

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM  
MONITORING KUALITAS UDARA BERBASIS IOT**

**SKRIPSI**

**DISUSUN OLEH**

**M. HABIB ALFIRDAUS**

**NPM. 2009020135**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2024**

## LEMBARAN PENGESAHAN

**Judul Skripsi** : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM  
MONITORING KUALITAS UDARA BERBASIS IOT

**Nama Mahasiswa** : M. HABIB ALFIRDAUS

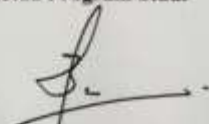
**NPM** : 2009020135

**Program Studi** : TEKNOLOGI INFORMASI

Menyetujui Komisi Pembimbing

  
(Martini, S.Pd., S.Kom., M.Kom.)  
NIDN. 0128029302

Ketua Program Studi

  
(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom.)  
NIDN. 0117019301

Dekan

  
(Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)  
NIDN. 0127099201

## PERNYATAAN ORISINALITAS

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING  
KUALITAS UDARA BERBASIS IOT

### SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, Juli 2024

Yang membuat pernyataan



M. HABIB ALFIRDAUS

NPM. 2009020135

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. Habib Alfirdaus  
NPM : 2009020135  
Program Studi : Teknologi Informasi  
Karya Ilmiah : Skripsi

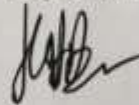
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING  
KUALITAS UDARA BERBASIS IOT**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagaipemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, Juli 2024  
Yang membuat Pernyataan



M. HABIB ALFIRDAUS  
NPM. 2009020135

## **RIWAYAT HIDUP**

### **DATA PRIBADI**

Nama Lengkap : M. Habib Alfirdaus  
Tempat dan Tanggal Lahir : Batam, 04 Oktober 2002  
Alamat Rumah : Patumbak  
Telepon/Faks/HP : 082185192903  
E-mail : Alfirdaushabib04@gmail.com  
Instansi Tempat Kerja : -  
Alamat Kantor : -

### **DATA PENDIDIKAN**

SD : SD IT RAHMAT TAMAT: 2014  
  
SMP : MTS NEGERI 1 MEDAN TAMAT: 2017  
  
SMA : MA NEGERI 3 MEDAN TAMAT: 2020

## KATA PENGANTAR



Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, berkat limpahan rahmat, hidayah dan karunianya, penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA BERBASIS IOT**”. Skripsi ini adalah salah satu dari beberapa persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar sarjana pada program studi S1 Teknologi Informasi di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan, arahan dan dukungan dari berbagai pihak terkait. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom, Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Bapak Halim Maulana, ST., M.Kom., Selaku Wakil Dekan I Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
4. Bapak Lutfi Basit, S.Sos., M.I.Kom., Selaku Wakil Dekan III Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
5. Ibu Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom, Ketua Program Studi Teknologi Informasi
6. Bapak Mhd. Basri, S.Si, M.Kom, Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi
7. Pembimbing saya Bapak Martiano, S.Pd., S.Kom., M.Kom
8. Ayahanda Dharma Ariputra Serta Ibunda Baitul Rahmah atas doa dan kasih sayangnya yang tulus dan tak terhingga kepada penulis, terima kasih selalu

menjadi *support sytem* terbaik sepanjang perjalanan hidup penulis yang selalu memberikan kasih sayang tak terhingga dengan penuh cinta, tulus dan selalu memberikan motivasi, semangat serta do'a yang terus mengalir dan tak pernah henti di setiap langkah hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.

9. Adik-adik saya yang telah memberikan motivasi dan perhatiannya.
10. Seseorang yang bernama Ayu Syahputri selaku seseorang yang tak kalah penting kehadirannya. Yang selalu mendukung, menghibur, mendengarkan keluh kesah, serta memberikan tenaga dan waktunya kepada penulis hingga saat ini.
11. Kepada teman-teman seperjuangan saya terkhusus teman sekelas saya yang memberikan banyak bantuan, menemani dalam penelitian, memberikan motivasi dan telah menemani perjuangan saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Semua Pihak yang terlibat baik langsung maupun tidak langsung dalam pengerjaan Skripsi ini yang tidak penulis sebutkan satu persatu diucapkan terima kasih.

## ABSTRAK

Tujuan dari proyek ini adalah untuk mengembangkan dan menerapkan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memantau kualitas udara menggunakan modul DHT11, MQ-135, dan ESP8266. Sistem ini dibuat untuk melacak indikator vital termasuk suhu, kelembapan, dan jumlah gas berbahaya di udara secara real-time. Sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan sekitar, sedangkan sensor MQ-135 digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas berbahaya seperti amonia, nitrogen oksida, alkohol, benzena, asap, dan karbon dioksida. Platform Blynk menerima data dari berbagai sensor melalui modul ESP8266, yang memungkinkan visualisasi data real-time dan peringatan jika terjadi perubahan penting pada kualitas udara. Sistem ini juga memiliki fitur untuk menyimpan data secara otomatis ke *Google Sheets* setiap satu menit sekali. Penyimpanan data di *Google Sheets* memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis data lebih lanjut, melacak perubahan kualitas udara dari waktu ke waktu, dan membuat laporan yang komprehensif mengenai kondisi udara di lokasi yang dipantau. Untuk memastikan keandalan dan efektivitas sistem, penelitian ini juga mencakup pengujian dan pengambilan sampel data di PT. Kawasan Industri Medan. Dengan melakukan pengujian di lingkungan industri, sistem ini dapat dievaluasi dalam kondisi nyata yang menantang, memastikan bahwa sistem mampu memberikan data yang akurat dan relevan untuk aplikasi industri.

**Kata Kunci:** Internet of Things (IoT), monitoring kualitas udara, ESP8266, sensor MQ-135, sensor DHT11, Blynk.



## **ABSTRACT**

*The goal of this project is to develop and implement an Internet of Things (IoT) based system to monitor air quality using DHT11, MQ-135, and ESP8266 modules. The system is designed to track vital indicators including temperature, humidity, and the amount of harmful gases in the air in real-time. The DHT11 sensor is used to measure ambient temperature and humidity, while the MQ-135 sensor is used to detect the presence of harmful gases such as ammonia, nitrogen oxides, alcohol, benzene, smoke, and carbon dioxide. The Blynk platform receives data from various sensors through the ESP8266 module, allowing for real-time data visualization and alerts if there is a significant change in air quality. The system also has a feature to automatically save data to Google Sheets every minute. Storing data in Google Sheets allows users to perform further data analysis, track changes in air quality over time, and create comprehensive reports on air conditions at the monitored location. To ensure the reliability and effectiveness of the system, this study also includes testing and data sampling at PT. Kawasan Industri Medan. By conducting testing in an industrial environment, the system can be evaluated under challenging real-world conditions, ensuring that the system is capable of providing accurate and relevant data for industrial applications.*

**Keywords:** *Internet of Things (IoT), air quality monitoring, ESP8266, MQ-135 sensor, DHT11 sensor, Blynk.*

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Kualitas Udara.....	7
2.3 <i>Internet of Things</i> .....	9
2.4 Sistem Monitoring.....	9
2.5 Metode <i>Waterfall</i> .....	10
2.6 <i>Flowchart</i> .....	11

2.7 Node MCU ESP8266 .....	13
2.8 Sensor MQ-135 .....	15
2.9 LCD OLED 0.96 .....	16
2.10 Aplikasi Program Arduino IDE.....	18
2.11 Blynk.....	19
2.12 Sensor DHT11.....	21
2.12 <i>Google Spreadsheet</i> .....	22
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN.....</b>	<b>24</b>
3.1 Data Penelitian .....	24
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	25
3.3 Alat dan Bahan.....	25
3.4 Tahapan penelitian .....	27
3.4.1 Perancangan Alat .....	29
3.4.2 Perancangan <i>Software</i> .....	33
3.5 <i>Mockup</i> aplikasi.....	37
3.6 Tahapan Pengujian .....	39
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>40</b>
4.1 Hasil pengujian <i>Hardware</i> .....	40
4.2 Pengujian Alat.....	41
4.2.1 Pengujian dengan Asap Kertas .....	42
4.2.2 Pengujian dengan Gas Korek Api .....	44

4.2.3 Pengujian dengan Asap Rokok .....	45
4.3 Pengujian dengan Alat yang Sudah Ada .....	47
4.4 Pengujian dan Pengambilan <i>Sample</i> Data.....	49
4.5 Analisa Hasil Secara Keseluruhan .....	55
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan .....	58
5.2 Saran.....	59
<b>REFERENCES.....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>64</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Tedahulu.....	5
Tabel 2.2. Index Kualitas Udara .....	8
Tabel 2.3. Simbol data <i>flowchat</i> sistem.....	12
Tabel 2.4. Spesifikasi Node MCU ESP32 .....	15
Tabel 2.5. Spesifikasi Sensor MQ-135 .....	16
Tabel 2. 6 Spesifikasi LCD OLED .....	18
Tabel 2.7. Spesifikasi Sensor DHT11 .....	22
Tabel 3.1. Alat-alat Penelitian.....	26
Tabel 3.2. Bahan-bahan Penelitian.....	26
Tabel 3.3. Perangkat lunak yang digunakan .....	27
Tabel 3. 4 Kategori Kualitas Udara.....	36
Tabel 3.5. Kriteria Pengujian Kuallitas Udara .....	39
Tabel 4. 1. Pengujian dengan Asap Kertas .....	42
Tabel 4. 2. Pengujian dengan Gas Korek Api.....	44
Tabel 4. 3. Pengujian dengan Asap Rokok .....	46
Tabel 4. 4. Pengujian dengan Alat yang Ada.....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Node MCU ESP8266 .....	14
Gambar 2.2. Sensor MQ-135 .....	16
Gambar 2.3. LCD OLED 0.96 .....	17
Gambar 2.4. Tampilan Arduino IDE .....	19
Gambar 2.5. Antar Muka Aplikasi Blynk .....	20
Gambar 2.6. Sensor DHT11 .....	21
Gambar 3.1. Diagram Alir .....	28
Gambar 3.2. Blok Diagram Perancangan Sistem.....	29
Gambar 3. 3 Rangkain Alat dan Pengkabelan .....	31
Gambar 3. 4. <i>Mockup</i> Rancangan Tampilan Fisik Alat.....	33
Gambar 3.5. Diagram Alir Sistem.....	34
Gambar 3.6. Tampilan Login Aplikasi Blynk.....	37
Gambar 3.7. Pembuatan Template Sistem Monitoring Kualitas Udara.....	37
Gambar 3.8. Tampilan Sistem Monitoring di Smartphone .....	38
Gambar 4. 1. Pengujian Alat dengan Asap Kertas.....	42
Gambar 4. 2. Pengujian Alat dengan Gas Korek Api .....	44
Gambar 4. 3. Pengujian Alat dengan Asap Rokok.....	45
Gambar 4. 4 Pengujian dengan Alat yang suda Ada.....	47
Gambar 4. 5. Pengujian dan Pengambilan <i>Sample</i> Data.....	49
Gambar 4. 6. Grafik Kualitas Udara Hari ke-1 .....	50
Gambar 4. 7. Grafik Kualitas Udara Hari ke-2 .....	52
Gambar 4. 8. Grafik Kualitas Udara Hari ke-3 .....	54

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pemantauan terkini menunjukkan bahwa pada tanggal 21 Februari 2024, Indonesia, menduduki peringkat 6 dari 100 negara di dunia dalam hal kualitas udara (IQAir 2024). Indonesia juga pernah menduduki peringkat 1 dengan nilai 188 tepatnya kota Jakarta yang artinya buruknya kualitas udara Indonesia (Gavrila and Rusdi 2020). Hal ini menyoroti pentingnya penanganan polusi udara Indonesia, di mana tingkat pencemaran melebihi ambang batas yang dianjurkan. Udara adalah sumber daya alam yang krusial bagi kehidupan, namun tidak semua udara yang dihirup baik karena mengandung zat berbahaya. Oleh karena itu, kesadaran dan tindakan untuk meningkatkan kualitas udara diperlukan untuk kesejahteraan manusia dan keberlanjutan lingkungan.

Semua kehidupan di Bumi terkena dampak polusi udara secara signifikan, termasuk kehidupan manusia. Penyakit saluran pernapasan dan paru-paru manusia dapat disebabkan oleh polusi. Polusi udara juga dapat merusak ekosistem, menurunkan kualitas tanah, dan berdampak buruk pada kesehatan hewan. Oleh karena itu, udara sangat penting bagi kehidupan sebagaimana yang kita ketahui, dan karenanya, kita harus menjaga kualitas udara di sekitar kita. Udara adalah aset alam yang perlu dijaga agar manusia dan makhluk hidup lainnya bisa terus bertahan.

Penggunaan sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT memiliki sejumlah alasan yang kuat. IoT memainkan peran penting dalam meningkatkan

efisiensi dalam monitoring kualitas udara, terutama dengan beberapa keunggulan dibandingkan dengan sistem yang tidak menggunakan IoT (Febrianti, et al. 2021). Integrasi teknologi IoT memungkinkan pemantauan yang fleksibel dan ekonomis karena sensor-sensor terhubung dapat ditempatkan di lokasi tanpa perlu infrastruktur kabel yang rumit. Dengan demikian, informasi ini dapat diakses dengan mudah.

Sejumlah peneliti telah berupaya untuk mencegah pencemaran udara dengan memanfaatkan teknologi sensor dan mikrokontroler. Sebagai salah satu contohnya, Harpard et al. (2022) berhasil membuat perangkat pemantauan kualitas udara yang menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 serta beberapa sensor gas seperti MQ-7, MQ-135, dan MQ-8. Perangkat ini dirancang untuk menampilkan hasil pengukuran kualitas udara secara langsung melalui layar LCD. Selain itu, perangkat ini juga dilengkapi dengan buzzer yang akan berbunyi ketika kualitas udara melebihi batas yang telah ditetapkan oleh indeks kualitas udara. Meskipun perangkat ini cukup inovatif, terdapat beberapa kekurangan yang diidentifikasi. Salah satu kekurangan utamanya adalah ketidakmampuannya untuk terhubung dengan sistem *Internet of Things* (IoT), sehingga hasil pengukurannya tidak dapat dilihat secara real-time melalui internet, seperti melalui website atau aplikasi. Akurasi dari perangkat ini mencapai sekitar 70%, yang cukup baik namun masih memerlukan peningkatan untuk keperluan praktis yang lebih luas.

Penelitian serupa dilakukan oleh M. Syahputra pada tahun 2020, yang fokus pada sistem pemantauan kualitas udara untuk gas CO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub>. Sistem ini memiliki tingkat akurasi yang sedikit lebih tinggi, yaitu sekitar 75%. Namun, aplikasi dari sistem ini juga masih bersifat terbatas karena hanya bisa digunakan



secara *offline* dan bergantung pada teknologi *Bluetooth*, yang memiliki jangkauan transmisi data maksimal hingga 10 meter. Kedua penelitian ini menunjukkan kemajuan dalam pengembangan teknologi pemantauan kualitas udara, namun juga menyoroti perlunya integrasi lebih lanjut dengan teknologi IoT dan sistem *online* untuk memperluas fungsionalitas serta meningkatkan kenyamanan *user* dalam *monitoring* kualitas udara secara langsung.

Berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi, diperlukan penelitian untuk merancang sebuah alat pemantauan kualitas udara, penelitian dirancang untuk menciptakan alat pemantauan berbasis IoT yang dapat secara *real-time* mengukur kualitas udara. Alat ini memakai sensor MQ-135 sebagai deteksi zat berbahaya di udara, serta sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Data dari sensor-sensor ini diolah oleh mikrokontroler Node MCU ESP8266 dan ditampilkan melalui layar LCD OLED 0.96 dan aplikasi Blynk yang terkoneksi dengan *smartphone*, memungkinkan akses data secara *real-time* dari jarak jauh. Diharapkan alat ini memberikan informasi yang cukup tentang kualitas udara.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang yang telah dibuat dapat penulis paparkan rumusan masalah yang akan menjadi fokus penelitian ini:

“Bagaimana merancang perangkat dan sistem pemantauan kualitas udara yang mampu memantau serta menampilkan data PPM kualitas udara, suhu, dan kelembaban lingkungan secara *real-time*, dengan menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) yang terhubung ke platform Blynk Apps”

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT ini penulis paparkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan sensor yang mencakup sensor MQ-135 dan DHT11.
2. Hanya memantau kadar gas CO<sub>2</sub>, suhu serta kelembaban.
3. Platform yang digunakan dalam monitoring kualitas udara menggunakan Blynk untuk menampilkan data yang diperoleh dari sensor.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT ini adalah:

1. Merancang dan membuat sistem monitoring kualitas udara berbasis *Internet of Things* yang tersambung dengan menggunakan aplikasi blynk.
2. Sistem yang dibuat dapat memantau kualitas udara, suhu serta kelembaban.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Memiliki kemampuan untuk menawarkan akses waktu nyata ke informasi tentang suhu, kelembapan, dan kualitas udara melalui Blynk.
2. Mendorong inovasi dalam teknologi sensor khusus nya di bidang Internet of Things.
3. Memberikan kontribusi akademis yang signifikan dengan menambah literatur dan studi kasus mengenai aplikasi IoT

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penulisan skripsi ini telah disusun dan disajikan pada **Tabel 2.1**

**Tabel 2.1. Penelitian Tedahulu**

No.	Penulis	Judul	Tahun	Kesimpulan
1.	Harpad, et al.	“Sistem Monitoring Kualitas Udara Di Kawasan Industri Dengan Nodemcu Esp32 Berbasis Iot”	2022	Penelitian ini membahas tentang <i>monitoring</i> kualitas udara di sekitar area industri. Sistem ini akan mendeteksi gas-gas seperti CO, NO <sub>2</sub> , dan H <sub>2</sub> S, serta terhubung ke web untuk menyajikan informasi melalui layar LCD dan situs web. Selain itu, sistem ini juga akan memberikan peringatan dengan bunyi buzzer jika gas berbahaya terdeteksi.
2.	Ramadhani et al.	“Klasifikasi dan Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan menggunakan Thingspeak”	2023	Pengujian berdasarkan jarak memperlihatkan sensor yang akurat dan sensitif dalam mendeteksi kondisi udara, sementara pengujian kinerja Thingspeak menunjukkan performa yang optimal dengan visualisasi langsung yang efektif.
3.	Aufa et al.	“PERANCANGAN MONITORING STASIUN CUACA	2020	Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap sensor

		DAN KUALITAS UDARA BERBASIS <i>INTERNET OF THINGS</i> (IoT)”		beroperasi sebagaimana mestinya. Rata-rata kesalahan data untuk suhu dan kelembapan yang diukur oleh sensor DHT11 masing-masing adalah 0,63% dan 3,2%, sedangkan rata-rata kesalahan untuk sensor BMP180 adalah 7,46%.
4.	Waworundeng & Lengkong	“Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT”	2020	Studi ini meneliti alat detektor kualitas udara dalam ruangan berbasis mikrokontroler. Mikrokontroler papan Wemos menerima sinyal input dari sensor MQ135, yang digunakan sebagai detektor kualitas udara.
5.	Tamaji, et al.	“IMPLEMENTASI FUZZY LOGIC UNTUK KUALITAS UDARA, SUHU, DAN KELEMBABAN UDARA BERBASIS IOT”	2023	Sensor gas MQ-135 digunakan untuk mendeteksi kualitas udara sekitar, sedangkan sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitar sensor.

## 2.2 Kualitas Udara

Ekosistem bumi bergantung pada udara untuk mempertahankan aktivitas metabolisme yang penting bagi kelangsungan hidup organisme yang bergantung pada oksigen seperti manusia, hewan, dan tumbuhan. Udara mengandung berbagai bahan selain oksigen, termasuk debu, ozon, karbon dioksida, dan karbon monoksida. Ada batasan konsentrasi yang harus dijaga pada tingkat yang aman bagi lingkungan dan kesehatan manusia, meskipun tubuh masih dapat memetabolisme beberapa senyawa ini dalam konsentrasi tertentu yang tidak berbahaya. (Tunggul, et al. 2020).

udara yang memiliki kualitas buruk bisa mengakibatkan dampak buruk yang signifikan bagi kesehatan pernafasan, bahkan bisa memengaruhi populasi orang yang sehat secara keseluruhan (Hermawan, et al., 2021). Ada dua penyebab utama pencemaran udara. Unsur-unsur alamiah meliputi debu yang terbawa angin, abu vulkanik, gas vulkanik, dan penguraian limbah organik. Sementara itu, faktor manusia meliputi penggunaan bahan kimia di udara, debu dari industri, dan emisi dari pembakaran bahan bakar fosil. Seringkali, pencemaran ini merupakan gabungan dari beberapa jenis polutan yang dilepaskan ke atmosfer dan berdampak pada ekosistem. Polutan ini mungkin berbentuk padat, cair, atau gas. Faktor meteorologi dan geografis setempat memengaruhi seberapa cepat kontaminan ini menyebar. “Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 45 Tahun 1997” menyatakan bahwa ada banyak tingkatan penyaringan kualitas udara.

Tabel 2.2. Index Kualitas Udara

JENIS	INTERVAL	KETERANGAN
Baik	0 – 50	“Rentang kualitas udara yang tidak menimbulkan efek negatif pada kesehatan manusia atau hewan, serta tidak mengancam bangunan, tumbuhan, atau nilai estetika lingkungan.”
Sedang	51 – 100	“Rentang kualitas udara yang tidak berpengaruh terhadap kesehatan manusia atau hewan, tetapi dapat mempengaruhi tanaman yang rentan serta aspek estetika.”
Tidak Sehat	101 – 199	“Rentang kualitas udara yang dapat membahayakan kesehatan manusia atau hewan yang sensitif, serta berpotensi merusak tanaman atau mengganggu aspek estetika.”
Sangat tidak sehat	200 – 299	“Rentang kualitas udara yang berpotensi menimbulkan bahaya kesehatan bagi berbagai kelompok populasi yang terpapar.”
Berbahaya	300 – lebih	“Rentang kualitas udara yang berisiko tinggi dan dapat mengakibatkan masalah kesehatan serius secara umum.”

### **2.3 Internet of Things**

Teknologi *Internet of Things* (IoT) dapat melakukan *monitoring* dan *controlling* sistem keamanan secara *remote* dengan akses internet yang terintegrasi dan efisien. Infrastruktur IoT menyediakan dasar yang kuat untuk pengembangan layanan dan aplikasi yang dapat berfungsi secara mandiri. Unsur utama dari teknologi ini mencakup identifikasi objek, sensor, dan kemampuan konektivitas, yang memungkinkan sistem untuk beroperasi secara otonom. Fitur ini juga mencakup kemampuan tinggi dalam mengumpulkan data, bertukar informasi, menjalin koneksi jaringan, dan memastikan interoperabilitas antara berbagai sistem dan perangkat (Najib, et al., 2020).

Menurut para ahli yang mendukung inisiatif *RFID global* dan proses standarisasi, IoT dianggap sebagai fondasi global penting untuk menyatukan berbagai jaringan dengan menghubungkan objek fisik dan virtual melalui teknologi komunikasi yang canggih. Sehingga dapat mengumpulkan data secara langsung dan integrasi yang mulus antara berbagai elemen sistem. Struktur IoT melibatkan pengembangan dan peningkatan jaringan yang ada serta integrasi dengan internet untuk menciptakan sistem yang lebih terhubung dan responsif, sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam berbagai aplikasi (Setiadi, et al., 2018).

### **2.4 Sistem Monitoring**

Definisi sistem adalah beberapa elemen yang memiliki keterkaitan dan berfungsi sebagai satu kesatuan, sedangkan monitor adalah perangkat yang digunakan untuk proses pemantauan. Dengan demikian, sistem monitoring dapat didefinisikan sebagai serangkaian alat yang saling terkoneksi dan dirancang

dengan fungsi melaksanakan tugas pemantauan. Pada umumnya, pemantauan adalah proses yang melibatkan pengumpulan data secara teratur dan berkelanjutan untuk mengevaluasi kondisi tertentu. Proses ini mencakup pengumpulan dan analisis informasi mengenai aktivitas suatu organisasi berdasarkan indikator yang telah ditentukan secara berkelanjutan dan terstruktur, dengan tujuan untuk bisa menerapkan tindakan korektif guna menunjang efisiensi operasional.

Sistem monitoring adalah proses yang dilakukan secara rutin dan berkelanjutan untuk mengetahui perkembangan proses yang telah difokuskan sebagai tujuan, mulai dari tahap perencanaan hingga pelaksanaan (Tiara & Syukron, 2019). Monitoring sendiri merupakan proses yang bertujuan untuk memperoleh pemahaman mendalam tentang informasi yang dibutuhkan. Melalui monitoring, dilakukan pengukuran secara terus-menerus untuk melacak dan mengevaluasi kemajuan menuju pencapaian tujuan yang telah ditetapkan (Bachtiar, 2016). Dengan cara ini, sistem monitoring tidak hanya membantu dalam memahami perkembangan yang terjadi tetapi juga menyediakan dasar untuk mengambil keputusan yang berbasis data dan melakukan perbaikan yang diperlukan.

### **2.5 Metode *Waterfall***

Metode *Waterfall* adalah model yang sangat dikenal dalam rekayasa perangkat lunak, di mana proses pengembangan mengikuti serangkaian tahapan yang dilaksanakan secara berurutan, mirip dengan aliran air terjun. Metode ini terdiri dari lima tahapan utama yang harus dilalui dalam urutan tertentu untuk menyelesaikan proyek (Jauhari, et al., 2022).


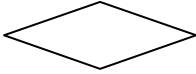
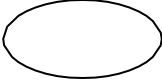
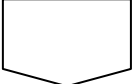

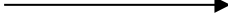


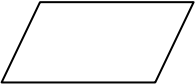
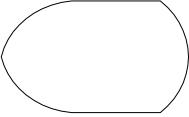
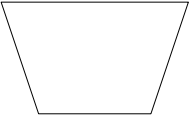



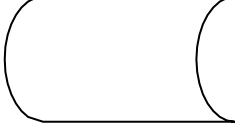
Beberapa kelebihan model *Waterfall* dalam pengembangan sistem karena pendekatan sistematis dan terstruktur yang ditawarkan oleh metode ini. Dalam metode *Waterfall*, setiap langkah atau fase dikerjakan secara berurutan dan tidak ada fase yang dimulai sebelum fase sebelumnya selesai. Proses ini memastikan bahwa semua aspek sistem ditangani dengan cermat dan terorganisir, mulai dari analisis kebutuhan, desain, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan. Pendekatan ini memudahkan perencanaan dan pengendalian proyek karena setiap tahapan memiliki output yang jelas dan harus diselesaikan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.

## **2.6 Flowchart**

Diagram alir, yang juga dikenal dengan istilah *flowchart*, adalah representasi grafis yang menunjukkan aliran atau langkah-langkah dalam sistem atau program secara logis. Diagram ini berfungsi untuk memodelkan berbagai proses, serta masukan dan keluaran dengan menggunakan simbol-simbol khusus yang mewakili elemen-elemen tersebut. Menurut Ardiansyah (2016), *flowchart* merupakan gambaran visual yang menggambarkan alur logis dari sebuah program atau sistem, sehingga memudahkan pemahaman dan analisis. Simbol-simbol yang digunakan dalam *flowchart* mencakup berbagai komponen dari sistem atau proses yang sedang direpresentasikan, seperti langkah-langkah proses, keputusan, dan jalur aliran informasi. Dengan demikian, *flowchart* membantu dalam merancang, mengkomunikasikan, dan mengelola proses-proses dalam sistem secara lebih terstruktur dan jelas.

Tabel 2.3. Simbol data *flowchat* sistem

Simbol	Keterangan
	Awal dari subprogram
	Perbandingan, pernyataan, dan pemilihan data yang menyediakan opsi untuk langkah-langkah berikutnya.
	Koneksi antara elemen-elemen flowchart yang berada di halaman yang sama.
	Penghubung antara elemen-elemen flowchart yang terletak di halaman yang berbeda.
	Awal / akhir dari program.
	Alur program
	Proses awal untuk penetapan harga awal.
	Proses perhitungan atau pengolahan data.
	Proses <i>input/output</i> data
	Menunjukkan perangkat output yang digunakan, seperti layar, plotter, printer, dan lain-lain.
	Pengolahan yang dilakukan diluar kerja komputer.

	Menunjukkan bahwa <i>input</i> berasal dari dokumen cetak atau <i>output</i> dicetak ke kertas.
	Mengindikasikan bahwa input berasal dari disk.

## 2.7 Node MCU ESP8266

“ESP8266 adalah sebuah modul WiFi yang dirancang untuk digunakan bersama dengan mikrokontroler seperti Arduino, berfungsi untuk terhubung langsung ke jaringan WiFi dan membentuk koneksi TCP/IP” (Hinden, et al., 2018). Modul ini telah terintegrasi dalam chip mikrokontroler, memainkan peran yang penting dalam perkembangan aplikasi *Internet of Things* (IoT). ESP8266 menyediakan kemampuan untuk menghubungkan perangkat ke internet, yang memungkinkan pertukaran data dan komunikasi yang diperlukan dalam berbagai aplikasi IoT.

Selain itu, pin pada ESP8266 dapat dikonfigurasi baik sebagai input maupun output, sehingga memungkinkan kontrol atas berbagai perangkat eksternal seperti layar LCD, lampu, atau motor DC. Hal ini memberikan fleksibilitas dalam desain dan implementasi sistem, memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memonitor perangkat secara efisien dalam berbagai aplikasi yang terhubung dengan jaringan (Imran, et al., 2020).



**Gambar 2.1. Node MCU ESP8266**

ESP8266 menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lainnya, termasuk pin out yang lebih banyak, lebih banyak pin analog, serta lebih besar kapasitas memorinya. Selain itu, modul ini juga dilengkapi dengan fitur Bluetooth 4.0 dengan konsumsi energi rendah, yang menambah kemampuannya dalam berkomunikasi secara efisien dengan perangkat lain (Widyatmika, et al., 2021). Keunggulan-keunggulan ini menjadikan ESP8266 pilihan yang sangat baik untuk berbagai aplikasi yang memerlukan konektivitas internet dan kontrol perangkat secara fleksibel. Dengan pin yang lebih banyak, pengguna dapat menghubungkan dan mengontrol lebih banyak perangkat eksternal, sementara kapasitas memori yang lebih besar mendukung aplikasi yang lebih kompleks. Fitur Bluetooth 4.0 juga memberikan kemampuan tambahan untuk berkomunikasi dengan perangkat lain dalam jaringan dengan efisiensi energi yang tinggi.

**Tabel 2.4. Spesifikasi Node MCU ESP32**

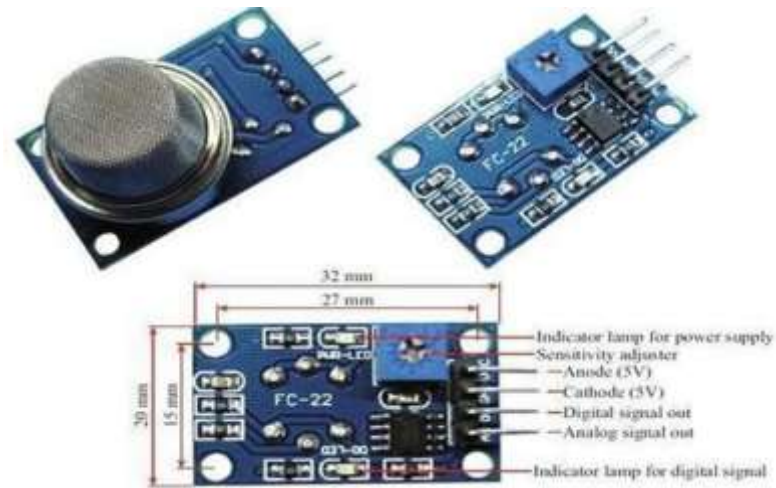
<b>Spesifikasi</b>	<b>Node MCU</b>
<i>Microkontrol</i>	ESP8266
<i>CPU</i>	Xtensa dual core LX6- 160 MHz
<i>ADC</i>	12 Bit
<i>Flash Memory</i>	16 Mb
<i>Sram</i>	512 Kb
<i>GPIO PIN (ADC/DCA)</i>	36 (18/2)
<i>Bluetooth</i>	Ada
<i>Wifi</i>	Ada
<i>SPI/I2C/UART</i>	4/2/2

### 2.8 Sensor MQ-135

Di antara banyak komponen gas yang dapat dideteksi oleh sensor kimia MQ-135 adalah amonia ( $\text{NH}_3$ ), nitrogen oksida ( $\text{NO}_x$ ), alkohol, benzena, karbon monoksida ( $\text{CO}$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan bahan kimia lainnya. Variasi nilai resistansi dideteksi oleh sensor ini yang terjadi ketika sensor terpapar gas-gas tersebut. Keunggulan dari MQ-135 terletak pada daya tahannya yang baik serta kemampuannya untuk digunakan sebagai indikator bahaya polusi, berkat desainnya yang praktis dan hemat energi.

Sensor ini dapat disesuaikan sensitivitasnya sesuai dengan nilai resistansi yang berbeda untuk konsentrasi gas yang bervariasi. Hal ini memungkinkan MQ-135 untuk mendeteksi dan memantau tingkat polusi udara secara efektif, memberikan informasi yang berguna untuk pengendalian kualitas udara dan penilaian lingkungan (Rochmania, et al., 2021). Dengan kemampuannya untuk merespons berbagai jenis gas, sensor MQ-135 sering digunakan dalam aplikasi

yang memerlukan deteksi polutan udara untuk menjaga kesehatan dan keselamatan lingkungan.



**Gambar 2.2. Sensor MQ-135**

Jenis sensor ini memiliki sifat bahwa tegangan sensor akan menurun saat beroperasi dalam mode deteksi suhu gas.

**Tabel 2.5. Spesifikasi Sensor MQ-135**

<b>Parameter</b>	<b>Kondisi Teknis</b>	<b>Keterangan</b>
Tegangan Sirkuit	5V $\pm$ 0.1	Ac atau DC
Tegangan Pemanas	5V $\pm$ 0.1	AC atau DC
Resistansi Beban	Bisa menyesuaikan	-
Resistansi Pemanas	33 $\Omega$ $\pm$ 5%	Suhu Ruangan
Konsumsi Pemanas	<500 Mw	-
Jangkauan	10-300 ppm ammonia	
Pengukuran	10-1000 ppm benzol 10-300 ppm alcohol	

## 2.9 LCD OLED 0.96

Modul Arduino atau mikrokontroler jenis serupa dapat digunakan dengan opsi tampilan keluaran LCD OLED. Teknologi OLED (*Organic Light Emitting*

*Diode*) ideal untuk menampilkan berbagai jenis informasi seperti data sensor, teks, atau menu dalam aplikasi mikrokontroler. Salah satu keunggulan utama dari OLED adalah kontras piksel yang tajam dan warna yang lebih hidup, serta kemampuannya untuk beroperasi tanpa memerlukan lampu belakang, yang menjadikannya lebih hemat daya dibandingkan dengan tampilan LCD tradisional.

Namun, meskipun OLED menawarkan berbagai manfaat, terdapat beberapa keterbatasan, terutama dalam hal ukuran layar yang relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan tampilan LCD Grafik atau LCD TFT. Keterbatasan ini mungkin membatasi ruang tampilan dan jumlah informasi yang dapat ditampilkan pada satu waktu (Siantika, et al., 2021). Meskipun demikian, OLED tetap menjadi pilihan populer dalam aplikasi di mana kualitas tampilan dan efisiensi daya merupakan prioritas utama.



**Gambar 2.3. LCD OLED 0.96**

OLED 0.96 merupakan salah satu jenis layar kecil yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik, terutama pada perangkat IoT, wearable, dan sistem yang membutuhkan tampilan visual minimalis. Teknologi OLED memungkinkan layar ini menampilkan warna dan kontras yang sangat baik meskipun ukurannya kecil, serta memiliki konsumsi daya yang rendah dibandingkan dengan teknologi layar lainnya. Selain itu, OLED 0.96 inch juga

dikenal dengan sudut pandang yang lebar dan kemampuan menampilkan gambar yang tajam meskipun dalam kondisi cahaya rendah.

Berikut ini adalah spesifikasi yang dimiliki oleh OLED 0.96 inch

**Tabel 2. 6 Spesifikasi LCD OLED**

Spesifikasi	LCD OLED 0.96
- Menggunakan chip pengontrol	SSD136
- Ukuran:	29,28 x 27,1 mm
- Rentang suhu kerja:	-30°C hingga 70°C
- Rentang tegangan operasi:	3 hingga 5 volt (DC)
- Konsumsi energi:	0,06 watt
- Resolusi layar:	128x64 piksel

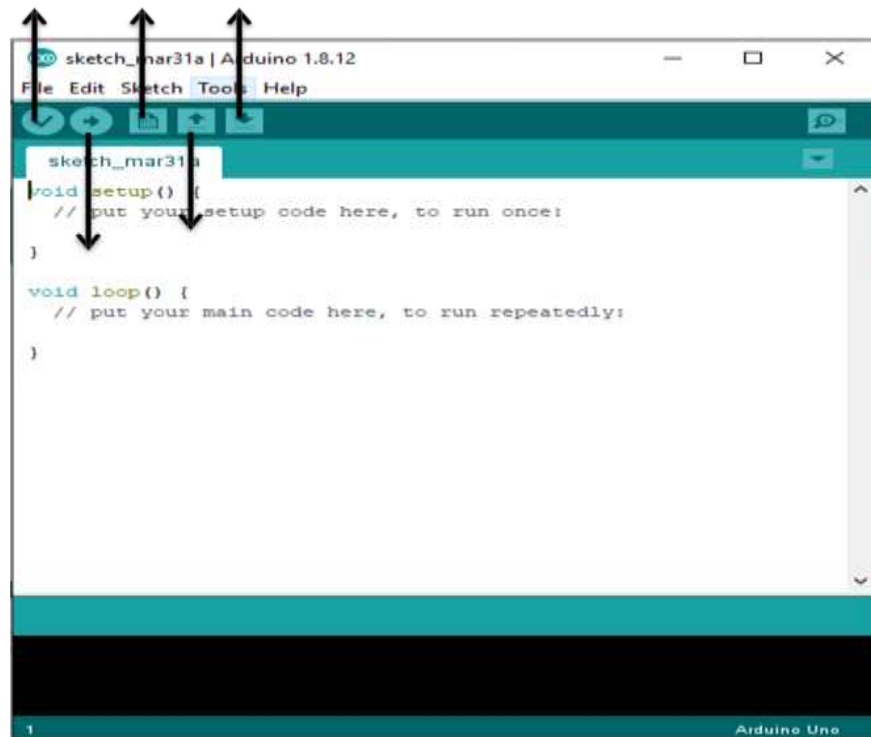
## 2.10 Aplikasi Program Arduino IDE

Pengguna dapat dengan mudah mengunggah kode baru ke NodeMCU tanpa memerlukan perangkat keras tambahan, seperti programmer eksternal, dengan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. *Integrated Development Environment*, atau Arduino IDE, adalah alat yang dibuat khusus untuk memudahkan pengembangan dan penyuntingan sketsa atau program untuk papan Arduino.

IDE ini menyediakan antarmuka yang *user-friendly* untuk menulis, mengedit, dan mengupload kode, serta dilengkapi dengan berbagai fitur yang mempermudah pengembangan perangkat lunak untuk mikrokontroler. Arduino IDE dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Java, yang



memungkinkan pengembangan aplikasi yang stabil dan efektif untuk mendukung berbagai jenis papan Arduino, termasuk NodeMCU. Dengan menggunakan Arduino IDE, pengguna dapat dengan mudah menulis dan menguji kode, serta mengintegrasikan berbagai modul dan sensor dalam proyek mereka (Instiper Robotics Academy, 2021).



**Gambar 2.4. Tampilan Arduino IDE**

## 2.11 Blynk

Blynk adalah platform untuk aplikasi seluler yang dibuat untuk memudahkan pengendalian berbagai modul secara daring, termasuk WEMOS D1, ESP8266, Arduino, Raspberry Pi, dan lainnya. Dengan penggunaan dasbor digital platform ini, pengguna dapat dengan mudah merancang, mengendalikan, dan memantau proyek mereka dengan membuat antarmuka grafis dengan teknik drag-and-drop.

Selama perangkat mereka terhubung ke koneksi internet yang andal, pengguna dapat mengontrol dan mengamati dari jarak jauh dari lokasi mana pun kapan saja dengan menggunakan program Blynk. Blynk mendukung berbagai fitur seperti pengaturan dan pembacaan data sensor, serta pengendalian aktuator secara real-time, sehingga menjadikannya alat yang sangat berguna untuk berbagai aplikasi IoT dan otomatisasi. Platform ini memfasilitasi integrasi yang mudah antara perangkat keras dan aplikasi mobile, meningkatkan fleksibilitas dan kenyamanan dalam pengelolaan proyek teknologi (Blynk, 2017).



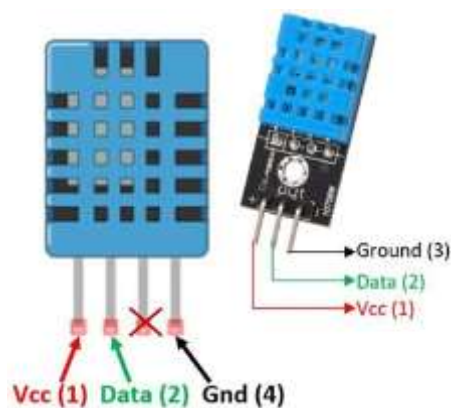
**Gambar 2.5. Antar Muka Aplikasi Blynk**

Aplikasi Blynk menawarkan berbagai fitur yang dirancang untuk mempermudah pengendalian dan pemantauan perangkat keras. Salah satu fitur utama adalah API dan antarmuka pengguna yang konsisten, yang mendukung semua jenis perangkat keras yang terhubung. Pengguna dapat dengan mudah menghubungkan perangkat mereka ke cloud tanpa kesulitan. Selain itu, Blynk memudahkan pengaturan pin tanpa memerlukan penulisan kode, serta memungkinkan penambahan dan integrasi fungsi baru dengan menggunakan pin

virtual dengan cara yang sederhana. Aplikasi ini juga menyediakan fitur untuk memantau riwayat data melalui grafik riwayat widget, memberikan pengguna kemampuan untuk melihat dan menganalisis data historis. Blynk secara rutin memperbarui fitur-fiturnya untuk memastikan pengguna mendapatkan pengalaman yang lebih baik dan fungsionalitas yang lebih luas.

## 2.12 Sensor DHT11

Sensor DHT11 mengandalkan termistor tipe NTC untuk mengukur suhu dan sensor resistif untuk mengukur kelembapan. Data yang diperoleh dari kedua sensor ini diproses oleh mikrokontroler 8-bit yang terintegrasi dalam perangkat. Hasil pengolahan data tersebut kemudian dikirimkan melalui satu kabel dua arah. Meskipun ukuran sensor DHT11 relatif kecil, sensor ini memiliki kemampuan yang cukup kompleks. Setelah data dikumpulkan dan diolah, informasi tersebut dapat dimasukkan ke dalam sistem yang sedang diuji, memberikan informasi yang diperlukan untuk pemantauan atau analisis lebih lanjut (Ajie, 2016). Keunggulan DHT11 terletak pada kemampuannya untuk menyediakan data suhu dan kelembapan secara akurat dan efisien, meskipun dengan perangkat keras yang ringkas.



**Gambar 2.6. Sensor DHT11**

Tiga pin input pada sensor DHT11 digunakan untuk mengukur kelembapan dan suhu. Untuk melacak hasil data sensor, angka-angka ini pertama-tama diproses oleh mikrokontroler dan kemudian ditampilkan pada panel LCD atau dalam aplikasi Blynk.

**Tabel 2.7. Spesifikasi Sensor DHT11**

<b>Fungsi</b>	<b>Sensor DHT11</b>
Resolusi	16-bit
Tegangan	3.5-5.5V
Arus	0.3mA ( <i>measuring</i> ) 60uA ( <i>standby</i> )
Keluaran	Serial Data
Jangkauan	0°C-50°C & 20-90%
Ketepatan	±1°C & ±1%

### **2.12 Google Spreadsheet**

Pengguna dapat membuat, memformat, dan berkolaborasi pada *spreadsheet* secara *online* dengan *Google Sheets*, sebuah aplikasi untuk spreadsheet yang dihosting di web. Alat Google ini, yang sebelumnya dikenal sebagai *Google Drive Spreadsheet*, sebagian besar digunakan untuk dokumen keuangan atau tabel sederhana. *Google Sheets* adalah nama baru untuk aplikasi ini, yang telah dikembangkan untuk menangani analisis dokumen. Banyak kemampuan baru yang menarik telah disertakan oleh Google, termasuk kapasitas untuk bekerja lebih cepat, mengelola dokumen dengan banyak angka, dan memungkinkan penggunaan *offline*. Filter, fitur bantuan, dan kemampuan untuk menyisipkan teks di kolom kosong adalah beberapa fitur lainnya. (Nafis, 2018).

Data dapat diimpor, diatur, dan diproses untuk perhitungan menggunakan *Google Sheets*. Aplikasi ini adalah alat web yang memfasilitasi kolaborasi dan

menawarkan akses daring. Setelah mendaftar untuk mendapatkan akun *Google* gratis, pengguna harus mengunduh *Google Sheets*, *Google Docs*, dan *Google Drive* untuk dapat menggunakan *Google Sheets*. *Google Sheets* pada dasarnya berfungsi dengan cara yang sama seperti *Microsoft Excel*, dengan kemampuan menyalin lembar kerja secara digital sebagai salah satu kemampuannya. (Muhammad et al., 2021).

## **BAB III**

### **METODELOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Data Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode model waterfall, yang telah dikenal luas dalam dunia rekayasa perangkat lunak. Dinamakan *waterfall* karena prosesnya menyerupai aliran air terjun yang bertingkat, terdiri dari lima tahapan utama yang dilakukan secara berurutan (Jauhari, et al. 2022). Model ini dipilih karena menggunakan pendekatan yang terstruktur dan sistematis dalam pembangunan sistem. Selain itu, disajikan juga diagram alir yang menjelaskan alur dari penelitian ini.

Untuk mengumpulkan informasi dalam penelitian ini, pendekatan penelitian kepustakaan dikombinasikan dengan teknik pengumpulan data. Buku, jurnal ilmiah, tesis, dan bahan referensi terkait lainnya termasuk sumber pustaka yang menjadi sumber data. Internet dan temuan penelitian sebelumnya merupakan sumber penting lainnya untuk meningkatkan pemahaman mendalam dalam penulisan penelitian.

Dalam proses penelitian, penerapan metode pengambilan data sangat penting untuk memastikan kelancaran dan keakuratan hasil yang diperoleh. Dengan memilih pendekatan studi pustaka, peneliti dapat merujuk pada berbagai sumber informasi yang telah divalidasi dan diverifikasi secara akademis, sehingga mampu menghasilkan landasan teori yang kuat dan mendalam sehingga dapat menyelesaikan permasalahan dalam penelitian. Dalam penelitian ini, terdapat beberapa metode pengumpulan data yang digunakan:

1. Observasi langsung di lokasi yang relevan dengan penelitian, seperti area yang sering dilalui kendaraan bermotor, dilakukan sebagai bagian dari teknik pengumpulan data observasi atau studi lapangan.
2. Membaca buku, jurnal, dan bahan referensi lain yang membahas subjek yang terkait dengan penelitian, seperti penggunaan mikrokontroler dan sensor, dikenal sebagai studi pustaka.

### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan dari Februari hingga Agustus 2024. Proses perancangan dan pembuatan perangkat dilakukan di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Jurusan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Pengujian perangkat dan pengumpulan data direncanakan akan dilakukan di area sekitar PT. Kawasan Industri Medan.

### **3.3 Alat dan Bahan**

Untuk membuat dan menjalankan sistem pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT), penelitian ini membutuhkan berbagai bahan dan peralatan. Beragam komponen penting, seperti sensor, mikrokontroler, modul komunikasi, dan perangkat keras pendukung lainnya, sangat diperlukan agar sistem dapat berfungsi dengan baik. Setiap bahan dan perangkat memiliki peran spesifik dalam mendukung proses pengumpulan data, pemrosesan informasi, serta pengiriman hasil pemantauan kualitas udara secara real-time melalui jaringan internet.

Semua informasi mengenai peralatan dan perlengkapan yang digunakan dalam penyelidikan ini telah dikumpulkan dan disusun dalam tabel. Tabel tersebut

memberikan gambaran yang lebih terperinci mengenai fungsi, spesifikasi, dan peran setiap komponen dalam keseluruhan sistem. Dengan demikian, pembaca dapat memahami dengan jelas komponen-komponen apa saja yang terlibat dalam pembangunan sistem monitoring ini, serta bagaimana masing-masing komponen berkontribusi terhadap keberhasilan sistem IoT yang dirancang.

**Tabel 3.1. Alat-alat Penelitian**

No	Nama Alat	Fungsi
1.	Laptop/Pc	Program dikembangkan menggunakan aplikasi Arduino IDE, sementara tampilan dibuat melalui platform Blynk.
2.	Mesin bor	Untuk melubangi kotak proyek
3.	Peralatan lainnya	Alat bantu yang diperlukan termasuk obeng, kabel USB, tang potong, gunting, dan peralatan lainnya.

Berikut bahan yang digunakan dalam penelitian ini

**Tabel 3.2. Bahan-bahan Penelitian**

No	Nama Bahan	Fungsi
1.	Node MCU ESP8266	Untuk menghubungkan perangkat ke jaringan internet melalui Wi-Fi.
2.	Sensor MQ-135	Untuk mengukur tingkat konsentrasi gas karbon dioksida. ( $CO_2$ )
3.	Sensor DHT11	Mendeteksi suhu untuk mengkonversi ppm
4.	Jumper dan kabel	Untuk menghubungkan rangkaian
5.	Powerbank (adaptor)	memberikan tegangan DC pada ESP8266
6.	LCD OLED 0.96	Untuk menampilkan data nilai keluaran pada layar monitor

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada tabel 3.3

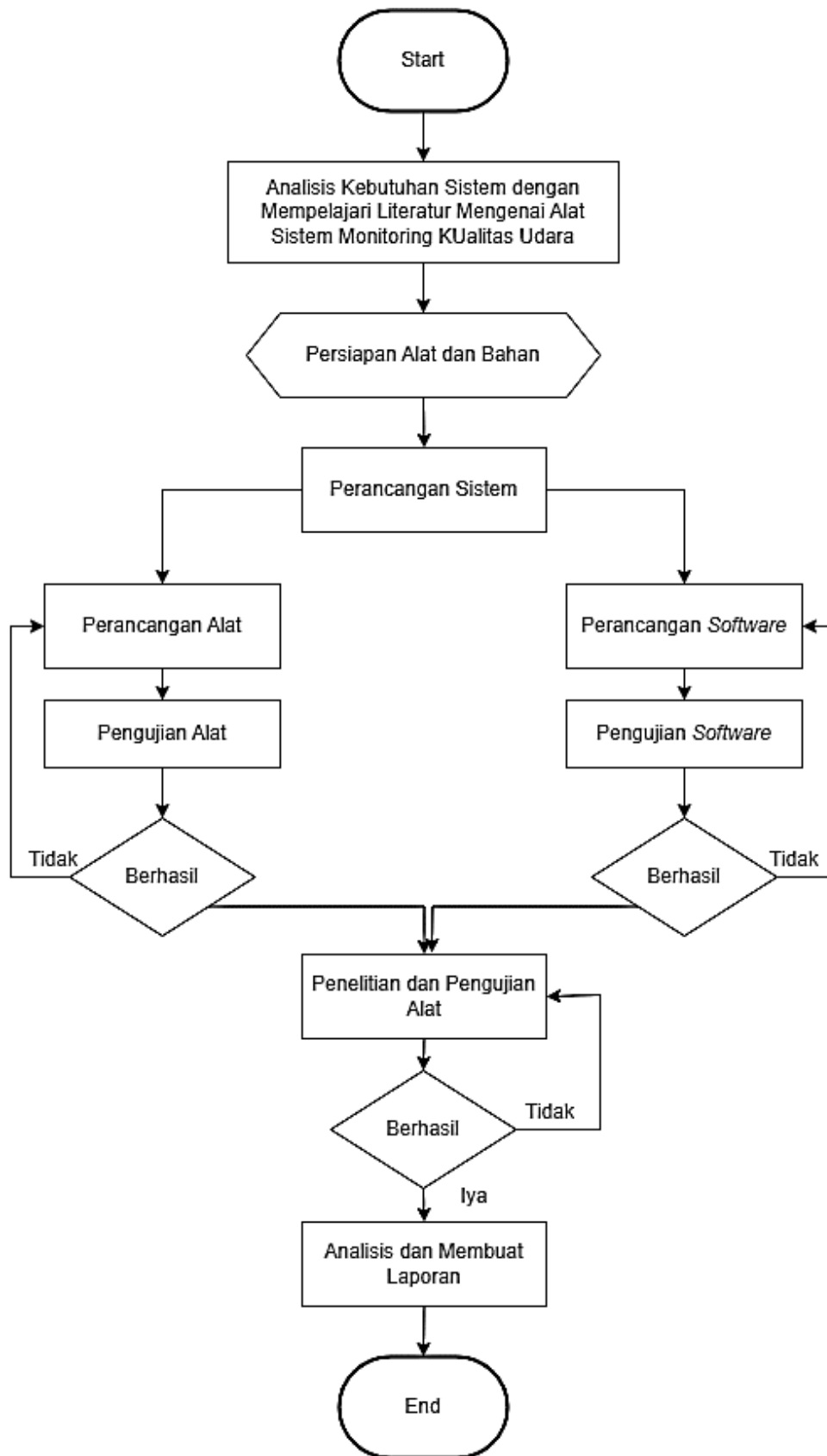


**Tabel 3.3. Perangkat lunak yang digunakan**

No	Nama Perangkat	Fungsi
1.	Arduino IDE	Untuk membuat dan mengupload program ke Node MCU ESP8266
2.	<i>Sketchup</i>	Untuk buat gambar rangkaian.
3.	<i>Microsoft Word 2021</i>	Untuk menulis laporan penelitian.
4.	<i>Microsof Excel 2021</i>	Untuk menulis dan mengolah data penelitian.
5	Draw io	Untuk membuat diagram alir

### 3.4 Tahapan penelitian

Dalam proses pengembangan alat sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT, langkah-langkahnya dibagi menjadi empat tahapan utama. Pertama, mencari referensi terkait penggunaan NODEMCU ESP8266 dalam perancangan alat. Kedua, merancang sistem secara keseluruhan. Selanjutnya, merancang skema dan merakit rangkaian perangkat keras. Terakhir, mengembangkan program perangkat lunak yang sesuai. Tujuan dari tahap-tahap ini adalah untuk menciptakan alat pemantauan kualitas udara berbasis IoT. Diagram alir penelitian sistem pemantauan udara menunjukkan proses ini secara rinci.

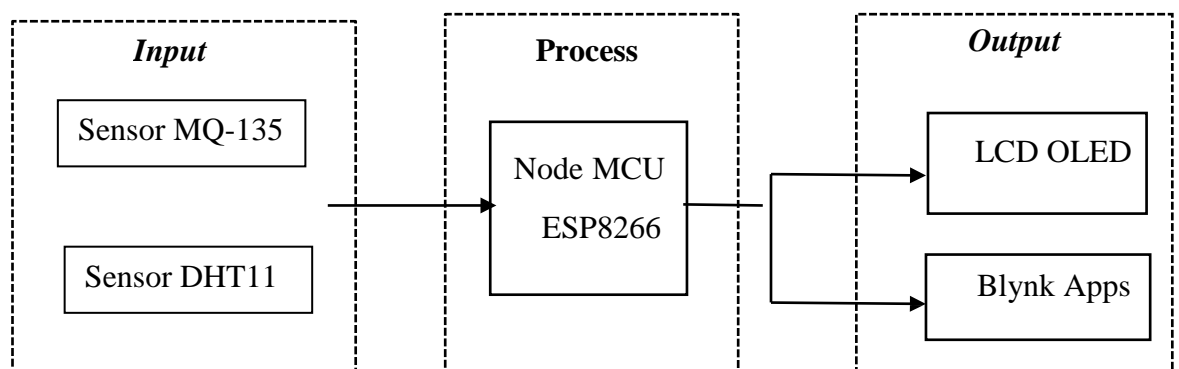


**Gambar 3.1. Diagram Alir**

### 3.4.1 Perancangan Alat

NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai mikrokontroler utama dalam sistem pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) ini. Untuk memungkinkan pemantauan jarak jauh, mikrokontroler ini bertugas mengatur, memproses, dan mengirim data sensor ke platform cloud. Catu daya sistem ini disediakan oleh power bank, yang menjamin bahwa gawai akan tetap berfungsi bahkan saat tidak ada sambungan listrik yang konstan.

Dengan mengukur jumlah gas pencemar di udara, sensor MQ-135 dapat mengidentifikasi gas berbahaya seperti karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Suhu dan kelembapan diukur melalui sensor DHT11, yang menyediakan data lingkungan untuk analisis kualitas udara. Data yang diperoleh dari sensor ini kemudian ditampilkan pada layar LCD sebagai output lokal, yang memungkinkan pengguna untuk melihat hasilnya dalam pemantauan waktu nyata. Di sisi lain, aplikasi Blynk digunakan sebagai platform untuk menggabungkan data secara real-time melalui perangkat seluler. Dengan Blynk, pengguna dapat mengakses informasi yang dikumpulkan oleh sistem dari mana saja selama mereka memiliki akses internet. Diagram blok dari desain sistem pemantauan udara ditampilkan.



**Gambar 3.2. Blok Diagram Perancangan Sistem**

Sensor MQ-135, dan DHT11 termasuk di antara beberapa sensor yang digunakan sebagai input oleh sistem pemantauan kualitas udara, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2. Sensor-sensor ini bertanggung jawab untuk memantau dan mendeteksi data lingkungan, termasuk kelembapan, suhu udara, serta karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Setelah pengumpulan data oleh sensor, NodeMCU ESP8266, yang merupakan bagian pemrosesan, menerima informasi ini. Data yang telah dikirim sekarang akan dikirim ke bagian output setelah NodeMCU mengelola dan memproses data yang telah diterima dari sensor.

Output dari sistem ini berupa tampilan pada LCD OLED 0.96, yang menampilkan data pengukuran secara lokal, serta pemantauan secara real-time melalui aplikasi Blynk. Dalam konteks ini, input mengacu pada setiap data atau perintah yang diminta oleh sistem dari pengguna, atau data yang dikumpulkan oleh sensor untuk diproses lebih lanjut. Data ini disimpan dalam memori dan diproses untuk menghasilkan informasi yang diperlukan. Di sisi lain, output adalah hasil dari pemrosesan data tersebut, yang kemudian ditampilkan atau dicetak sebagai informasi yang dapat digunakan.

Secara lebih umum, masukan dalam suatu sistem bertanggung jawab untuk memungkinkan perangkat mengambil data eksternal yang relevan, dan keluaran bertanggung jawab untuk menyajikan data dengan cara yang dapat dipahami pengguna. Rangkaian alat yang terlibat dalam proses monitoring kualitas udara ini, beserta mockup-nya, memberikan gambaran jelas tentang bagaimana sistem bekerja dari awal hingga akhir, mulai dari pengambilan data oleh sensor hingga penyajian informasi melalui perangkat tampilan dan aplikasi monitoring (Akbar & Tedi, 2018).



Sensor MQ-135 digunakan untuk mengukur kualitas udara, terutama gas berbahaya termasuk karbon dioksida, alkohol, bensin, amonia, dan nitrogen oksida. Keluaran analog dari sensor ini memberikan nilai tegangan yang berbanding lurus dengan konsentrasi gas yang terdeteksi.

- Pin 3V3 dan pin GND NodeMCU saling terhubung.
- Pin VCC juga terhubung ke pin GND.
- Untuk membaca nilai analog, pin AO (Analog Output) NodeMCU dihubungkan ke pin A0.

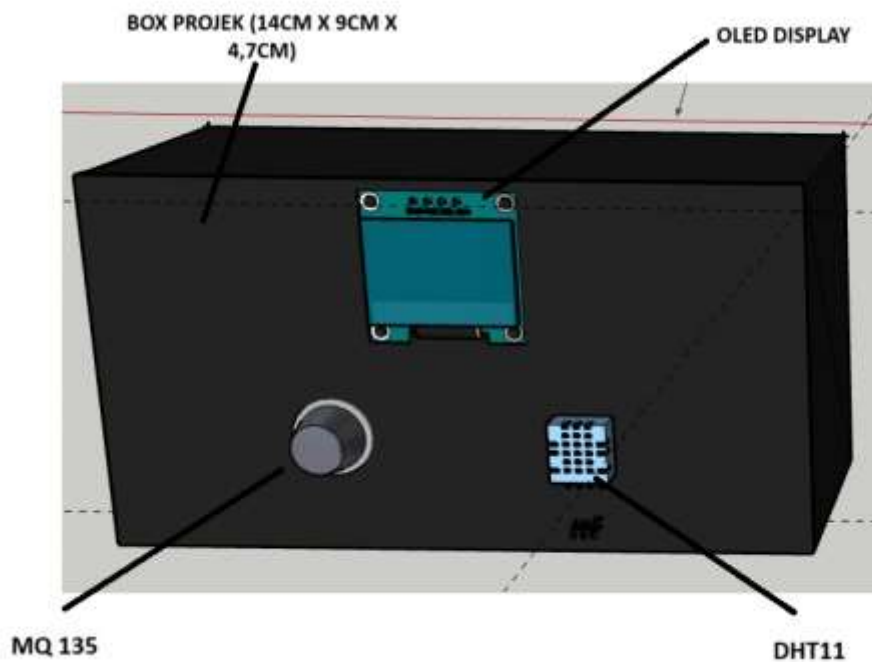
Sensor DHT11 digunakan untuk mengukur kelembapan dan suhu. Data digital dari sensor ini dapat dibaca oleh NodeMCU.

- Pin GND dihubungkan ke GND pada NodeMCU
- pin VCC dihubungkan ke pin 3V3 pada NodeMCU.
- Pin D4 NodeMCU dihubungkan ke pin Data (OUT).

Layar OLED ini menampilkan pembacaan suhu, kelembapan, dan kualitas udara yang diperoleh dari sensor.

- Pin 3V3 dan pin GND NodeMCU saling terhubung.
- Pin VCC juga terhubung ke pin GND.
- Pin SCL (Serial Clock Line) terhubung ke pin D1 (GPIO5) pada NodeMCU.
- Pin SDA (Serial Data Line) terhubung ke pin D2 (GPIO4) pada NodeMCU.

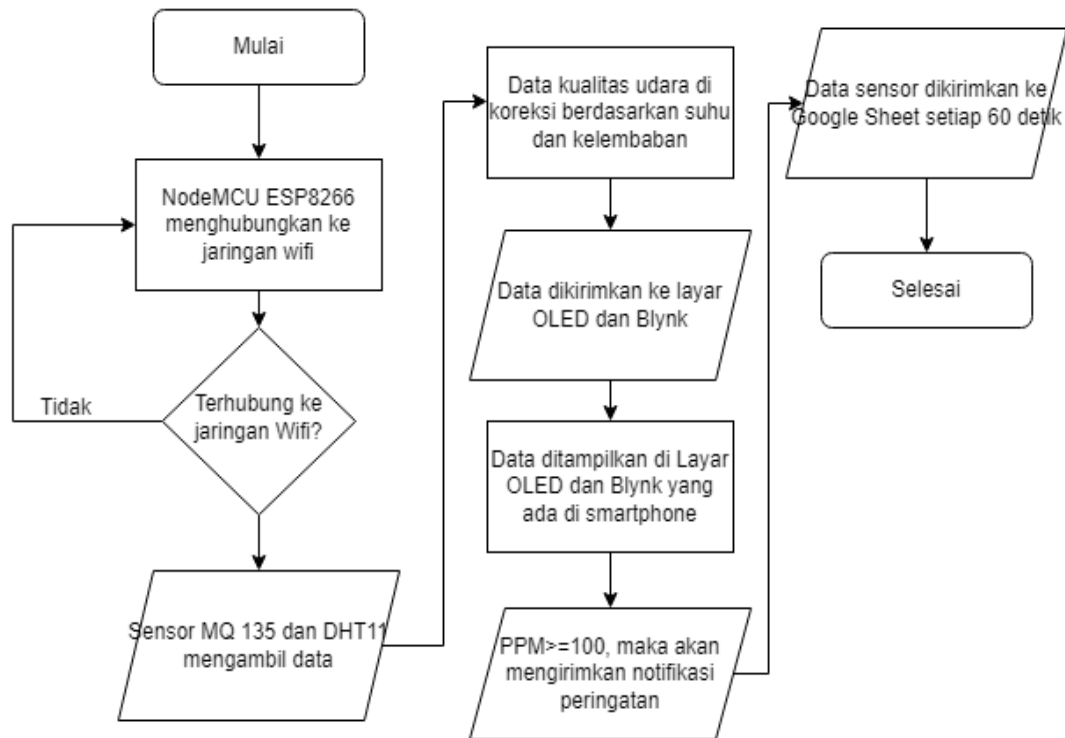
Selanjutnya desain *mockup* untuk rancangan tampilan fisik alat kualitas udara ditunjukkan dalam gambar berikut.



**Gambar 3. 4. Mockup Rancangan Tampilan Fisik Alat**

### 3.4.2 Perancangan *Software*

Dalam penelitian ini menggunakan platform blynk sebagai cara menyediakan pemantauan jarak jauh secara *real time* saat membuat sistem pemantauan kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT). Kami merancang perangkat lunak menggunakan Blynk sebagai platform pengembangan aplikasi IoT yang memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi mobile untuk memantau dan mengontrol perangkat secara langsung. Dengan menggunakan blynk, kami dapat membuat aplikasi mobile yang terhubung dengan perangkat keras untuk menampilkan data kualitas udara secara real-time. Proses pemantauan ini terjadi dengan cara mengirimkan data yang telah diukur oleh alat sistem monitoring ke *platform* blynk melalui koneksi internet. Data ini kemudian diterima dan ditampilkan dalam bentuk angka dan keterangan yang mudah dimengerti oleh pengguna.



**Gambar 3.5. Diagram Alir Sistem**

Berdasarkan diagram alir sistem sistem pada **Gambar 3.5**, pertama NodeMCU ESP8266 menghubungkan ke jaringan wifi, setelah terhubung maka sensor MQ-135 dan sensor DHT11 akan mengambil data. Selanjutnya data ppm kualitas udara yang telah diambil dari sensor MQ 135 akan dikoreksi terlebih dahulu berdasarkan suhu dan kelembaban, setelah itu data akan dikirimkan ke layar OLED dan Blynk, dan akan ditampilkan secara realtime dan dapat diakses di smartphone menggunakan aplikasi Blynk.

Pengukuran dari sensor MQ-135 dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan. Sehingga, untuk menghasilkan angka yang akurat, diperlukan koreksi nilai ppm berdasarkan nilai suhu dan kelembapan yang bisa diperoleh dari sensor DHT11. Cara kerja pengkoreksian nilai ppm dimulai dengan membaca data dari kedua sensor, di mana MQ-135 mengukur konsentrasi gas dan memberikan nilai resistansi ( $R_s$ ), sementara DHT11 mengukur suhu dan kelembapan lingkungan.



Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai ppm awal dari MQ-135 menggunakan kurva kalibrasi bawaan. Karena sensitivitas MQ-135 berubah dengan suhu, data suhu dari DHT11 digunakan untuk menyesuaikan nilai ppm awal untuk mengkompensasi pengaruh suhu. Demikian pula, data kelembapan dari DHT11 digunakan untuk mengoreksi nilai ppm awal sehingga lebih akurat.

Formula koreksi biasanya diberikan oleh produsen sensor atau diperoleh dari penelitian, dan memperhitungkan perubahan resistansi ( $R_s$ ) dengan suhu dan kelembapan untuk memberikan nilai ppm yang lebih akurat. Setelah menerapkan koreksi suhu dan kelembapan, hasil akhirnya adalah nilai ppm yang telah dikoreksi, yang lebih representatif terhadap kondisi lingkungan yang sebenarnya. Dengan menggabungkan data dari sensor MQ-135 dan DHT11, akurasi pengukuran konsentrasi gas di udara dapat diperbaiki. Proses ini dapat dengan mudah digunakan dengan menginstall *library* MQ135 yang ada di aplikasi Arduino IDE, kemudian dapat kita lihat contoh kodingan nya lalu kita sesuaikan dengan kodingan yang kita miliki.

Dalam sistem ini juga akan memberikan kategori udara berdasarkan nilai PPM nya sesuai dengan ISPU untuk kualitas udara, kategori kualitas udara nya sebagai berikut:

**Tabel 3. 4 Kategori Kualitas Udara**

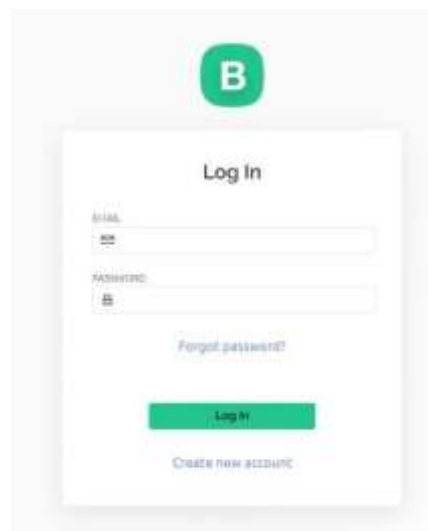
JENIS	INTERVAL	KETERANGAN
Baik	0 – 50	“Rentang kualitas udara yang tidak menimbulkan efek negatif pada kesehatan manusia atau hewan, serta tidak mengancam bangunan, tumbuhan, atau nilai estetika lingkungan.”
Sedang	51 – 100	“Rentang kualitas udara yang tidak berpengaruh terhadap kesehatan manusia atau hewan, tetapi dapat mempengaruhi tanaman yang rentan serta aspek estetika.”
Tidak Sehat	101 – 199	“Rentang kualitas udara yang dapat membahayakan kesehatan manusia atau hewan yang sensitif, serta berpotensi merusak tanaman atau mengganggu aspek estetika.”
Sangat tidak sehat	200 – 299	“Rentang kualitas udara yang berpotensi menimbulkan bahaya kesehatan bagi berbagai kelompok populasi yang terpapar.”
Berbahaya	300 – lebih	“Rentang kualitas udara yang berisiko tinggi dan dapat mengakibatkan masalah kesehatan serius secara umum.”

Apabila kualitas udara menyentuh level tidak sehat atau PPM  $\geq 100$ , maka akan mengirimkan notifikasi di aplikasi Blynk berupa pesan kualitas udara sedang tidak sehat. Kemudian untuk mempermudah analisis nya sistem ini akan

mengirimkan data dari sensor MQ135 dan DHT11 ke Google sheet setiap 1 menit.

### 3.5 Mockup aplikasi

Adapun tampilan awal yang direncanakan pada sistem monitoring kualitas udara berbasis notifikasi ini ialah yang pertama design perangkat keras. Ketika alat suda terdesign maka dapat dilanjutkan proses lanjutan pada alikasi blynk. Dimulai daripada login akun blynk yang sudah dibuat sebelumnya.



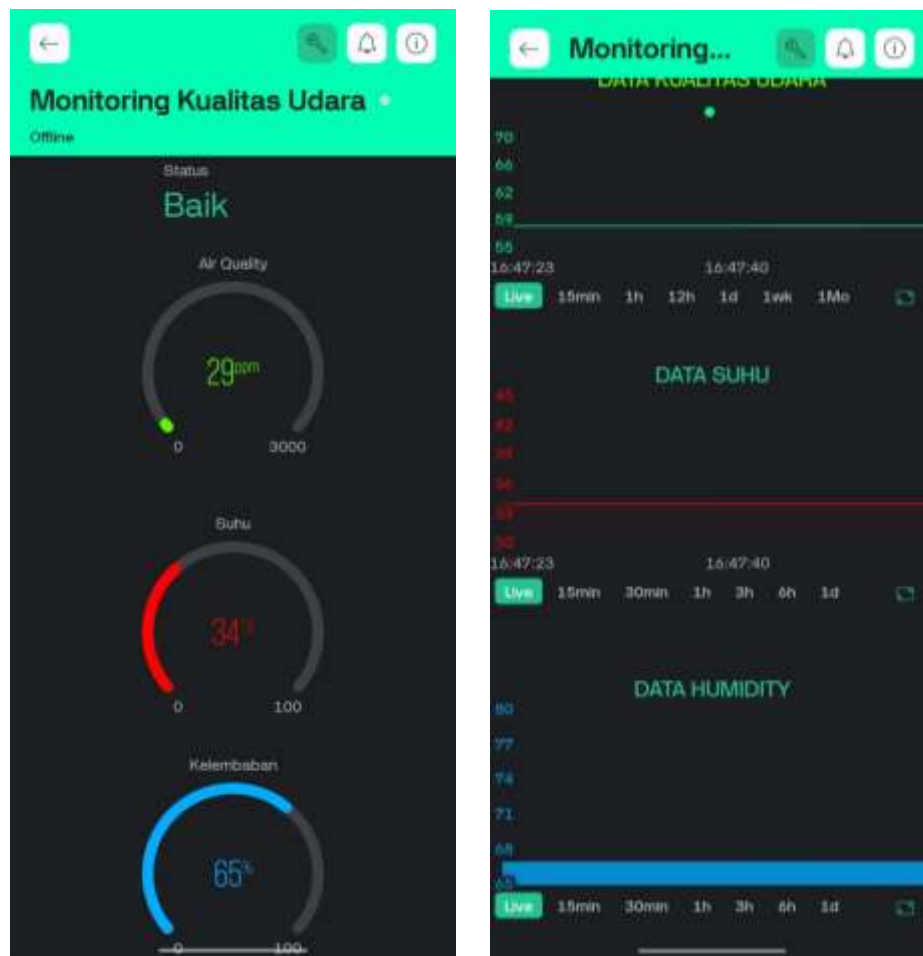
**Gambar 3.6. Tampilan Login Aplikasi Blynk**

Kemudian jika sudah login maka langkah awal yang akan dilakukan yaitu membuat template sistem monitoring kualitas udara.



**Gambar 3.7. Pembuatan Template Sistem Monitoring Kualitas Udara**

Jika *template* sudah terbuat maka design aplikasi yang berada pada perangkat mobile juga di sesuaikan. Contoh design sistem monitoring kualitas udara pada perangkat mobile yang sudah dibuat pada template tersebut ada pada gambar 3.6. yang dimana design yang berisi parameter kualitas udara, grafik kualitas udara dan juga tabel indeks kualitas udara sebagai acuan daripada parameter kualitas udara.



**Gambar 3.8. Tampilan Sistem Monitoring di Smartphone**

Dalam aplikasi Blynk, terdapat 2 jenis tampilan yang pertama tampilan berupa indikator untuk angka kualitas udara , suhu serta kelembaban , tampilan kedua yaitu berupa chart diagram untuk menampilkan data kualitas udara , suhu

serta kelembaban dalam rentang waktu tertentu seperti data selama 15 menit, 1 jam dan lainnya yang bisa di pilih serta di custom.

### 3.6 Tahapan Pengujian

Pada tahap pengujian sistem monitoring kualitas udara, dilakukan untuk menilai kinerja alat secara keseluruhan. Baik perangkat lunak maupun perangkat keras diuji. Setiap komponen perangkat keras diuji untuk menentukan seberapa baik perangkat tersebut dapat menjalankan fungsi yang dimaksudkan. Sementara itu, pengujian perangkat lunak dilakukan untuk mengevaluasi kinerja alat dengan pemrograman yang telah diimplementasikan.

**Tabel 3.5. Kriteria Pengujian Kuallitas Udara**

Percobaan	jenis pengujian	yang diharapkan	pengamatan	Hasil
1	Pengujian dengan asap pembakaran kertas	alat dapat membaca kadar udara $0 > 100$ ppm		
2	Pengujian dengan gas korek api	Alat dapat membaca kadar udara $> 100$ ppm		
3	Pengujian dengan asap rokok	alat dapat membaca kadar udara $> 100$ ppm		

Kemudian sistem Monitoring kualitas udara yang telah saya buat akan saya uji dengan alat yang sudah ada yaitu alat *Air Quality Detector* sehingga dapat berapa persen presentase nilai eror nya. Adapun rumus untuk menghitung nilai eror nya sebagai berikut.

$$\text{Error Relatif (\%)} = \frac{(a-b)}{b} \times 100\%$$

Di mana:

- a adalah nilai yang diukur atau nilai eksperimental.
- b adalah nilai referensi atau nilai yang benar.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Untuk menentukan apakah alat tersebut dapat berfungsi sebagaimana mestinya, bab ini membahas temuan, pemeriksaan, dan pengujian alat yang telah dibuat dan diproduksi. Pengujian dilakukan untuk memastikan alat tersebut beroperasi sebagaimana mestinya dan untuk mengetahui seberapa baik alat tersebut dapat memenuhi standar yang diinginkan secara keseluruhan. Bab ini juga akan membahas temuan dari pengujian sensor sistem. Melalui pengujian ini, seharusnya dapat ditentukan manfaat dan kekurangan dari gawai yang dikembangkan, serta area yang memerlukan perbaikan.

Bab ini juga mencakup pembahasan terkait hasil pengambilan data yang dilakukan di lapangan, tepatnya di lokasi pengambilan sampel data di PT. Kawasan Industri Medan. Informasi yang dikumpulkan dari lokasi ini akan diperiksa untuk menentukan seberapa baik alat tersebut berfungsi dalam penggunaan sebenarnya. Dengan demikian, pembahasan ini tidak hanya akan memberikan evaluasi teknis terhadap alat, tetapi juga memberikan wawasan mengenai keandalan alat dalam situasi di lapangan. Hasil pengujian ini akan menjadi acuan dalam menentukan apakah alat yang dibuat telah mencapai performa yang diinginkan atau masih memerlukan perbaikan.

#### **4.1 Hasil pengujian *Hardware***

Setelah setiap rangkaian alat dihubungkan secara individual untuk membuat alat sistem pemantauan kualitas udara, maka dilakukan pengujian desain alat. Pengujian alat dimaksudkan untuk mengetahui apakah semua komponen perangkat lunak dan perangkat keras dapat berfungsi sebagaimana mestinya dan

dibutuhkan. Untuk pengambilan sampel data kualitas udara, pengujian alat akan dilakukan di PT. Medan Industrial Estate, tepatnya di bundaran Medan Industrial Estate. Selain itu, pengujian yang melibatkan gas atau asap akan dilakukan untuk memastikan sensitivitas sensor terhadap asap di udara atau bahan kimia yang berpotensi berbahaya. Berdasarkan hasil pengujian, dapat diambil kesimpulan selanjutnya.

#### **4.2 Pengujian Alat**

Pengujian dilakukan 10 kali, dimana setiap pengujian akan diambil nilai tertingginya, karena sensor membutuhkan waktu beberapa saat untuk mendapatkan angka yang sesuai. Tujuan pengujian alat ini adalah untuk mengevaluasi sensitivitas sensor MQ 135 dalam pembacaan data. Pengujian dilakukan dengan 3 pengujian yaitu:

1. Pengujian dengan Asap Kertas.
2. Pengujian dengan Gas Korek Api
3. Pengujian dengan Asap Rokok.

### 4.2.1 Pengujian dengan Asap Kertas



**Gambar 4. 1. Pengujian Alat dengan Asap Kertas**

Pengujian ini dilakukan menggunakan Asap kertas dengan 10 kali percobaan, berikut hasil percobaan nya.

**Tabel 4. 1. Pengujian dengan Asap Kertas**

Pengujian Ke-	Nilai (PPM)	Kategori Dan Tampilan Nilai
1	168 PPM	tidak sehat
2	232 PPM	Buruk
3	211 PPM	Buruk
4	210 PPM	Buruk



5	256 PPM	Buruk
6	213 PPM	Buruk
7	161 PPM	tidak sehat
8	158 PPM	tidak sehat
9	180 PPM	tidak sehat
10	250 PPM	Buruk

Selama 10 kali percobaan dan mengambil nilai tertinggi dalam setiap percobaan yang dilakukan, sistem menampilkan ppm diatas 150 yang menandakan bahwa asap pembakaran masuk dalam kategori tidak sehat dan sangat tidak sehat. Hal ini menandakan mengganggu bagi pernapasan manusia. Nilai baca sensor tertinggi yaitu 256 ppm.

#### 4.2.2 Pengujian dengan Gas Korek Api



**Gambar 4. 2. Pengujian Alat dengan Gas Korek Api**

Pengujian ini dilakukan menggunakan gas korek api dengan 10 kali percobaan, berikut hasil percobaan nya:

**Tabel 4. 2. Pengujian dengan Gas Korek Api**

Pengujian Ke-	Nilai (PPM)	Kategori Dan Tampilan Nilai
1	902 PPM	Berbahaya
2	526 PPM	Berbahaya
3	961 PPM	Berbahaya
4	861 PPM	Berbahaya
5	560 PPM	Buruk

6	571 PPM	Buruk
7	816 PPM	Berbahaya
8	809 PPM	Berbahaya
9	810 PPM	Berbahaya
10	551 PPM	Berbahaya

Selama 10 kali percobaan dan mengambil nilai tertinggi dalam setiap percobaan yang dilakukan, sistem menampilkan ppm diatas 500 yang menandakan bahwa gas korek api masuk dalam kategori berbahaya. Hal ini menandakan berbahaya dan sangat tidak sehat bagi pernapasan manusia. Nilai baca sensor tertinggi yaitu 961 ppm.

#### 4.2.3 Pengujian dengan Asap Rokok



**Gambar 4. 3. Pengujian Alat dengan Asap Rokok**

Pengujian ini dilakukan menggunakan asap rokok dengan 10 kali percobaan, berikut hasil percobaan nya:

**Tabel 4. 3. Pengujian dengan Asap Rokok**

Pengujian Ke-	Nilai (PPM)	Kategori Dan Tampilan Nilai
1	160 PPM	Tidak Sehat
2	153 PPM	Tidak Sehat
3	367 PPM	Berbahaya
4	183 PPM	Tidak Sehat
5	220 PPM	Buruk
6	153 PPM	Tidak Sehat
7	150 PPM	Tidak Sehat
8	176 PPM	Tidak Sehat
9	160 PPM	Tidak Sehat
10	154 PPM	Tidak Sehat

Selama 10 kali percobaan dan mengambil nilai tertinggi dalam setiap percobaan yang dilakukan, sistem menampilkan ppm diatas 150 yang menandakan bahwa asap rokok masuk dalam kategori tidak. Hal ini menandakan sangat tidak sehat bagi pernapasan manusia apabila secara terus menerus terpapar. Nilai baca sensor tertinggi yaitu 220 ppm.

### 4.3 Pengujian dengan Alat yang Sudah Ada



**Gambar 4. 4 Pengujian dengan Alat yang suda Ada**

Pengujian ini dilakukan sebanyak 15 kali percobaan menggunakan alat yang sudah ada yaitu air Quality Detector di udara normal untuk mengetahui nilai *error* dari sistem yang sudah saya buat, karena angka pengukuran dari alat yang sudah ada berbeda dengan alat yang saya buat, yaitu alat yang sudah ada mengukur dari 400-5000 PPM sedangkan alat yang saya buat mengukur dari angka 1-1000 PPM, maka saya mengkalibrasikan alat saya dan membagi 10 nilai dari alat yang sudah ada agar di dapat angka yang diinginkan, kemudian untuk mengetahui nilai *error* dari sistem yang sudah saya buat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Error Relatif (\%)} = \frac{(a-b)}{b} \times 100\%$$

Di mana:

- a adalah nilai yang diukur atau nilai eksperimental.
- b adalah nilai referensi atau nilai yang benar.

Berikut adalah hasil pengujian nya:

**Tabel 4. 4. Pengujian dengan Alat yang Ada**

Pengujian Ke-	Nilai Alat yang saya buat (PPM)	Nilai Air Quality Detector (PPM)	Nilai Error (%)
1	48.8	41.2	18.45
2	49.1	41.1	19.46
3	44.3	40.8	8.58
4	40.2	41.0	1.95
5	35.0	41.3	15.26
6	33.7	41.8	19.14
7	31.6	41.4	23.79
8	51.1	41.3	23.71
9	34.8	41.2	15.53
10	42.1	41.1	2.43
11	30.2	40.8	25.98
12	42.4	40.7	4.19
13	52.4	40.6	29.06
14	52.4	40.5	29.38
15	48.8	41.2	18.45
Nilai Rata-rata error (%)		16.92%	

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan rata-rata nilai eror dari sistem yang sudah saya buat adalah sebanyak 16,92%, yang berarti nilai akurasi sebesar 83,8%.

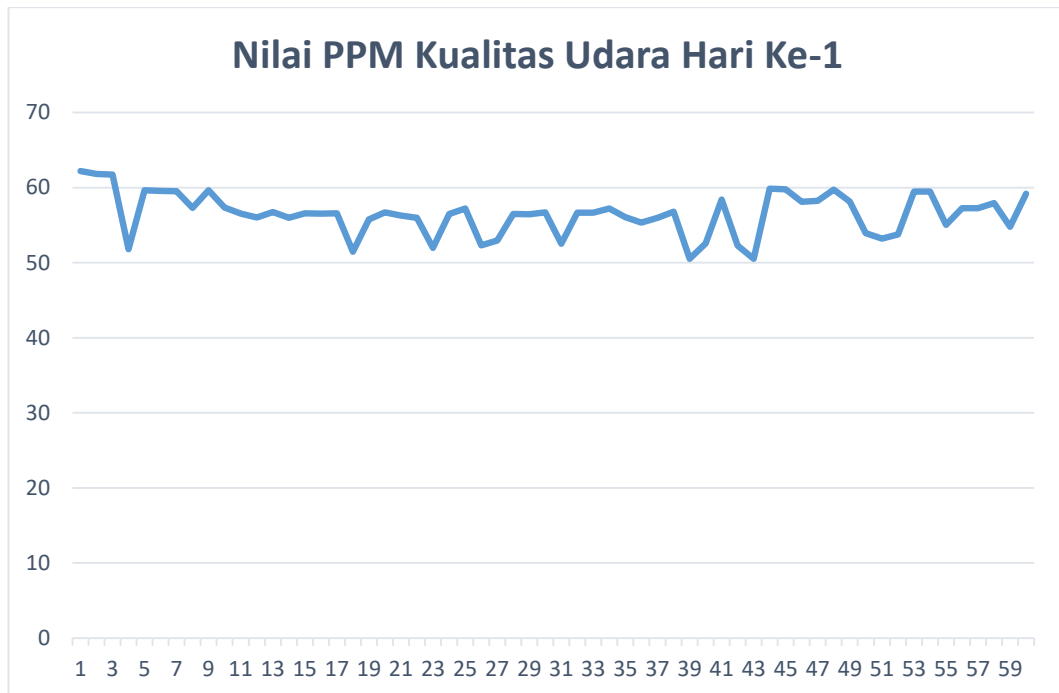
#### 4.4 Pengujian dan Pengambilan *Sample Data*



**Gambar 4. 5. Pengujian dan Pengambilan *Sample Data***

Pengujian dan pengambilan *sample data* dilakukan di PT. Kawasan Industri Medan tepatnya di bundaran PT. Kawasan Industri Medan. Pengujian dilakukan selama 3 hari dengan lama waktu pengambilan *sample* selama 1 jam per harinya. Berikut akan saya paparkan hasil dan pembahasannya.

#### 4.4.1 Pengambilan Sample Data Hari Ke-1



**Gambar 4. 6. Grafik Kualitas Udara Hari ke-1**

Pada menit 1 hingga menit 3, konsentrasi polutan udara cukup tinggi dengan nilai PPM sebesar 62.23, 61.84, dan 61.76. Meskipun nilai-nilai ini tidak termasuk dalam kategori sangat berbahaya, tetap menunjukkan adanya polusi udara pada level sedang yang perlu diwaspadai. Polusi udara pada level ini dapat menyebabkan ketidaknyamanan bagi individu yang sensitif terhadap kualitas udara.

Menit 4 hingga menit 9 menunjukkan nilai PPM yang bervariasi, mulai dari 51.79 hingga 59.64. Pada periode ini, terdapat fluktuasi yang signifikan, dengan beberapa nilai turun ke sekitar 51.79 PPM namun kemudian kembali meningkat ke sekitar 59.64 PPM. Kualitas udara pada periode ini bervariasi antara level sedang hingga tinggi, menunjukkan ketidakstabilan dalam konsentrasi polutan udara.



Pada menit 10 hingga menit 18, nilai PPM tetap tinggi, berkisar antara 51.47 hingga 57.34. Meskipun ada sedikit penurunan pada menit ke-18, kualitas udara masih dalam level sedang. Ini menunjukkan bahwa meskipun ada sedikit perbaikan, polusi udara masih berada pada level yang memerlukan kewaspadaan.

Periode menit 19 hingga menit 28 menunjukkan nilai PPM yang konsisten tinggi, dengan fluktuasi kecil antara 51.96 dan 57.24. Kualitas udara pada periode ini tetap dalam kategori level sedang, dengan beberapa nilai mendekati batas aman. Meskipun tidak ada perubahan signifikan dalam konsentrasi polutan, kualitas udara masih perlu diawasi dengan cermat.

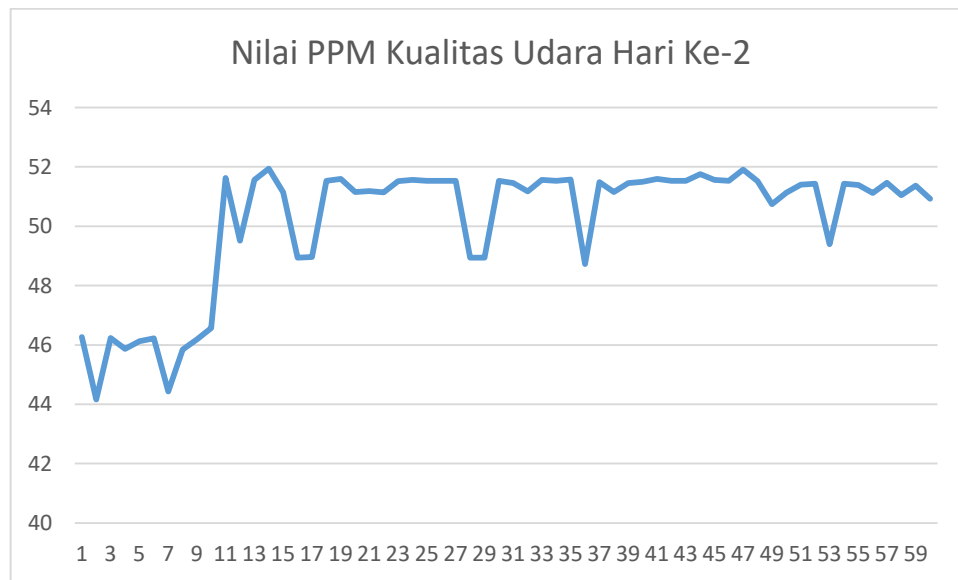
Menit 29 hingga menit 38 menunjukkan konsistensi dalam polusi udara dengan nilai PPM berkisar antara 52.53 dan 56.80. Meskipun ada fluktuasi kecil, nilai-nilai ini menunjukkan bahwa kualitas udara tetap dalam level sedang, tanpa perubahan signifikan dalam konsentrasi polutan. Ini menunjukkan bahwa situasi polusi udara cukup stabil meskipun tetap memerlukan kewaspadaan.

Pada menit 39 hingga menit 48, nilai PPM bervariasi lebih besar, dengan rentang antara 50.55 dan 59.87. Meskipun ada beberapa penurunan yang mendekati nilai aman, sebagian besar nilai tetap dalam kategori level sedang hingga tinggi. Ini menunjukkan bahwa kualitas udara pada periode ini lebih tidak stabil dibandingkan dengan periode sebelumnya.

Akhirnya, pada menit 49 hingga menit 60, nilai PPM menunjukkan fluktuasi yang moderat, berkisar antara 53.23 dan 59.50. Sebagian besar nilai berada di atas 55 PPM, menunjukkan kualitas udara pada level sedang, dengan beberapa nilai mendekati level tinggi. Polusi udara pada periode ini tetap memerlukan perhatian khusus, terutama bagi individu yang rentan terhadap

kualitas udara buruk. Secara keseluruhan, kualitas udara sepanjang periode pengukuran menunjukkan fluktuasi yang signifikan tetapi tetap berada dalam kategori level sedang yang perlu diwaspadai.

#### 4.4.2 Pengambilan Sample Data Hari ke-2



**Gambar 4. 7. Grafik Kualitas Udara Hari ke-2**

Pada menit 1 hingga menit 10, konsentrasi polutan udara berkisar antara 44.16 hingga 46.57 PPM. Pada periode ini, nilai PPM menunjukkan fluktuasi dengan konsentrasi polutan yang cukup stabil dan rendah, yang menandakan bahwa kualitas udara berada pada level aman. Nilai-nilai ini menunjukkan kualitas udara yang cukup baik pada awal pengukuran.

Mulai menit 11 hingga menit 20, nilai PPM mengalami peningkatan yang cukup signifikan, dengan nilai berkisar antara 48.94 hingga 51.94 PPM. Kualitas udara pada periode ini menunjukkan peningkatan polutan udara ke level sedang, meskipun masih dalam batas yang dapat ditoleransi. Ini menandakan adanya peningkatan konsentrasi polutan yang perlu diwaspadai.

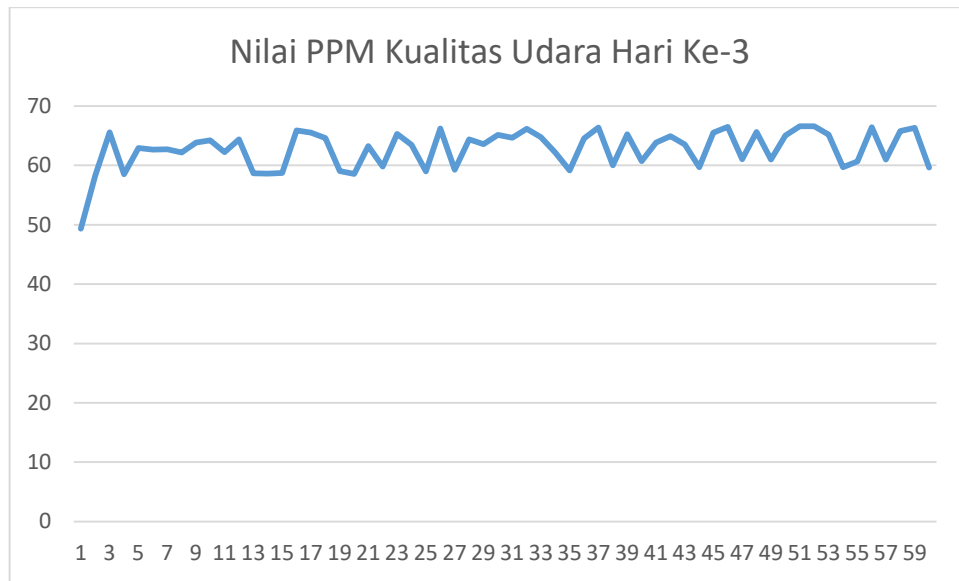
Pada menit 21 hingga menit 30, nilai PPM tetap tinggi dengan konsentrasi polutan berkisar antara 48.94 hingga 51.53 PPM. Kualitas udara pada periode ini tetap dalam level sedang. Meskipun terjadi sedikit fluktuasi, nilai-nilai ini menunjukkan bahwa polusi udara stabil pada level sedang yang memerlukan perhatian lebih lanjut.

Menit 31 hingga menit 40 menunjukkan konsistensi dalam nilai PPM yang berkisar antara 48.73 hingga 51.57 PPM. Kualitas udara pada periode ini masih berada dalam level sedang, dengan beberapa penurunan kecil tetapi tetap stabil. Ini menandakan bahwa tidak ada perubahan signifikan dalam konsentrasi polutan udara selama periode ini.

Pada menit 41 hingga menit 50, nilai PPM tetap stabil di sekitar 50.74 hingga 51.76 PPM. Kualitas udara tetap berada dalam level sedang, dengan sedikit fluktuasi tetapi tidak menunjukkan perubahan besar dalam konsentrasi polutan. Ini menandakan bahwa polusi udara cukup stabil tetapi tetap perlu diperhatikan.

Akhirnya, pada menit 51 hingga menit 60, nilai PPM menunjukkan fluktuasi yang moderat dengan konsentrasi polutan berkisar antara 49.39 hingga 51.40 PPM. Kualitas udara pada periode ini menunjukkan penurunan yang sedikit tetapi tetap berada dalam level sedang. Meskipun ada beberapa penurunan kecil yang mendekati batas aman, nilai-nilai ini menandakan bahwa kualitas udara secara keseluruhan masih memerlukan kewaspadaan.

#### 4.4.3 Pengambilan Sample Data Hari Ke-3



**Gambar 4. 8. Grafik Kualitas Udara Hari ke-3**

Pada menit 1 hingga menit 10, nilai PPM menunjukkan peningkatan yang signifikan dari 49.33 hingga 64.23 PPM. Konsentrasi polutan udara meningkat tajam dalam periode ini, menunjukkan adanya polusi udara yang cukup tinggi. Meskipun beberapa menit awal masih dalam batas aman, peningkatan cepat ke nilai di atas 60 PPM menunjukkan kualitas udara yang semakin memburuk ke level sedang hingga tinggi.

Mulai menit 11 hingga menit 20, nilai PPM berkisar antara 58.54 hingga 65.89. Meskipun ada fluktuasi kecil, nilai-nilai ini tetap menunjukkan konsentrasi polutan yang tinggi. Periode ini menunjukkan bahwa kualitas udara tetap berada pada level sedang hingga tinggi, dengan beberapa nilai mendekati 65 PPM yang memerlukan perhatian serius.

Pada menit 21 hingga menit 30, nilai PPM menunjukkan fluktuasi yang lebih besar, berkisar antara 58.59 dan 66.21 PPM. Polusi udara tetap tinggi

dengan nilai PPM yang konsisten di atas 60 PPM. Periode ini menunjukkan kualitas udara yang terus berada pada level sedang hingga tinggi, dengan beberapa puncak konsentrasi polutan yang cukup mengkhawatirkan.

Menit 31 hingga menit 40 menunjukkan konsistensi dalam nilai PPM yang berkisar antara 59.16 dan 66.41 PPM. Kualitas udara tetap tinggi dengan fluktuasi kecil, menunjukkan bahwa tidak ada perubahan signifikan dalam konsentrasi polutan. Nilai-nilai ini menandakan bahwa kualitas udara terus berada pada level sedang hingga tinggi, tanpa adanya perbaikan yang berarti.

Pada menit 41 hingga menit 50, nilai PPM tetap tinggi dengan konsentrasi berkisar antara 60.03 hingga 66.61 PPM. Kualitas udara tetap berada pada level sedang hingga tinggi, dengan beberapa nilai yang mendekati 66 PPM. Polusi udara pada periode ini tetap memerlukan perhatian khusus, terutama bagi individu yang rentan terhadap kualitas udara buruk.

Akhirnya, pada menit 51 hingga menit 60, nilai PPM menunjukkan fluktuasi yang moderat dengan konsentrasi polutan berkisar antara 59.65 hingga 66.45 PPM. Meskipun ada beberapa penurunan kecil yang mendekati batas aman, sebagian besar nilai tetap dalam kategori level sedang hingga tinggi. Ini menandakan bahwa kualitas udara secara keseluruhan masih memerlukan kewaspadaan yang tinggi.

#### **4.5 Analisa Hasil Secara Keseluruhan**

Pengujian kualitas udara dengan sumber polutan seperti asap kertas, gas korek api, dan asap rokok menunjukkan tingkat polusi yang signifikan. Asap kertas menghasilkan nilai PPM di atas 150, dengan puncaknya mencapai 256 PPM, yang menunjukkan kualitas udara tidak sehat hingga sangat tidak sehat.

Asap rokok juga menunjukkan hasil serupa, dengan nilai tertinggi 220 PPM, yang masuk dalam kategori tidak sehat. Kedua sumber polutan ini dapat mengganggu pernapasan manusia jika terpapar terus-menerus.

Pengujian dengan gas korek api menghasilkan nilai PPM yang jauh lebih tinggi, di atas 500, dengan puncaknya mencapai 961 PPM, yang masuk dalam kategori berbahaya. Gas korek api yang mengandung butana menghasilkan polusi udara yang sangat tinggi dan beracun ketika terbakar, sangat berbahaya bagi kesehatan pernapasan. Pengujian ini menekankan pentingnya memantau dan mengendalikan sumber polutan untuk melindungi kesehatan manusia dari dampak negatif polusi udara. Kemudian setelah dilakukan pengujian dengan alat yang sudah ada yaitu Air Quality Detector di dapatkan rata-rata nilai eror dari sistem yang sudah saya buat adalah sebanyak 16,92%, yang berarti nilai akurasi nya sebesar 83,8%.

Selama tiga hari pengumpulan data, kualitas udara menunjukkan konsistensi dalam nilai PPM yang sebagian besar berada dalam kategori baik hingga sedang. Pada hari pertama, nilai PPM berkisar dari 49.33 hingga 66.61, menunjukkan peningkatan yang signifikan dari awal hingga akhir pengukuran. Hari kedua menunjukkan pola yang serupa dengan nilai PPM berkisar antara 44.16 hingga 66.41, di mana awal hari dimulai dengan kualitas udara yang baik dan meningkat ke kategori sedang. Hari ketiga menunjukkan fluktuasi nilai PPM dari 50.55 hingga 66.48, tetap dalam kategori sedang sepanjang hari. Pola ini menunjukkan bahwa konsentrasi polutan udara cukup tinggi pada sebagian besar waktu pengukuran, terutama pada akhir pengukuran di setiap hari, yang dapat disebabkan oleh peningkatan aktivitas manusia atau kondisi lingkungan tertentu.

Secara keseluruhan, data menunjukkan bahwa kualitas udara berada pada level sedang selama periode pengukuran, dengan nilai PPM yang konsisten di atas 50. Meskipun ada beberapa periode dengan nilai PPM yang mendekati batas aman, sebagian besar nilai tetap menunjukkan adanya polusi udara yang signifikan. Pola fluktuasi nilai PPM ini menandakan adanya sumber polusi yang konsisten, seperti emisi kendaraan atau aktivitas industri.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan oleh penulis, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. setelah melakukan pengujian, diketahui bahwa alat yang telah dirancang mampu berfungsi sesuai harapan. Ketika sensor MQ-135 mendeteksi keberadaan gas atau asap, dan sensor DHT11 mengukur suhu serta kelembapan, ESP8266 akan memproses data tersebut dan menampilkan hasilnya pada layar OLED. Selain itu, sistem ini juga memungkinkan pemantauan kualitas udara dari jarak jauh melalui smartphone menggunakan platform Blynk. Hasil pembacaan sensor akan ditampilkan pada layar smartphone, dan jika sensor mendeteksi adanya gas atau asap dengan konsentrasi di atas 100 PPM, aplikasi akan memberikan notifikasi bahwa kualitas udara sedang buruk.
2. Berdasarkan pengujian, sensor ini cukup akurat dalam mendeteksi kualitas udara. Hal ini dibuktikan ketika alat diberi daya listrik, sensor langsung mendeteksi kondisi udara setelah beberapa detik, dan hasil pembacaannya ditampilkan pada layar dengan menunjukkan kualitas udara yang baik. Namun, ketika sensor didekatkan dengan sumber asap atau gas, nilai pembacaan PPM (part per million) meningkat sesuai dengan level ISPU. Notifikasi di smartphone akan muncul jika nilai PPM mencapai 100 atau lebih, menandakan kualitas udara yang buruk. Sebagai contoh, ketika sensor mendeteksi nilai 902 PPM dari gas, aplikasi smartphone



memberikan peringatan bahwa kondisi udara sangat berbahaya akibat keberadaan gas tersebut.

3. Berdasarkan pengujian dan pengambilan sampel data di PT. Kawasan Industri Medan, sistem yang telah dikembangkan berhasil mengukur kualitas udara di lokasi tersebut. Pada hari pertama, nilai PPM berkisar antara 49,33 hingga 66,61, menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan dari awal hingga akhir pengukuran. Hari kedua menunjukkan tren serupa, dengan nilai PPM antara 44,16 hingga 66,41, di mana kondisi udara awalnya baik dan kemudian meningkat ke kategori sedang. Hari ketiga menunjukkan fluktuasi dengan nilai PPM berkisar dari 50,55 hingga 66,48. Secara keseluruhan, berdasarkan nilai ISPU, angka PPM ini masuk dalam kategori baik hingga sedang.

## **5.2 Saran**

Adapun Rekomendasi berikut, yang berasal dari temuan studi, harus diperhatikan untuk meningkatkan fungsionalitas alat dan memungkinkan pengembangan di masa mendatang:

1. Menambah jumlah sensor deteksi untuk meningkatkan akurasi dan menyediakan data yang semakin terspesialisasi.
2. Untuk memastikan sinkronisasi yang benar antara platform Blynk dan tampilan layar OLED, diperlukan sinyal yang stabil.
3. Sumber tegangan yang stabil diperlukan agar sensor ini berfungsi dengan baik; jika tidak, pengukuran mungkin tidak tepat.
4. Diperlukan proses kalibrasi menggunakan alat yang telah teruji keakuratannya untuk memastikan hasil pengukuran yang lebih presisi.

5. Pengembangan lebih lanjut pada analisis data menggunakan teknik data science, seperti machine learning, dapat dilakukan untuk memprediksi kualitas udara berdasarkan data historis, sehingga memungkinkan tindakan pencegahan sebelum kualitas udara memburuk.

## REFERENCES

- Ajie, 2016. Mengukur Suhu dan Kelembaban udara dengan DHT11 dan Arduino. [Online] Tersedia di: <<http://saptaji.com/2016/08/10/mengukur-suhu-dan-kelembaban-udara-dengan-sensor-dht11-dan-arduino/>>
- Andalanelektro.id. (2019). Cara kerja dan karakteristik Sensor DHT11 Arduino beserta Contoh Programnya. Diakses pada 16 Oktober 2022, dari <https://www.andalanelektro.id/2019/10/cara-kerja-dan-karakteristik-sensordht11-arduino-dan-contoh-programnya.html>
- Anggreani, P. D., Mahmudati, N., & Hudha, A. M. 2022. Analisis Serapan Karbon Dioksida Pada Hutan Lindung Gunung Banyak Kota Batu. *Jurnal Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Malang*. Vol. 1. No. 2. Hal. 275-282.
- Apriawati, E., Abadi Kiswandono, A., Terusan Nunyai Jl Negara km, S. I., & Agung. 2017. Kajian Indeks Standar Polusi Udara (ISPU) Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) Di Tiga Lokasi Di Bandar Lampung . *Jurnal Analytical and Environmental Chemistry*. Vol. 2. No. 1. Hal. 36-43.
- Ardiansyah. (2016). Sistem Monitoring Air Layak Konsumsi Berbasis Arduino (Studi Kasus PDAM Patalassang) [UIN Alauddin Makassar]. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/id/eprint/1225>
- Aufa, B., Nasrullah, H., Agus, G., Permana, I., Ramadan, D. N., & Pd, S. (n.d.). *PERANCANGAN MONITORING STASIUN CUACA DAN KUALITAS UDARA BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) Design Monitoring Weather Station and Air Quality Based On Internet of Things (IoT)*.
- Bachtiar, A. A. (2016). Rancang Bangun Sistem Informasi Monitoring Dan Evaluasi Pelayanan Pelanggan Pada Paramuda Tour & Transport [INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA]. <http://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/2044>
- D. Setiadi dan M. N. A. Muhaemin, “PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) PADA SISTEM MONITORING IRIGASI (SMART IRIGASI),” vol. 3, no. 2, hlm. 8, 2018.
- Febrianti, F., Wibowo, S. A., & Vendyansyah. N. 2021. Implementasi IoT (internet of things) Monitoring Kualitas Air Dan Sistem Administrasi Pada Pengelolaan Air Bersih Skala Kecil. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*. Vol. 5. No. 1. Hal. 171-178.
- Gavrila, Nishya, and Farid Rusdi. 2020. “Analisis Framing Detik.Com Dan Kompas.Com Terhadap Pemberitaan Kualitas Udara Jakarta Terburuk Di Dunia.” *Koneksi 3* (2): 366. <https://doi.org/10.24912/kn.v3i2.6396>.
- Harpad, B., Salmon, S., & Saputra, R. M. (2022). Sistem Monitoring Kualitas Udara Di Kawasan Industri Dengan Nodemcu Esp32 Berbasis Iot. *Jurnal Informatika Wicida*, 12(2), 39–47.
- Hermawan, A., Hananto, M., Lasut, D., Penelitian, P. P., Pengembangan, D., Daya, S., Kesehatan, P., Upaya, P., & Masyarakat, K. (2021). Increasing Air Pollution Index and Respiratory Problems in Pekanbaru. *Sumber Daya*. Vol 4. No 2. Hal. 20 31.
- Imran, A., & Rasul, M. 2020. Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32. *Jurnal Media Elektrik*. Vol.17. No.2. Hal. 73-79
- Jauhari, A., Anamisa, devie rosa, & Mufarroha, fifin ayu. (2022). *Rekayasa*

- Perangkat Lunak. Media Nusa Creative (MNC Publishing).  
<https://books.google.co.id/books?id=7LqeEAAAQBAJ>
- M. S. Novelan, “Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Menggunakan Mikrokontroler dan Aplikasi Android,” *InfoTekJar J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar.*, vol. 4, no. 2
- Manurung, M. BR., Darmawan. D., Iskandar, R. F. 2018. Perancangan Alat Ukur Karbon Monoksida (CO) Pada Kendaraan Berbasis Sensor MQ-7. *Jurnal Mahasiswa Teknik Industri*. Vol. 5. No. 2. Hal. 1-9.
- Muhammad, A. et al. (2021) ‘Pemanfaatan Google Spreadsheet Sebagai Media Penyimpanan Data Masyarakat Rw.04 Kp. Cilayung’, *Proceedings UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, 48(1), pp. 1–7.
- Nafis, M. (2018) ‘Implementasi Google Spreadsheet Dan Facebook Pixel Pada Website Penjualan Produk Lokal’, *Prosiding SINTAK*, pp. 560–566.
- Prasetyo, D., Nurrul Adzilla, W., & Saragih, Y. (2021). Implementasi Pemantauan Kualitas Udara dengan Menggunakan MQ-7 dan MQ-131 Berbasis Internet of Things. *Journal of Electrical Technology* . Vol. 6. No 1. Hal. 1-12.
- R. Hinden & S. Deering (2018) IP Version 6 Addressing Architecture RFC 3513[Online]. AvailableFTP: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3513.txt>, 2018.
- Ramadhani, A. D., Ningsih, N., Nurcahya, A., & Azizah, N. (2023). Klasifikasi dan Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan menggunakan Thingspeak. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC*, 10(1), 1–5. <https://doi.org/10.21107/triac.v10i1.17501>.
- Rochmania, A., Sucahyo, I., Yanti Dewi, M. 2021. Monitoring kandungan CO2 Di Udara Berbasis IoT Dengan NodeMCU ESP8266 dan Sensor MQ135. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. Vol. 17. No. 3. Hal. 249-259.
- Siantika, I Putu Pawesi, Pratolo Rahardjo, I Gusti Agung, and Putu Raka. 2021. “Embedded Berbasis Raspberry Pi ( Modul 2 : Penerapan Sistem Sederhana )” 8 (2): 202–13.
- Tamaji, T., & Utama, Y. A. K. (2023). Implementasi Fuzzy Logic Untuk Kualitas Udara, Suhu, Dan Kelembaban Udara Berbasis Iot. *Foristek*, 14(1). <https://doi.org/10.54757/fs.v14i1.249>.
- Tiara, D., & Syukron, A. (2019). PERANCANGAN SISTEM INFORMASI MONITORING PERKEMBANGAN ANAK BERBASIS WEBSITE PADA RUMAH PINTAR INDONESIA (RPI) YOGYAKARTA. *Bianglala Informatika*, 7(2), 130–136. <https://doi.org/10.31294/bi.v7i2.6691>
- Tunggul, A. S., Anugroho, F., & Ramadhina, P. G. (2020). 34 Sutanhaji Pemetaan Distribusi Emisi Gas Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Kota Blitar Mapping of the Distribution Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) Emissions with Geographic Information System (GIS) in Blitar City. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, Vol 5. No. 3. Hal. 34–42.
- W. Najib, S. Sulistyono, dan Widyawan, “Tinjauan Ancaman dan Solusi Keamanan pada Teknologi Internet of Things,” *JNTETI*, vol. 9, no. 4, hlm. 375–384, Des 2020, doi: 10.22146/jnteti.v9i4.539.
- Waworundeng, J., & Lengkong, O. (n.d.). *Sistem Monitoring dan... v Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT Indoor Air Quality Monitoring and Notification System with IoT Platform*.

Widyatmika, P. A., Indrawati, P. W., Prastya, W. W., Darminta, K., Sangka, G. N., & Saptaka, A. A. 2021. Perbandingan Kinerja Arduino Uno dan ESP32 Terhadap Pengukuran Arus dan Tegangan. *Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi*. Vol.13. No.1. Hal. 319-330.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Surat Keputusan Dosen Pembimbing



**PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING  
 PROPOSAL/SKRIPSI MAHASISWA  
 NOMOR : 643/IL3-AU/UMSU-09/F/2023**

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan Persetujuan permohonan judul penelitian Proposal / Skripsi dari Ketua / Sekretaris.

**Program Studi** : Teknologi Informasi  
**Pada tanggal** : 21 Desember 2023

Dengan ini menetapkan Dosen Pembimbing Proposal / Skripsi Mahasiswa.

**Nama** : M. Habib Alfirdaus  
**NPM** : 2009020135  
**Semester** : VII (Tujuh)  
**Program studi** : Teknologi Informasi  
**Judul Proposal / Skripsi** : Perancangan Dan Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Iot

**Dosen Pembimbing** : Martiano, S.Kom, M.Kom

Dengan demikian di izinkan menulis Proposal / Skripsi dengan ketentuan

1. Penulisan berpedoman pada buku panduan penulisan Proposal / Skripsi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi UMSU
2. Pelaksanaan Sidang Skripsi harus berjarak 3 bulan setelah dikeluarkannya Surat Penetapan Dosen Pembimbing Skripsi.
3. **Proyek Proposal / Skripsi dinyatakan " BATAL "** bila tidak selesai sebelum Masa Kadaluausa tanggal : **21 Desember 2024**
4. Revisi judul.....

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wubarakatuh.*

Ditetapkan di : Medan  
 Pada Tanggal : 08 Jumadil Akhir 1445 H  
 21 Desember 2023 M



Dekan  
  
**Dr. Q. Khawarizmi, S.Kom., M.Kom**  
 NIDN : 0127099201

Cc. File



### Lampiran 2 Surat Undangan Seminar Proposal

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
 Nomor : 359/IL.3-AU/UMSU-09/F/2024

**UNDANGAN SEMINAR PROPOSAL**

Fakultas : Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi  
 Program Studi : Teknologi Informasi  
 Hari/Tanggal : Jumat, 08 Maret 2024  
 Waktu /Tempat : 08.00/G 703-704  
 Pemimpin Seminar : Fatma Sari Hutagalung, S.Kom.,M.Kom

No.	NPM	NAMA MAHASISWA	Dosen Pembimbing	Dosen Pembahas	JUDUL PROPOSAL
1	2009020058	M Iqbal Tanjung	Halim Maulana, S.T,M.Kom	Yoshida Sary, S.Kom, M.Kom	Rancang Bangun Keamanan Pintu Ruangan Menggunakan ESP32 Cam dan Blynk Berbasis Internet Of Things
2	2009020078	Adila Mawadda Meuraxa	Amrullah, S.Kom, M.kom	Halim Maulana, S.T,M.Kom	" Rancang Bangun Jaringan Hotspot Server Mikrotik Dengan Metode One User Two Client Pada Ruang Guru Di SMK Negeri 1 Sarudik "
3	2009020134	M Rizki Saputra Saragih	Farid Akbar, S.Kom, M.Kom	Dr. Al-Khowarizmi, M.Kom	Aplikasi Deteksi Gambar Hasil Scan Menggunakan Metode Cosine Similarity Berbasis Desktop
4	2009020135	M. Habib AlFirdaus	Martiano, S.Kom, M.Kom	Fatma Sari Hutagalung, S.Kom, M.Kom	Perancangan dan Implementasi Sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT



NB: - Laki-laki berbussana hitam putih dan memakai dasi  
 Perempuan berbussana muslimah hitam putih

Medan 25 Sya'ban 1445 H  
 06 Maret 2024 M  
 Dekan  
  
 Dr. Al-Khowarizmi, M.Kom  
 MIDN : 127099201





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 5936/SAN-PT/Akred/PT/0201  
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631093  
http://id.umsu.ac.id | id@umsu.ac.id | umsumedan | umsumedan | umsumedan | umsumedan

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL  
TAHUN AJARAN 2023/2024

Hari/Tanggal...../.....20...

Nama Mahasiswa : Habib Alfaridus  
NPM : 20019020135  
Program Studi : Teknologi Informasi  
Nama Dosen Penanggung : H. Maulana  
Judul Proposal : .....

Materi/Point yang Diperbaiki : .....

Perhatikan ~~dan~~ penggunaan web yang relevan  
tambahkan backup.

Dosen Penanggung

(.....)

Mahasiswa

(.....)



Lampiran 4 Surat Permohonan Izin Penelitian





**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

UIN Muhammadiyah Sumatera Utara  
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI**

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019  
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003  
Website: [www.umhsu.ac.id](http://www.umhsu.ac.id) Email: [info@umhsu.ac.id](mailto:info@umhsu.ac.id) [fti@umhsu.ac.id](mailto:fti@umhsu.ac.id) Instagram: [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) Facebook: [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) Twitter: [umsumedan](https://twitter.com/umsumedan) YouTube: [umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan)

Nomor : 502/II.3-AU/UMSU-09/F/2024  
Lampiran : -  
Perihal : **IZIN RISET PENDAHULUAN**  
Medan, 03 Dzulhijjah 1445 H  
10 Juni 2024 M

Kepada Yth.  
**Bapak/Ibu Pimpinan**  
**Direktur PT. Kawasan Industri Medan**  
**Jl. Pulau Batam No.1, KIM Mabar,**  
**Medan, Sumatera Utara 20371**

Di Tempat

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Dengan hormat, sehubungan mahasiswa kami akan menyelesaikan studi, untuk itu kami memohon kesediaan Bapak / Ibu untuk memberikan kesempatan pada mahasiswa kami melakukan riset di **Perusahaan / Instansi** yang Bapak / Ibu pimpin, guna untuk penyusunan skripsi yang merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Program **Studi Strata Satu (S-1)**

Adapun Mahasiswa/i di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tersebut adalah:

Nama : **M. Habib Alfirdaus**  
Npm : **2009020135**  
Jurusan : **Teknologi Informasi**  
Semester : **VIII (Delapan)**  
Judul : **Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis IoT**  
Email : **alfirdaushabib04@gmail.com**  
Hp/Wa : **082185192903**

Demikianlah surat kami ini, atas perhatian dan kerjasama yang Bapak / Ibu berikan kami ucapkan terimakasih

*Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*



Dekan  
  
**Dr. Al-Khoyarizmi, M.Kom**  
NIDN : 0127099201

Cc:File





## PT KAWASAN INDUSTRI MEDAN

Jl. Pulau Batam No. 1 Areal Kawasan Industri Medan Tahap II,  
Suentis Percut Sei Tuan, DELI SERDANG 20371 - SUMATERA UTARA  
Phone : (061) 6871177 | Fax : (061) 6871088  
Website : [www.kim.co.id](http://www.kim.co.id)



Deli Serdang, 27 Juni 2024

Nomor : S - 906119 /CFHR/HTM/DHC/0624  
Lamp : -  
Hal : Pelaksanaan Riset

Kepada Yth :  
Dekan  
Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Di - Tempat

Dengan hormat,

Berkenaan dengan surat saudara Nomor: 503/II.3-AU/UMSU-09/F/2024 Perihal : Izin Riset Pendahuluan, dapat menerima yaitu :

NO	NAMA	NPM	JURUSAN
1	M. Habib Alfidaus	2009020135	Teknologi Informasi

Untuk melaksanakan Riset di PT KAWASAN INDUSTRI MEDAN, maka bersama surat ini kami memberitahukan bahwa Manajemen PT KAWASAN INDUSTRI MEDAN membuat kebijakan:

1. Bahwa Mahasiswa tersebut harus mengikuti *Protocol Covid 19*
2. Bahwa Mahasiswa tersebut sudah dipastikan Vaksin I, II dan III (Bukti Vaksin)
3. Bahwa Mahasiswa tersebut sebelum melaksanakan Riset sudah harus memberikan hasil *test swab antigen* dengan hasil laboratorium "Negatif" Maks 2 x 24 jam dan dibawa saat hari pertama tiba di PT KAWASAN INDUSTRI MEDAN

Bersamaan dengan diterimanya permohonan untuk melaksanakan Riset di PT KAWASAN INDUSTRI MEDAN, maka Mahasiswa tersebut di atas wajib untuk mematuhi peraturan yang diterapkan di lingkungan PT KAWASAN INDUSTRI MEDAN .

Demikian disampaikan agar dapat dimaklumi.

PT KAWASAN INDUSTRI MEDAN  
Divisi HC, TI & Manajemen Risiko

Bariqin Simaniuntak  
Kepala Divisi

Cc. .File