BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara agraris yang sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai petani. Salah satu kendala dalam bidang pertanian adalah dalam hal upaya peningkatan hasil produksi pertanian. Permasalahan yang sering dihadapi adalah faktor lingkungan, dimana hal tersebut sangat berpengaruh terhadap hasil produksi pertanian. Sangat penting untuk mengetahui kondisi lingkungan serta varietas tanaman yang cocok untuk kondisi geografis tertentu.

Sejauh ini perawatan dan pengelolaan pertanian, sebagian besar petani masih menggunakan cara tradisional sebagaimana yang telah dilakukan secara turun temurun. Hal ini tentu saja tidak relevan lagi dengan kondisi lingkungan dan iklim di Indonesia.

Sebagaimana yang kita ketahui, kebutuhan pangan dari hasil pertanian merupakan kebutuhan fundamental untuk kualitas hidup masyarakat itu sendiri. Sebagai Negara agraris, Indonesia memiliki potensi besar untuk menghasilkan produk pertanian yang berkualitas untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Dengan di dukung teknologi *smart farming* dapat membantu meningkatkan kualitas dan hasil produksi pertanian.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, Perkembangan ekspor hasil pertanian, kehutanan, dan perikanan dari tahun 2019 hingga 2023 menunjukkan tren yang cenderung meningkat baik dari sisi berat maupun nilai. Ekspor sektor ini

selalu mengalami peningkatan dari segi berat selama periode tersebut, dengan persentase peningkatan tertinggi terjadi pada tahun 2019, yakni mencapai 14,65 persen. Dari sisi nilai ekspor, sektor ini juga terus mengalami peningkatan sejak tahun 2019 hingga tahun 2022, dengan persentase kenaikan terbesar terjadi pada tahun 2020, yaitu sebesar 13,95 persen. Akan tetapi, pada tahun 2023, nilai ekspor hasil pertanian, kehutanan, dan perikanan mengalami penurunan dibanding tahun 2022 sebesar 5,80 persen atau turun dari sebesar US$4.671,8 juta menjadi US$4.400,7 juta.

Menurunnya hasil *ekspor* dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sulitnya mengetahui kondisi suhu dan kelembapan tanah secara *real time,* pengukuran manual yang tidak efisien serta membutuhkan waktu yang lama dan hasil yang tidak akurat. Maka dari itu penulis tertarik membuat sebuah rancangan "Desain Alat Pengukur Suhu dan Kelembapan Tanah Portable untuk Pengawasan lahan Pertanian".

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, Adapun rumusan masalah yang akan dibahas adalah "Bagaimana Membuat Desain Alat Pengukur Suhu dan Kelembapan Tanah Portable untuk Pengawasan lahan Pertanian"?

C. Tujuan Penelitian

Setelah mengetahui latar belakang dan rumusan masalah di atas, adapun tujuan dalam penyusunan penelitian ini adalah bagaimana membuat Desain Alat Pengukur Suhu Dan Kelembapan Tanah Portable Untuk Pengawasan pada Lahan Pertanian.

D. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah dengan harapan penelitian terfokus dengan batasan-batasan yang dibuat. Adapun batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan sensor DS18B20 untuk mengukur suhu tanah dan sensor soil moisture untuk mengukur kelembapan tanah.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini di harapkan dapat memberikan kontribusi terutama di Fakultas Teknik Program Studi Informatika, dan hasil penelitian ini dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.
2. Ditemukannya alat ini diharapkan bisa dijadikan sebagai inovasi dan teknologi dalam pengukuran kelembapan dan suhu pada sebuah lahan pertanian.

F. Sistematika Penulisan

Untuk membuat pembahasan dalam tulisan ini lebih mudah dipahami, perlu dijelaskan sistem yang menyusunnya dan pedoman yang digunakan. Sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, serta struktur penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini mengulas penelitian-penelitian terdahulu serta landasan teori yang mendukung dalam penyusunan tugas akhir ini..

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan lokasi dan waktu penelitian, jenis penelitian yang dipakai, metodologi pengumpulan data, alat dan bahan yang digunakan, tahapan penelitian, metode pengujian, serta analisis sistem yang diterapkan.

BAB IV : HASIL DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menjelaskan proses desain sistem, termasuk cara integrasi masing-masing komponen yang digunakan. Selain itu, pengujian dilakukan untuk memverifikasi fungsionalitas masing-masing komponen.

BAB V: PENUTUP

Bab ini menyajikan kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian dan saran untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang yang diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Suhu dan Kelembapan

Suhu menyatakan tingkat energi bahan rata-rata suatu benda, ini akan dinyatakan dalam satuan derajat. Ada tiga macam satuan penggolongan suhu yang umum, yaitu *Reamur*, *Fahreinheit*, dan *Celcius*. Namun yang paling populer adalah *Fahreinheit* dan *Celcius*.

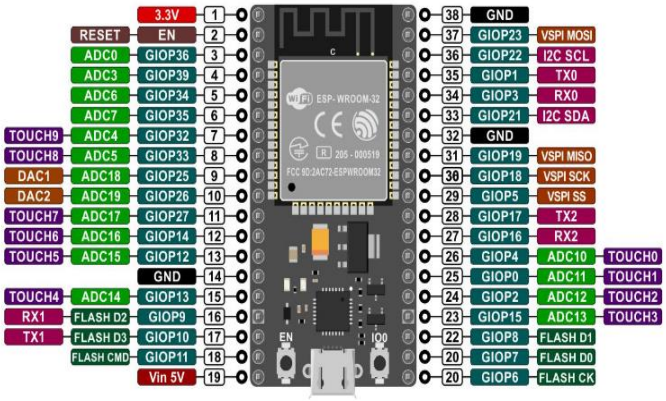
Kelembapan adalah banyaknya uap air yang terkandung dalam udara atau atmosfer. Besarnya tergantung dari masuknya uap air ke dalam atmosfer karena adanya penguapan dari air yang ada di lautan, danau, dan sungai, maupun dari air tanah. Di samping itu terjadi pula dari proses transpirasi, yaitu penguapan dari tumbuh-tumbuhan.

Suhu dan kelembapan tanah pada setiap daerah berbeda tergantung lokasi, kedalaman tanah dan kondisi lahan. Oleh karena itu tidak ada data suhu dan kelembapan tanah tunggal untuk seluruh Indonesia saat ini. Berdasarkan pengolahan data FKlim71-120 di Stasiun Klimatologi Sumatera Selatan, temperatur rata-rata pada bulan Maret 2024 adalah 27.8 ^{0}C. Temperatur rata-rata terendah terjadi pada tanggal 27 Maret 2024 dengan temperature 25.6 ^{0}C dan temperature rata-rata tertinggi terjadi pada 24 Maret 2024 dengan temperature 30.3^{0}C. Kelembapan relatif rata-rata bulan Maret 2024 yaitu 87%. Kelembapan rata-rata terendah terjadi pada tanggal 24 Maret 2024 dengan nilai 78% dan 27 Maret dengan nilai 97%.

Dalam bidang pertanian, kelembapan tanah biasanya digunakan untuk meningkatkan produktifitas dan perkembangan tumbuhan budidaya. Dengan mengetahui suhu dan kelembaban udara yang ada di lingkungan tempat yang akan di tanam tumbuhan, kita dapat menentukkan pemilihan jenis tanaman yang sesuai.

B. NodeMcu Esp32

ESP32 adalah *mikrokontroler Sistem on Chip (SoC)* yang dibuat oleh *Espressif Sistems*. *ESP32* memiliki *WiFi*, *Bluetooth* versi 4.2, dan berbagai peripheral. *ESP32* juga memiliki prosesor, penyimpanan, dan akses pada *General Purpose Input Output* (GPIO). ESP32 merupakan mikrokontroler penerus ESP8266 yang dibuat oleh *Espressif Sistem* pada 6 September 2016. Di dalam ESP32 terdapat *chip Bluetooth Low Energy (BLE)* dan modul *WiFi* sehingga sangat menunjang dalam pembuatan sistem aplikasi *Internet of Things.*



Gambar 2. 1 *NodeMcu ESP32*
Sumber(https://embeddednesia.com/v1/menggunakan-pin-gpio-pada-esp32/)

Tabel 2.1 Spesifikasi *NodeMcu ESP32*

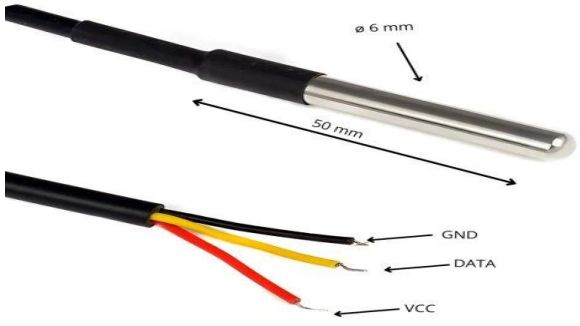
Spesifikasi	Keterangan
Prosesor (CPU)	Dual-core Xtensa® 32-bit LX6 (hingga 240 MHz)
Jumlah Inti	2 inti (dual-core), bisa single-core
Memori RAM	520 KB SRAM internal
Memori Flash	Hingga 16 MB eksternal flash (tergantung modul)
Wi-Fi	802.11 b/g/n (2.4 GHz), mendukung mode AP, STA, dan AP+STA
Bluetooth	Bluetooth v4.2 BR/EDR dan BLE (Bluetooth Low Energy)
GPIO	Sekitar 34 pin GPIO (jumlah tergantung modul/papan)
ADC	12-bit, hingga 18 channel
DAC	2 channel 8-bit DAC
PWM	Mendukung hingga 16 channel
SPI/I2C/I2S/UART	Ya, beberapa channel tersedia untuk masing-masing protocol
Touch Sensor	Hingga 10 input sentuh kapasitif
Sensor Internal	Sensor suhu internal, hall sensor
Voltase Operasi	3.0V – 3.6V (biasanya 3.3V)
Tegangan Input (VIn)	Tergantung papan (misalnya ESP32 DevKit: 5V via USB atau Vin)
Dimensi Modul Umum	Sekitar 25.5 mm x 18 mm (untuk ESP32-WROOM-32)
Konsumsi Daya	Sangat rendah, mendukung mode deep sleep (<10 µA)
Port USB	Tergantung board (DevKit biasanya ada micro USB untuk upload dan

C. Sensor DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor digital yang mempunyai 12-bit ADC internal jika tegangan refrensi 5 *Volt*. Sensor ini sangat presisi dan memiliki tingkat perubahan terkecil hingga ±0,5°C dengan rentang suhu -10 sampai +85°C. Sensor DS18B20 menggunakan komunikasi 1-wire. Setiap sensor yang diproduksi memiliki kode unik sebesar 64-bit yang disematkan pada chip masing-masing sensor ini, sehingga memungkinkan pemakaian sensor dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel (*single wire* data *bus/1 wire-protocol*). Sensor ini dapat diaplikasikan pada mikrokontroler dengan ditambahkan resistor *pullup*.

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor DS18B20

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Power supply	3V – 5,5V
2	Konsumsi arus	1 mA
3	Range suhu	-55 sampai 125^{0}C
4	Akurasi	±0,5%
5	Resolusi	9 – 12 bit
6	Waktu konversi	< 750 ms



Gambar 2.2 Sensor DS18B20

Sumber(https://www.pundmann.de/Temperature-sensor-DS18B20-5m?srsltidj)

D. Sensor Soil Moisture FC-28

Soil moisture sensor FC-28 adalah sensor kelembapan yang dapat mendeteksi kelembapan dalam tanah. Sensor ini terdiri dari dua probe untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembapan. Semakin banyak air tanah membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar). Sensor ini sangat membantu untuk mengingatkan tingkat kelembapan pada lahan atau memantau kelembapan tanah.

Dalam hal ini penulis untuk mendeteksi kelembapan tanah menggunakan sensor soil moisture Fc-28. Berdasarkan pembacaan sensor nilai data sensor, *value range* nilai pembacaan sensor berkisar dari angka 0 – 1023 bit yang menunjukkan nilai kelembapan suatu tanah. Pembacaan nilai yang semakin tinggi dari sensor menunjukkan bahwa semakin kering kondisi kelembapan tanah dan sebaliknya semakin rendah nilai yang dibaca oleh sensor maka semakin lembab kondisi kelambapan tanah. Perubahan nilai sensor menjadi nilai persen (%) mengacu pada perhitungan manual kelembapan tanah jadi dalam perhitungan kelembapan tanah oleh alat untuk mengubah nilai sensor menjadi nilai persen menggunakan persamaan.

$$\text{Nilai persen } (\%) = \frac{1023 - \text{nilai sensor}}{1023} \text{x} 100\% = \text{Nilai persen} (\%) \quad \text{.....(1)}$$

Tabel 2.3 Perubahan Nilai Sensor – Nilai Persen (%)

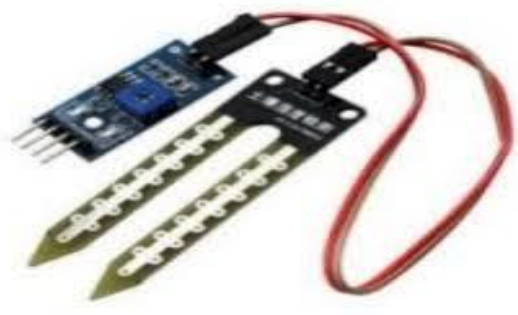
No	Nilai Sensor	Nilai Persen
1	1023	0%
2	1022,898	0,01%
3	1012.77	1%
4	920,7	10%
5	818,4	20%
6	716,1	30%
7	613,8	40%
8	515,5	50%
9	409,2	60%
10	307,9	70%
11	204,6	80%
12	103,3	90%
13	0	100%

Tabel 2.4 Penentuan Ketagori Kondisi Kelembapan Tanah

No	Kelembapan tanah		Kategori kondisi kelembapan tanah
	Sensor	Persen (%)	
1	515,5 – 1023	0 – 50%	Kering
2	0 – 501.27	51 – 100%	Lembab

Tabel 2.5 Spesifikasi Sensor Soil Moisture FC-28

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Tegangan Operasi	3.3V hingga 5V
2	Arus operasi	15mA
3	Output analog(AO)	0V hingga VCC (nilai ADC 0–1023)
4	Output digital(DO)	0V atau VCC, dengan ambang batas yang dapat disesuaikan melalui potensiometer
5	IC komparator	LM393
6	Dimensi PCB	3.2 cm x 1.4 cm
7	Indikator LED	LED merah untuk daya, LED hijau untuk status output digital



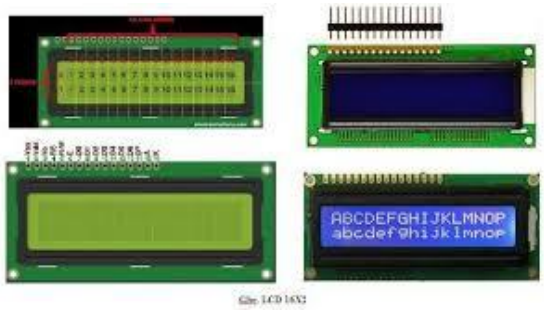
Gambar 2.3 *Soil moisture sensor* FC-2

Sumber(https://www.rytechindo.com/index.php/electronic/25-sensor-transducer/176-soil-moisture-sensor-kelembaban-tanah-hygrometer-humidity)

E. LCD (*liquid crystal* Display) 16x2

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD *(Liquid Crystal Display)* adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logik yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD *(Liquid Crystal Display)* berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik. LCD adalah lapisan dari campuran organic antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda di aktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silinder smenyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertical depan dan polarizer cahaya *horizontal* 9 10 belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang

telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.



Gambar 2.4 LCD (*liquid crystal Display*)
Sumber(https://yoskin.wordpress.com/arduino/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2/)

Tabel 2.6 Spesifikasi LCD

No	Nama	Fungsi
1	GND	Catu daya (0 V atau GND)
2	Vcc	Catu daya +5 V
3	SDA	Perubahan tegangan dari ”1” menjadi “0” pada saat SCL”!”
4	SCL	Perubahan tegangan dari “0” menjadi “1” pada saat SCL “!”

Adapun karakteristik yang dimliki LCD 16 X 2 yaitu terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan dimana setiap huruf terdiridari 5x7 dot matrix cursor. Terdapat 192 macam karakter dan terdapat 80 x 8 bit display RAM (maksimal 80 karakter). LCD memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit dan otomatis reset saat tegangan dihidupkan. Koneksi pengendalian yang digunakan adalah 4 bit Data Interface. Telah dilengkapi pengendalian Contrast dan Brightnees. Telah disediakan kabel IDC 10 sehingga dapat langsung dihubungkan dan bekerja pada suhu 0oC sampai 55 oC.

F. Kabel Jumper

Kabel jumper adalah kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkanmu untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan arduino tanpa memerlukan solder. Intinya kegunaan kabel jumper ini adalah sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik. Biasanya kabel jumper digunakan pada breadboard atau alat prototyping lainnya agar lebih mudah untuk mengutak – atik rangkaian.Konektor yang ada pada ujung kabel terdiri atas dua jenis yaitu konektor jantan (male connector) dan konektor betina (female connector). Konektor jantan fungsinya untuk menusuk dan konektor betina fungsinya untuk ditusuk.



Gambar 2.5 Kabel Jumper
Sumber(aldyrazor.com/2020/04/kabeljumper)

G. Arduino IDE

Aplikasi ini berguna sebagai text editor untuk membuat, membuka, mengedit, dan juga mevalidasi kode serta untuk diupload ke board Arduino. Program yang digunakan pada arduino disebut dengan istilah “sketch” yaitu file source code arduino dengan ekstensi .ino (Sinau Arduino, 2016).

Bagian-bagian Arduino IDE seperti text editor pada umumnya yaitu memiliki fitur untuk *cut* atau *paste* dan untuk *find* atau *replace* text. Pada bagian keterangan aplikasi memberikan pesan balik saat menyimpan dan mengekspor dan juga sebagai tempat menampilkan kesalahan. Konsol log menampilkan output teks dari Arduino *Software* (IDE), termasuk pesan kesalahan yang lengkap dan informasi lainnya. Pojok kanan bawah jendela menampilkan papan dikonfigurasi dan port serial. Tombol toolbar memungkinkan anda untuk memverifikasi dan meng-upload program, membuat, membuka, dan menyimpan sketch, dan membuka monitor serial.

1. *Verify*

Pada versi sebelumnya dikenal dengan istilah *Compile*. Sebelum aplikasi di-upload ke board arduino, biasakan untuk memverifikasi terlebih dahulu sketch yang dibuat. Jika ada kesalahan pada sketch, nanti akan muncul error. Proses verify atau compile mengubah sketch ke binary code untuk di-upload ke mikrokontroller.

2. *Upload*

Tombol ini berfungsi untuk mengupload sketch ke board arduino. Walaupun kita tidak mengklik tombol verify, maka sketch akan di-compile, kemudian langsung diupload ke board. Berbeda dengan tombol verify yang hanya berfungsi untuk memverifikasi source code saja.

3. *New Sketch*

Membuka window dan membuat sketch baru.

4. *Open Sketch*

Membuka sketch yang sudah pernah dibuat. Sketch yang dibuat dengan IDE Arduino akan disimpan dengan ekstensi file .ino.

5. *Save Sketch*

Menyimpan sketch, tapi tidak disertai dengan mengkompile.

6. *Serial Monitor*

Membuka interface untuk komunikasi serial.

7. Keterangan Aplikasi

Pesan-pesan yang dilakukan aplikasi akan muncul di sini, misal "*Compiling*" dan "*Done Uploading*"ketika kita mengcompile dan mengupload *sketch* ke *board arduino*.

8. *Consol log*

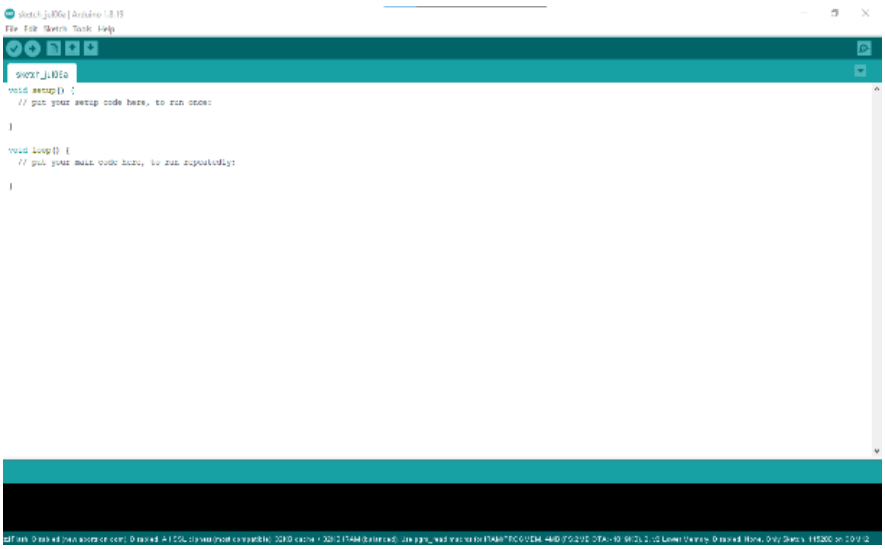
Pesan-pesan yang dikerjakan aplikasi dan pesan-pesan tentang sketch akan muncul pada bagian ini. Misal, ketika aplikasi mengcompile atau ketika ada kesalahan pada sketch yang kita buat, maka informasi error dan baris akan diinformasikan di bagian ini.

9. Baris *Sketch*

Bagian ini akan menunjukkan posisi baris kursor yang sedang aktif pada sketch.

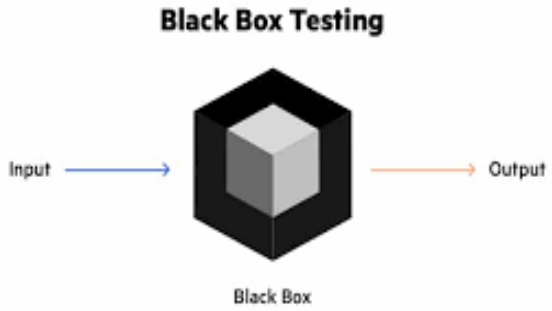
10. Informasi *Board* dan *Port*

Bagian ini menginformasikan port yang dipakai oleh board arduino.



Gambar 2.6 Arduino IDE

H. Black Box



Gambar 2.7 Black Box Testing
Sumber : (https://www.imperva.com/learn/application-security/black-box-testing/)

Black box testing adalah pengujian yang dilakukan hanya mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari perangkat lunak. Jadi dianalogikan seperti kita melihat suatu kotak hitam, kit hanya bisa melihat

penampilan luarnya saja, tanpa tau ada apa dibalik bungkus hitam nya. Sama seperti pengujian *black box*, mengevaluasi hanya dari tampilan luarnya (*interface* nya), fungsionalitasnya.tanpa mengetahui apa sesungguhnya yang terjadi dalam proses detilnya (hanya mengetahui input dan output).

Black Box pengujian adalah metode pengujian perangkat lunak yang menguji fungsionalitas aplikasi yang bertentangan dengan struktur internal atau kerja (lihat pengujian *white-box*). Pengetahuan khusus dari kode aplikasi struktur internal dan pengetahuan pemrograman pada umumnya tidak diperlukan. Uji kasus dibangun di sekitar spesifikasi dan persyaratan, yakni, aplikasi apa yang seharusnya dilakukan. Menggunakan deskripsi eksternal perangkat lunak, termasuk spesifikasi, persyaratan, dan desain untuk menurunkan uji kasus. Tes ini dapat menjadi fungsional atau non-fungsional, meskipun biasanya fungsional. Perancang uji memilih input yang valid dan tidak valid dan menentukan output yang benar. Tidak ada pengetahuan tentang struktur internal benda uji itu.

Metode uji dapat diterapkan pada semua tingkat pengujian perangkat lunak: unit, integrasi, fungsional, sistem dan penerimaan. Ini biasanya terdiri dari kebanyakan jika tidak semua pengujian pada tingkat yang lebih tinggi, tetapi juga bisa mendominasi unit testing juga.

Pengujian pada *Black Box* berusaha menemukan kesalahan seperti:

a. Fungsi-fungsi yang tidak benar atau hilang
b. Kesalahan *interface*
c. Kesalahan dalam struktur data atau akses database eksternal

d. Kesalahan kinerja

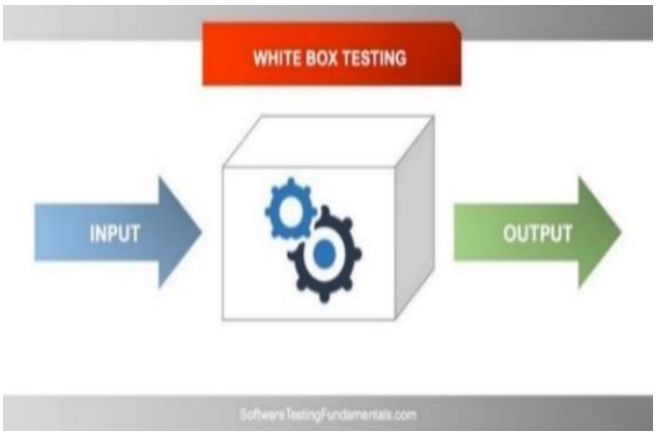
e. Inisialisasi dan kesalahan terminasi

Contoh pengujian *black box* pada sistem aplikasi penghitung anggaran rumah batu berbasis android.

Tabel 2.7 Contoh *Black Box*

Test Faktor	Hasil	Kesimpulan
Halaman utama, apabila baru membuka aplikasi.	✓	Informasi, tampil halaman utama.
Screen Shot		
		

I. White Box



Gambar 2.8 White Box Testing
Sumber : (https://Softwaretestingfundamentals.com/white-box-testing/)

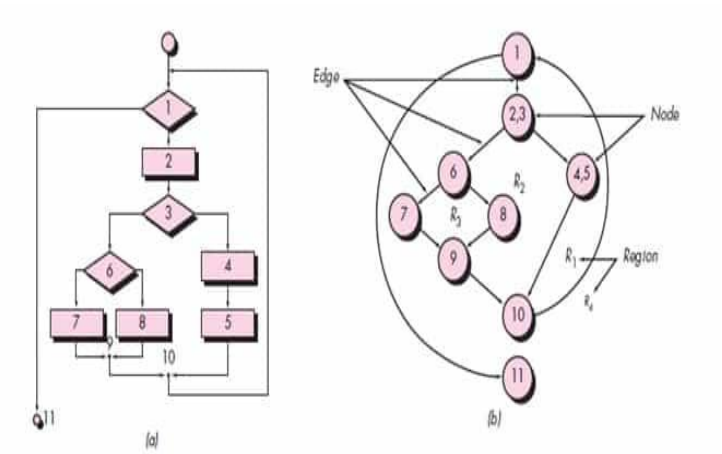
White Box Testing adalah salah satu cara untuk menguji suatu aplikasi atau *Software* dengan cara melihat modul untuk dapat meneliti dan menganalisa kode

dari program yang di buat ada yang salah atau tidak. Kalau modul yang telah dan sudah di hasilkan berupa output yang tidak sesuai dengan yang di harapkan maka akan dikompilasi ulang dan di cek kembali kode-kode tersebut hingga sesuai dengan yang diharapkan Nidhra and Dondetti (2012). Kasus yang sering menggunakan *white box testing* akan di uji dengan beberapa tahapan yaitu:

a. Pengujian seluruh keputusan yang menggunakan logika.
b. Pengujian keseluruh *loop* yang ada sesuai batasan-batasannya.
c. Pengujian pada struktur data yang sifatnya internal dan yang terjamin validitasnya.
d. Kelebihan *White Box Testing* antara lain Nidhra and Dondetti, (2012).
e. Kesalahan Logika Menggunakan sintax ‘if’ dan sintax pengulangan. Langkah selanjutnya metode *white box testing* ini akan mencari dan mendeteksi segala kondisi yang di percaya tidak sesuai dan mencari kapan suatu proses perulangan di akhiri.
f. Ketidaksesuaian Asumsi Menampilkan dan memonitor beberapa asumsi yang diyakini tidak sesuai dengan yang diharapkan atau yang akan diwujudkan, untuk selanjutnya akan dianalisa kembali dan kemudian diperbaiki.
g. Kesalahan Pengetikan Mendeteksi dan mencaribahasa-bahasa pemograman yang di anggap bersifat *case sensitif.*

Kelemahan *White Box Testing* adalah pada perangkat lunak yang jenisnya besar, metode *white box testing* ini dianggap boros karena melibatkan banyak sumberdaya untuk melakukannya.

Metode *white box testing* yang pertama adalah basis path. Metode ini memungkinkan pengembang untuk memperoleh ukuran kompleksitas dari desain prosedural. Ukuran ini nantinya akan dijadikan panduan untuk pendefinisian rangkaian jalur dasar (*basis path*) eksekusi dan perancangan pengujian pada tiap jalur.



Gambar 2.9 Flowchat dan Flowgraph
Sumber :
(https://www.dosenpendidikan.co.id/wpcontent/uploads/2019/09/Basis-Path.jpg)

Secara umum, metode *white box testing* basis path didasarkan pada jalur dan struktur koneksi dari cabang tiap sistem beserta pengodean dan fungsi logikanya. Tujuan dari basis path adalah untuk menentukan jumlah jalur independen, sehingga jumlah kasus uji yang diperlukan dapat didefinisikan secara eksplisit untuk memaksimalkan cakupan pengujian.

Metode *white box testing* jenis ini terdiri dari dua bentuk yaitu, *zero path* dan *one path* di mana keduanya dibedakan dari tingkat urgensi jalur pintas atau penghubung pada pemrosesan suatu sistem. *Zero path* merupakan jalur penghubung

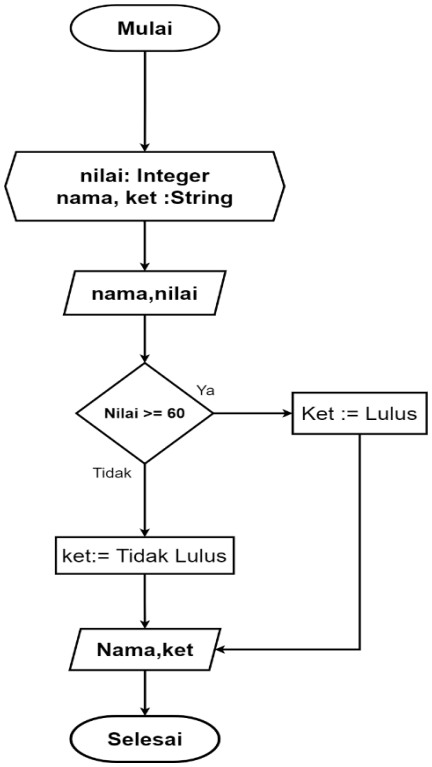
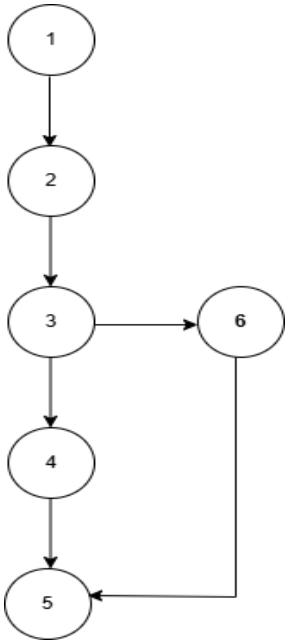
yang tidak penting atau tidak ada dalam sebuah sistem, sedangkan *one path* adalah sebaliknya.

Contoh *testing white box* :

Table 2.8 Contoh *Script White Box*

```
Program if_then;
Uses crt;
Var
                Nilai : intenger;
                Nama,ket : string(15);
Begin
write('Masukan nama mahasisswa : '); readln(nama);
write('Masukan nilai mahasisswa : '); readln(nilai);
if nilai >= 60 then
                ket := 'lulus'
else
                ket :='tidak lulus';
writeln ('Nama mashasiswa = ',nama,'  ',ket);
end
```

Tabel 2.9 Contoh *Whitebox*

Flowchart	***Flowgraph***
	

Dari gambar *flowgraph* diatas dapat dilakukan proses perhitungan sebagai berikut:

1. Menghitung *Cyclomatic Complexity* V(G) dari *Edge* dan *Node* dengan rumus

   V (G) = E – N + 2

   N (node) = 6

   E (edge) = 6

   Penyelesain : V(G) = E – N + 2

   = 6 - 6 + 2

   = 2

Keterangan;

E : (*Edge)* Jumlah Busur atau *Link*

N : (*Node)* Jumlah Simpul

2. Berdasarkan Perhitungan *Cyclomatic Complexity* dari *Flowgraph* diatas memiliki region =5
3. *Independent path* pada *flowgraph* diatas adalah:

   Path 1 = 1, 2, 3, 4, 5

   Path 2 = 1, 2, 3, 5, 6

Tabel 2.10 Contoh Grafik *Matrix*

No	1	2	3	4	5	6	E - 1
1		1					1-1=0
2			1				1-1=0
3				1		1	2-1=1
4					1		1-1=0
5							
6					1		1-1=0
SUM E + 1							1+1=2

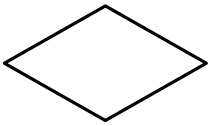
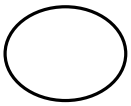
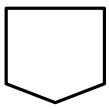
J. Flowchart

Flowchart adalah suatu bagan dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program.

Dalam perancangan *flowchart* sebenarnya tidak ada rumus atau patokan yang bersifat mutlak (pasti). Hal ini didasari oleh *Flowchart* (bagan alir) adalah sebuah gambaran dari hasil pemikiran dalam menganalisa suatu permasalahan dalam komputer. Karena setiap analisa akan menghasilkan hasil yang bervariasi antara satu dan lainnya.

Berikut ini adalah beberapa simbol yang digunakan dalam menggambar suatu *flowchart* :

Tabel 2.11 Simbol *Flowchart*

Simbol	Nama	Fungsi
	Terminator	Permulaan / akhir program
	Garis alir (*flow line*)	Arah aliran program
	*Preparation*	Proses inisialisasi / pemberian harga awal
	Proses	Proses perhitungan / proses pengolahan data
	Input / output data	Proses input / output data, parameter, informasi
	*Predefined process* (sub program)	Permulaan sub program / proses menjalankan sub program
	*Decision*	Perbandingan pernyataan, penyeleksian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya
	*On page connector*	Penghubung bagian-bagian *Flowchart* yang berada pada satu halaman
	*Off page connector*	Penghubung bagian-bagian *Flowchart* yang berada pada halaman berbeda

K. Unified Modeling Language (UML)

Unified Modelling Language (UML) adalah sebuah bahasa yg telah menjadi standar dalam industri untuk visualisasi, merancang dan mendokumentasikan sistem piranti lunak. UML menawarkan sebuah standar untuk merancang model sebuah sistem. UML mencakup banyak jenis diagram yang digunakan untuk

merepresentasikan berbagai aspek dari sistem perangkat lunak, seperti struktur kelas, interaksi antar objek, dan alur kontrol dari suatu sistem.

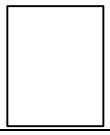
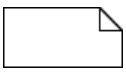
Diagram *use case* menyajikan interaksi antara *use case* dan aktor, dimana aktor dapat berupa orang, peralatan, atau sistem lain yang berinteraksi dengan sistem yang sedang di bangu. *Use case* menggambarkan fungsionalitas sistem atau persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi sistem dari pandangan pemakai.

Adapun simbol-simbol *Use Case* Diangram antara lain :

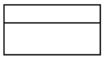
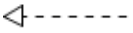
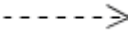
Tabel 2.12 Simbol *use case* Diagram

Simbol	Nama	Keterangan
	*Actor*	Menspesifikasikan himpuan peran yang pengguna mainkan ketika berinteraksi dengan *use case*.
	Dependency	Hubungan dimana perubahan yang terjadi pada suatu elemen mandiri (*Independent*) akan mempengaruhi elemen yang bergantung padanya elemen yang tidak mandiri.
	Generelization	Hubungan dimana objek anak (*descendent*) berbagi perilaku dan struktur data dari objek yang ada di atasnya objek induk (*ancestor*).

Lanjutan Tabel 2.12

Simbol	Nama	Keterangan
	*Include*	Menspesifikasikan bahwa *use case* sumber secara *eksplisit*.
	*Extend*	Menspesifikasikan bahwa *use case* target memperluas perilaku dari *use case* sumber pada suatu titik yang diberikan.
	Assosication	Apa yang menghubungkan antara objek satu dengan objek lainnya.
	*Sistem*	Menspesifikasikan paket yang menampilkan sistem secara terbatas.
	*Use case*	Deskripsi dari urutan aksi-aksi yang ditampilkan sistem yang menghasilkan suatu hasil yang terukur bagi suatu actor
	*Collaboration*	Interaksi aturan- aturan dan elemen lain yang bekerja sama untuk menyediakan prilaku yang lebih besar dari jumlah dan elemen- elemennya (sinergi).
	*Note*	Elemen fisik yang eksis saat aplikasi dijalankan dan mencerminkan suatu sumber daya komputasi

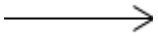
Tabel 2.13 Simbol Class Diagram

No.	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		*Generalization*	Hubungan di mana objek anak (*descendent*) berbagi perilaku dan struktur data dari objek yang ada di atasnya objek induk (*ancestor*)
2		*Nary Association*	Upaya untuk menghindari asosiasi dengan lebih dari 2 objek
3		*Class*	Himpunan dari objek-objek yang berbagi atribut serta operasi yang sama
4		*Collaboration*	Deskripsi dari urutan aksi-aksi yang ditampilkan sistem yang menghasilkan suatu hasil yang terukur bagi suatu *actor*
5		*Realization*	Operasi yang benar-benar dilakukan oleh suatu objek
6		*Dependency*	Hubungan di mana perubahan yang terjadi pada suatu elemen mandiri (*independent*) akan mempengaruhi elemen yang bergantung padanya elemen yang tidak mandiri
7		*Association*	Apa yang menghubungkan antara objek satu dengan objek lainnya

Tabel 2.14 Simbol *Sequence Diagram*

No	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		*LifeLine*	Objek *entity*, antarmuka yang saling berinteraksi
2		*Message*	Spesifikasi dari komunikasi antar objek yang memuat informasi-informasi tentang aktivitas yang terjadi
3		*Message*	Spesifikasi dari komunikasi antar objek yang memuat informasi-informasi tentang aktivitas yang terjadi

Tabel 2.15 Simbol *State Chart* Diagram

No	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		*State*	Nilai atribut dan nilai Link pada suatu waktu tertentu, yang dimiliki oleh suatu objek
2		*Initial Pseudo State*	Bagaimana objek dibentuk atau diawali
3		*Final State*	Bagaimana objek dibentuk dan dihancurkan
4		*Transition*	Sebuah kejadian yang memicu sebuah state objek dengan cara memperbaharui satu atau lebih nilai atributnya
5		*Association*	Apa yang menghubungkan antara objek satu dengan objek lainnya
6		*Node*	Elemen fisik yang eksis saat aplikasi dijalankan dan mencerminkan suatu sumber daya komputasi

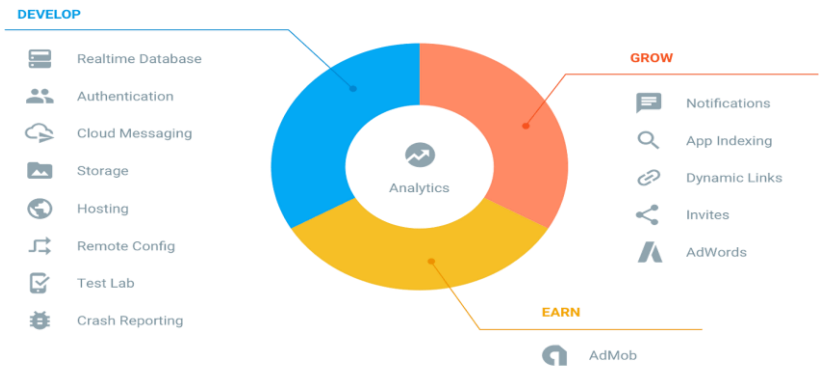
Tabel 2.16 Simbol *Activity* Diagram

No.	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		*Actifity*	Memperlihatkan bagaimana masing-masing kelas antarmuka saling berinteraksi satu sama lain
2		*Action*	*State* dari sistem yang mencerminkan eksekusi dari suatu aksi
3		*Initial Node*	Bagaimana objek dibentuk atau diawali.
4		*Actifity Final Node*	Bagaimana objek dibentuk dan dihancurkan
5		*Fork Node*	Satu aliran yang pada tahap tertentu berubah menjadi beberapa aliran

L. Firebase Realtime

Firebase merupakan platform untuk aplikasi *realtime*. Ketika data berubah, maka aplikasi yang terhubung dengan *firebase* akan meng-*update* secara langsung melalui setiap *device* (perangkat) baik *website* ataupun *mobile*. *Firebase* mempunyai *library* (pustaka) yang lengkap untuk sebagian besar *platformweb* dan *mobile* dan dapat digabungkan dengan berbagai *framework* lain seperti *node, java, javascript,* dan lain-lain. *Application Programming Interface* (API) untuk menyimpan dan sinkronisasi data akan disimpan sebagai bit dalam bentuk JSON (*JavaScript Object Notation*) pada *cloud* dan akan disinkronisasi secara *realtime*. Terdapat beberapa fitur yang disediakan oleh *firebase* adalah sebagai berikut :

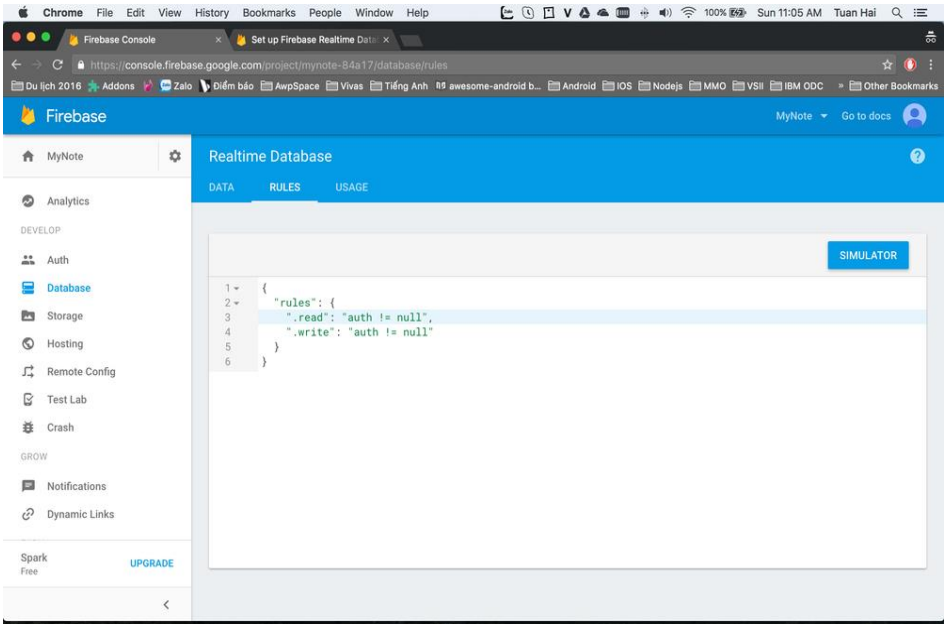
- *Analytics*, dapat mengamati tingkah laku pengguna dalam penggunaan aplikasi dan ditampilkan dalam satu *dashboard*
- *Develop*, terbagi menjadi beberapa fitur seperti *cloud messaging, authentication, realtime database, storage, hosting, testlab* dan *crash reporting*.
- *Grow*, untuk mempublikasikan sebuah produk aplikasi.



Gambar 2.10 Fitur-fitur *Firebase*
(*Sumber* : *https://www.bengkelti.com/blog/apa-itu-firebase-pengertian-dan-fitur-fitur-firebase/)*

Firebase Realtime Database merupakan basis data online yang dapat digunakan sebagai media penyimpanan data dari aplikasi. Data tersimpan dalam bentuk JSON dan dapat disinkronkan secara realtime ke setiap client yang terhubung. Layanan ini memiliki 3 kemampuan inti yaitu :

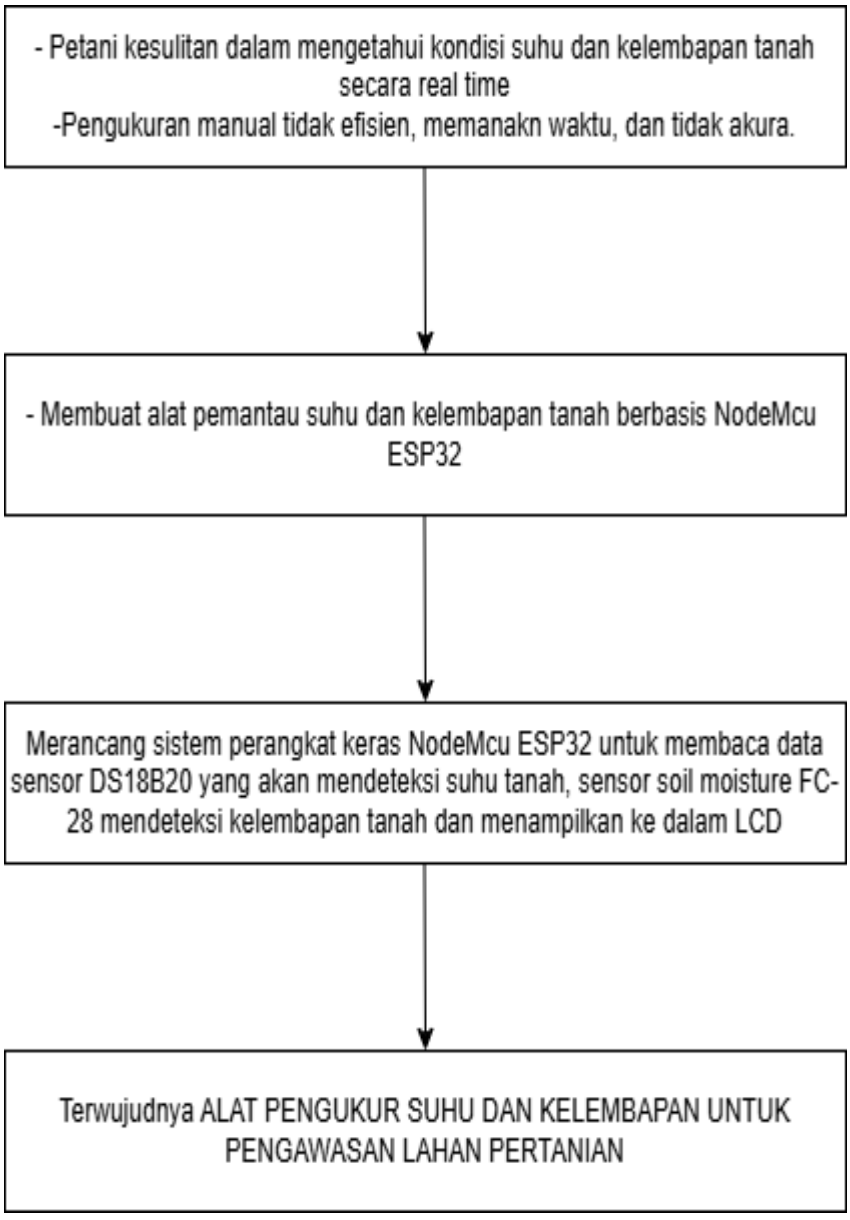
- *Realtime*, jika terdapat perubahan pada data *database*, maka seluruh *client* yang terhubung secara otomatis akan mendapatkan perubahannya dengan cepat.
- *Offline*, yaitu aplikasi yang menggunakan fitur ini akan tetap responsif bahkan saat dalam keadaan luring. Hal ini disebabkan karena *Firebase SDK (Software Development Kit)* dapat mempertahankan data dan perubahannya pada media penyimpanan client. Pada saat client terhubung ke jaringan internet, maka *Firebase SDK* akan melakukan penyesuaian otomatis atas catatan perubahan data yang disimpan pada media penyimpanan *client* dengan kondisi terkini dari *Firebase Server.*
- *Accessible from client devices.* Layanan ini menawarkan kemudahan untuk mengakses *firebase realtime database* secara langsung dari sebuah perangkat *mobile* atau sebuah peramban *web* tanpa membutuhkan *server application*.



Gambar 2.11 Contoh Database Firebase Realtime
(*Sumber: https://codentrick.com/implementing-firebase-realtime-database-android-app/)*

M. Kerangka Pikir

Untuk lebih memahami alur penelitian di atas, di uraikan ke dalam kerangka bepikir yang akan disajikan dalam bentuk diagram berikut ini :



Gambar 2.12 Kerangka Pikir

N. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

1. Penelitian Wahyu Cristianto, & Hery Teguh Setiawan (2021) yang berjudul "Sistem Akuisisi Data Suhu dan Kelembapan pada Lahan Pertanian Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan NRF24L01". Jurnal ini membahas tentang suhu dan kelembapan pada pertaniaan dengan menggunakan sensor NrF24L01. Sistem Akuisisi digunakan untuk mengetahui data kelembapan tanah pada lahan pertaniaan dengan menggunakan perangkat *zigbee* dan *protocol LoRaWan.*
2. Penelitian Novita Kurnia Ningrum, Ibnu Utomo Wahyu Mulyono, Defri Kurniawan, & Zahrotul Umami. Jurnal ini membahas tentang "Sistem Monitorig Kelembapan Tanaman Berbasis *IoT* Berdasarkan Pengukura Suhu dan Kelembapan Tanah dengan Algoritma *Fuzzy Logic*". Pada sistem monitoring ini terhubung dengan perangkat penyiraman tanaman menggunakan pendekatan algoritma *fuzzy logic* yang mana sistem akan membuat keputusan berdasarkan kondisi suhu lingkungan dan kelembapan tanah. Hasil keputusan berupa durasi penyiraman pada tanaman. Data yang diterima selanjutnya akan dikirim ke server *Thinkspeak* melalui *Microkontroler Nodemcu* yang sudah menggunakan teknolohi *wireless*.
3. Penelitian Adinda Rahma Satya Meunasah, Arief Rahmadani (2024). Penelitian ini membahas berjudul "Prototipe Alat Monitoring Suhu dan Kelembapan Ruang Baterai pada Gardu Induk dengan Perangkat *Iot*". Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah petugas dalam melakukan inspeksi harian, memimalisir kerusakan baterai yang terdapat pada ruang baterai karena suhu yang terlalu tinggi. Memimalisir terjadinya ledakan baterai akibat gas explosive hasil reaksi kimia

baterai akibat sirkulasi udara yang kurang baik. Sistem pemantauan jarak jauh berisi data suhu ruang, kelembapan ruang serta tegangan keluaran baterai.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Peneliti akan merancang sebuah alat pengukur suhu dan kelembapan tanah. Setelah itu, akan dilakukan pengujian dan evaluasi terhadap performa alat pengukur tersebut.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Lahan Percontohan Fakultas Pertanian, Peternakan, dan Perikanan Universitas Muhammadiyah Parepare dan membutuhkan waktu ± 2 Bulan.

C. Alat dan Bahan

Dalam pelaksanaan peneltian ini digunakan beberapa alat dan bahan yang terdiri dari Perangkat Keras *(Hardware)* dan Perangkat Lunak *(Software).* Alat dan bahan yang digunakan antara lain :

1. Alat

   Alat yang digunakan selama proses penelitian yaitu :

Tabel 3. 1 Spesifikasi Laptop HP Pavilion x360 Convertible 14

No	Nama	Keterangan
1	*Processor*	Intel® Core™ i3-8145U CPU @ 2.10GHz (4 CPUs), ~2.3GHz
2	RAM	4,00 GB
3	SSD	256 GB
4	Monitor	14 Inchi

Software yang digunakan dalam pembuatan aplikasi yaitu :

Tabel 3.2 *Software* yang digunakan

No	Nama	Keterangan
1	Sistem Operasi	Windows 10 Home Single Language
2	Program Aplikasi	Arduino IDE

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan alat yaitu :

Tabel 3.3 Bahan yang digunakan **:**

No	Nama	Jumlah
1	Arduino Uno	1 buah
2	Sensor DS18B20	1 buah
3	Sensor Soil moisture FC-28	1 buah
4	LCD(liquid crystal display) 16x2	1 buah

Bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini berupa data-data yang berasal dari hasil pengumpulan data yang telah dilakukan oleh peneliti yang nantinya akan di analisis lebih lanjut sebagai landasan untuk merancang sebuah sistem.

D. Tahapan Penelitian

Tahap-tahap penelitian yang dimaksud dalam penelitian ini adalah berkenaan dengan proses pelaksanaan penelitian.

1. Persiapan penelitian

Tahap persiapan adalah tahap yang dilakukan sebelum melakukan penelitian. Pada tahap ini dimulai dengan mengkaji permasalahan yang telah ada kemudian melakukan studi literatur tentang penelitian sejenis yang pernah dilakukan.

2. Studi Literatur

Tahap pelaksanaan merupakan tahap penerapan penelitian. Pada tahap ini dilakukan beberapa kegiatan yang mengenai dengan penelitian yang akan dilakukan. Pada tahap ini ada empat langkah yang harus dipenuhi guna untuk mencapai hasil maksimal menggunakan beberapa metode pengumpulan data dengan menggunakan beberapa metode pengumpulan data yang telah dijelaskan pada poin di atas, pengelolaan data, analisis data dan selanjutnya penafsiran hasil analisis. Setelah kegiatan tersebut, proses selanjutnya yaitu melakukan tugas lapangan dalam rangka mengumpulkan data, untuk kemudian akan di proses. Proses yang dimaksud meliputi penyuntingan, penerapan masalah dalam aplikasi program, serta analisis sebagai penarikan kesimpulan hasil.

3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini peneliti melakukan pencarian data-data di berbagai sumber untuk dikumpulkan lalu dikaji lebih lanjut.

4. Analisis

Pada tahap analisis, peneliti melakukan analisis terhadap sistem yang diterapkan sekarang berdasarkan kemudian merumuskan masalah yang menjadi pokok penelitian sehingga dapat dibuat alternatif pemecahan masalah.

5. Perancangan

Peneliti kemudian merancang alat atau aplikasi yang ingin dibuat berdasarkan alternatif pemecahan masalah.

6. Pengujian

Setelah melakukan perancangan, peneliti kemudian menguji hasil perancangan yang telah dibuat. Jika hasil perancangan terdapat kekurangan atau kelemahan maka kembali ke tahap analisis.

7. Implementasi

Setelah pada perancangan tidak terdapat kekurangan maka aplikasi siap untuk digunakan oleh user.

8. Tahap Penyelesaian

Tahap penyelesaian merupakan tahap akhir yang dilakukan. Pada tahap ini penyusunan laporan penelitian disusun.

E. Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah teknik atau cara yang dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian, tahapan dalam pengumpulan data yaitu:

1. Observasi, pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap masalah- masalah yang dihadapi oleh petani terkait pengukuran kondisi suhu dan kelembapan tanah.
2. Studi Pustaka, perpustakaan, web, dan jurnal-jurnal.

BAB IV

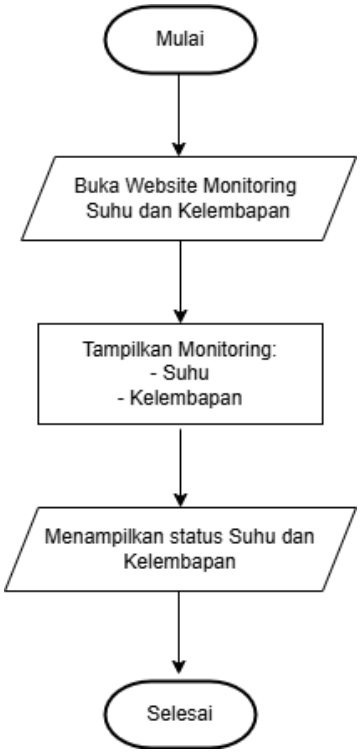
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancangan Sistem

Dari hasil penelitian ini maka di paparkan gambaran *flowchart* sistem yang berjalan pada Desain Alat Pengukur Suhu dan Kelembapan Tanah Portable untuk Pengawasan Lahan Pertanian.

1. *Flowchart* Sistem

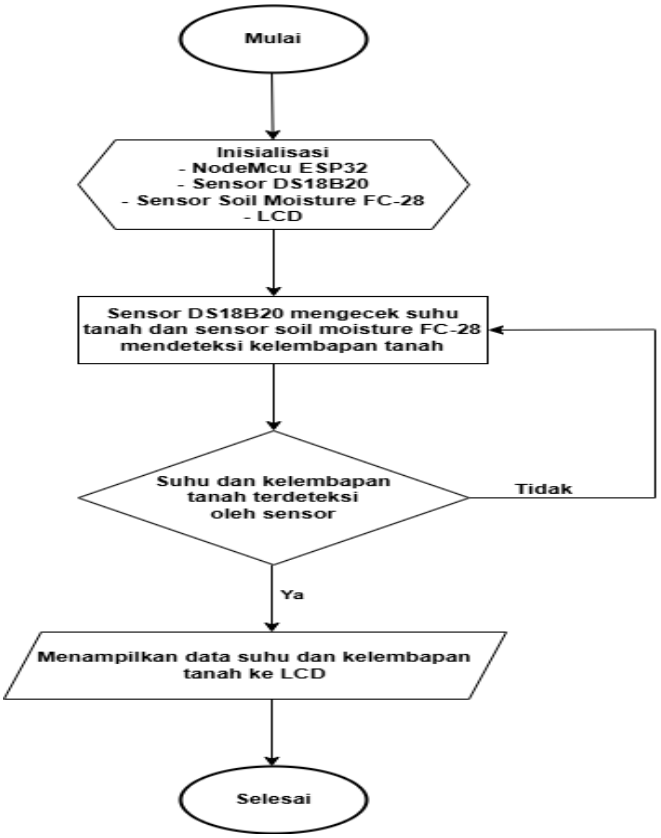
Flowchart sistem adalah diagram alur yang menggambarkan urutan proses, aliran data, dan logika kerja dari sebuah sistem**,** baik itu sistem manual, sistem komputerisasi, maupun sistem berbasis perangkat seperti mikrokontroler.



Gambar 4.1 Flowchart Sistem

Flowchart di atas menjelaskan alur proses monitoring suhu dan kelembapan melalui sebuah website. Proses dimulai dengan membuka website khusus yang digunakan untuk memantau kondisi suhu dan kelembapan. Setelah website terbuka, sistem akan menampilkan data monitoring berupa informasi suhu dan kelembapan secara real-time. Selanjutnya, *website* juga menampilkan status dari suhu dan kelembapan tersebut agar pengguna dapat mengetahui kondisinya dengan lebih jelas. Setelah informasi ditampilkan, proses *monitoring* dianggap selesai.

2. *Flowchart* Alat



Gambar 4.2 *Flowchart* Alat

Pada Gambar 4.2 menunjukkan proses dari sistem kerja *flowchart* alat yaitu, program akan mengecek suhu tanah menggunakan sensor DS18B20 dan sensor Moil Moisture FC-28 untuk kelembapan tanah. Hasil data pendeteksian sensor akan ditampilkan pada LCD sesuai dengan nilai dari pendeteksian sensor.

3. Analisis sistem yang berjalan

Pada sistem yang berjalan ini petani masih melakukan pengecekan tanah secara manual atau pengamatan secara visual yang menyebabkan ketidaktepatan dalam pengambilan keputusan terkait irigasi atau penyiraman lahan.

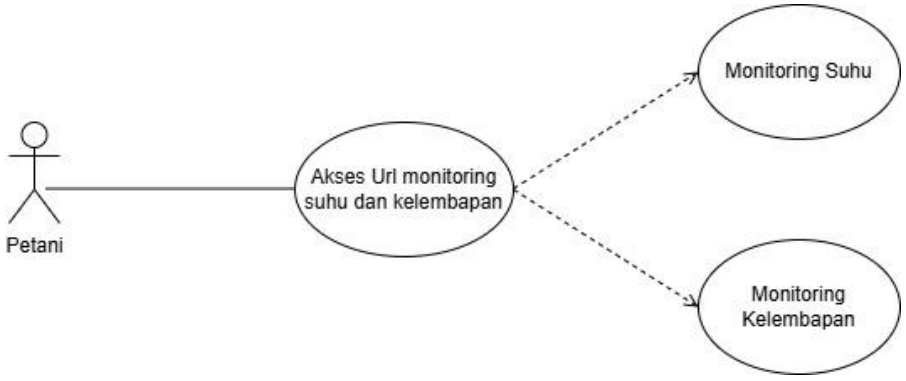


Gambar 4.3 Analisis Sistem yang Berjalan

Tabel 4.1 Penjelasan *use case* sistem yang berjalan

Nama *Use Case*	**Deskripsi *Use Case***
Periksa lahan pertanian	*Use case* ini menggambarkan proses petani memeriksa lahan secara manual.

4. Analisis sistem yang diusulkan



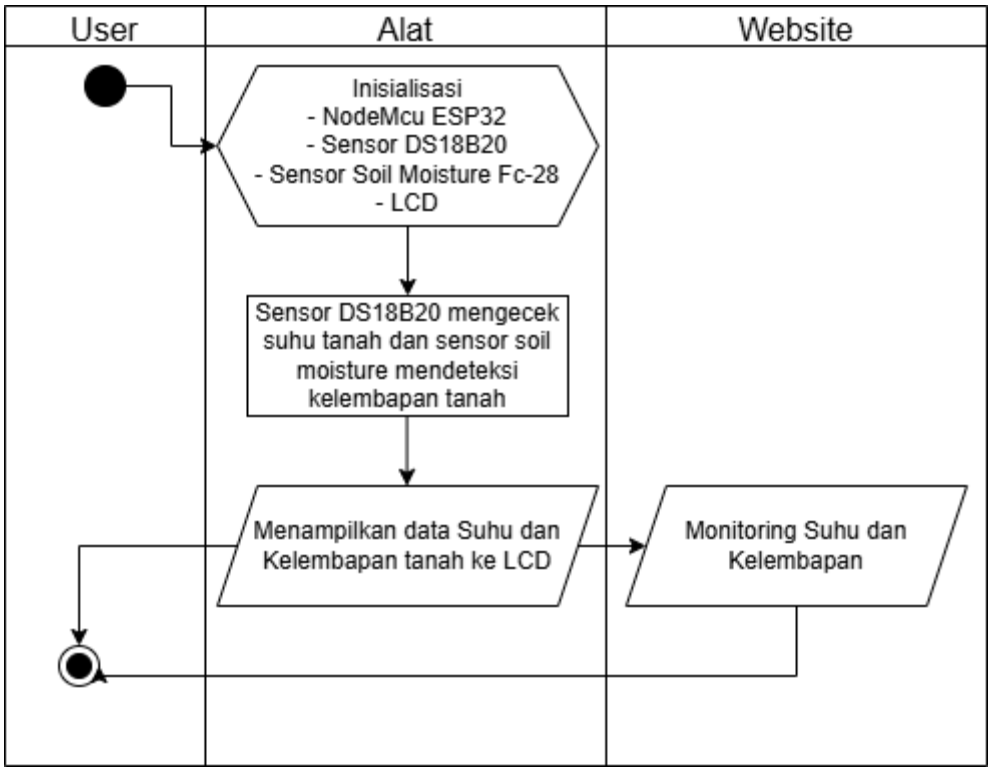
Gambar 4.4 *Use Case Diagram Website*

Tabel 4.2 Penjelasan *use case diagram website*

Nama Use Case	Deskripsi Use Case
Akses Monitoring Suhu dan Kelembapan	Use case ini menggambarkan proses petani jamur untuk masuk ke halaman monitoring Suhu dan Kelembapan menggunakan url
Monitoring Suhu	Use case ini memberikan informasi nilai suhu pada tanah/lahan
Monitoring Kelembapan	Use case ini memberikan informasi nilai kelembapan pada tanah/lahan

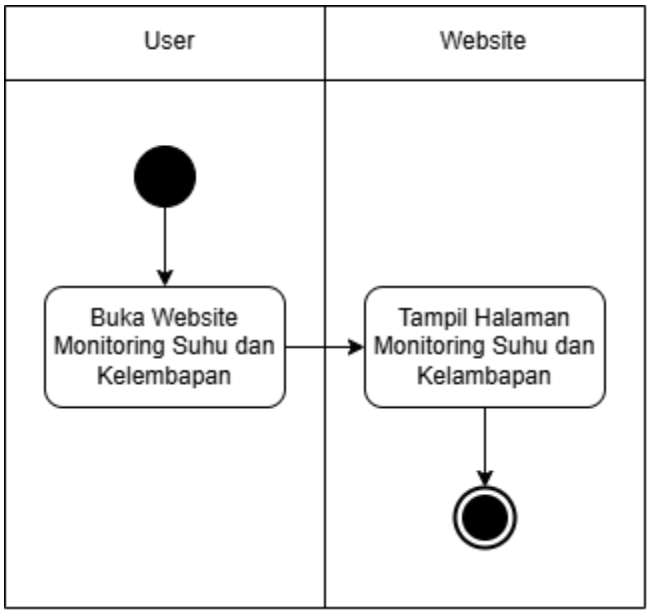
5. *Activity Diagram*

Activity ini menjelaskan proses urutan yang dilalui oleh user dalam melakukan *monitoring* Suhu dan Kelembapan.



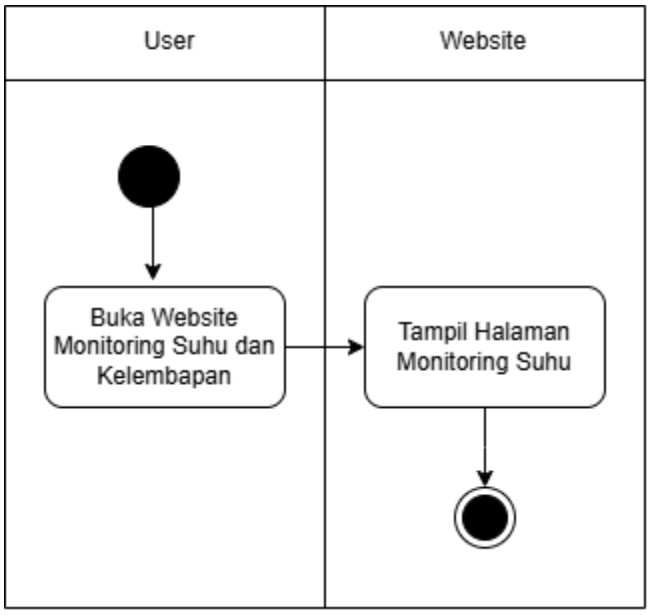
Gambar 4. 5 *Activity Diagram*

1) Activity Diagram Login User



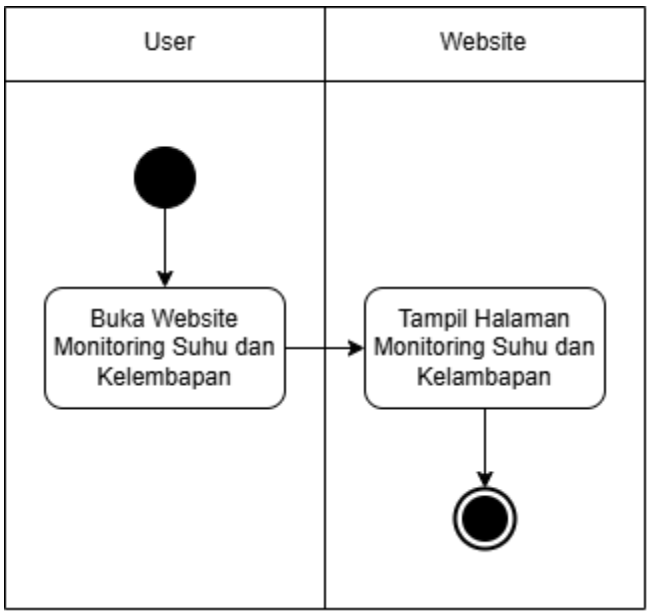
Gambar 4.6 *Activity* Diagram *Login User*

2) *Activity* Diagram Monitoring Suhu



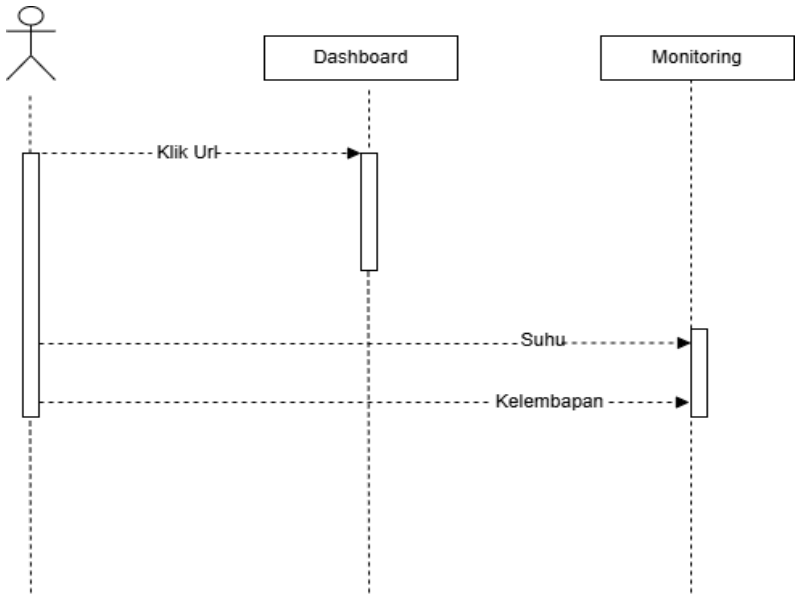
Gambar 4.7 *Activity* Diagram Monitoring Suhu

3) *Activity* Diagram Monitoring Kelembapan



Gambar 4.8 *Activity* Diagram Monitoring Kelembapan

4) *Sequence* Diagram

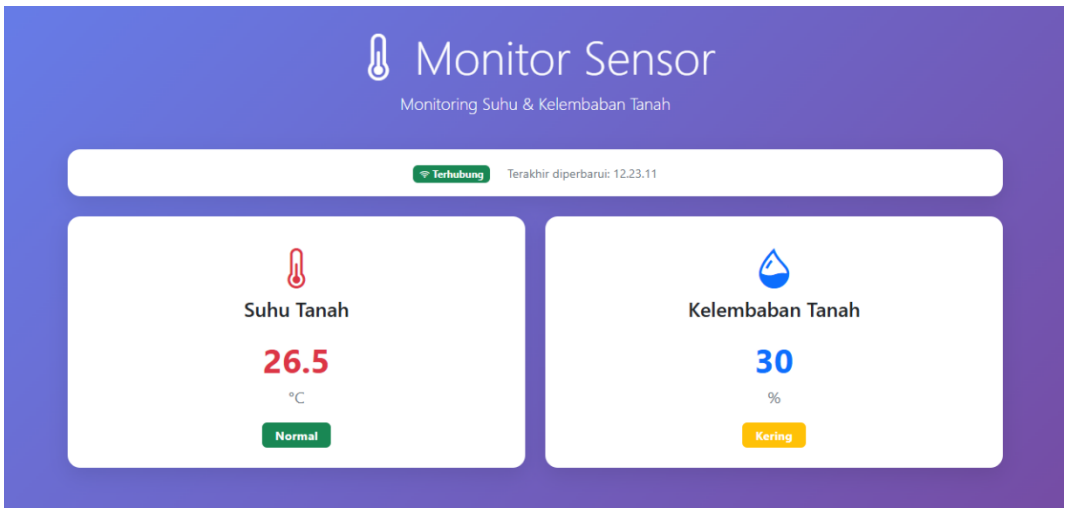


Gambar 4.9 *Sequence* Diagram *User*

B. Hasil Penelitian

Proses penelitian ini melalui beberapa tahap dan alur kerja agar dapat mencapai hasil yang diinginkan mulai dari tahap studi literatur, perancangan perangkat keras (*hardware*), perancangan sistem (*software*), kemudian dilakukan uji coba alat. Adapun uraian pelaksanaan penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1. Hasil Rancangan Perangkat Lunak (*Software*)
    a. Tampilan *Website*



Gambar 4.10 Tampilan *Website* Monitor *Sensor*

Tampilan *website* pada gambar menunjukkan sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah yang dirancang untuk memberikan informasi kondisi tanah secara real-time. Pada bagian atas terdapat judul *"Monitor Sensor"* disertai keterangan fungsi sistem, yaitu untuk memantau suhu dan kelembaban tanah. Sistem ini dilengkapi dengan indikator status koneksi yang ditampilkan dalam bentuk tombol hijau bertuliskan *"Terhubung"*, serta informasi waktu pembaruan terakhir sehingga pengguna dapat mengetahui kapan data sensor diperbarui. Informasi hasil pengukuran ditampilkan dalam dua kotak utama. Kotak pertama

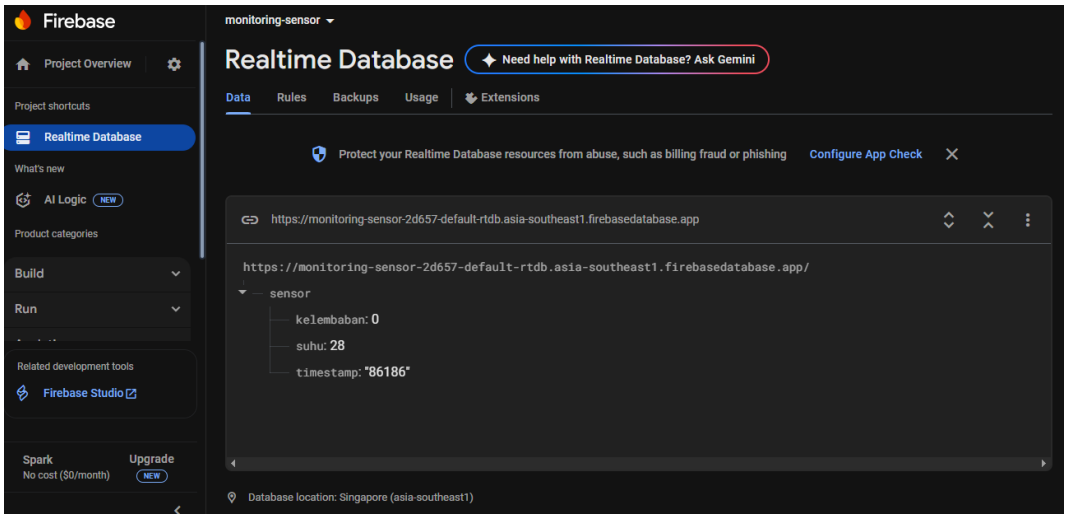
menampilkan suhu tanah sebesar 26,5 °C dengan ikon termometer dan status *"Normal"* yang ditandai dengan warna hijau, menandakan bahwa suhu tanah berada dalam kondisi yang sesuai. Kotak kedua menampilkan kelembaban tanah sebesar 30% dengan ikon tetesan air dan status *"Kering"* yang ditandai dengan warna kuning, menunjukkan bahwa kelembaban tanah rendah dan memerlukan penyiraman. Secara keseluruhan, desain antarmuka ini dibuat dengan tampilan sederhana namun informatif, menggunakan kombinasi warna untuk membedakan informasi utama sehingga mudah dipahami oleh pengguna..

Adapun sintaks program yang digunakan untuk membuat tampilan Website Monitor Sensor:

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="id">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <title>Monitor Sensor Suhu & Kelembaban Tanah</title>
    <link
href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@5.3.0/dist/css/bootstrap.min.css"
rel="stylesheet">
    <link                          href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap-
icons@1.7.2/font/bootstrap-icons.css" rel="stylesheet">
</head>
<body>
    <div class="container py-5">
        <div class="row mb-4">
            <div class="col-12 text-center text-white">
                <h1 class="display-4 mb-2">
                    <i class="bi bi-thermometer-half"></i>
                    Monitor Sensor
                </h1>
                <p class="lead">Monitoring Suhu & Kelembaban Tanah</p>
            </div>
        </div>
        <div class="row mb-4">
            <div class="col-12">
                <div class="card sensor-card">
                    <div class="card-body text-center py-3">
                        <span id="connectionStatus" class="badge bg-secondary">
                            <span class="loading"></span> Menghubungkan...
                        </span>
                        <span id="lastUpdate" class="last-update ms-3">-</span>
                    </div>
                </div>
            </div>
        </div>
        <div class="row g-4">
            <div class="col-md-6">
                <div class="card sensor-card h-100">
                    <div class="card-body text-center p-4">
                        <i   class="bi   bi-thermometer-half   sensor-icon   text-
danger"></i>
                        <h4 class="card-title mb-3">Suhu Tanah</h4>
                        <p id="tempValue" class="sensor-value text-danger">--</p>
                        <span class="sensor-unit">°C</span>
                        <div class="mt-3">
                            <span id="tempStatus" class="badge status-badge bg-
secondary">Menunggu data...</span>
                        </div>
                    </div>
                </div>
            </div>
            <div class="col-md-6">
                <div class="card sensor-card h-100">
                    <div class="card-body text-center p-4">
                        <i    class="bi    bi-droplet-half    sensor-icon    text-
primary"></i>
                        <h4 class="card-title mb-3">Kelembaban Tanah</h4>
                        <p id="humidityValue" class="sensor-value text-primary">-
-</p>
                        <span class="sensor-unit">%</span>
                        <div class="mt-3">
                            <span  id="humidityStatus"  class="badge  status-badge
bg-secondary">Menunggu data...</span>
                        </div>
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
</body>
</html>
```

```
<style>
        body {
            background: linear-gradient(135deg, #667eea 0%, #764ba2 100%);
            min-height: 100vh;
        }
        .sensor-card {
            border: none;
            border-radius: 15px;
            box-shadow: 0 8px 25px rgba(0,0,0,0.1);
            transition: transform 0.3s ease;
        }
        .sensor-card:hover {
            transform: translateY(-5px);
        }
        .sensor-icon {
            font-size: 3rem;
            margin-bottom: 1rem;
        }
        .sensor-value {
            font-size: 2.5rem;
            font-weight: bold;
            margin: 0;
        }
        .sensor-unit {
            font-size: 1.2rem;
            color: #6c757d;
        }
        .status-badge {
            font-size: 0.9rem;
            padding: 0.5rem 1rem;
        }
        .temp-good { color: #28a745; }
        .temp-warning { color: #ffc107; }
        .temp-danger { color: #dc3545; }
        .humidity-low { color: #dc3545; }
        .humidity-good { color: #28a745; }
        .humidity-high { color: #17a2b8; }
        .last-update {
            font-size: 0.9rem;
            color: #6c757d;
        }
        .loading {
            display: inline-block;
            width: 20px;
            height: 20px;
            border: 3px solid #f3f3f3;
            border-top: 3px solid #3498db;
            border-radius: 50%;
            animation: spin 2s linear infinite;
        }
        @keyframes spin {
            0% { transform: rotate(0deg); }
            100% { transform: rotate(360deg); }
        }
    </style>
```

b. Tampilan *Firebase realtime database*



Gambar 4.11 Tampilan *Firebase realtime database*

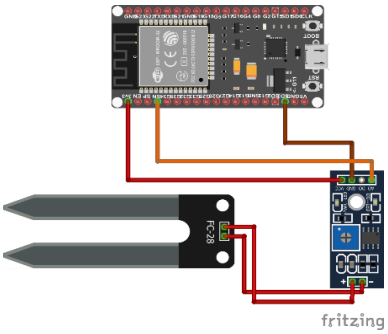
Gambar 4.11 menampilkan penggunaan Firebase Realtime *Database* pada project *monitoring-sensor* yang berfungsi sebagai media penyimpanan data sensor secara real-time. Firebase Realtime Database merupakan layanan berbasis *cloud* dari *Google* yang menyimpan data dalam format *JSON* dan mampu melakukan sinkronisasi secara langsung ke semua perangkat atau aplikasi yang terhubung. Pada tampilan gambar terlihat struktur data dengan node utama bernama *sensor* yang memuat tiga parameter, yaitu *kelembaban* dengan nilai 0, *suhu* dengan nilai 28 °C, serta *timestamp* dengan nilai 86186 yang menunjukkan waktu pencatatan data.

2. Hasil Rancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pembuatan perangkat keras merupakan rancangan sebelum terbentuknya suatu rangkaian elektronika. Rancangan ini akan menjelaskan alat yang digunakan serta pemilihan komponen yang tepat. Pada dasarnya rancangan prototype

monitoring ini memiliki hardware yang terdiri dari ESP32, Sensor DS18B20, Sensor Soil Moisture Fc-28 dan LCD

1) Rangkaian Sensor Sensor Soil Moisture Fc-28

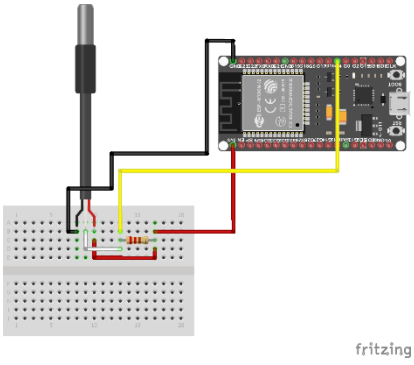


Gambar 4.12 Rangkaian Nodemcu ESP32 dengan Sensor Soil Moisture Fc-28

Tabel 4.3 Rangkaian Nodemcu ESP32 dan Sensor Soil Moisture Fc-28

No	Soil Moisture Fc-28	NodeMCU ESP32
1	VCC	3.3V
2	GND	GND
3	OUT	GPIO34

2) Rangkaian Sensor DS18B20

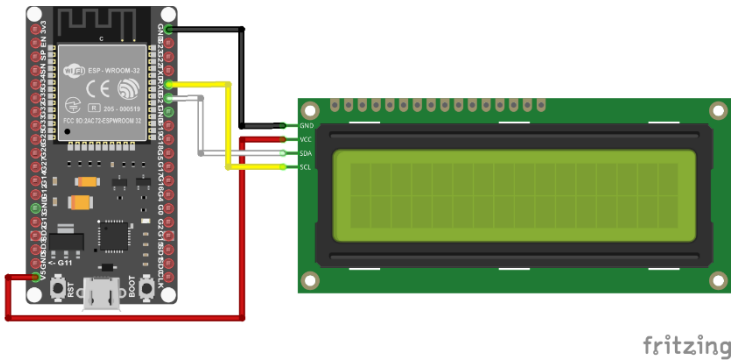


Gambar 4.13 Rangkaian Nodemcu ESP32 dengan Sensor DS18B20

Tabel 4.4 Rangkaian Nodemcu ESP32 dan Sensor DS18B20

No	Sensor DS18B20	NodeMCU ESP32
1	VCC	3.3V
2	GND	GND
3	OUT	GPIO4

3) Rangkaian LCD

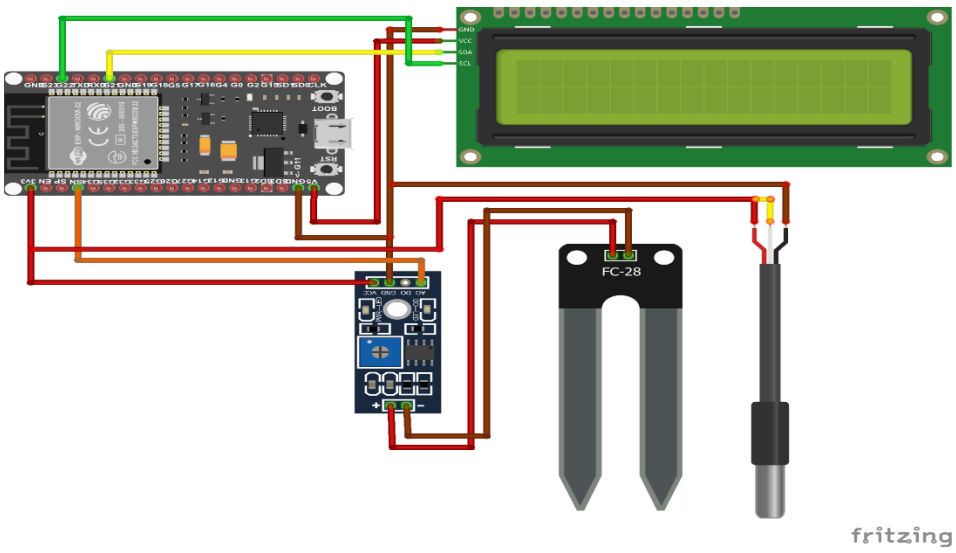


Gambar 4.14 Rangkaian Nodemcu ESP32 dengan LCD

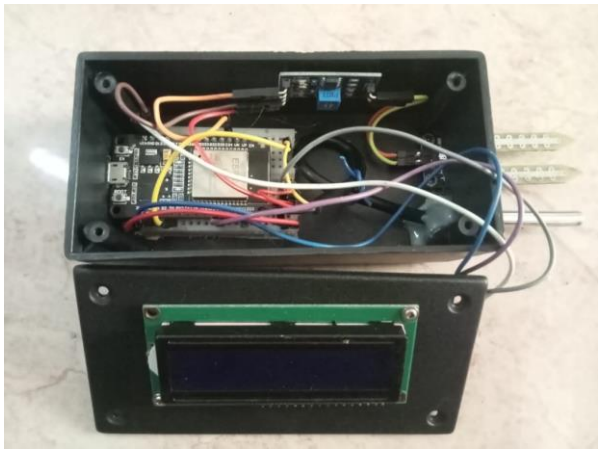
Tabel 4.5 Rangkaian Nodemcu ESP32 dan LCD

No	LCD	NodeMCU ESP32
1	VCC	5V
2	GND	GND
3	SDA	GPIO21
4	SCL	GPIO22

4) Rangkaian Keseluruhan Hardware



Gambar 4.15 Rangkaian keseluruhan hardware yang terdiri dari ESP32, Sensor DS18B20, Sensor Soil Moisture Fc-28 dan LCD.



Gambar 4.16 Tampilan hasil rancangan alat

Keterengan rangkaiaan pada Gambar:

1) ESP32 (Mikrokontroler)

- Berfungsi sebagai pusat pengendali sistem.
- ESP32 menerima data dari sensor suhu dan kelembaban, kemudian memprosesnya untuk ditampilkan ke layar LCD atau dikirim ke server (misalnya Firebase) melalui koneksi WiFi.

2) Sensor Soil Moisture Fc-28

- Berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembaban tanah.
- Sensor ini bekerja dengan mengukur resistansi tanah, di mana semakin banyak kandungan air, maka resistansi semakin rendah sehingga nilai kelembaban lebih tinggi.

3) Sensor DS18B20

- Digunakan untuk mengukur suhu tanah.
- Sensor ini berbasis digital sehingga hasil pembacaan suhu lebih akurat dan dapat langsung diproses oleh mikrokontroler.

4) Module I2C (untuk LCD 16x2)

- Modul tambahan yang memudahkan komunikasi antara ESP32 dengan LCD.
- I2C hanya menggunakan dua pin (SDA dan SCL) sehingga lebih hemat pin mikrokontroler.

5) LCD 16x2

- Berfungsi untuk menampilkan informasi hasil pembacaan sensor, seperti nilai suhu tanah (°C) dan kelembaban tanah (%).
- LCD memudahkan pengguna untuk melihat kondisi tanah secara langsung tanpa perlu membuka aplikasi.

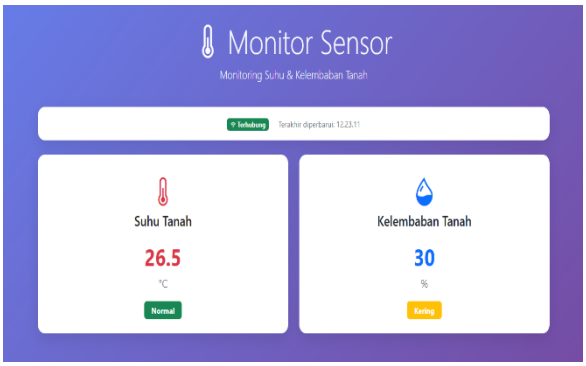
6) Kabel Jumper

- Digunakan untuk menghubungkan setiap komponen agar data dan arus listrik dapat mengalir dengan benar sesuai rangkaian

C. Pengujian *Blackbox*

1. Pengujian Black Box

Tabel 4.6 Pengujian sensor mendeteksi suhu dan kelembapan tanah

Uji Coba	Hasil	Keterangan
Sensor DS18B20 mendeteksi suhu dan sensor Soil Moisture FC-18 mendeteksi kelembapan tanah	✓	Berhasil, sensor mendeteksi suhu dan kelembapan tanah kemudian ditampilkan pada LCD dan website.
***Screenshot* dan Foto**		
 		

2. Pengujian Akurasi Sensor

Pada pengujian sensor DS18B20 dan sensor Soil Moisture FC-18 dilakukan dengan membandingkan nilai sensor yang didapatkan dengan nilai alat Soil Survey Instrument untuk mengetahui perbandingan dari kedua alat tersebut. Berikut ini merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan:

Tabel 4.7 Pengujian sensor DS18B20 dan sensor Soil Moisture FC-18 dibandingankan dengan alat Soil Survey Instrument

No.	Nilai Sensor DS18B20	Sensor Soil Moisture FC-18	Soil Survey Instrument		Selisih Suhu	Error (%)
			Suhu	Kelembapan		
1.	26,2 ºC	Kering	27 ºC	Kering	0,8 ºC	2,96
2.	26,1 ºC	Lembab	27 ºC	Lembab	0,9 ºC	3,33
3.	25,9 ºC	Kering	26 ºC	Kering	0,1 ºC	0,38
4.	25,8 ºC	Kering	27 ºC	Kering	1,2 ºC	4,44
5.	26,1 ºC	Lembab	27 ºC	Kering	0,9 ºC	3,33
6.	25,7 ºC	Kering	26 ºC	Kering	0,3 ºC	1,15
7.	26.0 ºC	Lembab	27 ºC	Lembab	1,0 ºC	3,70
8.	25.6 ºC	Kering	26 ºC	Kering	0,1 ºC	1,54
9.	26,2 ºC	Kering	26 ºC	Kering	0,4 ºC	0.77
10.	25,9ºC	Kering	27 ºC	Kering	1,1 ºC	2,97
Rata-rata erorr					0,68 ºC	2,46%,

Dari pengujian di atas dapat dilakukan proses perhitungan sebagai berikut:

a. Menghitung persentase error.

$$\text{Error}(\%) = \frac{\text{Nilai pengukuran} - \text{Nilai acuan}}{\text{Nilai acuan}} \text{x}100\% = \text{Error}(\%) \quad \text{..... (2)}$$

Keterangan:

- Nilai Pengukuran = nilai yang dihasilkan oleh sensor.
- Nilai Acuan = nilai referensi atau nilai sebenarnya.
- Hasil dikali 100 untuk mengubah ke bentuk persen (%)

b. Menghitung rata-rata error.

$$\text{Rata} - \text{rata Error}(\%) \frac{\sum \text{Error individu}(\%)}{\text{n}} \text{.....(3)}$$

Keterangan:

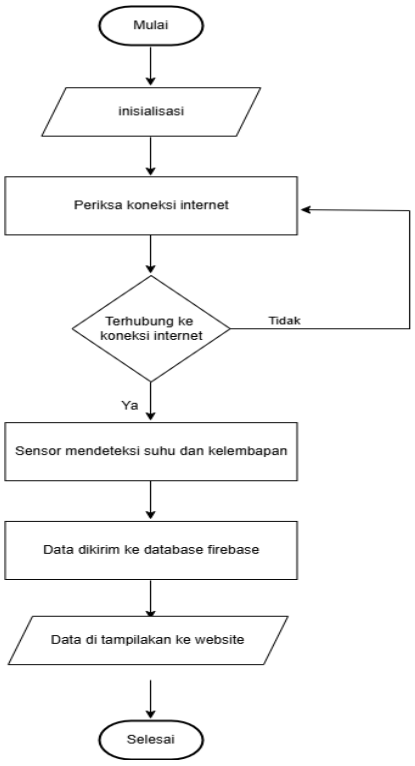
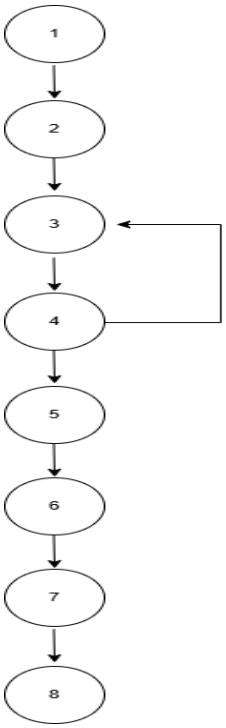
- $\sum$ Error individu (%) = jumlah seluruh nilai error persen dari tiap pengukuran
- n = jumlah data/pengukuran



Gambar 4.17 Hasil pengujian sensor dengan Alat *Soil Survey Instrument*

3. Pengujian *Whitebox*

Tabel 4.8 Pengujian *Whitebox*

Flowchart	***Flowgraph***
	

Dari *Flowgraph* di atas dapat dilakukan proses perhitungan sebagFai berikut:

c. Menghitung C*yclomatic Complexcity* V(G) dari *Egde* dan *Node*:

Dengan rumus : V (G) = E – N + 2
Dengan E (*edge*) = 8
N (*node*) = 8
P (Predikat *node*) = 1
Penyelesaian : V (G) = E – N + 2
= 8 – 8 + 2
= 2
Predikat *node* (P) = P + 1
= 1 + 1
= 2

d. Berdasarkan perhitungan C*yclomatic Complexcity* dari *Flowgraph* diatas memiliki *Region* = 2

e. *Independent Path* pada *Flowgraph* diatas adalah :

Path 1 = 1 – 2 – 3 – 4 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8

Path 2 = 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8

f. *Graph Matrix*

Tabel 4.9 *Graph matrix*

	1	2	3	4	5	6	7	8	E – 1
1		1							1 – 1 = 0
2			1						1 – 1 = 0
3				1					1 – 1 = 0
4			1		1				2 – 1 = 1
5						1			1 – 1 = 0
6							1		1 – 1 = 0
7								1	1 – 1 = 0
8									1 – 1 = 0
SUM (E + 1)									0 + 1 = 1

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa Alat pengukur suhu dan kelembapan tanah portable berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor DS18B20 untuk pengukuran suhu, dan sensor Soil Moisture FC-28 untuk pengukuran kelembapan tanah. Hasil dari sepuluh (10) pengujian dan perbandingan dengan alat *Soil Survey Instrument* ditemukan rata-rata error alat adalah 2,46%, dan rata-rata selisih suhu adalah 0,68ºC serta alat ini mampu membedakan kondisi "kering" dan "lembab" secara konsisten.

Kemudian keadaan suhu dan kelembapan tanah dapat di monitoring melalui website dengan url https://monitoringsuhudankel embaapan.infy.uk/?i=1.

B. Saran

Pada penelitian ini penulis menyadari bahwa masih ada beberapa kekurangan yang sangat diperlukan dalam perbaikan dan pengembangan di penelitian selanjutnya. Oleh karena itu, penulis memiliki saran untuk pengembang yaitu, penambahan fitur notifikasi otomatis, dan dapat mengembangkan sistem yang mendukung pengambilan keputusan otomatis, misalnya dengan menyalakan sistem irigasi berdasarkan ambang batas suhu atau kelembapan tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

Amir, A., Suwardoyo, U., & Irwan, I. N. P. (2025). Measurement and Monitoring Sistem for Agricultural Soil Environmental Parameters Based on the Internet of Things. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, *7*(1), 18-23.

Adinda Rahma Satya Meunasah & Arief Rahmadani (2024). Prototipe Alat Monitoring Suhu dan Kelembapan Ruang Baterai pada Gardu Induk dengan Perangkat IoT. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. Vol 23, No.2: 241-248.

Ahmad Thoriq, Lukito Hasta Prapoto, Rizy Mulyo Sampurno, Syauqi Hisyam Shafiyullah (2022). Rancang Bangun Sistem Monitor Suhu dan Kelembapan Tanah Berbasis Internet of Things. Jurnal Keteknikan Pertanian 10(3)268-280-2022.

Basri, M., Firdamayanti, F., Suwardoyo, U., & Wahyuddin, W. (2023). Monitoring Volume Cairan Infus Pasien Rawat Inap Menggunakan Teknologi IoT. *Jurnal Mosfet*, *3*(1), 1-4.

Badan Pusat Statistik.(2024). *Analisis Komoditas Ekspor* 2019-2023. Jakarta.

Calvin Austin, Melisa Mulyadi, & Sandra Octavian (2023). Implementasi IoT dengan ESP 32 Untuk Pemantauaan Kondid Suhu Secara Jarak Jauh Menggunakan MQTT pada AWS. *Jurnal Elektro Vol 15 No,1 Oktober 2022.*

Edwin Adrin Wihelmus Sanadi, Andani Achmad, Dewiani. Pemanfaatan Realtime Database Di Platfrom Firebase Pada Aplikasi E-Tourism Kabupataen Nabire. *Jurnal KPE, Vol 22, No.1*.

Jasmawati, J., Wahyuddin, W., & Andrian, A. (2024). Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG berbasis Internet of Things. *Jurnal Mosfet*, *4*(1), 12-19.

Joni Eka Candra & Algifanri Maulana (2019). Penerapan Soil Moisture Sensor Untuk Desain Sistem Penyiram Tanaman Otomatis: 109-114.

Meme. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Dana Kelembapan Pada Media Tanam Berbasis Arduino Uno. Universitas Nusa Cendana.

Meyhart Torsna Bangkit Sitorus. Novi Kurniasih, & Dewi Purnama Sari. (2021). Prototipe Alat Monitoring Suhu, Kelembapan dan Kecepatan Angin Untuk Smart Farming Menggunakan Komunikasi LoRa dengan Daya Listrik Menggunakan Panel Surya: 379-380.

Mira, Kusnanto, & Oscarito. (2024). Sistem Pengukuran pH, Suhu, dan Kelembapan Tanah pada Tanaman Jagung Menggunakan Metode Proportional-Integral-Derivative Berbasis Internet of Things. 1457-1466.

Miftahul Jannah. (2022). Smart Farming Pada Budidaya Jamur Tiram. Universitas Muhammadiyah Parepare.

Muh Adrian Juniarta Hidayat, & Ahmad Zuli Amrullah. Sistem Kontrol Dan Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan NodeMcu ESP32. *Jurnal Saintekom, Vol.12, No.1, Maret 2022. 23-32.*

Suwardoyo, U., & MK, R. S. (2025). Monitoring Irigasi Otomatis Berbasis IoT dan Android. *Jurnal Sintaks Logika*, *5*(1), 104-115.

Shinta Mediany (2024). Analisis Suhu Udara dan Kelembapan Relatif Bulan Maret 2024. Stasuin Klimatologi Sumatera Selatan. 2 April 2024.

Universitas Muhammadiyah Parepare. (2021). *Panduan Penulisan Proposal dan Skripsi* : FT Umpar.

Wahyu Cristianto & Hery Teguh Setiawan (2021). Sistem Akuisisi Data Suhu dan Kelembapan pada Lahan Pertanian Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan NFR24L01. Journal Of Applied Electical Enginering. Vol,5. No,2: 75-78.

Wahyuddin, W., & Wafiah, A. (2022). Aplikasi Pemesanan Menu Pada Warkop Shearlock Berbasis Abdroid. *Jurnal Sintaks Logika*, *2*(3), 11-16.