
2	33,10	32,20	2,71	33	0,30
3	32,50	31,90	1,84	34	4,61
4	31,80	31,00	2,51	34	6,91
5	32,00	30,90	3,43	34	6,25
6	31,90	31,30	2,83	30	5,95
7	31,70	30,80	1,26	33	3,44
8	31,20	30,70	1,60	33	5,76
9	31,10	30,30	2,57	33	6,10
10	30,10	29,90	0,66	33	9,63
11	30,20	29,40	2,64	33	9,27
12	29,90	29,40	1,67	29	3,01
13	29,70	29,20	1,68	33	11,11
14	29,30	28,90	2,04	33	12,62
15	29,10	28,70	1,37	33	13,40
Rata-rata error(%)			2,08		6,57
Tingkat akurasi sensor			97,92%		93,43%

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada sensor suhu terdapat perbedaan pembacaan sensor dengan alat ukur maupun data dari BMKG. Pada

pembacaan sensor dengan alat ukur tingkat error paling tinggi yaitu 2,64%, dan yang paling rendah 0,66% dengan rata-rata error secara keseluruhan 2,08% dengan dengan tingkat akurasi 97,92%. Sedangkan pembacaan sensor dengan data BMKG tingkat error paling tinggi yaitu 13,40% dan paling rendah 0,30% dengan rata-rata error secara keseluruhan 6,57% dengan tingkat akurasi 93,43%. Untuk mendapatkan nilai error bisa dilihat rumus dibawah ini.

$$\text{Tingkat error (\%)} = \frac{X - X_i}{X} \times 100$$

$$\text{Tingkat akurasi sensor (\%)} = 100 - \text{Rata-rata error}$$

Ket: X = Pembacaan sensor

X_i = Pembacaan alat ukur/data BMKG

Perhitungan rata-rata error pembacaan sensor dengan alat ukur

$$\text{Rata-rata error (\%)} = \frac{\text{jumlah error sensor dengan alat ukur}}{15} = \frac{31,24}{15} = 2,08\%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 100\% - 2,08\% = 97,92\%$$

Perhitungan tingkat error pembacaan sensor dengan dengan data BMKG

$$\text{Rata-rata error (\%)} = \frac{\text{jumlah error sensor dengan data BMKG}}{15} = \frac{98,66}{15} = 6,57\%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 100\% - 6,57\% = 93,43\%$$



Gambar 4.5 Proses pengujian suhu

Tabel 4.2 Hasil pengujian kelembaban

Pegujian ke-	Pembacaan sensor (%)	Pembacaan Alat ukur (%)	Tingkat error (%)	Data BMKG (%)	Tingkat error (%)
1	64	59	7,81	59	7,81
2	67	65	2,98	59	11,94
3	67	62	7,46	59	11,94
4	68	65	4,41	59	13,23
5	69	66	4,34	59	14,49
6	69	65	5,79	60	13,04
7	67	64	4,47	60	10,44
8	70	68	2,85	60	14,28
9	73	68	6,84	60	17,80
10	73	67	8,21	61	16,43
11	74	68	8,10	61	17,56
12	75	69	8,00	61	18,66
13	76	69	9,21	61	19,73
14	77	73	5,19	61	20,77
15	77	74	3,89	61	20,77
Rata rata error (%)			5,97		15,25
Tingkat akurasi sensor			94,03%		84,75%

Bedasarkan hasil pengujian sensor DHT21 pada pembacaan kelembaban mengalami kenaikan kelembaban dari siang hari menjelang sore hari dengan selisih antara pembacaan sensor dengan alat ukur cukup rendah sedangkan pembacaan sensor dengan data BMKG cukup tinggi. Pada pembacaan sensor dengan alat ukur tingkat error paling rendah yaitu 2,85%, dan yang paling tinggi 9,21% dengan rata-rata error secara keseluruhan 5,97% dengan tingkat akurasi 94,03%. Sedangkan pembacaan sensor dengan data BMKG tingkat error paling rendah yaitu 10,44%

dan paling tinggi 20,77% dengan rata-rata error secara keseluruhan 15,25% dengan tingkat akurasi 84,75%.

$$\text{Rata-rata error (\%)} = \frac{\text{jumlah error sensor dengan alat ukur}}{15} = \frac{89,55}{15} = 5,97\%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 100\% - 5,97\% = 94,03\%$$

Perhitungan tingkat error pembacaan sensor dengan dengan data BMKG

$$\text{Rata-rata error (\%)} = \frac{\text{jumlah error sensor dengan data BMKG}}{15} = \frac{228,89}{15} = 15,25\%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 100\% - 15,25\% = 84,75\%$$



Gambar 4.6 Proses pengujian kelembaban

2. Pengujian sensor intensitas cahaya

Pada pengujian intensitas cahaya menggunakan sensor tipe BH1750 dan alat ukur yang digunakan tipe UNI-T UT383 Luxmeter. pengambilan data dilakukan sebanyak 15 kali pada saat siang hari sampai dengan sore hari dengan interval waktu 15 menit setiap data. Data yang dihasilkan akan dibandingkan dengan alat ukur lux meter dan menghitung tingkat akurasi sensor tersebut.

Tabel 4.3 Hasil pengujian sensor intensitas cahaya

Pengujian ke-	Pembacaan sensor (lux)	Pembacaan Lux Meter (lux)	Tingkat error (%)
1	2285	2361	3,32
2	2670	2715	1,68
3	2510	2583	2,78
4	2135	2176	1,92
5	3714	3780	1,77
6	1648	1715	4,06
7	1270	1328	4,56
8	1169	1183	1,19
9	1036	1067	2,99
10	899	922	2,55
11	769	793	2,26
12	486	497	2,26
13	357	387	8,40
14	321	340	5,91
15	297	315	6,06
Rata-rata <i>error</i> (%)			3,44
Tingkat akurasi sensor			96,56%

Berdasarkan hasil pengujian sensor intensitas cahaya mengalami penurunan pada siang hari menjelang sore hari, Dengan tingkat akurasi pembacaan sensor dengan alat ukur tidak jauh berbeda. Untuk tingkat error paling tinggi 6,06% dan paling rendah 1,19% sedangkan rata-rata error secara keseluruhan dengan 15 kali percobaan sebesar 3,44%.

$$\text{Rata-rata error (\%)} = \frac{\text{jumlah error sensor dengan alat ukur}}{15} = \frac{51,6}{15} = 3,44\%$$

$$\text{Tingkat akurasi} = 100\% - 3,44\% = 96,56\%$$



Gambar 4.7 Proses pengujian sensor intensitas cahaya

3. Pengujian sensor *raindrop*

Pada sensor hujan output yang digunakan yaitu pin analog untuk mengetahui nilai ADC dan kondisi hujan. Untuk pengujian sensor hujan dilakukan 6 kali percobaan. Pada pengujian pertama tanpa tetesan air, dan pengujian selanjutnya menggunakan 1 tetes air, 2 tetes air, 3 tetes air, 4 tetes air, dan 5 tetes air. Berikut data hasil pengujian sensor hujan.

Tabel 4.4 Hasil pengujian sensor hujan

No.	Pengujian	Nilai ADC	Kondisi hujan
1	Tanpa tetesan air	4095	Tdk Hujan
2	1 tetes	2884	Hujan
3	2 tetes	2411	Hujan
4	3 tetes	2205	Hujan
5	4 tetes	2129	Hujan
6	5 tetes	1903	Hujan

Berdasarkan hasil pengujian sensor hujan yang telah dilakukan, pada pengujian pertama tanpa tetesan air menghasilkan nilai ADC 4095 dengan kondisi tdk hujan, untuk 1 tetes nilai ADC nya 2884 dengan kondisi hujan, dan pada lima

tetes air menghasilkan nilai ADC 1903 dengan kondisi hujan. Dengan demikian semakin banyak tetesaan air pada sensor hujan akan semakin rendah nilai ADC nya.



Gambar 4.8 Proses pengujian sensor *raindrop*

4. Data keseluruhan penelitian

Pada penelitian ini, langsung dilakukan pengambilan data dilokasi persawahan di paccoka desa watang suppa. Data yang diambil sebanyak 15 data suhu, kelembaban, intensitas cahaya, kondisi hujan serta data waktu dari rtc. Pada pengambilan data keseluruhan yang pertama dilakukan pada tanggal 9 Agustus 2024 jam 09.40 sampai 11.40 dan pengambilan data yang kedua dilakukan pada tanggal 23 Agustus 2024 jam 13.14 sampai 16.42.

Tabel 4.5 Hasil data keseluruhan pada kondisi tidak hujan

Waktu		Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Intensis Cahaya (lux)	Kondisi Hujan
9/8/2024	09.40	29,20	75	3285	TDK HUJAN
9/8/2024	09.48	29,30	75	2500	TDK HUJAN
9/8/2024	10.05	29,30	72	2791	TDK HUJAN
9/8/2024	10.14	29,50	73	2832	TDK HUJAN
9/8/2024	10.22	30,10	71	3907	TDK HUJAN

Lanjutan **Tabel 4.5**

Waktu		Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Intensitas Cahaya (lux)	Kondisi Hujan
9/8/2024	10.29	30,80	69	4545	TDK HUJAN
9/8/2024	10.37	31,20	67	4236	TDK HUJAN
9/8/2024	10.49	31,50	67	3499	TDK HUJAN
9/8/2024	10.56	31,20	67	3914	TDK HUJAN
9/8/2024	11.04	31,00	68	3833	TDK HUJAN
9/8/2024	11.11	31,10	68	3657	TDK HUJAN
9/8/2024	11.18	31,10	66	3289	TDK HUJAN
9/8/2024	11.26	31,10	65	3384	TDK HUJAN
9/8/2024	11.33	31,20	65	3700	TDK HUJAN
9/8/2024	11.40	31,20	65	3576	TDK HUJAN

Pada tabel diatas menunjukkan semakin menjelang siang hari maka semakin tinggi data suhu dan intensitas cahaya, serta data kelembaban semakin turun, dengan kondisi tidak hujan.

Tabel 4.6 Hasil data keseluruhan pada kondisi hujan

Waktu		Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Intensitas Cahaya (lux)	Kondisi Hujan
23/08/2024	13.14	33,30	62	3490	HUJAN
23/08/2024	13.30	34,00	61	3295	HUJAN
23/08/2024	13.45	34,30	58	2406	HUJAN
23/08/2024	14.01	34,10	58	2172	HUJAN
23/08/2024	14.16	34,00	58	2065	HUJAN
23/08/2024	14.31	33,70	60	2374	HUJAN
23/08/2024	14.46	34,10	66	3861	HUJAN
23/08/2024	15.01	33,90	66	1431	HUJAN
23/08/2024	15.16	33,00	67	2734	HUJAN

Lanjutan **Tabel 4.6**

Waktu		Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Intensitas Cahaya (lux)	Kondisi Hujan
23/08/2024	15.28	33,40	67	1782	HUJAN
23/08/2024	15.46	32,20	69	1013	HUJAN
23/08/2024	16.01	31,80	69	894	HUJAN
23/08/2024	16.17	32,20	71	1438	HUJAN
23/08/2024	16.30	32,30	72	734	HUJAN
23/08/2024	16.42	32,00	72	906	HUJAN

Tabel diatas merupakan pengambilan data pada waktu siang hari sampai menjelang sore hari, menunjukkan semakin menjelang sore hari maka semakin rendah data suhu dan intensitas cahaya, serta data kelembaban semakin tinggi, dengan kondisi hujan.

**Gambar 4.9** Proses pengambilan data di lokasi penelitian

5. Penyimpana data ke data *logger sd card*

Dari hasil pengujian sensor, data yang dihasilkan akan disimpan ke data *logger memory sd card*. Penyimpanan data akan selalu berulang selama sistem diaktifkan.



Gambar 4.10 Tampilan sistem tanpa *sd card*



Gambar 4.11 Tampilan sistem berhasil menyimpan

Pada gambar 4.4 sistem tanpa *sd card* maka tampilan di lcd pada baris pertama yaitu “tidak ada *sd card*”. pada gambar 4.5 ketika tampilan di lcd “*sd card* ready” maka sistem akan mulai menyimpan data. Apabila data berhasil di simpan, maka tampilan lcd baris ke empat yaitu ”data tersimpan”. Berikut tampilan database yang telah berhasil disimpan.

ID	Tanggal	Waktu	Suhu	Kelembaban	Intens.cahaya (Lux)	Kondisi Hujan
1	30-9-2024	2:43:20	29.30°C	80%	75	TDK HUJAN
2	30-9-2024	2:43:25	29.30°C	80%	123	TDK HUJAN
3	30-9-2024	2:43:29	29.30°C	80%	130	TDK HUJAN
4	30-9-2024	2:43:32	29.30°C	80%	148	TDK HUJAN
5	30-9-2024	2:43:36	29.30°C	80%	122	TDK HUJAN
6	30-9-2024	2:43:39	29.30°C	80%	142	TDK HUJAN
7	30-9-2024	2:43:45	29.30°C	80%	130	TDK HUJAN
8	30-9-2024	2:43:48	29.30°C	80%	127	TDK HUJAN
9	30-9-2024	2:43:51	29.30°C	80%	26	TDK HUJAN
10	30-9-2024	2:43:55	29.40°C	80%	124	TDK HUJAN
11	30-9-2024	2:43:58	29.40°C	80%	123	TDK HUJAN
12	30-9-2024	2:44:2	29.30°C	80%	122	TDK HUJAN
13	30-9-2024	2:44:5	29.40°C	80%	118	TDK HUJAN
14	30-9-2024	2:44:9	29.40°C	80%	172	TDK HUJAN
15	30-9-2024	2:44:15	29.40°C	80%	65	TDK HUJAN
16	30-9-2024	2:44:30	29.40°C	80%	67	TDK HUJAN
17	30-9-2024	2:44:22	29.40°C	80%	83	TDK HUJAN
18	30-9-2024	2:44:28	29.40°C	80%	86	TDK HUJAN
30	30-9-2024	2:44:31	29.40°C	80%	88	TDK HUJAN
20	30-9-2024	2:44:35	29.40°C	80%	85	TDK HUJAN
21	30-9-2024	2:44:38	29.40°C	80%	86	TDK HUJAN
22	30-9-2024	2:44:42	29.40°C	80%	32	TDK HUJAN
23	30-9-2024	2:44:46	29.40°C	80%	32	TDK HUJAN

Gambar 4.12 Database sistem parameter cuaca

Gambar diatas merupakan tampilan database sistem parameter cuaca pada pengujian sistem ini, dimana data tersebut berhasil di simpan dalam format file txt. Data sensor akan disimpan dengan waktu setiap empat detik. Dengan adahnya database ini, data sistem parameter cuaca dapat diproses dan dianalisis untuk pemantauan kondisi cuaca.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah melakukan beberapa tahapan, dimulai dari tahap perancangan dan dilanjutkan pada tahap pengujian dan analisis maka diambil kesimpulan bahwa dalam perancangan sistem akuisisi data parameter cuaca berbasis mikrokontroler sebagai berikut:

1. Pada hasil pengujian sensor DHT21 pada pembacaan suhu, tingkat akurasi pada pembacaan sensor dengan alat ukur lebih akurat dibanding pembacaan sensor dengan data BMKG, yaitu rata-rata tingkat *error* pembacaan sensor dengan pembacaan alat ukur sebesar 2,08%, sedangkan tingkat *error* pembacaan sensor dengan data BMKG sebesar 6,57% dengan 15 kali percobaan.
2. Pada hasil pengujian sensor DHT21 pada pembacaan kelembaban, tingkat akurasi pada pembacaan sensor dengan alat ukur lebih akurat dibanding pembacaan sensor dengan data BMKG, yaitu rata-rata tingkat *error* pembacaan sensor dengan alat ukur sebesar 5,97%, sedangkan rata-rata tingkat *error* pembacaan sensor dengan data BMKG sebesar 15,25% dengan 15 kali percobaan.
3. Pada hasil pengujian sensor intensitas cahaya rata-rata tingkat *error* pada pembacaan sensor dan lux meter sebesar 3,44% dengan 15 kali percobaan.

4. Pada hasil pengujian sensor hujan dengan 5 kali percobaan, pada percobaan pertama tanpa tetesan air nilai adc nya 4095, pada percobaan kedua 1 tetes air nilai adc 2884, pada percobaan terakhir dengan jumlah 5 tetes air nilai adc nya 1903. Jadi semakin banyak jumlah tetesan air maka nilai adc nya semakin rendah.
5. Pada hasil pengujian sensor, tingkat akurasi sensor suhu dengan alat ukur sebesar 97,92% sedangkan perbandingan dengan data BMKG sebesar 93,43%. Tingkat akurasi pembacaan sensor kelembaban dengan alat ukur sebesar 94,03% sedangkan perbandingan data BMKG sebesar 84,75%. Pada intensitas cahaya tingkat akurasi sebesar 96,56%.

B. SARAN

1. Sebaiknya penelitian selanjutnya menambah parameter sensor sehingga mendapat membaca prakiraan cuaca lebih akurat.
2. Sebaiknya penelitian selanjutnya melakukan pengembangan pada sistem ini dengan didukung IOT supaya dapat diakses melalui internet.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitra, H. R., Muhaimin., & Basyir, M. (2020). Desain Sistem Monitoring Cuaca Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno. *Jurnal Tektro*. 4(2): 60-67.
- Gunawan, L. A., Agung, A. I., Widiyartono, M., & Haryudo, S. I. (2021). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Portable. *Jurnal Teknik Elektro*. 10(01): 65-71.
- Jihad, H. R., Sofwan, A., & Sumardi. (2021). Perancangan Sistem Akuisisi Data Dan Sistem Monitoring Parameter Lingkungan Dengan Protokol MQTT Pada Smart Greenhouse. *Transient*. 10(1): 299-237.
- Khuriati. A. (2022). Sistem Pemantau Intensitas Cahaya Ambien Dengan Sensor Bh1750 Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano. *Berkala Fisika*. 25(13): 105–110.
- Kurniawan, M. A., Irawan, D., & Astutik, R. P. (2023). Rancang Bangun Alat Pengering Gabah Menggunakan Sensor DHT-21 Berbasis Mikrokontroller Arduino Mega 2560. *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*. 18(2): 59-66.
- Mufidah, N. L. (2018). Sistem Informasi Curah Hujan Dengan Nodemcu Berbasis Website. *Computers and its Applications Journal*. 1(1): 25–34.
- Mulyana, I. E., & Kharisman, R. (2014). Perancangan Alat Peringatan Dini Bahaya Banjir dengan Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Citec journal*. 1(3): 171–182.
- Natsir, M., Rendra, D. B., & Anggara, A. D. Y. (2019). Implementasi IOT Untuk Sistem Kendali AC Otomatis Pada Ruang Kelas di Universitas Serang Raya. *Jurnal PROSISKO (Pengembangan Riset Dan Observasi Rekayasa Sistem Komputer)*. 6(1):69–72.
- Nizam, M. N., Yuana, H., & Wulansari, Z. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*. 6(2): 767–772.
- Pratama,V. A. (2021). *Rancang Bangun Data Logger Berbasis Sd Card Pengukur Suhu Ruangan Laboratorium di Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya*. Laporan Penelitian Tidak Dipublikasikan. Surabaya: Universitas Dinamika.
- Purwoto, B. H., Jatmiko,. Alimul, F. M., & Huda, I. F. (2018). Efesiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Teknik Elektro*. 18(1): 10-14.
- Rismawati., & Sadli, M. (2020). Desain Data Logger Sensor Suhu Bebasis Mikrokontroler Atmega16 dengan Empat Kanal Input. *Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektornika*. 17(1): 19-22.

- Sindua, C.D., Poekoel, V.C., & Manembu, P. D.K. (2020). Monitoring dan Akuisisi Data Sistem Pertanian Pintar Berbasis Web. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*. 9(2): 61-72.
- Sugiyanto, T., Fahmi, A., & Nalandari, R. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring Cuaca Berbasis Internet Of Things (IOT). *Zetroem*. 02(01): 1-5.
- Suryadi. (2017). Sistem Kendali dan Monitoring Listrik Rumah Menggunakan Ethernet Sheeld dan RTC (Real Time Clock) Arduino. *Jurnal Fateksa: Jurnal Teknologi dan Rekayasa*. 2(1): 9-18.
- Qudratullah, M. I., Asrizal., & Kamus, Z. (2017). Analisis Unsur-unsur Cuaca Berdasarkan Hasil Pengukuran Automated Weather System (AWS) Tipe Vaisala Maws 201. *Pillar or Phisics*. 9(3): 17-24.