



SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI TERPADU NURUL FIKRI

**PERANCANGAN SISTEM PEMANTAUAN POLUSI UDARA
PADA DAERAH URBAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI
INTERNET OF THINGS DAN PLATFORM PEMANTAUAN.COM**

TUGAS AKHIR

ADRIANSYAH MAHESA WICAKSANA

0110220157

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI TERPADU NURUL FIKRI
OKTOBER 2023**



**STT TERPADU
NURUL FIKRI**

SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI TERPADU NURUL FIKRI

**PERANCANGAN SISTEM PEMANTAUAN POLUSI UDARA
PADA DAERAH URBAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI
INTERNET OF THINGS DAN PLATFORM PEMANTAUAN.COM**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer

STT - NF
ADRIANSYAH MAHESA WICAKSANA

0110220157

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI TERPADU NURUL FIKRI**

OKTOBER 2023

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

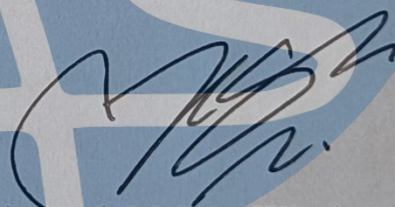
Tugas Akhir ini adalah hasil karya penulis, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Adriansyah Mahesa Wicaksana

NIM : 0110220157

Depok, 11 Oktober 2023

Tanda Tangan



Adriansyah Mahesa Wicaksana

STT - NF

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Adriansyah Mahesa Wicaksana

NIM : 0110220157

Program Studi : Teknik Informatika

Judul Tugas Akhir : "Perancangan Sistem Pemantauan Polusi Udara Pada Daerah Urban Menggunakan Teknologi *Internet of Things* dan Platform Pemantauan.com"

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri

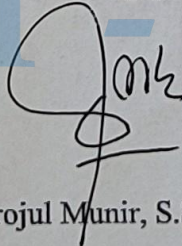
DEWAN PENGUJI

Pembimbing



Dr. Lukman Rosyidi, M.T., M.M.

Penguji



Dr. Sirojul Munir, S.Si., M.Kom.

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 11 Oktober 2023

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat-Nya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini diselesaikan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana komputer. Penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan karena mendapat dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT.
2. Orang tua yang telah memberikan doa, dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Lukman Rosyidi, M.T., M.M. selaku Ketua Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri, sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Ibu Tifani Nabarian, S.Kom, M.T.I. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri.
5. Para Dosen di lingkungan Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri yang telah membimbing penulis dalam menuntut ilmu yang telah diberikan.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah berkontribusi dan memberikan bantuan selama penulisan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini memberikan dampak positif dan manfaat yang besar untuk kemajuan ilmu teknologi.

STT - NF Depok, 11 Oktober 2023

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adriansyah Mahesa Wicaksana

NIM : 0110220157

Program Studi : Teknik Informatika

Jenis karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada STT-NF Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty - Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Perancangan Sistem Pemantauan Polusi Udara Pada Daerah Urban Menggunakan Teknologi *Internet of Things* dan Platform Pemantauan.com”.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini STT-NF berhak menyimpan, mengalihmediakan / mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 11 Oktober 2023

Yang menyatakan



Adriansyah Mahesa Wicaksana

ABSTRAK

Nama : Adriansyah Mahesa Wicaksana
NIM : 0110220157
Program Studi : Teknik Informatika
Judul : “Perancangan Sistem Pemantauan Polusi Udara pada Daerah Urban Menggunakan Teknologi *Internet of Things* dan Platform Pemantauan.com”

Polusi udara yang terus meningkat di perkotaan menjadi salah satu masalah besar yang jika dibiarkan terus menerus akan menimbulkan masalah yang berdampak di bidang lain. Untuk mengetahui kualitas udara di perkotaan diperlukan suatu sistem yang berfungsi sebagai pemantauan tingkat kualitas udara. Pada penelitian ini, dilakukan perancangan alat bantu pemantauan kualitas udara yang dapat melaporkan pengukuran kualitas udara dengan platform pemantauan.com dan pemanfaatan teknologi IoT. Pengujian terhadap rancangan alat bantu pemantauan kualitas udara juga dilakukan untuk dapat mengukur efektivitas dari rancangan alat tersebut. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dalam mengumpulkan data dan metode kuantitatif dalam menganalisis data. Rancangan alat yang dibuat terdiri atas *board* Wemos D1 yang dihubungkan dengan *sensor* suhu kelembaban DHT11 dan *sensor* partikel debu DSM501A. Hasil rancangan alat melakukan pengiriman data dengan memanfaatkan platform pemantauan.com untuk dapat memantau tingkat kualitas udara melalui internet. Hasil pengujian menunjukkan alat bantu pemantauan kualitas udara yang dibuat telah dapat mengukur dan melaporkan secara efektif tingkat kualitas udara pada platform pemantauan.com dengan tingkat keberhasilan 100%.

Kata kunci : *Monitoring*, Kualitas Udara, *Internet of Things*, Arduino

STT - NF

ABSTRACT

Name : Adriansyah Mahesa Wicaksana
NIM : 0110220157
Study Program : Informatics Engineering
Title : “Design of an Air Pollution Monitoring System in Urban Areas Using Internet of Things Technology and pemantauan.com Platform”

Air pollution which continues to increase in urban areas is a big problem which if left to continue will cause problems that have impacts in other areas. In order to determine the level of air quality in urban areas, a monitoring system is required to measure and report the air quality levels. In this research, an air quality monitoring device is designed that can report air quality measurements using the pemantauan.com platform using IoT technology. The design of the air quality monitoring device is tested for the effectiveness of usage. This research uses experimental methods in collecting data and quantitative methods in analyzing data. The designed device consists of a Wemos D1 board connected to a DHT11 humidity temperature sensor and a DSM501A dust particle sensor. The device transmits measurement data to the pemantauan.com platform to make possible for users to monitor air quality levels via internet. As the results, the test shows that the designed device is able to effectively measure and report air quality levels on the pemantauan.com platform with a success rate of 100%.

Keyword : Monitoring, Air Quality, Internet of Things, Arduino

STT - NF

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II KAJIAN LITERATUR	5
2.1 <i>Internet of Things</i>	5
2.2 Kualitas Udara.....	5
2.3 Metode <i>Prototyping</i>	6
2.4 Arduino IDE	6
2.5 Modul Wemos D1	7
2.6 <i>Sensor</i> Suhu dan Kelembaban DHT11.....	8
2.7 <i>Sensor</i> Partikel Debu DSM501A	9
2.8 Platform IoT Pemantauan.com.....	9
2.9 Penelitian Terkait.....	12
2.10 Posisi Penelitian	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Jenis Penelitian	15
3.2 Metode Analisis Data	16

3.3 Metode Pengumpulan Data	16
3.4 Tahapan Penelitian	16
3.5 Metode Pengujian.....	18
BAB IV IMPLEMENTASI DAN EVALUASI.....	19
4.1 Rancangan Penelitian	19
4.1.1 Arsitektur <i>Prototype</i>	19
4.1.2 Cara Kerja <i>Prototype</i>	20
4.1.3 Rangkaian Sistem	21
4.1.4 <i>Flowchart</i> Program.....	24
4.2 Implementasi Rancangan Penelitian.....	26
4.2.1 Kode Program Arduino IDE.....	26
4.2.2 Hasil <i>Prototype</i>	32
4.3 Hasil Data Penelitian	33
4.3.1 Dalam ruangan penelitian A204	35
4.3.2 Halaman Luar Kampus A STT Terpadu Nurul Fikri.....	39
4.3.3 Halaman Luar Kampus B STT Terpadu Nurul Fikri.....	44
4.4 Analisis & Evaluasi Penelitian	49
4.4.1 Analisis & Evaluasi Hasil <i>Prototype</i>	49
4.4.2 Analisis & Evaluasi Hasil Data Penelitian	51
BAB V PENUTUP.....	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	xiii

STT - NF

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Tampilan Software Arduino IDE.....	7
Gambar 2. 2	Modul Wemos D1 [12].....	8
Gambar 2. 3	Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11 [14]	8
Gambar 2. 4	Sensor Partikel Debu DSM501A [16]	9
Gambar 2. 5	Tampilan proyek pribadi yang dibuat oleh user	10
Gambar 2. 6	Tampilan proyek publik yang dapat diakses oleh semua user.....	11
Gambar 2. 7	Tampilan beberapa perangkat IoT pada platform pemantauan.com ...	11
Gambar 3. 1	Alur tahapan penelitian yang dilakukan penulis.....	17
Gambar 4. 1	Rangkaian Arsitektur Prototype	20
Gambar 4. 2	Board Wemos D1 [18].....	22
Gambar 4. 3	Rangkaian Sensor DHT11 [20]	23
Gambar 4. 4	Rangkaian Sensor DSM501A [21].....	24
Gambar 4. 5	Flowchart Program	25
Gambar 4. 6	Kode Program Arduino IDE (1)	26
Gambar 4. 7	Kode Program Arduino IDE (2)	27
Gambar 4. 8	Kode Program Arduino IDE (3)	27
Gambar 4. 9	Kode Program Arduino IDE (4).....	28
Gambar 4. 10	Kode Program Arduino IDE (5)	28
Gambar 4. 11	Kode Program Arduino IDE (6)	29
Gambar 4. 12	Kode Program Arduino IDE (7)	29
Gambar 4. 13	Kode Program Arduino IDE (8)	30
Gambar 4. 14	Kode Program Arduino IDE (9.1)	31
Gambar 4. 15	Kode Program Arduino IDE (9.2)	31
Gambar 4. 16	Hasil Prototype alat pengujian (1)	32
Gambar 4. 17	Hasil Prototype alat pengujian (2)	32
Gambar 4. 18	Hasil Pengiriman data ke platform pemantauan.com	34
Gambar 4. 19	Grafik data nilai suhu pada ruangan penelitian A204	36
Gambar 4. 20	Grafik data nilai kelembaban pada ruangan A204	37
Gambar 4. 21	Grafik data nilai partikel debu pada ruangan penelitian A204	39
Gambar 4. 22	Grafik data nilai suhu pada halaman kampus A	41
Gambar 4. 23	Grafik data nilai kelembaban pada halaman kampus A	42
Gambar 4. 24	Grafik data nilai partikel debu pada halaman kampus A.....	44
Gambar 4. 25	Grafik data nilai suhu pada halaman luar kampus B	46
Gambar 4. 26	Grafik data nilai kelembaban pada halaman luar kampus B	47
Gambar 4. 27	Grafik data nilai partikel debu pada halaman luar kampus B.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terkait yang sudah dilakukan.....	12
Tabel 2. 2 Posisi penelitian yang dilakukan	13
Tabel 4. 1 Penggunaan port pada board Wemos D1	23
Tabel 4. 2 Data nilai suhu pada ruangan A204	35
Tabel 4. 3 Data nilai kelembaban pada ruangan A204.....	36
Tabel 4. 4 Data nilai partikel debu pada ruangan A204.....	38
Tabel 4. 5 Data nilai suhu pada halaman luar kampus A	40
Tabel 4. 6 Data nilai kelembaban pada halaman luar kampus A	41
Tabel 4. 7 Data nilai partikel debu pada halaman luar kampus A.....	43
Tabel 4. 8 Data nilai suhu pada halaman luar kampus B	45
Tabel 4. 9 Data nilai kelembaban pada halaman luar kampus B.....	46
Tabel 4. 10 <i>Data nilai partikel debu pada halaman luar kampus B</i>	48
Tabel 4. 11 Rata-rata nilai suhu pada ruangan A204	51
Tabel 4. 12 Rata-rata nilai kelembaban pada ruangan A204.....	51
Tabel 4. 13 Rata-rata nilai partikel debu pada ruangan A204.....	52
Tabel 4. 14 Rata-rata nilai suhu pada halaman luar kampus A	52
Tabel 4. 15 Rata-rata nilai kelembaban pada halaman luar kampus A	53
Tabel 4. 16 Rata-rata nilai partikel debu pada halaman luar kampus A.....	53
Tabel 4. 17 Rata-rata nilai suhu pada halaman luar kampus B	54
Tabel 4. 18 Rata-rata nilai kelembaban pada halaman luar kampus B	54
Tabel 4. 19 Rata-rata nilai partikel debu pada halaman luar kampus B.....	54

STT - NF

BAB I

PENDAHULUAN

Pada Bab I ini berisi pendahuluan yang mendeskripsikan tentang latar belakang masalah yang menjabarkan permasalahan polusi udara yang terjadi di daerah perkotaan, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian, batasan masalah yang menjadi cakupan dalam penelitian, tujuan penelitian yang menjawab rumusan masalah mengenai penelitian yang dilakukan dan manfaat untuk menjadi solusi dalam menangani permasalahan polusi udara di daerah perkotaan serta sistematika penulisan yang dibuat oleh penulis.

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan sebuah negara yang memiliki jumlah penduduk yang besar. Dengan besarnya jumlah penduduk, daerah urban atau perkotaan menjadi tempat yang paling banyak dihuni dan menjadi daerah yang padat penduduk. Kepadatan ini juga berpengaruh pada jumlah kendaraan yang berlalu lintas karena penduduk di perkotaan menggunakan kendaraan pribadi atau umum dalam kehidupan sehari-hari. Dari kepadatan jumlah kendaraan inilah yang sering menyebabkan masalah polusi udara di perkotaan.

Polusi udara yang terus meningkat di perkotaan menjadi salah satu masalah besar yang jika dibiarkan terus menerus akan menimbulkan masalah yang berdampak di bidang lain. Hal ini perlu menjadi perhatian dan perlu dibangun kesadaran pentingnya menjaga kebersihan udara di perkotaan. Karena jika udara sudah bisa dijaga maka masalah polusi udara akan dapat dihindari.

Untuk mengetahui tingkat kualitas udara di perkotaan, diperlukan suatu sistem yang berfungsi sebagai pemantau tingkat kualitas udara [1]. Mengingat perkembangan teknologi yang sudah sangat pesat, sistem ini dapat dijalankan menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) dengan beberapa *sensor* seperti *sensor* suhu, kelembaban dan partikel debu. Dari beberapa *sensor* inilah kemudian dilaporkan ke platform sebagai media untuk melakukan pemantauan.

Penelitian ini merupakan suatu upaya melakukan pemantauan kualitas udara yang dijalankan melalui sistem yang dikembangkan dengan teknologi IoT.

Untuk kemudian hasil dari pemantauan ini akan memberikan informasi kepada pihak-pihak terkait di perkotaan mengenai tingkat kualitas udara. Oleh karena itu, berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah dijabarkan, maka dengan ini penulis mengusulkan akan melakukan penelitian yang berjudul “Perancangan Sistem Pemantauan Polusi Udara pada Daerah Urban Menggunakan Teknologi *Internet of Things* dan Platform Pemantauan.com”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang sudah dijelaskan sebelumnya, penulis membuat rumusan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang alat bantu pemantauan kualitas udara yang dapat melaporkan pengukuran kualitas udara ke suatu platform dengan memanfaatkan teknologi IoT?
2. Bagaimana efektivitas dari rancangan alat bantu pemantauan kualitas udara yang dibuat?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian dibuat oleh penulis berdasarkan hasil rumusan masalah yang mengarah kepada penelitian yang dilakukan. Penulis membuat tujuan dari penelitian sebagai berikut.

1. Melakukan perancangan alat bantu pemantauan kualitas udara yang dapat melaporkan pengukuran kualitas udara dengan platform pemantauan.com dan pemanfaatan teknologi IoT.
2. Melakukan pengujian terhadap rancangan alat bantu pemantauan kualitas udara yang dibuat untuk dapat mengukur efektivitas dari rancangan alat tersebut.

Manfaat dari penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah memberikan alternatif rancangan solusi bagi penduduk di perkotaan secara swadaya untuk mengetahui tingkat kualitas udara. Hal ini dapat membangun kesadaran bersama untuk dapat selalu memperhatikan dan menjaga tingkat polusi udara di lingkungan sekitar.

1.4 Batasan Masalah

1. Penulis hanya merancang sistem *monitoring* atau pemantauan kualitas udara saja dan untuk platform IoT yang digunakan sebagai pemantauan sudah disediakan oleh STT Terpadu Nurul Fikri yaitu pemantauan.com.
2. *Sensor* yang digunakan dalam penelitian hanya mencakup indikasi partikel/debu, pengukuran suhu, dan pengukuran kelembaban.
3. Penempatan uji coba alat bantu pemantauan kualitas udara hanya dilakukan pada dua lokasi kampus STT terpadu Nurul Fikri yaitu di Kelapa Dua Depok dan Srengseng Sawah Jakarta Selatan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir yang dibuat oleh penulis disusun dengan sistematika sebagai berikut

BAB I PENDAHULUAN

Bab 1 pendahuluan mendeskripsikan tentang latar belakang masalah yang menjabarkan tentang permasalahan polusi udara yang terjadi di daerah perkotaan, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian, batasan masalah yang menjadi cakupan dalam penelitian, tujuan penelitian yang menjawab rumusan masalah mengenai penelitian yang dilakukan dan manfaat dalam penelitian untuk menjadi solusi bagi masyarakat dalam menangani permasalahan polusi udara di daerah perkotaan serta sistematika penulisan yang dibuat oleh penulis.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab ini berisi tentang definisi-definisi dan teori-teori mengenai pembahasan yang diangkat oleh penulis, penjelasan mengenai *tools* dan *sensor-sensor* yang digunakan dalam penelitian serta tabel dari penelitian terkait dengan analisis yang menjelaskan perbedaan antara penelitian terkait yang sudah dilakukan dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang penjelasan mengenai jenis penelitian yang dilakukan oleh penulis, metode analisis data yang digunakan penulis pada hasil penelitian yang dilakukan dan metode pengumpulan data yang dilakukan secara eksperimen mengenai penelitian untuk memantau polusi udara. Bab ini juga menjelaskan mengenai tahapan penelitian yang menjabarkan langkah-langkah dalam penelitian pada perancangan sistem pemantauan polusi udara serta metode dari pengujian yang menjelaskan tentang cara, prosedur dan instrumen dalam pengujian atau pengumpulan data.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN EVALUASI

Pada Bab IV ini berisi tentang rancangan penelitian yang berisi tentang rencana dalam penelitian, bentuk implementasi dari sistem yang dirancang berupa hasil penelitian sistem pemantauan polusi udara dengan teknologi IoT yang menggunakan platform pemantauan.com sebagai media pemantauan serta akan dijelaskan mengenai hasil data penelitian yang kemudian dilakukan analisis dan evaluasi dari hasil data yang didapatkan untuk menjadi tolak ukur dari keberhasilan penelitian yang dilakukan oleh penulis.

BAB V PENUTUP

Bab penutup menjelaskan kesimpulan yang menjawab pertanyaan yang ada di rumusan masalah mengenai perancangan sistem pemantauan kualitas udara dengan teknologi IoT dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

Pada Bab II ini berisi tentang definisi-definisi dan teori-teori mengenai pembahasan yang diangkat oleh penulis, penjelasan mengenai *tools* dan *sensor-sensor* yang digunakan dalam penelitian serta tabel dari penelitian terkait dengan analisis yang menjelaskan perbedaan antara penelitian terkait yang sudah dilakukan dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis.

2.1 Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang memungkinkan koneksi antar perangkat komputasi untuk diidentifikasi secara unik dan disematkan dengan antarmuka lain seperti mesin dan manusia serta dihubungkan melalui jaringan kabel maupun nirkabel yang kemudian menangkap data dalam satu konteks yang sama dari lingkungan yang sudah ditandai [2]. IoT juga merupakan jaringan yang menyediakan fungsi baru dan berkaitan dengan model bisnis digital [2]. IoT merujuk pada objek unik yang diidentifikasi dan diimplementasikan secara nyata ke dalam struktur *internet* [3]. Dengan adanya IoT, seorang *user* dapat saling terhubung dan berkomunikasi secara otomatis kapanpun dan dimanapun [1]. IoT bekerja dengan menggunakan suatu argumentasi pemrograman yang bisa menghasilkan suatu koneksi antar mesin untuk terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia [4].

2.2 Kualitas Udara

Kualitas udara menjadi faktor penting yang mempengaruhi kelangsungan hidup umat manusia [2]. Kualitas udara dalam suatu ruangan mempengaruhi kesehatan manusia karena sebagian besar dari manusia menghabiskan 85-90% waktunya di dalam ruangan [5]. Kualitas udara pada suatu rumah dipengaruhi beberapa faktor, misalnya kepadatan penghuni dari suatu rumah dan kualitas udara dari luar rumah [2]. Selain itu, kualitas udara juga dipengaruhi dari penggunaan energi yang tidak ramah pada lingkungan serta perilaku merokok di lingkungan rumah [2].

Tingkat kualitas udara yang baik hanya mengandung sedikit partikel padat dan polutan kimia. Sedangkan untuk kualitas udara yang buruk memiliki banyak kadar polutan tingkat tinggi yang berbahaya bagi makhluk hidup. Kualitas udara yang buruk menyebabkan timbulnya beberapa dampak, seperti pada aspek estetika udara, keutuhan bangunan dan lainnya [5].

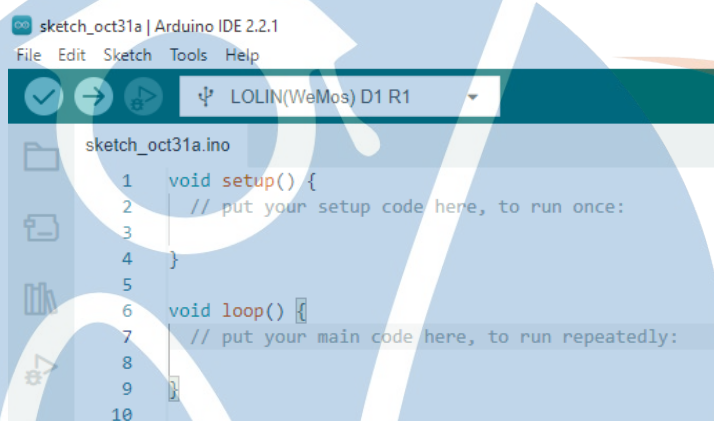
2.3 Metode *Prototyping*

Metode *prototyping* merupakan sebuah metode untuk melakukan perancangan sistem dengan menghubungkan beberapa perangkat menjadi kesatuan alat yang dapat digunakan untuk membuat suatu sistem demi tercapainya suatu tujuan. Beberapa perangkat yang dihubungkan tersebut memiliki fungsi masing-masing yang dengan dihubungkan menjadi satu menghasilkan sebuah rangkaian alat yang kemudian disebut sebagai *prototype*. Metode *prototyping* diterapkan pada pengembangan sistem kecil maupun besar dengan harapan agar proses pengembangan dapat berjalan dengan baik, tertata serta dapat selesai tepat pada waktunya. Adapun manfaat dalam menerapkan metode *prototyping* adalah menjadikan acuan dalam pengembangan sebuah sistem yang sedang dibuat untuk dapat dievaluasi lebih lanjut. Peranan metode *prototyping* sangat penting dalam perancangan sebuah sistem karena mempengaruhi keberhasilan dari rancangan yang sedang dibuat.

2.4 Arduino IDE

Arduino merupakan sebuah perangkat elektronik yang bersifat *open source* dan sering digunakan untuk merancang dan membuat perangkat elektronik serta *software*. Arduino memiliki beberapa komponen penting di dalamnya, seperti pin, *microcontroller*, dan konektor yang menggunakan bahasa pemrograman C++ [6]. *Arduino Integrated Development Environment (IDE)* merupakan perangkat lunak yang memiliki peran sangat penting dalam pemrograman, kompilasi biner dan unduhan memori *microcontroller* [6]. Pemrograman Arduino IDE akan mengkompilasi bahasa pemrograman bahasa C++ menjadi bahasa mesin yang menjadikan pemrograman *boot loader* bertindak sebagai jembatan antara *software compiler* dengan *microcontroller* [7].

Saat ini, Arduino IDE mendukung sejumlah sistem operasi yang banyak digunakan, termasuk Windows, Mac, Linux dan Android [8]. Arduino IDE berfungsi untuk mengedit, membuat, meng-*upload* ke *board* yang ditentukan, dan meng-*coding* program tertentu. Setelah *sketch* program dibuat, selanjutnya program di-*upload* ke *chip microcontroller* arduino dengan menghubungkan arduino uno dan komputer melalui sambungan USB [9].

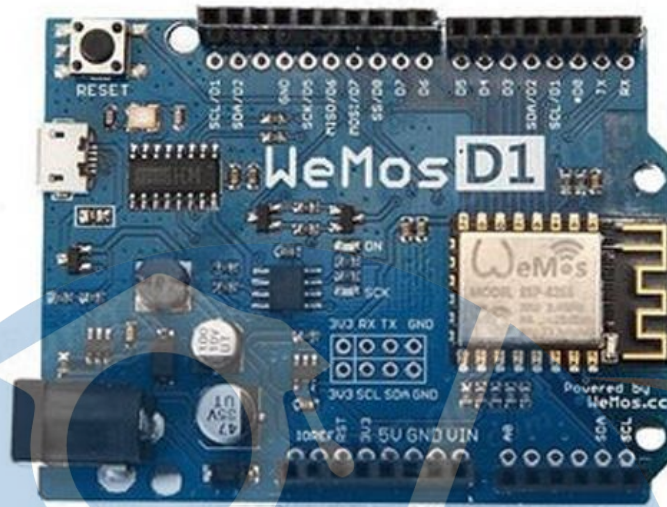


Gambar 2. 1 Tampilan *Software* Arduino IDE

Pada gambar 2.1 menyajikan tampilan *software* Arduino IDE yang digunakan untuk membuat pemrograman dalam penelitian yang menggunakan bahasa C++.

2.5 Modul Wemos D1

Modul Wemos D1 merupakan *module development board* yang berbasis *wifi* dari ESP8266 yang di program menggunakan *software* Arduino IDE [1]. *Microcontroller* pada Wemos D1 adalah sebuah pengembangan berbasis modul ESP8266 yang memiliki kemampuan untuk menyediakan fasilitas konektivitas *Wifi* [10]. Pada *Microcontroller* Wemos D1 memiliki 2 buah *chipset* yang digunakan sebagai otak kerja platform tersebut yaitu *chipset* ESP8266 dan *chipset* CH340 [10]. Bentuk *board* yang kecil pada Wemos D1 memudahkan pengembang untuk mengimplementasikan sebuah perangkat atau proyek IOT ke dalam Wemos D1 yang akan dipantau menggunakan *smartphone* atau PC secara *online* dan *real time* [11].

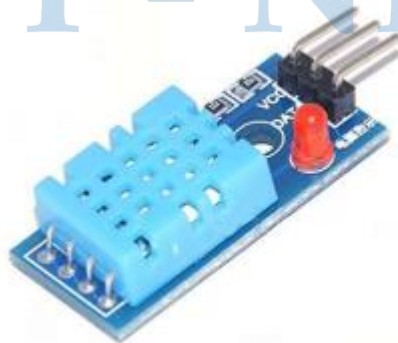


Gambar 2. 2 Modul Wemos D1 [12]

Pada gambar 2.2 menyajikan modul wemos D1 yang merupakan salah satu modul *board* yang dapat dijalankan dengan Arduino yang merujuk pada konsep IoT [11].

2.6 Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11

Sensor suhu dan kelembaban DHT11 adalah *sensor digital* kabel tunggal yang menyajikan nilai suhu dan kelembaban secara serial menggunakan protokol satu kabel. *Sensor* DHT11 adalah modul *sensor* yang berfungsi untuk mendeteksi objek suhu dan kelembaban yang memiliki *output* tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan *microcontroller* [13]. *Sensor* DHT11 umumnya memiliki fitur yang berfungsi untuk membaca nilai suhu dan kelembaban yang cukup akurat [13].



Gambar 2. 3 *Sensor* Suhu dan Kelembaban DHT11 [14]

Pada gambar 2.3 disajikan *sensor* DHT11 yang memiliki 3 pin. Pin 1 adalah VCC antara 3V sampai 5V, pin 2 adalah data keluaran dan pin 3 adalah *Ground* [13].

2.7 *Sensor* Partikel Debu DSM501A

Sensor partikel debu DSM501A merupakan jenis *sensor* debu yang berukuran kompak serta dapat mengukur kadar polutan di udara [15]. DSM501A menggunakan teknologi laser untuk mendeteksi dan mengukur konsentrasi partikel halus di udara. *Sensor* ini terdiri dari lampu dioda pemancar cahaya, detektor, rangkaian penguat sinyal dan pemanas. Secara keseluruhan DSM501A adalah alat yang berguna untuk memantau konsentrasi partikel halus di udara yang dapat membantu mengidentifikasi potensi masalah kualitas udara dan dimanfaatkan untuk mengambil tindakan yang tepat untuk mengatasi permasalahan kualitas udara.



Gambar 2. 4 *Sensor* Partikel Debu DSM501A [16]

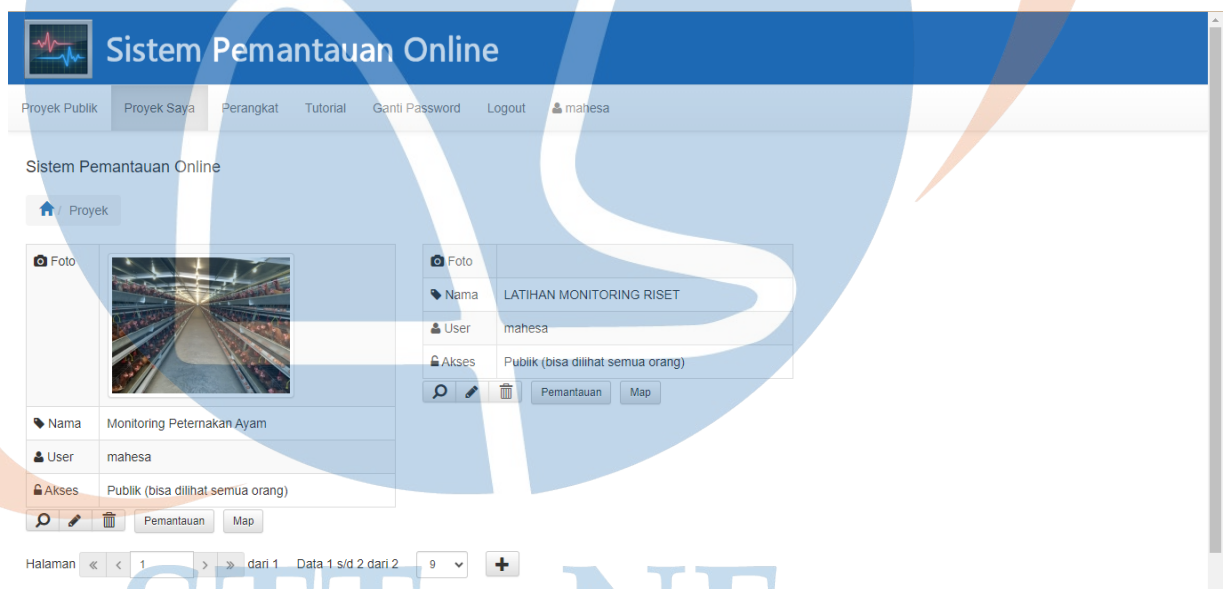
Pada gambar 2.4 disajikan *sensor* partikel debu DSM501A yang memiliki 5 pin, tetapi untuk penggunaannya di *board* wemos D1 hanya 3 pin yang digunakan yaitu VCC, *Ground* dan Vout 2.

2.8 Platform IoT Pemantauan.com

Platform IoT adalah suatu alat atau suatu program yang digunakan sebagai penghubung antara *sensor-sensor* yang digunakan dalam perangkat IoT dengan

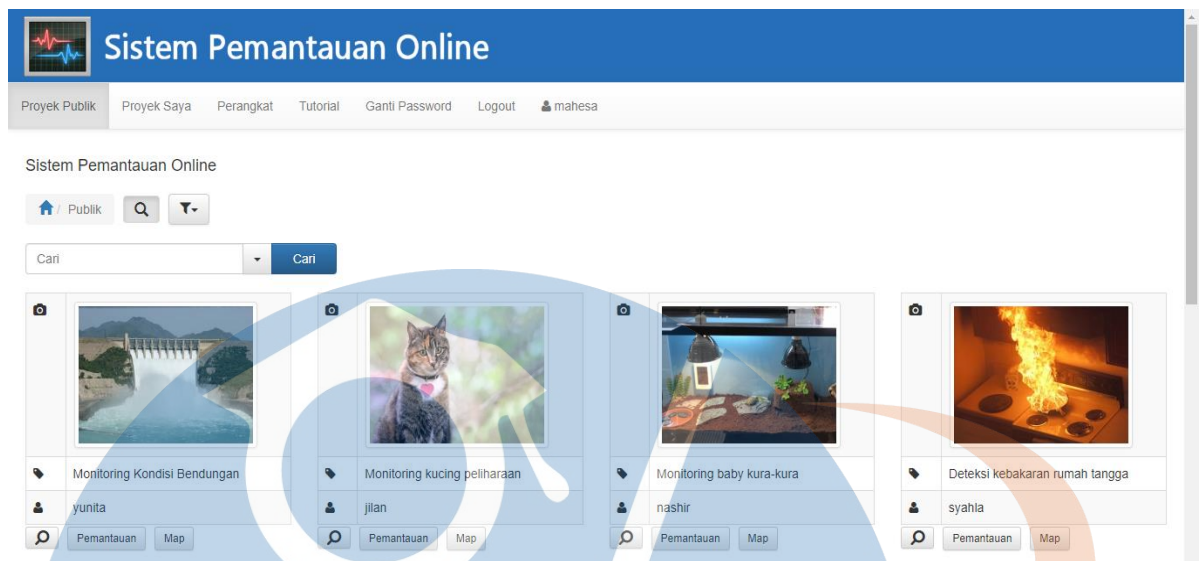
jaringan data. www.pemantauan.com adalah platform IoT komunitas yang disediakan oleh STT Terpadu Nurul Fikri untuk memantau kiriman data dari perangkat *sensor* IoT ataupun mengendalikan perangkat aktuator melalui koneksi *internet* dengan cara yang simpel dan mudah. Platform IoT pemantauan.com menyediakan layanan untuk setiap *user* dapat mengirimkan hingga 60 data terbaru per variabel pengukuran dalam 1 proyek.

Dalam setiap proyek yang dibuat oleh *user* dapat bersifat publik (semua orang bisa melihat) ataupun *private* (hanya bisa diakses oleh *user* sendiri). Dari proyek yang ditampilkan tersedia grafik yang menunjukkan data nilai dan tampilan peta untuk data lokasi. Hasil data dari proyek yang sudah selesai dipantau dapat diakses dengan mudah dengan menggunakan *microsoft excel*.



Gambar 2. 5 Tampilan proyek pribadi yang dibuat oleh *user*

Pada gambar 2.5 menyajikan tampilan dari platform pemantauan.com yang berada pada halaman proyek pribadi milik penulis. Halaman tersebut digunakan untuk memantau hasil pantauan dari sistem yang dijalankan oleh penulis serta melakukan perubahan pada sistem yang sedang dipantau.



Gambar 2.6 Tampilan proyek publik yang dapat diakses oleh semua *user*

Pada gambar 2.6 disajikan tampilan halaman platform pemantauan.com yang menampilkan proyek publik dari semua *user* yang menggunakan platform tersebut. Pada halaman ini semua orang dapat memantau hasil perancangan sistem yang sudah dibuat oleh setiap *user*.



Gambar 2.7 Tampilan beberapa perangkat IoT pada platform pemantauan.com

Pada gambar 2.7 menampilkan beberapa perangkat IoT yang dapat dihubungkan dengan platform pemantauan.com.

2.9 Penelitian Terkait

Pada bagian penelitian terkait ini akan disajikan tabel yang berisi beberapa penelitian terkait yang sudah dilakukan.

Tabel 2. 1 Penelitian terkait yang sudah dilakukan

No	Nama peneliti dan Tahun penelitian	Judul Penelitian	Platform Penelitian	Hasil Penelitian
1	Jacqueline Waworundeng, Oktoverano Lengkong, 2018	Sistem <i>Monitoring</i> dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT [1]	Blynk	Menampilkan data penelitian berupa grafik dari <i>sensor</i> yang dijalankan pada platform thingspeak
2	Grace C. Rumampuk, Vecky C. Poekoel, Arthur M. Rumagit, 2021	Perancangan Sistem <i>Monitoring</i> Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis <i>Internet of Things</i> [2]	OVoRD	Menampilkan data hasil <i>monitoring</i> pada platform OVoRD yang disajikan dalam bentuk angka dan grafik
3	Reza Ramadhan, Joko Christian Chandra, 2022	Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Iot Dengan Nodemcu [17]	Thingspeak	Menampilkan nilai dari kualitas udara yang telah dikirimkan dari NodeMCU pada platform thingspeak

Tabel 2.1 menampilkan hasil penelitian terkait yang sudah dilakukan dengan topik yang sama yaitu menggunakan teknologi IoT dalam penelitiannya. Tabel penelitian terkait tersebut membahas tentang sistem *monitoring* kualitas udara. Dari penelitian tersebut dapat dilihat bahwa hasil dari *monitoring* ditampilkan pada masing-masing platform IoT yang menyajikan data hasil penelitian dalam bentuk angka dan grafik.

2.10 Posisi Penelitian

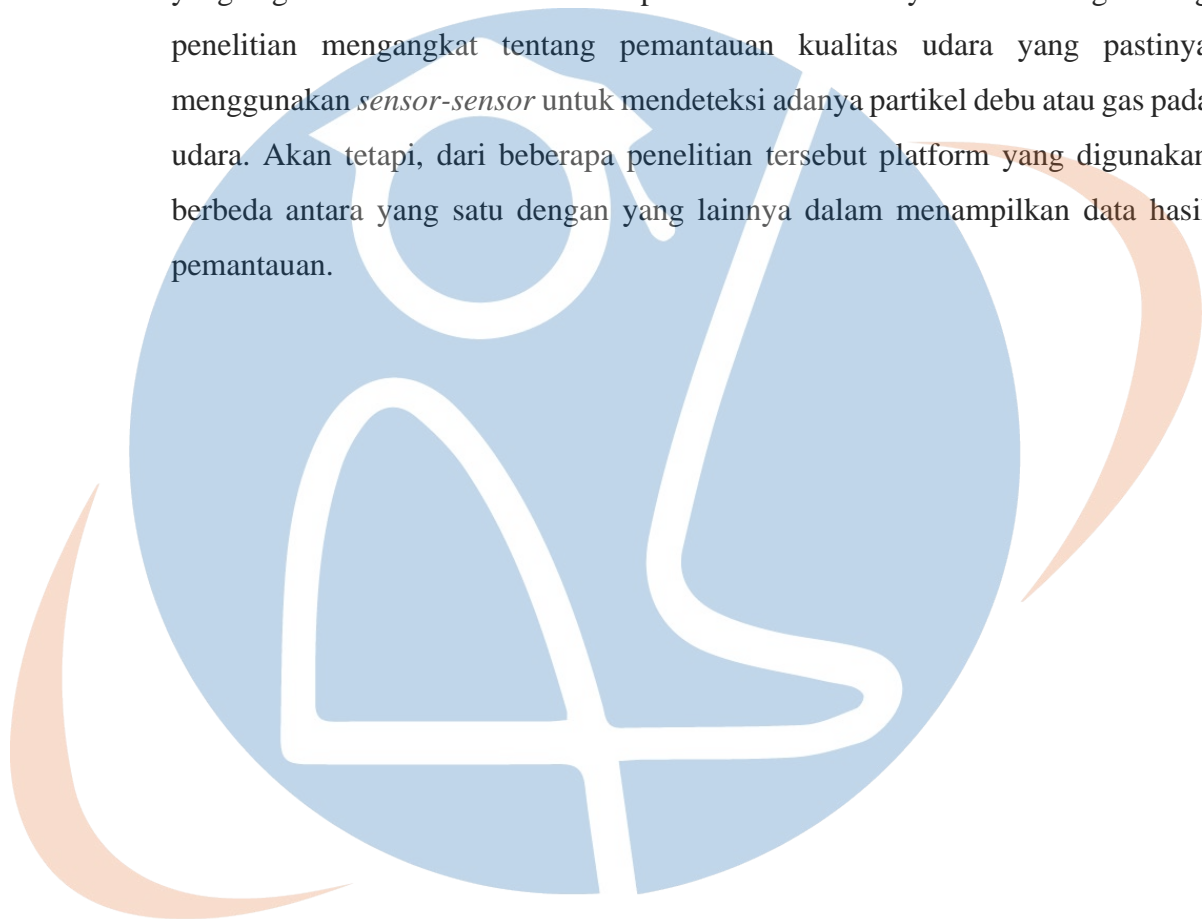
Pada bagian posisi penelitian ini akan disajikan tabel yang berisi beberapa penelitian terkait yang sudah dilakukan dan posisi penelitian yang dilakukan oleh penulis.

Tabel 2. 2 Posisi penelitian yang dilakukan

No	Nama peneliti, judul dan tahun penelitian	Microcontroller yang dipakai	Tipe sensor yang dipakai	Platform IoT yang dipakai
1	Jacqueline Waworundeng, Oktoverano Lengkong. Sistem <i>Monitoring</i> dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT, 2018 [1]	ATMega 8355	Sensor Gas TGS 2600	Blynk
2	Grace C. Rumampuk, Vecky C. Poekoel, Arthur M. Rumagit. Perancangan Sistem <i>Monitoring</i> Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis <i>Internet of Things</i> , 2021 [2]	ESP32	Sensor debu/partikel PM2.5, sensor MQ135, sensor MQ8, sensor MQ2 dan sensor MQ9	OVorD
3	Reza Ramadhan, Joko Christian Chandra. Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Iot Dengan Nodemcu, 2022 [17]	ESP8266	Sensor MQ-135 (Pendeteksi Kualitas Udara)	Thingspeak
4	Adriansyah Mahesa Wicaksana. Perancangan Sistem Pemantauan Polusi Udara Pada Daerah Urban Menggunakan Teknologi <i>Internet of Things</i> dan Platform Pemantauan.com, 2023	ESP8266	Sensor DHT11 (Suhu & Kelembaban), Sensor DSM501A (Partikel Debu)	Pemantauan.com

Pada tabel 2.2 menampilkan beberapa penelitian terkait yang sudah dilakukan dan penelitian yang sedang dilakukan oleh penulis. Posisi penelitian

digunakan sebagai pembeda antara penelitian yang satu dengan yang lainnya. Hal tersebut dapat dilihat dari masing-masing kolom yang ada pada tabel tersebut. Terdapat perbedaan dari masing-masing penelitian dalam penggunaan *microcontroller*, tipe *sensor* yang digunakan dalam penelitian dan platform IoT yang digunakan dalam melakukan pemantauan. Tentunya dari masing-masing penelitian mengangkat tentang pemantauan kualitas udara yang pastinya menggunakan *sensor-sensor* untuk mendeteksi adanya partikel debu atau gas pada udara. Akan tetapi, dari beberapa penelitian tersebut platform yang digunakan berbeda antara yang satu dengan yang lainnya dalam menampilkan data hasil pemantauan.



STT - NF

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada Bab III ini berisi penjelasan mengenai jenis penelitian yang dilakukan oleh penulis, metode analisis data yang digunakan penulis pada hasil penelitian yang dilakukan dan metode pengumpulan data yang dilakukan secara eksperimen mengenai penelitian untuk memantau polusi udara. Bab ini juga menjelaskan mengenai tahapan penelitian yang menjabarkan langkah-langkah dalam penelitian pada perancangan sistem pemantauan polusi udara serta metode dari pengujian yang menjelaskan tentang cara, prosedur dan instrumen dalam pengujian atau pengumpulan data.

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah secara deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan jenis penelitian yang dilakukan dengan mengumpulkan, mengolah, menganalisis serta menyajikan data secara deskriptif. Dalam penelitian deskriptif, data dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti tabel atau diagram. Jenis penelitian secara deskriptif dilakukan berdasarkan perumusan masalah yang mengacu kepada pertanyaan-pertanyaan yang akan menjadi landasan penelitian dimana jawabannya dicari di lapangan yang akan membuat penelitian lebih fokus pada masalah yang ingin diselesaikan.

Kemudian juga dilakukan berdasarkan jenis informasi atau data yang akan digunakan untuk memastikan data relevan dengan permasalahan yang ingin diselesaikan. Lalu menentukan prosedur pengumpulan data yang efektif dan sesuai dengan data yang digunakan serta melakukan pengambilan keputusan berdasarkan data yang sudah diolah untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang sudah dirumuskan dan menjadi kesimpulan dalam penelitian yang dilakukan. Dan yang terakhir dari hasil penelitian tersebut akan menghasilkan *output* atau luaran berupa *prototype* pada sistem pemantauan polusi udara dengan memanfaatkan teknologi IoT pada platform pemantauan.com.

3.2 Metode Analisis Data

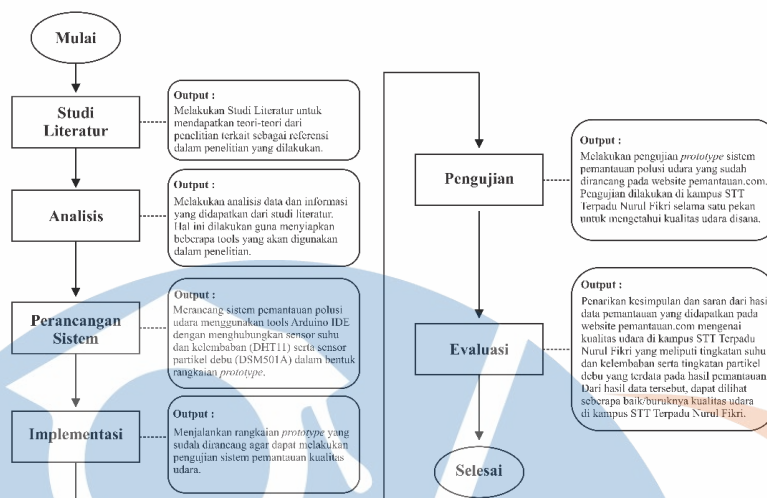
Metode analisis data yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah metode secara kuantitatif. Metode analisis data secara kuantitatif dilakukan oleh penulis karena dalam penelitian ini menghasilkan data yang harus dihitung. Data tersebut didapatkan dari penggunaan *sensor* DHT11 dan DSM501A pada sistem *prototype* yang sudah dibuat melalui platform pemantauan.com yang memuat data berupa angka dan grafik. Hasil data tersebut kemudian dianalisis secara kuantitatif melalui perhitungan agar tujuan dari penelitian yang mengangkat tentang pemantauan kualitas udara dapat terselesaikan dengan baik.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian yaitu dengan metode secara eksperimen. Metode pengumpulan data secara eksperimen adalah metode yang dilakukan dengan menjalankan penelitian atau uji coba secara langsung pada sistem *prototype* yang telah dibuat. Pada penelitian ini, penulis melakukan uji coba *prototype* yang sudah dibuat dan bisa dipantau secara langsung melalui platform pemantauan.com. Metode pengumpulan data secara eksperimen ini dilakukan oleh penulis untuk mendapatkan hasil data yang dibutuhkan selama penelitian untuk dilakukan analisis data secara kuantitatif.

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian berisi tentang alur penelitian yang dilakukan oleh penulis dengan menjabarkan setiap tahapan yang dilakukan mulai dari studi pendahuluan, melakukan analisis dari data yang didapatkan, melakukan perancangan sistem yang digunakan, implementasi atau hasil yang didapatkan dari sistem yang dirancang, melakukan uji coba pada sistem yang sudah dibuat dan yang terakhir mengevaluasi hasil data yang didapatkan dari penelitian tersebut. Berikut ini gambaran secara jelas tahapan penelitian yang dijabarkan dalam bentuk alur bagan.



Gambar 3. 1 Alur tahapan penelitian yang dilakukan penulis

Pada gambar 3.1 menyajikan tentang alur tahapan yang dilakukan penulis dalam melakukan penelitian. Alur tersebut menjadi gambaran secara singkat dari beberapa proses dan tahapan yang dijalankan penulis dalam penelitian yang dilakukan. Merujuk pada gambar 3.1 tersebut, alur tahapan yang dilakukan penulis dalam memulai penelitian adalah melakukan studi literatur untuk mendapatkan teori-teori dari penelitian terkait sebagai referensi untuk penelitian yang dilakukan. Dari hasil studi literatur yang didapatkan, dilakukan analisis terhadap data dan informasi untuk menyiapkan beberapa *tools* yang digunakan dalam penelitian. Kemudian memulai perancangan sistem pemantauan polusi udara dengan Arduino IDE yang dihubungkan dengan *sensor* DHT11 dan *sensor* DSM501A.

Sistem yang sudah selesai di program kemudian diimpelentasikan melalui platform pemantauan.com untuk dapat dilakukan pemantauan secara *online*. Dari hasil implementasi tersebut dilakukan pengujian dari sistem yang sudah dibuat pada 2 lokasi kampus STT Terpadu Nurul Fikri selama satu pekan untuk mengetahui kualitas udara di sana. Dan yang terakhir adalah tahap evaluasi dengan melakukan penarikan kesimpulan dari hasil data yang didapatkan untuk kemudian data tersebut dilakukan perhitungan agar dapat diketahui kualitas udara di kampus STT Terpadu Nurul Fikri.

3.5 Metode Pengujian

Metode pengujian pada sistem yang dibuat yaitu dengan cara memasang *prototype* sistem pemantauan kualitas udara menggunakan platform pemantauan.com. Hal ini dilakukan untuk mengetahui program yang dibuat sudah masuk atau bisa dipantau secara *online*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui seberapa akuratnya sistem pada *prototype* yang dibuat, performa dari *prototype* yang dirancang serta tingkat kegunaan dari sistem pada *prototype* pemantauan polusi udara tersebut.

Prosedur yang digunakan dalam pengujian dimulai dengan membuat *prototype* sistem pemantauan polusi udara. Dari hasil *prototype* tersebut dilakukan uji coba selama satu pekan di 2 lokasi kampus STT Terpadu Nurul Fikri. Data yang didapatkan pada hasil uji coba akan di evaluasi yang kemudian melakukan perbaikan atau perkembangan pada *prototype* tersebut. Lalu dari hasil evaluasi tersebut dapat dinyatakan bahwa sistem bisa diimplementasikan untuk kelanjutan penelitian. Sedangkan untuk instrumen yang digunakan pada pengujian dihasilkan dari data yang didapat selama proses uji coba *prototype* berlangsung yang dipantau pada platform pemantauan.com.



STT - NF

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN EVALUASI

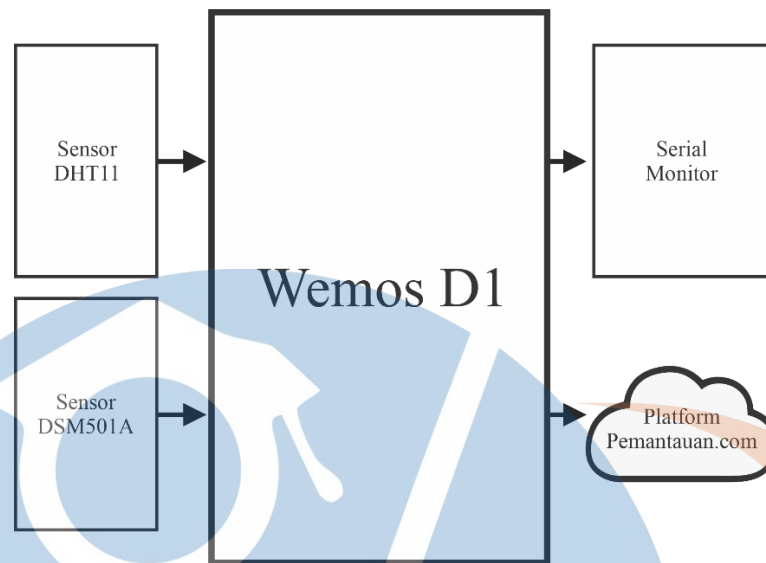
Pada Bab IV ini berisi tentang rancangan penelitian yang berisi tentang rencana dalam penelitian, bentuk implementasi dari sistem yang dirancang berupa hasil penelitian sistem pemantauan polusi udara dengan teknologi IoT yang menggunakan platform pemantauan.com sebagai media pemantauan serta akan dijelaskan mengenai hasil data penelitian yang kemudian dilakukan analisis dan evaluasi dari hasil data yang didapatkan untuk menjadi tolak ukur dari keberhasilan penelitian yang dilakukan oleh penulis.

4.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian berisi tentang rencana yang akan diimplementasikan dalam penelitian. Dalam bagian ini akan dijelaskan mengenai arsitektur dari *prototype* yang dibuat, cara kerja dari *prototype* yang disusun berdasarkan arsitektur yang dibuat dan rangkaian dari sistem *prototype* yang dibuat.

4.1.1 Arsitektur *Prototype*

Perancangan sistem ini dilakukan berdasarkan arsitektur dari *prototype* yang di setiap rangkaian memiliki fungsi masing-masing. Rangkaian arsitektur *prototype* yang satu dengan yang lainnya menjadi satu kesatuan yang saling terhubung agar dapat saling menunjang proses dan kerja sistem sehingga terbentuk sebuah sistem penelitian yang dapat berfungsi dengan baik, akurat, dan efisien. Rangkaian arsitektur *prototype* dari sistem penelitian ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.1 Rangkaian Arsitektur *Prototype*

Pada gambar 4.1 menyajikan tentang rangkaian arsitektur *prototype* yang jika dirincikan akan menjelaskan tentang satu *board* Wemos D1 yang berperan sebagai *board* Arduino atau inti dari penelitian yang dilakukan. Wemos D1 dihubungkan dengan *sensor* DHT11 dan *sensor* DSM501A sebagai penunjang dari penelitian tersebut. Dimulai dari program yang dibuat pada Arduino IDE di *upload* ke Wemos D1 yang sudah terhubung dengan kedua *sensor* tersebut.

Untuk kemudian hasil *upload* program tersebut dapat dilihat pada *serial monitor* sebagai pemantauan secara *offline*. Sesuai dengan apa yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa penelitian ini menggunakan pemantauan.com sebagai platform untuk melakukan pemantauan secara *online*, maka program tersebut dimasukkan datanya ke sistem *cloud* pemantauan.com. Dan dari hasil data yang termuat dalam platform pemantauan.com tersebut dapat dijadikan sebagai data hasil penelitian yang kemudian dilakukan analisis lebih lanjut.

4.1.2 Cara Kerja *Prototype*

Perancangan sistem penelitian ini terdiri dari beberapa komponen *sensor* yang kemudian dihubungkan dengan *board* Wemos D1 untuk dapat

dijalankan pada sistem penelitian yang ada. Proses cara kerja komponen *sensor* dan alat yang dilakukan dalam penelitian akan dijabarkan pada penjelasan di bawah ini.

1. *Input*

Pada proses *input* ini melibatkan komponen *sensor* yang digunakan, yaitu *sensor* DHT11 dan *sensor* DSM501A dengan penjelasan sebagai berikut:

a. *Sensor DHT11*

Sensor DHT11 digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara di sekitar yang memiliki *output* tegangan *analog* untuk dapat diolah lebih lanjut menggunakan *microcontroller*.

b. *Sensor DSM501A*

Sensor DSM501 digunakan untuk mendeteksi partikel debu di udara dengan tingkat sensitivitas yang tinggi dan waktu respon yang cepat.

2. *Proses*

Pada bagian *proses* menggunakan *board* Wemos D1 sebagai *microcontroller* untuk menghubungkan beberapa *sensor* dengan program yang dibuat untuk kemudian hasil dari *proses* diteruskan ke *output*.

4. *Output*

Pada bagian *output* melibatkan *serial monitor* dan platform pemantauan.com untuk melihat hasil dari *proses* yang dijalankan terdapat pada penjelasan berikut:

a. *Serial Monitor*

Serial monitor terdapat pada *tools* Arduino IDE yang digunakan untuk melihat hasil *output* dari program yang dijalankan.

b. Platform Pemantauan.com

Platform pemantauan.com menjadi *output* pada penelitian ini karena digunakan sebagai wadah untuk menampilkan sistem yang dirancang.

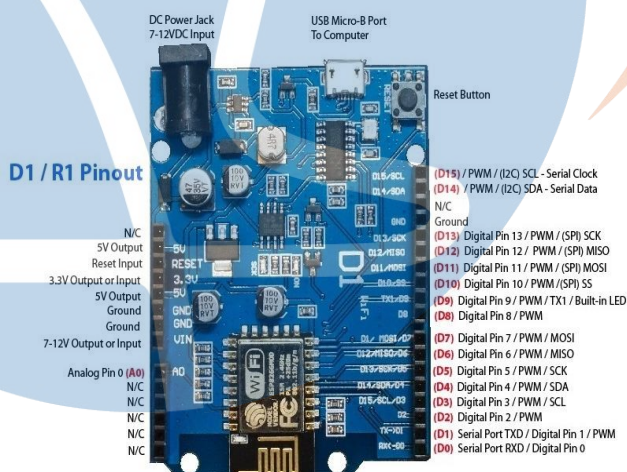
4.1.3 Rangkaian Sistem

Rancangan sistem terdiri dari keseluruhan komponen alat yang digunakan meliputi *board* Wemos D1, rangkaian *sensor* DHT11 serta

rangkaian *sensor* DSM501A. Penjelasan lebih lanjut mengenai rangkaian sistem terdapat di bawah ini.

1. Board Wemos D1

Board Wemos D1 merupakan *module development board* yang berbasis *WiFi* dari keluarga ESP8266 yang dapat dilakukan dengan memprogram *software* Arduino IDE [18]. *Board* Wemos D1 yang dirancang menyerupai Arduino Uno memiliki kelebihan yang bersifat bersifat *open source*, kompatibel dengan Arduino dan memiliki *processor* 32-bit dengan kecepatan 80 MHz [19]. Wemos D1 juga memiliki 1 pin *analog input* atau ADC yang menggunakan *micro USB*. Hal tersebut sangat diperlukan untuk mendukung semua rangkaian yang terhubung agar menjadi kesatuan yang dapat berjalan dengan baik sesuai dengan program yang ditentukan.



Gambar 4. 2 Board Wemos D1 [18]

Gambar 4.2 menampilkan *board* Wemos D1 yang dimana prinsip kerja Wemos D1 sesuai dengan instruksi perintah yang dibuat dengan *flowchart* dan terprogram pada *microcontroller*. Beberapa pin yang dimanfaatkan untuk menunjang proses sistem kerja alat agar berjalan dengan baik dapat dilihat pada tabel berikut.

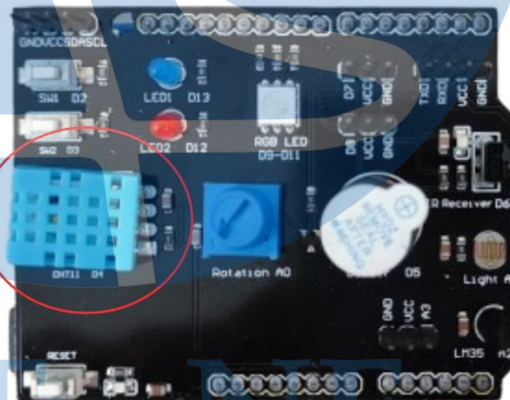
Tabel 4. 1 Penggunaan *port* pada *board* Wemos D1

No	Komponen I/O	Port
1	<i>Sensor</i> Suhu dan Kelembaban DHT11	VCC, GND, A0
2	<i>Sensor</i> Partikel Debu DSM501A	VCC, GND, D8

Tabel 4.1 menyajikan tentang penggunaan komponen I/O yang terhubung dengan *board* Wemos D1 dan menggunakan *port* sesuai dengan intruksi yang diberikan.

2. Rangkaian *Sensor* Suhu dan Kelembaban DHT11

Rangkaian DHT11 merupakan rangkaian *sensor* suhu dan kelembaban digital yang paling sederhana dan terjangkau dari keluarga DHT. *Sensor* ini terdiri dari 3 kaki (VCC, Data dan GND) [20]. Rangkaian *sensor* suhu dan kelembaban DHT11 dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

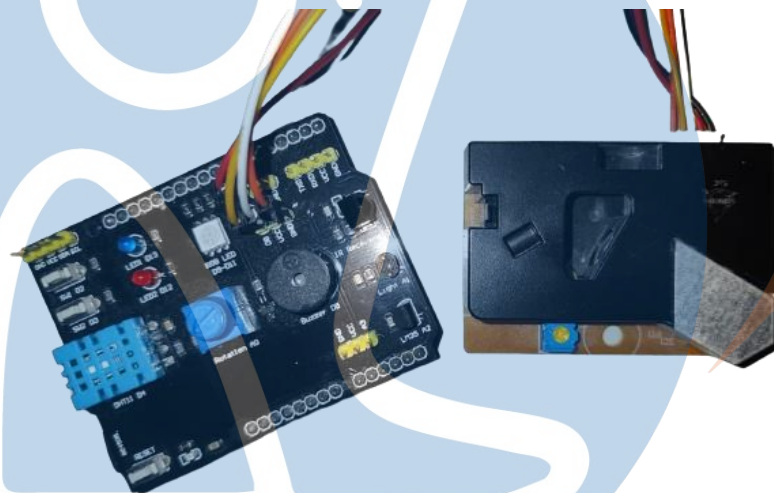


Gambar 4. 3 Rangkaian *Sensor* DHT11 [20]

Gambar 4.3 menampilkan rangkaian *sensor* DHT11 yang dimana untuk menghubungkan DHT11 ke *microcontroller* atau Wemos D1 perlu menghubungkan pin VCC ke pin 5V pada Wemos D1, pin GND ke pin GND pada *microcontroller*, dan pin Data ke pin *digital* pada *microcontroller* [20].

3. Rangkaian *Sensor* Partikel Debu DSM501A

Rangkaian *sensor* DSM501A merupakan rangkaian yang bekerja dengan mengirimkan pulsa rendah dan menjumlahkan pulsa rendah selama jangka waktu tetap 30 detik kemudian membagi jumlah pulsa rendah selama periode waktu yang tetap. Kemungkinan perlu menunggu sekitar 30 detik sebelum output pertama keluar dan sekitar satu menit agar angkanya stabil. Rangkaian *sensor* DSM501A dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



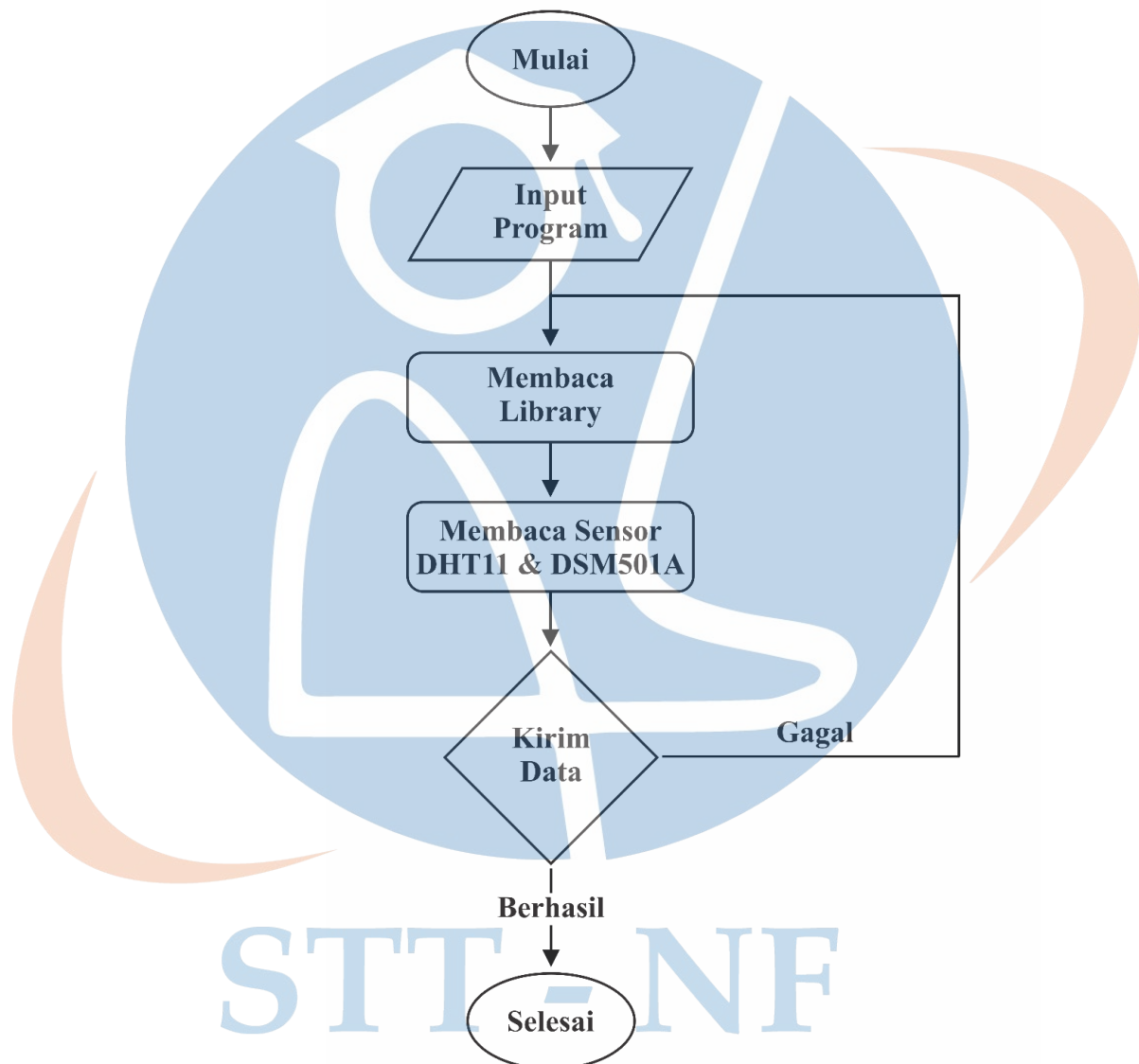
Gambar 4. 4 Rangkaian *Sensor* DSM501A [21]

Gambar 4.4 menampilkan rangkaian *sensor* DSM501A yang dimana untuk menghubungkan DSM501A ke *microcontroller* atau Wemos D1 perlu menghubungkan pin VCC ke pin 5V pada Wemos D1, pin GND ke pin GND pada *microcontroller*, dan pin Data ke pin *digital* pada *microcontroller* [21].

4.1.4 *Flowchart* Program

Flowchart Program berisi alur yang menjabarkan tentang urutan eksekusi program yang dijalankan pada Arduino IDE. Alur pada *flowchart* dibuat bertahap dari yang awalnya melakukan *upload* program hingga data pada *sensor* yang dimasukkan berhasil ditampilkan pada platform

pemantauan.com. Dari *flowchart* ini kemudian akan tergambar bagaimana tahapan eksekusi program yang berjalan. Lebih jelas mengenai *flowchart* program ada pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.5 *Flowchart* Program

Pada gambar 4.5 terdapat gambaran alur untuk tahapan eksekusi program yang dijalankan pada Arduino IDE. Tahapan dimulai pada proses *input* program pada Arduino IDE. Dari proses tersebut kemudian dilakukan

upload pada program yang sudah di *input*. Proses *upload* program terbagi menjadi beberapa tahapan, yaitu dalam membaca *library* pada program yang dimasukkan, kemudian membaca kode *sensor* DHT11 dan *sensor* DSM501A. Setelah semua proses membaca kode *sensor* sudah selesai, masuk pada tahapan mengirim data yang jika proses tersebut gagal, maka akan kembali ke proses awal yaitu dari proses membaca *library*. Tetapi jika proses mengirim data berhasil, maka data sudah terkirim dan bisa dikatakan bahwa *flowchart* berjalan sukses.

4.2 Implementasi Rancangan Penelitian

Implementasi rancangan penelitian menjabarkan tentang bentuk nyata dari rancangan penelitian yang sudah dijelaskan sebelumnya. Bentuk implementasi dari rancangan penelitian terbagi menjadi 2, yaitu pada kode program yang terdapat pada Arduino IDE dan bentuk nyata hasil *prototype* yang sebelumnya digambarkan pada arsitektur rangkaian *prototype*. Penjelasan mengenai implementasi rancangan penelitian terdapat pada penjelasan di bawah ini.

4.2.1 Kode Program Arduino IDE

Berikut ini akan dijelaskan mengenai kode program pada Arduino IDE yang digunakan oleh penulis untuk mengimplementasikan rancangan penelitian.

```

5  #define PERMENIT 1
6  #define PERJAM 60
7  #define PERHARI 1440
8  #define APIKEY "6d7f976725c701b143afdfc4070cb316"
9  #define KODE_SENSOR1 "1"
10 #define KODE_SENSOR2 "2"
11 #define KODE_SENSOR3 "31"
12

```

Gambar 4. 6 Kode Program Arduino IDE (1)

Pada gambar 4.6 ditampilkan kode program untuk tahap pertama dari bentuk implementasi rancangan penelitian. Pada tahap pertama ini kode

program yang dimasukkan dijalankan untuk mendefinisikan waktu untuk menampilkan data pada platform pemantauan.com, *apikey* yang terhubung dengan proyek yang sedang dijalankan dan kode *sensor* yang dimaksudkan untuk menampilkan hasil data pemantauan berdasarkan nomor kode *sensor* yang sudah ditentukan oleh pengembang platform pemantauan.com. Untuk tahapan kode program selanjutnya akan ditampilkan pada gambar berikut.

```

13 #include <ESP8266WiFi.h>
14 #include <ESP8266HTTPClient.h>
15 #include <BlynkSimpleEsp8266.h>
16 #include <WiFiClientSecureBearSSL.h>
17 #include <DHT.h>
18 #include <string.h>
19 BlynkTimer timer;
20

```

Gambar 4. 7 Kode Program Arduino IDE (2)

Pada gambar 4.7 menampilkan kode program pada Arduino IDE yang masuk ke tahapan kedua yaitu untuk menambahkan beberapa *library* yang digunakan agar proses mengirim program berjalan lancar. Dengan adanya beberapa *library* tersebut, program yang dikirim akan membaca apa saja yang dibutuhkan pada tahapan kode program dan mencocokkan dengan *library* yang dimasukkan. Tahapan selanjutnya pada kode program akan dijelaskan sebagai berikut.

```

22 char ssid[] = "NURULFIKRI";
23 char pass[] = "12345abcde";
24 String apikey=APIKEY;
25 const char* serverName = "https://www.pemantauan.com/submission/";
26 unsigned long counting;
27

```

Gambar 4. 8 Kode Program Arduino IDE (3)

Pada gambar 4.8 ditampilkan kode program untuk tahap ketiga, yaitu untuk menghubungkan program yang dikirim dengan *server* dari platform pemantauan.com yang dihubungkan dengan memasukkan *ssid* serta

password dari *wifi* yang terhubung dengan perangkat yang penulis gunakan dan memasukkan nama *server* dari platform pemantauan.com. Hal ini menjadi Langkah awal proses menghubungkan kode program dengan pemantauan.com hingga nanti pada tahapan selanjutnya akan ditambahkan kode program lain untuk melakukan pencocokan dengan tahapan ini. Untuk tahapan kode program selanjutnya akan ditampilkan pada gambar berikut.

```

28 int pin = D8;
29 unsigned long duration;
30 unsigned long starttime;
31 unsigned long endtime;
32 unsigned long sampletime_ms = 3000;
33 unsigned long lowpulseoccupancy = 0;
34 float ratio = 0;
35 float calculation=0;
36 float concentration = 0;

```

Gambar 4. 9 Kode Program Arduino IDE (4)

Pada gambar 4.9 menampilkan kode program pada Arduino IDE yang masuk ke tahapan memulai kode program untuk *sensor* DSM501A. Kode program yang dimasukkan mendefinisikan waktu yang dihasilkan *sensor* DSM501A untuk menampilkan data hasil pengukuran partikel debu. Dari kode program inilah kemudian akan dimasukkan kode program yang saling terhubung agar dapat menampilkan hasil pengukuran *sensor* DSM501A secara akurat. Tahapan selanjutnya pada kode program akan dijelaskan sebagai berikut.

```

38 #define DHTTYPE DHT11
39 DHT dht(D4, DHT11);
40
41 #define VIRTUAL_TEMPERATURE V8
42 #define VIRTUAL_HUMIDITY V9

```

Gambar 4. 10 Kode Program Arduino IDE (5)

Pada gambar 4.10 ditampilkan kode program untuk tahap mendefinisikan *sensor* DHT11. Kode program ini nantinya yang akan saling

terhubung dengan kode program untuk melakukan penembakan data *sensor* DHT11 ke platform pemantauan.com. Untuk tahapan kode program selanjutnya akan ditampilkan pada gambar berikut.

```

44 void setup()
45 {
46   Serial.begin(9600);
47   pinMode(D8, INPUT);
48   pinMode(D7, INPUT);
49   pinMode(D12, OUTPUT);
50   pinMode(D13, OUTPUT);
51   Blynk.begin(auth, ssid, pass);
52   dht.begin();
53 }

```

Gambar 4. 11 Kode Program Arduino IDE (6)

Pada gambar 4.11 menampilkan kode program pada Arduino IDE yang masuk ke tahapan *void setup*, dimana pada tahapan ini dimasukkan *serial begin* yang terhubung dengan *serial monitor* serta memasukkan kode program dari *sensor* DHT11 yang berfungsi untuk menghubungkan *sensor* DHT11 dengan platform pemantauan.com agar data hasil pemantauan dapat ditampilkan. Tahapan selanjutnya pada kode program akan dijelaskan sebagai berikut.

```

60 duration = pulseIn(pin, LOW);
61 lowpulseoccupancy += duration;
62 endtime = millis();
63 if ((endtime-starttime) > sampletime_ms)
64 {
65   ratio = (lowpulseoccupancy-endtime+starttime + sampletime_ms)/(sampletime_ms*10.0);
66   calculation = 1.1*pow(ratio,3)-3.8*pow(ratio,2)+520*ratio+0.62;
67   if (calculation<5000) concentration=calculation;
68   Serial.print("lowpulseoccupancy:");
69   Serial.print(lowpulseoccupancy);
70   Serial.print("  ratio:");
71   Serial.print(ratio);
72   Serial.print("  DSM501A:");
73   Serial.println(concentration);
74   lowpulseoccupancy = 0;
75   starttime = millis();
76 }

```

Gambar 4. 12 Kode Program Arduino IDE (7)

Pada gambar 4.12 ditampilkan kode program pada tahapan lanjutan dari *sensor* DHT11 yang lebih berfokus pada perhitungan hasil data yang akan muncul pada *serial monitor* dan nilai yang akan dikirim ke platform pemantauan.com. Kode program ini nantinya akan mengukur besar nilai partikel debu yang akan dicocokkan dengan *index* nilai baik atau buruknya kualitas udara di sana. Untuk tahapan kode program selanjutnya akan ditampilkan pada gambar berikut.

```

94
95 void check(){
96   float temperature = dht.readTemperature();
97   float humidity = dht.readHumidity();
98   Serial.print("Suhu:");
99   Serial.println(temperature);
100  Serial.print("Kelembaban:");
101  Serial.println(humidity);
102  //delay(3000);
103
104  if (!isnan(temperature) && !isnan(humidity)) {
105    Blynk.virtualWrite(VIRTUAL_TEMPERATURE, temperature);
106    Blynk.virtualWrite(VIRTUAL_HUMIDITY, humidity);
107  }
108  aktifkanPemantauan(PERMIT, temperature, humidity, concentration);
109 }
110

```

Gambar 4. 13 Kode Program Arduino IDE (8)

Pada gambar 4.13 menampilkan kode program pada Arduino IDE yang masuk ke tahapan pengecekan untuk proses pengiriman nilai dari data *sensor* DHT11 untuk dapat dikirimkan ke platform pemantauan.com. Tahapan selanjutnya pada kode program akan dijelaskan sebagai berikut.

```

120
121 void aktifkanPemantauan(int frekuensi,float value1,float value2,float value3) {
122     String obyek1=KODE_SENSOR1;
123     String obyek2=KODE_SENSOR2;
124     String obyek3=KODE_SENSOR3;
125     int writeTimeRequired=60000;
126     if ((millis() - counting) > frekuensi*writeTimeRequired) {
127         if(Blynk.connected()== 1){
128             std::unique_ptr<BearSSL::WiFiClientSecure>client(new BearSSL::WiFiClientSecure);
129             client->setInsecure();
130             HTTPClient http;
131             http.begin(*client, "https://www.pemantauan.com/submission/");
132             http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded");
133             String httpRequestData = "apikey=" + apiKey;
134             httpRequestData = httpRequestData + "&obyek1=" + obyek1;
135             httpRequestData = httpRequestData + "&value1=" + value1;
136             httpRequestData = httpRequestData + "&obyek2=" + obyek2;
137             httpRequestData = httpRequestData + "&value2=" + value2;
138             httpRequestData = httpRequestData + "&obyek3=" + obyek3;
139             httpRequestData = httpRequestData + "&value3=" + value3;
140             int httpResponseCode = http.POST(httpRequestData);
141             if (httpResponseCode > 0) {
142                 Serial.printf("Mengirim data... code: %d\n", httpResponseCode);
143                 const String& payload = http.getString();
144                 Serial.print("Respon server: ");
145                 Serial.println(payload);

```

Gambar 4. 14 Kode Program Arduino IDE (9.1)

```

146         if (httpResponseCode == HTTP_CODE_OK) {
147             const String& payload = http.getString();
148             Serial.print("Respon server: ");
149             Serial.println(payload);
150         }
151     } else {
152         Serial.printf("Mengirim data... gagal, error: %s\n", http.errorToString(httpResponseCode).c_str());
153         const String& payload = http.getString();
154         Serial.print("Respon server: ");
155         Serial.println(payload);
156     }
157     http.end();
158 }
159 else {
160     Serial.println("WiFi Disconnected");
161 }
162 counting = millis();
163 }
164 }

```

Gambar 4. 15 Kode Program Arduino IDE (9.2)

Pada gambar 4.14 dan 4.15 ditampilkan kode program pada tahapan pengiriman atau penembakan data ke platform pemantauan.com. Pada tahap ini, dimasukkan kode program yang berfungsi untuk menghubungkan ke server platform pemantauan.com. Jika saat proses pengiriman kode program berjalan sukses maka akan muncul kode 3 dari server yang akan ditampilkan pada serial monitor, tetapi jika yang muncul bukan respon angka 3 atau diterima, maka proses pengiriman kode harus dilakukan kembali karena

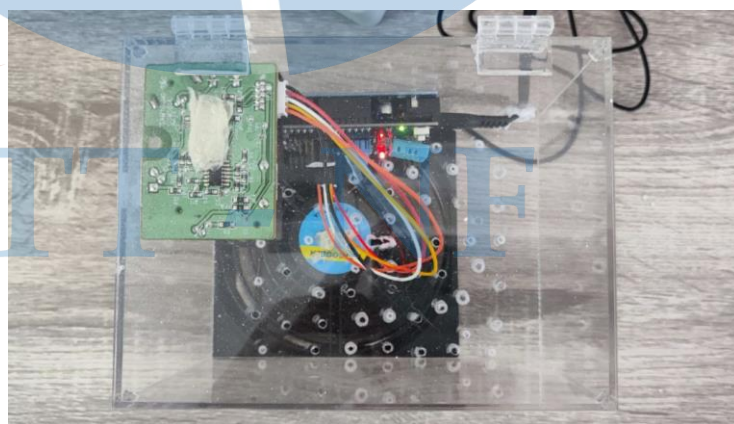
adanya kesalahan dalam jaringan *wifi*, kode yang dimasukkan atau kendala lainnya. Proses ini menjadi penutup kode program yang dibuat oleh penulis pada implementasi rancangan penelitian di bagian tahapan kode program.

4.2.2 Hasil *Prototype*

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai hasil *prototype* dari alat pemantauan kualitas udara sebagai bentuk nyata dari arsitektur *prototype* yang sudah dijelaskan sebelumnya. Berikut hasil *prototype* alat pengujian yang sudah diselesaikan oleh penulis.



Gambar 4. 16 Hasil *Prototype* alat pengujian (1)



Gambar 4. 17 Hasil *Prototype* alat pengujian (2)

Pada gambar 4.16 dan 4.17 ditampilkan hasil *prototype* alat pengujian yang digunakan oleh penulis untuk melakukan *monitoring*

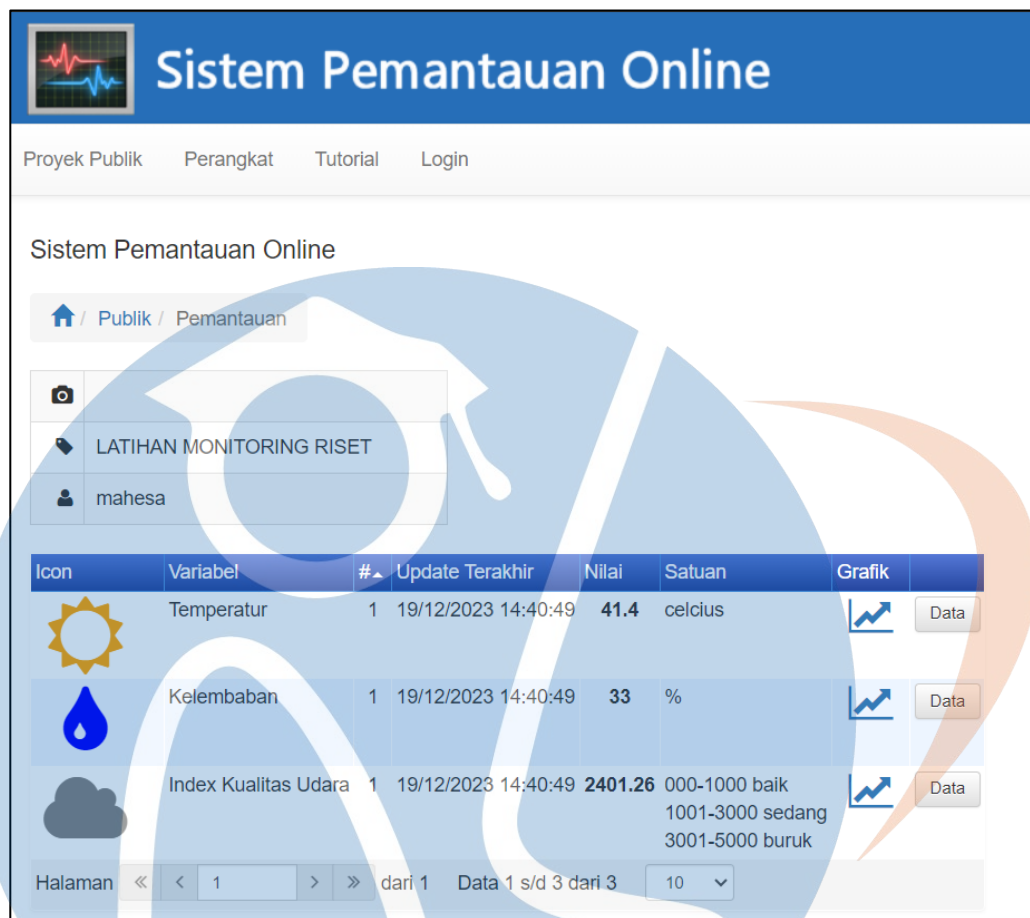
kualitas udara. Hasil *prototype* tersebut dibuat berdasarkan arsitektur *prototype* dengan *board* Wemos D1 yang berperan sebagai *board* Arduino atau inti dari pengujian alat yang dilakukan. Wemos D1 dihubungkan dengan *sensor* DHT11 dan *sensor* DSM501A sebagai penunjang dari pengujian alat tersebut.

4.3 Hasil Data Penelitian

Pada bagian hasil data penelitian akan menampilkan hasil dari pengujian *prototype* yang sudah dilakukan oleh penulis pada 2 lokasi kampus STT Terpadu Nurul Fikri. Dilakukan perbandingan dengan menempatkan alat pada 3 tempat yang berbeda. Tempat yang pertama sebagai pengujian untuk kualitas udara dilakukan di dalam ruangan penelitian A204 pada kampus A STT Terpadu Nurul Fikri. Tempat kedua yang berlokasi sama di kampus A STT Terpadu Nurul Fikri tetapi di tempatkan pada bagian luar ruangan yang berada dekat dengan pintu gerbang kampus. Untuk tempat yang ketiga berlokasi di kampus B STT Terpadu Nurul Fikri yang bertempat sama seperti lokasi kedua, yaitu pada luar ruangan yang berada dekat dengan jalan raya utama lenteng agung. Contoh hasil pengiriman data ke platform pemantauan.com dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



STT - NF



Gambar 4. 18 Hasil Pengiriman data ke platform pemantauan.com

Beberapa tempat ini dipilih oleh penulis untuk mengetahui kualitas udara di 3 tempat yang berbeda. Mulai dari dalam ruangan penelitian yang pasti bersih karena ruangan tertutup dan ber AC, luar ruangan kampus A yang jarang dilalui kendaraan serta kampus B yang sudah diketahui bahwa jalan raya utama lenteng agung ramai dan padat akan kendaraan berlalu lintas. Dari ketiga tempat ini akan dilakukan perbandingan kualitas udara untuk mengukur efektivitas *prototype* yang dibuat oleh penulis untuk setiap tempat yang memiliki kadar polusi yang berbeda antara tempat yang satu dengan yang lainnya. Berikut untuk hasil data pengujian yang sudah dilakukan penulis dengan mengelompokkan 3 hasil pengujian berdasarkan tempat dan lokasi yang sudah dijelaskan sebelumnya.

4.3.1 Dalam ruangan penelitian A204

Pengujian yang pertama dilakukan pada ruangan penelitian A204 kampus A STT Terpadu Nurul Fikri menghasilkan data dalam bentuk nilai dan grafik. Data yang ditampilkan berjumlah 60, yang artinya ada 60 menit yang diperlukan untuk mengasilkan data tersebut karena data dihasilkan setiap 1 menit. Pengujian pertama ini akan memaparkan data nilai suhu, kelembaban dan partikel debu yang muncul pada pengujian sebagai berikut.

1. Hasil data nilai suhu

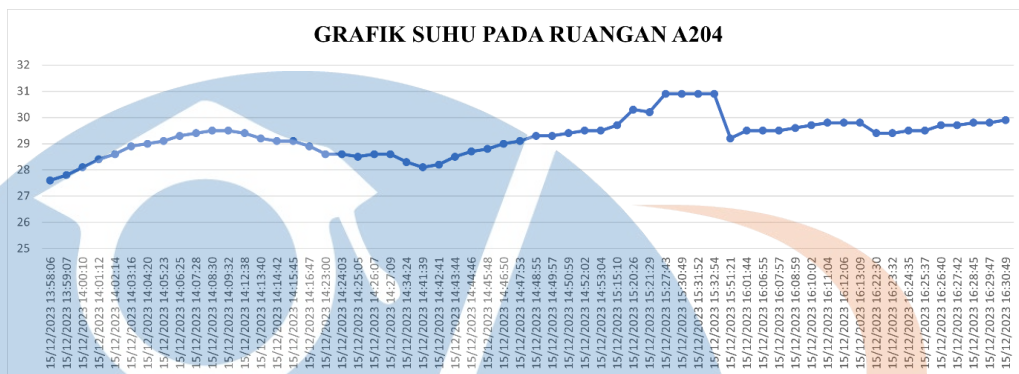
Pada bagian ini akan menampilkan data dari nilai suhu yang muncul selama proses pengujian alat dilakukan.

Tabel 4. 2 Data nilai suhu pada ruangan A204

Waktu	Nilai	Waktu	Nilai	Waktu	Nilai
15/12/2023 13:58:06	27.6	15/12/2023 14:26:07	28.6	15/12/2023 15:31:52	30.9
15/12/2023 13:59:07	27.8	15/12/2023 14:27:09	28.6	15/12/2023 15:32:54	30.9
15/12/2023 14:00:10	28.1	15/12/2023 14:34:24	28.3	15/12/2023 15:51:21	29.2
15/12/2023 14:01:12	28.4	15/12/2023 14:41:39	28.1	15/12/2023 16:01:44	29.5
15/12/2023 14:02:14	28.6	15/12/2023 14:42:41	28.2	15/12/2023 16:06:55	29.5
15/12/2023 14:03:16	28.9	15/12/2023 14:43:44	28.5	15/12/2023 16:07:57	29.5
15/12/2023 14:04:20	29	15/12/2023 14:44:46	28.7	15/12/2023 16:08:59	29.6
15/12/2023 14:05:23	29.1	15/12/2023 14:45:48	28.8	15/12/2023 16:10:02	29.7
15/12/2023 14:06:25	29.3	15/12/2023 14:46:50	29	15/12/2023 16:11:04	29.8
15/12/2023 14:07:28	29.4	15/12/2023 14:47:53	29.1	15/12/2023 16:12:06	29.8
15/12/2023 14:08:30	29.5	15/12/2023 14:48:55	29.3	15/12/2023 16:13:09	29.8
15/12/2023 14:09:32	29.5	15/12/2023 14:49:57	29.3	15/12/2023 16:22:30	29.4
15/12/2023 14:12:38	29.4	15/12/2023 14:50:59	29.4	15/12/2023 16:23:32	29.4
15/12/2023 14:13:40	29.2	15/12/2023 14:52:02	29.5	15/12/2023 16:24:35	29.5
15/12/2023 14:14:42	29.1	15/12/2023 14:53:04	29.5	15/12/2023 16:25:37	29.5
15/12/2023 14:15:45	29.1	15/12/2023 15:15:10	29.7	15/12/2023 16:26:40	29.7
15/12/2023 14:16:47	28.9	15/12/2023 15:20:26	30.3	15/12/2023 16:27:42	29.7
15/12/2023 14:23:00	28.6	15/12/2023 15:21:29	30.2	15/12/2023 16:28:45	29.8
15/12/2023 14:24:03	28.6	15/12/2023 15:27:43	30.9	15/12/2023 16:29:47	29.8
15/12/2023 14:25:05	28.5	15/12/2023 15:30:49	30.9	15/12/2023 16:30:49	29.9

Pada tabel 4.2 ditampilkan data nilai dari pengujian suhu yang ada di ruangan penelitian A204. Data nilai suhu tersebut menunjukkan angka yang normal pada suhu di dalam ruangan yang memiliki AC. Data

nilai suhu ini yang akan berpengaruh pada hasil data angka kelembaban dan partikel debu di sana. Berikut untuk data nilai suhu yang ditampilkan pada bentuk grafik.



Gambar 4.19 Grafik data nilai suhu pada ruangan penelitian A204

Pada gambar 4.19 ditampilkan grafik data nilai suhu pada ruangan penelitian A204 yang menunjukkan bahwa suhu pada ruangan tersebut menghasilkan angka yang normal karena ruangan memiliki AC dan tertutup. Satuan yang digunakan pada nilai suhu adalah *celcius*. Angka pada suhu tersebut juga stabil pada 28 derajat *celcius* – 30 derajat *celcius*. Dari hasil angka yang muncul ini akan berhubungan dan berdampak pada kelembaban dan partikel debu pada ruangan tersebut.

2. Hasil Data nilai kelembaban

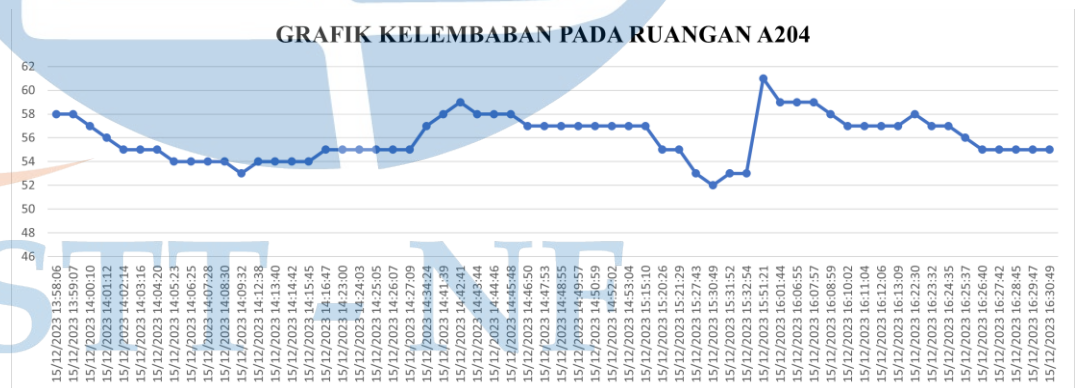
Pada bagian ini akan menampilkan data dari nilai kelembaban yang muncul selama proses pengujian alat yang dilakukan pada ruangan penelitian A204.

Tabel 4.3 Data nilai kelembaban pada ruangan A204

Waktu	Nilai	Waktu	Nilai	Waktu	Nilai
15/12/2023 13:58:06	58	15/12/2023 14:26:07	55	15/12/2023 15:31:52	53
15/12/2023 13:59:07	58	15/12/2023 14:27:09	55	15/12/2023 15:32:54	53
15/12/2023 14:00:10	57	15/12/2023 14:34:24	57	15/12/2023 15:51:21	61
15/12/2023 14:01:12	56	15/12/2023 14:41:39	58	15/12/2023 16:01:44	59
15/12/2023 14:02:14	55	15/12/2023 14:42:41	59	15/12/2023 16:06:55	59
15/12/2023 14:03:16	55	15/12/2023 14:43:44	58	15/12/2023 16:07:57	59
15/12/2023 14:04:20	55	15/12/2023 14:44:46	58	15/12/2023 16:08:59	58

15/12/2023 14:05:23	54	15/12/2023 14:45:48	58	15/12/2023 16:10:02	57
15/12/2023 14:06:25	54	15/12/2023 14:46:50	57	15/12/2023 16:11:04	57
15/12/2023 14:07:28	54	15/12/2023 14:47:53	57	15/12/2023 16:12:06	57
15/12/2023 14:08:30	54	15/12/2023 14:48:55	57	15/12/2023 16:13:09	57
15/12/2023 14:09:32	53	15/12/2023 14:49:57	57	15/12/2023 16:22:30	58
15/12/2023 14:12:38	54	15/12/2023 14:50:59	57	15/12/2023 16:23:32	57
15/12/2023 14:13:40	54	15/12/2023 14:52:02	57	15/12/2023 16:24:35	57
15/12/2023 14:14:42	54	15/12/2023 14:53:04	57	15/12/2023 16:25:37	56
15/12/2023 14:15:45	54	15/12/2023 15:15:10	57	15/12/2023 16:26:40	55
15/12/2023 14:16:47	55	15/12/2023 15:20:26	55	15/12/2023 16:27:42	55
15/12/2023 14:23:00	55	15/12/2023 15:21:29	55	15/12/2023 16:28:45	55
15/12/2023 14:24:03	55	15/12/2023 15:27:43	53	15/12/2023 16:29:47	55
15/12/2023 14:25:05	55	15/12/2023 15:30:49	52	15/12/2023 16:30:49	55

Pada tabel 4.3 ditampilkan data nilai dari pengujian kelembaban pada ruangan penelitian A204. Data yang muncul menunjukkan nilai kelembaban yang stabil karena berada pada ruangan yang ber AC sehingga angka kelembaban yang muncul bisa dikatakan tinggi karena kondisi ruangan yang juga berada pada suhu yang normal. Untuk lebih jelasnya mengenai Tingkat kelembaban pada ruangan tersebut akan ditampilkan dalam bentuk grafik di bawah ini.



Gambar 4.20 Grafik data nilai kelembaban pada ruangan A204

Pada gambar 4.20 menampilkan data nilai kelembaban yang berbentuk grafik pada ruangan penelitian A204. Grafik yang ditampilkan merujuk pada tabel 4.3 yang merupakan nilai dari data kelembaban. Dari grafik yang dihasilkan bisa dilihat bahwa tingkat kelembaban pada ruangan tersebut dalam kondisi stabil dan berada pada

tingkat kelembaban yang tinggi karena berada pada ruangan tertutup dan kondisi suhu yang normal.

3. Hasil Data nilai partikel debu

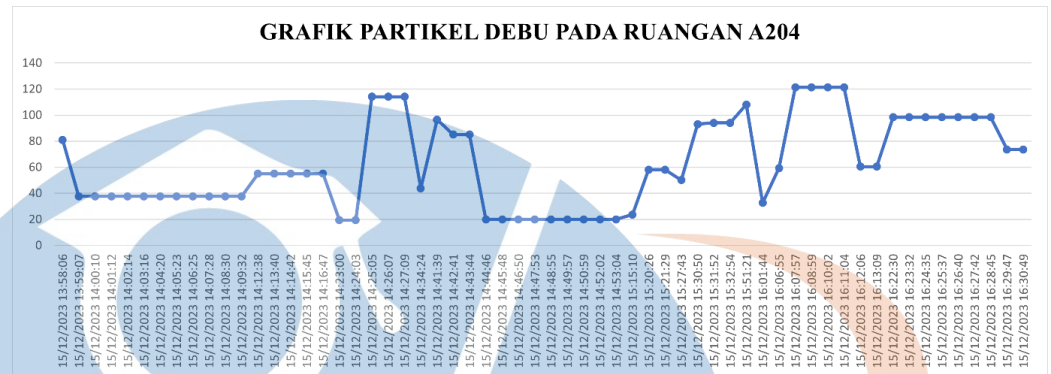
Pada bagian ini akan menampilkan data dari nilai partikel debu yang muncul selama proses pengujian alat dilakukan.

Tabel 4. 4 Data nilai partikel debu pada ruangan A204

Waktu	Nilai	Waktu	Nilai	Waktu	Nilai
15/12/2023 13:58:06	80.99	15/12/2023 14:26:07	114.1	15/12/2023 15:31:52	94.09
15/12/2023 13:59:07	37.68	15/12/2023 14:27:09	114.1	15/12/2023 15:32:54	94.09
15/12/2023 14:00:10	37.68	15/12/2023 14:34:24	43.84	15/12/2023 15:51:21	108.07
15/12/2023 14:01:12	37.68	15/12/2023 14:41:39	96.58	15/12/2023 16:01:44	32.69
15/12/2023 14:02:14	37.68	15/12/2023 14:42:41	85.09	15/12/2023 16:06:55	59.42
15/12/2023 14:03:16	37.68	15/12/2023 14:43:44	85.09	15/12/2023 16:07:57	121.38
15/12/2023 14:04:20	37.68	15/12/2023 14:44:46	20.01	15/12/2023 16:08:59	121.38
15/12/2023 14:05:23	37.68	15/12/2023 14:45:48	20.01	15/12/2023 16:10:02	121.38
15/12/2023 14:06:25	37.68	15/12/2023 14:46:50	20.01	15/12/2023 16:11:04	121.38
15/12/2023 14:07:28	37.68	15/12/2023 14:47:53	20.01	15/12/2023 16:12:06	60.49
15/12/2023 14:08:30	37.68	15/12/2023 14:48:55	20.01	15/12/2023 16:13:09	60.49
15/12/2023 14:09:32	37.68	15/12/2023 14:49:57	20.01	15/12/2023 16:22:30	98.39
15/12/2023 14:12:38	55.06	15/12/2023 14:50:59	20.01	15/12/2023 16:23:32	98.39
15/12/2023 14:13:40	55.06	15/12/2023 14:52:02	20.01	15/12/2023 16:24:35	98.39
15/12/2023 14:14:42	55.06	15/12/2023 14:53:04	20.01	15/12/2023 16:25:37	98.39
15/12/2023 14:15:45	55.06	15/12/2023 15:15:10	23.74	15/12/2023 16:26:40	98.39
15/12/2023 14:16:47	55.06	15/12/2023 15:20:26	58.16	15/12/2023 16:27:42	98.39
15/12/2023 14:23:00	19.35	15/12/2023 15:21:29	58.16	15/12/2023 16:28:45	98.39
15/12/2023 14:24:03	19.35	15/12/2023 15:27:43	50.14	15/12/2023 16:29:47	73.61
15/12/2023 14:25:05	114.1	15/12/2023 15:30:50	93.12	15/12/2023 16:30:49	73.61

Pada tabel 4.4 menampilkan data dari hasil pengujian partikel debu pada ruangan penelitian A204. Dari hasil data yang didapatkan selama proses pengujian, partikel debu yang tercatat pada data terbilang baik atau tidak terlalu kotor karena mendapatkan angka yang kecil sehingga untuk kualitas udara padaruangan tersebut terbilang aman. Kondisi partikel debu yang aman disebabkan karena pengujian terjadi pada ruangan yang tertutup dan terjaga kebersihannya. Dari hasil data

nilai yang muncul, berikut akan ditampilkan hasil data berupa grafik untuk melihat tingkatan partikel debu pada ruangan tersebut secara lebih jelas.



Gambar 4. 21 Grafik data nilai partikel debu pada ruangan penelitian A204

Pada gambar 4.21 menampilkan grafik dari hasil data pengujian tingkat partikel debu pada ruangan A204. Angka yang muncul pada hasil data tersebut terbilang stabil pada kualitas udara yang bersih walaupun terdapat data yang naik turun pada grafik, tetapi angka yang muncul tetap berada pada indeks angka yang masih dalam kategori kualitas udara yang bersih dan aman.

4.3.2 Halaman Luar Kampus A STT Terpadu Nurul Fikri

Pengujian yang kedua dilakukan pada halaman luar kampus A STT Terpadu Nurul Fikri. Dalam pengujian ini, penulis memilih tempat yang berada pada luar ruangan untuk mengetahui perbandingan yang akan muncul jika pengujian berada di luar ruangan tetapi jarang dilewati kendaraan. Oleh karena itu, kualitas udara yang dihasilkan pun akan berbeda dengan pengujian sebelumnya dan tingkat suhu serta kelembaban yang muncul akan berbeda dengan kondisi saat berada di dalam ruangan. Untuk penjelasan mengenai pengujian kedua sebagai berikut.

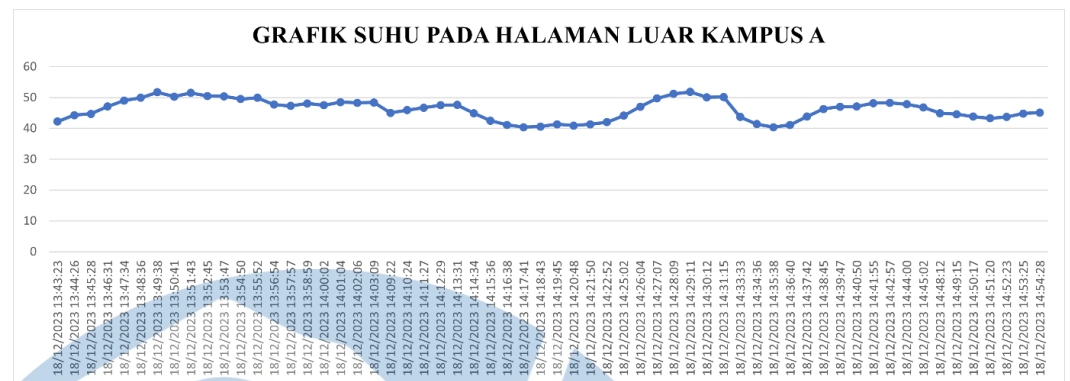
1. Hasil data nilai suhu

Pada bagian ini akan menampilkan data dari nilai suhu yang muncul selama proses pengujian alat dilakukan.

Tabel 4. 5 Data nilai suhu pada halaman luar kampus A

Waktu	Nilai	Waktu	Nilai	Waktu	Nilai
18/12/2023 13:43:23	42.2	18/12/2023 14:09:22	45	18/12/2023 14:31:15	50.2
18/12/2023 13:44:26	44.3	18/12/2023 14:10:24	45.9	18/12/2023 14:33:33	43.7
18/12/2023 13:45:28	44.7	18/12/2023 14:11:27	46.7	18/12/2023 14:34:36	41.4
18/12/2023 13:46:31	47.1	18/12/2023 14:12:29	47.5	18/12/2023 14:35:38	40.4
18/12/2023 13:47:34	49	18/12/2023 14:13:31	47.6	18/12/2023 14:36:40	41.1
18/12/2023 13:48:36	49.9	18/12/2023 14:14:34	44.9	18/12/2023 14:37:42	43.8
18/12/2023 13:49:38	51.7	18/12/2023 14:15:36	42.5	18/12/2023 14:38:45	46.3
18/12/2023 13:50:41	50.3	18/12/2023 14:16:38	41.1	18/12/2023 14:39:47	47
18/12/2023 13:51:43	51.5	18/12/2023 14:17:41	40.4	18/12/2023 14:40:50	47.1
18/12/2023 13:52:45	50.5	18/12/2023 14:18:43	40.6	18/12/2023 14:41:55	48.2
18/12/2023 13:53:47	50.4	18/12/2023 14:19:45	41.3	18/12/2023 14:42:57	48.3
18/12/2023 13:54:50	49.5	18/12/2023 14:20:48	40.9	18/12/2023 14:44:00	47.8
18/12/2023 13:55:52	49.9	18/12/2023 14:21:50	41.3	18/12/2023 14:45:02	46.8
18/12/2023 13:56:54	47.7	18/12/2023 14:22:52	42	18/12/2023 14:48:12	44.9
18/12/2023 13:57:57	47.3	18/12/2023 14:25:02	44.1	18/12/2023 14:49:15	44.6
18/12/2023 13:58:59	48.1	18/12/2023 14:26:04	47	18/12/2023 14:50:17	43.8
18/12/2023 14:00:02	47.5	18/12/2023 14:27:07	49.7	18/12/2023 14:51:20	43.3
18/12/2023 14:01:04	48.5	18/12/2023 14:28:09	51.2	18/12/2023 14:52:23	43.7
18/12/2023 14:02:06	48.3	18/12/2023 14:29:11	51.8	18/12/2023 14:53:25	44.8
18/12/2023 14:03:09	48.4	18/12/2023 14:30:12	50.1	18/12/2023 14:54:28	45.1

Pada tabel 4.5 menampilkan hasil data suhu yang didapatkan selama proses pengujian pada halaman kampus A STT Terpadu Nurul Fikri pada siang hari. Dari hasil data yang didapatkan bisa terlihat bahwa suhu yang terdapat pada lingkungan kampus A berada pada kondisi yang lumayan panas karena didapatkan data suhu yang memunculkan angka besar pada tingkat suhu di sana. Di bawah ini akan ditampilkan bentuk grafik dari hasil pengujian tersebut.



Gambar 4. 22 Grafik data nilai suhu pada halaman kampus A

Pada gambar 4.22 menampilkan hasil data suhu yang didapatkan selama proses pengujian pada halaman kampus A dalam bentuk grafik. Terlihat pada grafik bahwa angka suhu yang muncul selama pengujian tidak terlalu stabil dan mengalami kenaikan serta penurunan. Tetapi dari semua nilai yang didapatkan rata-rata nilai yang ada menunjukkan bahwa kondisi suhu pada halaman kampus A cukup panas karena selalu di atas 40 derajat *celcius*.

2. Hasil data nilai kelembaban

Pada bagian ini akan menampilkan data dari nilai kelembaban yang muncul selama proses pengujian alat dilakukan.

Tabel 4. 6 Data nilai kelembaban pada halaman luar kampus A

Waktu	Nilai	Waktu	Nilai	Waktu	Nilai
18/12/2023 13:43:23	33	18/12/2023 14:09:22	25	18/12/2023 14:31:15	15
18/12/2023 13:44:26	27	18/12/2023 14:10:24	22	18/12/2023 14:33:33	29
18/12/2023 13:45:28	25	18/12/2023 14:11:27	19	18/12/2023 14:34:36	34
18/12/2023 13:46:31	21	18/12/2023 14:12:29	19	18/12/2023 14:35:38	37
18/12/2023 13:47:34	17	18/12/2023 14:13:31	18	18/12/2023 14:36:40	36
18/12/2023 13:48:36	15	18/12/2023 14:14:34	25	18/12/2023 14:37:42	28
18/12/2023 13:49:38	12	18/12/2023 14:15:36	31	18/12/2023 14:38:45	23
18/12/2023 13:50:41	14	18/12/2023 14:16:38	33	18/12/2023 14:39:47	20
18/12/2023 13:51:43	12	18/12/2023 14:17:41	35	18/12/2023 14:40:50	21
18/12/2023 13:52:45	13	18/12/2023 14:18:43	35	18/12/2023 14:41:55	20
18/12/2023 13:53:47	13	18/12/2023 14:19:45	34	18/12/2023 14:42:57	18
18/12/2023 13:54:50	15	18/12/2023 14:20:48	34	18/12/2023 14:44:00	18
18/12/2023 13:55:52	13	18/12/2023 14:21:50	34	18/12/2023 14:45:02	21

18/12/2023 13:56:54	18	18/12/2023 14:22:52	32	18/12/2023 14:48:12	26
18/12/2023 13:57:57	19	18/12/2023 14:25:02	28	18/12/2023 14:49:15	27
18/12/2023 13:58:59	16	18/12/2023 14:26:04	22	18/12/2023 14:50:17	28
18/12/2023 14:00:02	18	18/12/2023 14:27:07	16	18/12/2023 14:51:20	30
18/12/2023 14:01:04	16	18/12/2023 14:28:09	13	18/12/2023 14:52:23	28
18/12/2023 14:02:06	16	18/12/2023 14:29:11	11	18/12/2023 14:53:25	25
18/12/2023 14:03:09	16	18/12/2023 14:30:12	16	18/12/2023 14:54:28	25

Tabel 4.6 menampilkan hasil data pengujian kelembaban pada halaman kampus A yang dilakukan pada siang hari. Pada data yang ditampilkan terdapat kenaikan dan penurunan kondisi kelembaban di sana. Hal ini terjadi karena tingkat suhu yang didapatkan juga fluktuatif. Oleh karena itu, dari hasil data kelembaban akan berpengaruh sama dengan tingkat suhu yang didapatkan. Dari hasil data tersebut akan ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Gambar 4. 23 Grafik data nilai kelembaban pada halaman kampus A

Gambar 4.23 menampilkan grafik hasil data pengujian kelembaban pada halaman kampus A yang sebelumnya sudah dijelaskan pada tabel 4.6 dalam bentuk nilai yang muncul. Seperti pada penjelasan sebelumnya, terlihat pada grafik bahwa nilai yang muncul fluktuatif dan mengalami kenaikan serta penurunan yang bergantung pada tingkat kelembaban udara pada saat pengujian.

3. Hasil Data nilai partikel debu

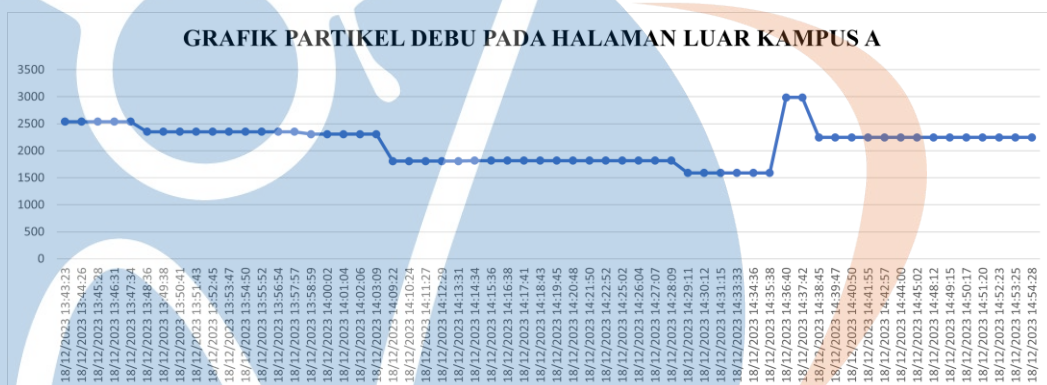
Pada bagian ini akan menampilkan data dari nilai partikel debu yang muncul selama proses pengujian alat dilakukan. Tingkat partikel debu yang muncul akan jauh berbeda dengan pengujian pertama yang dilakukan di dalam ruangan penelitian A204. Hal itu terjadi karena pengujian kedua ini dilakukan pada luar ruangan yang sudah dipastikan kualitas udaranya kurang baik. Oleh karena itu, untuk memberikan penjelasan mengenai tingkatan partikel debu pada halaman kampus A akan ditampilkan data nilai dan grafik hasil pengujian yang sudah dilakukan.

Tabel 4. 7 Data nilai partikel debu pada halaman luar kampus A

Waktu	Nilai	Waktu	Nilai	Waktu	Nilai
18/12/2023 13:43:23	2538	18/12/2023 14:09:22	1810.11	18/12/2023 14:31:15	1588.42
18/12/2023 13:44:26	2538	18/12/2023 14:10:24	1810.11	18/12/2023 14:33:33	1588.42
18/12/2023 13:45:28	2538	18/12/2023 14:11:27	1810.11	18/12/2023 14:34:36	1588.42
18/12/2023 13:46:31	2538	18/12/2023 14:12:29	1810.11	18/12/2023 14:35:38	1588.42
18/12/2023 13:47:34	2538	18/12/2023 14:13:31	1810.11	18/12/2023 14:36:40	2986.16
18/12/2023 13:48:36	2351.66	18/12/2023 14:14:34	1817.44	18/12/2023 14:37:42	2986.16
18/12/2023 13:49:38	2351.66	18/12/2023 14:15:36	1817.44	18/12/2023 14:38:45	2246.62
18/12/2023 13:50:41	2351.66	18/12/2023 14:16:38	1817.44	18/12/2023 14:39:47	2246.62
18/12/2023 13:51:43	2351.66	18/12/2023 14:17:41	1817.44	18/12/2023 14:40:50	2246.62
18/12/2023 13:52:45	2351.66	18/12/2023 14:18:43	1817.44	18/12/2023 14:41:55	2246.62
18/12/2023 13:53:47	2351.66	18/12/2023 14:19:45	1817.44	18/12/2023 14:42:57	2246.62
18/12/2023 13:54:50	2351.66	18/12/2023 14:20:48	1817.44	18/12/2023 14:44:00	2246.62
18/12/2023 13:55:52	2351.66	18/12/2023 14:21:50	1817.44	18/12/2023 14:45:02	2246.62
18/12/2023 13:56:54	2351.66	18/12/2023 14:22:52	1817.44	18/12/2023 14:48:12	2246.62
18/12/2023 13:57:57	2351.66	18/12/2023 14:25:02	1817.44	18/12/2023 14:49:15	2246.62
18/12/2023 13:58:59	2307.71	18/12/2023 14:26:04	1817.44	18/12/2023 14:50:17	2246.62
18/12/2023 14:00:02	2307.71	18/12/2023 14:27:07	1817.44	18/12/2023 14:51:20	2246.62
18/12/2023 14:01:04	2307.71	18/12/2023 14:28:09	1817.44	18/12/2023 14:52:23	2246.62
18/12/2023 14:02:06	2307.71	18/12/2023 14:29:11	1588.42	18/12/2023 14:53:25	2246.62
18/12/2023 14:03:09	2307.71	18/12/2023 14:30:12	1588.42	18/12/2023 14:54:28	2246.62

Tabel 4.7 menampilkan hasil data yang muncul selama proses pengujian partikel debu yang berada pada halaman kampus A. Nilai

yang muncul jauh lebih tinggi dari pengujian sebelumnya, tetapi dari data yang didapatkan bisa dikatakan bahwa kualitas udara pada halaman kampus A masih bisa terbilang dalam kategori sedang. Kualitas udara yang tidak terlalu bersih, begitupun tidak terlalu kotor karena cukup jarang dilalui kendaraan. Untuk lebih jelasnya mengenai kenaikan dan penurunan data yang didapatkan, akan ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Gambar 4. 24 Grafik data nilai partikel debu pada halaman kampus A

Pada gambar 4.24 ditampilkan hasil data berupa grafik yang muncul selama proses pengujian partikel debu. Dari grafik tersebut bisa terlihat nilai dari partikel debu yang mengalami kenaikan serta penurunan seperti apa yang sudah dijelaskan sebelumnya.

4.3.3 Halaman Luar Kampus B STT Terpadu Nurul Fikri

Pengujian yang ketiga dilakukan pada lokasi kedua, yaitu di kampus B STT Terpadu Nurul Fikri yang tepatnya berada di halaman luar kampus B. Di tempat ketiga ini, penulis ingin kembali melakukan perbandingan dengan 2 pengujian sebelumnya yang kini tepat berada dipinggir jalan raya utama lenteng agung. Pengujian ketiga ini sudah dipastikan akan meningkatkan nilai partikel debu yang didapatkan karena kualitas udara pada jalan raya yang padat akan kendaraan pasti akan sangat meningkatkan nilai partikel debu di sana.

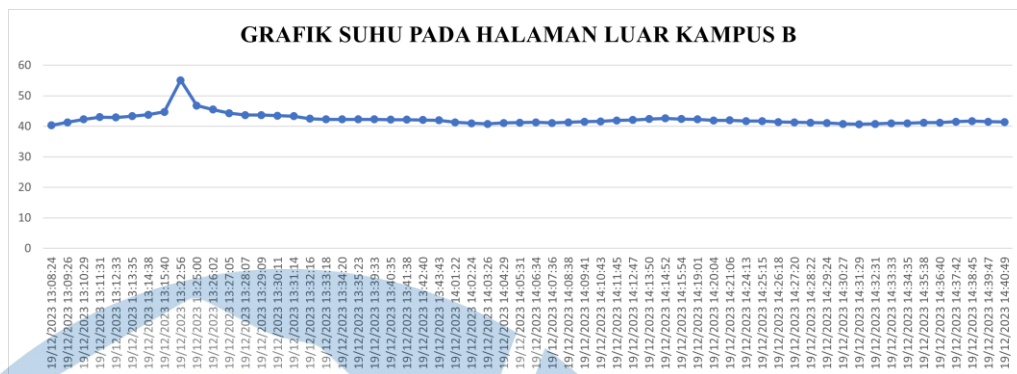
1. Hasil data nilai suhu

Pada bagian ini akan menampilkan data dari nilai suhu yang muncul selama proses pengujian alat dilakukan.

Tabel 4. 8 Data nilai suhu pada halaman luar kampus B

Waktu	Nilai	Waktu	Nilai	Waktu	Nilai
19/12/2023 13:08:24	40.3	19/12/2023 13:39:33	42.3	19/12/2023 14:19:01	42.3
19/12/2023 13:09:26	41.3	19/12/2023 13:40:35	42.2	19/12/2023 14:20:04	41.9
19/12/2023 13:10:29	42.3	19/12/2023 13:41:38	42.2	19/12/2023 14:21:06	42
19/12/2023 13:11:31	43	19/12/2023 13:42:40	42.1	19/12/2023 14:24:13	41.7
19/12/2023 13:12:33	42.9	19/12/2023 13:43:43	42	19/12/2023 14:25:15	41.7
19/12/2023 13:13:35	43.3	19/12/2023 14:01:22	41.3	19/12/2023 14:26:18	41.4
19/12/2023 13:14:38	43.8	19/12/2023 14:02:24	41	19/12/2023 14:27:20	41.3
19/12/2023 13:15:40	44.7	19/12/2023 14:03:26	40.8	19/12/2023 14:28:22	41.2
19/12/2023 13:22:56	55.1	19/12/2023 14:04:29	41.1	19/12/2023 14:29:24	41.1
19/12/2023 13:25:00	46.8	19/12/2023 14:05:31	41.2	19/12/2023 14:30:27	40.8
19/12/2023 13:26:02	45.5	19/12/2023 14:06:34	41.3	19/12/2023 14:31:29	40.7
19/12/2023 13:27:05	44.3	19/12/2023 14:07:36	41.1	19/12/2023 14:32:31	40.8
19/12/2023 13:28:07	43.7	19/12/2023 14:08:38	41.3	19/12/2023 14:33:33	41
19/12/2023 13:29:09	43.7	19/12/2023 14:09:41	41.5	19/12/2023 14:34:35	41
19/12/2023 13:30:11	43.5	19/12/2023 14:10:43	41.6	19/12/2023 14:35:38	41.2
19/12/2023 13:31:14	43.3	19/12/2023 14:11:45	41.9	19/12/2023 14:36:40	41.2
19/12/2023 13:32:16	42.5	19/12/2023 14:12:47	42.1	19/12/2023 14:37:42	41.5
19/12/2023 13:33:18	42.3	19/12/2023 14:13:50	42.4	19/12/2023 14:38:45	41.7
19/12/2023 13:34:20	42.3	19/12/2023 14:14:52	42.6	19/12/2023 14:39:47	41.5
19/12/2023 13:35:23	42.3	19/12/2023 14:15:54	42.4	19/12/2023 14:40:49	41.4

Pada tabel 4.8 ditampilkan hasil data nilai suhu yang muncul selama proses pengujian pada halaman luar kampus B. Nilai yang muncul menunjukkan angka suhu yang cukup tinggi karena pengujian dilakukan pada siang hari.



Gambar 4. 25 Grafik data nilai suhu pada halaman luar kampus B

Pada gambar 4.25 menampilkan hasil data grafik nilai suhu yang muncul selama proses pengujian pada halaman luar kampus B. Angka yang muncul termasuk kategori suhu tinggi tetapi juga stabil yang artinya selama proses pengujian suhu yang didapatkan tidak terlalu mengalami penurunan dan kenaikan yang signifikan.

2. Hasil data nilai kelembaban

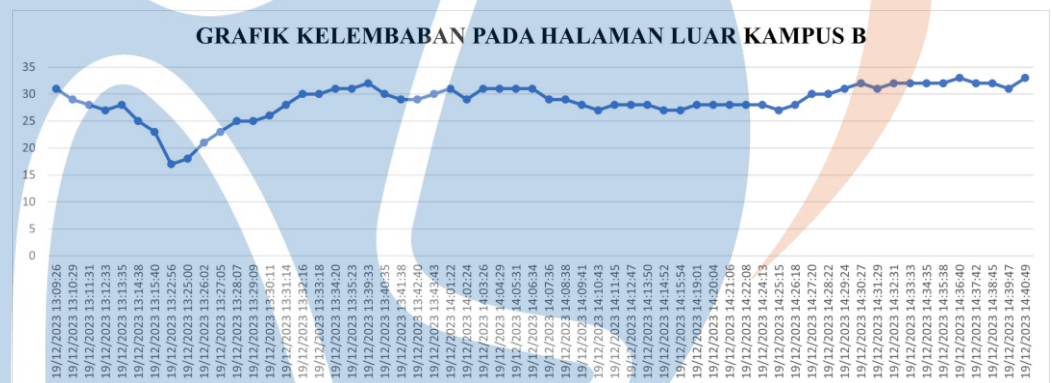
Pada bagian ini akan menampilkan data dari nilai kelembaban yang muncul selama proses pengujian alat dilakukan.

Tabel 4. 9 Data nilai kelembaban pada halaman luar kampus B

Waktu	Nilai	Waktu	Nilai	Waktu	Nilai
19/12/2023 13:09:26	31	19/12/2023 13:40:35	30	19/12/2023 14:20:04	28
19/12/2023 13:10:29	29	19/12/2023 13:41:38	29	19/12/2023 14:21:06	28
19/12/2023 13:11:31	28	19/12/2023 13:42:40	29	19/12/2023 14:22:08	28
19/12/2023 13:12:33	27	19/12/2023 13:43:43	30	19/12/2023 14:24:13	28
19/12/2023 13:13:35	28	19/12/2023 14:01:22	31	19/12/2023 14:25:15	27
19/12/2023 13:14:38	25	19/12/2023 14:02:24	29	19/12/2023 14:26:18	28
19/12/2023 13:15:40	23	19/12/2023 14:03:26	31	19/12/2023 14:27:20	30
19/12/2023 13:22:56	17	19/12/2023 14:04:29	31	19/12/2023 14:28:22	30
19/12/2023 13:25:00	18	19/12/2023 14:05:31	31	19/12/2023 14:29:24	31
19/12/2023 13:26:02	21	19/12/2023 14:06:34	31	19/12/2023 14:30:27	32
19/12/2023 13:27:05	23	19/12/2023 14:07:36	29	19/12/2023 14:31:29	31
19/12/2023 13:28:07	25	19/12/2023 14:08:38	29	19/12/2023 14:32:31	32
19/12/2023 13:29:09	25	19/12/2023 14:09:41	28	19/12/2023 14:33:33	32
19/12/2023 13:30:11	26	19/12/2023 14:10:43	27	19/12/2023 14:34:35	32
19/12/2023 13:31:14	28	19/12/2023 14:11:45	28	19/12/2023 14:35:38	32
19/12/2023 13:32:16	30	19/12/2023 14:12:47	28	19/12/2023 14:36:40	33

19/12/2023 13:33:18	30	19/12/2023 14:13:50	28	19/12/2023 14:37:42	32
19/12/2023 13:34:20	31	19/12/2023 14:14:52	27	19/12/2023 14:38:45	32
19/12/2023 13:35:23	31	19/12/2023 14:15:54	27	19/12/2023 14:39:47	31
19/12/2023 13:39:33	32	19/12/2023 14:19:01	28	19/12/2023 14:40:49	33

Pada tabel 4.9 menampilkan hasil data nilai kelembaban pada pengujian ketiga. Angka kelembaban yang muncul bergantung pada angka suhu yang muncul. Karena pada pengujian ini angka suhu yang muncul menunjukkan bahwa suhu cukup tinggi, maka angka kelembaban akan rendah karena suhu yang tinggi akan menurunkan tingkat kelembaban.



Gambar 4. 26 Grafik data nilai kelembaban pada halaman luar kampus B

Pada gambar 4.26 menunjukkan hasil data kelembaban pada bentuk grafik yang terlihat bahwa angka kelembaban cukup rendah dan mengalami penurunan serta kenaikan. Tingkat kelembaban pada grafik memperlihatkan bahwa semakin panasnya suhu yang dihasilkan, maka angka kelembaban akan semakin menurun.

3. Hasil data nilai partikel debu

Pada bagian ini akan menampilkan data dari nilai partikel debu yang muncul selama proses pengujian alat dilakukan.

Tabel 4. 10 Data nilai partikel debu pada halaman luar kampus B

Waktu	Nilai	Waktu	Nilai	Waktu	Nilai
19/12/2023 13:08:24	4305.32	19/12/2023 13:39:33	2541.71	19/12/2023 14:19:01	2534.58
19/12/2023 13:09:26	4305.32	19/12/2023 13:40:35	2541.71	19/12/2023 14:20:04	4466.19
19/12/2023 13:10:29	4305.32	19/12/2023 13:41:38	2541.71	19/12/2023 14:21:06	4466.19
19/12/2023 13:11:31	4305.32	19/12/2023 13:42:40	2541.71	19/12/2023 14:24:13	2401.26
19/12/2023 13:12:33	4305.32	19/12/2023 13:43:43	2541.71	19/12/2023 14:25:15	2401.26
19/12/2023 13:13:35	4305.32	19/12/2023 14:01:22	3813.64	19/12/2023 14:26:18	2401.26
19/12/2023 13:14:38	4305.32	19/12/2023 14:02:24	3813.64	19/12/2023 14:27:20	2401.26
19/12/2023 13:15:40	3913.12	19/12/2023 14:03:26	3813.64	19/12/2023 14:28:22	2401.26
19/12/2023 13:22:56	3904.23	19/12/2023 14:04:29	3813.64	19/12/2023 14:29:24	2401.26
19/12/2023 13:25:00	2803.11	19/12/2023 14:05:31	3813.64	19/12/2023 14:30:27	2401.26
19/12/2023 13:26:02	2803.11	19/12/2023 14:06:34	3813.64	19/12/2023 14:31:29	2401.26
19/12/2023 13:27:05	2803.11	19/12/2023 14:07:36	3813.64	19/12/2023 14:32:31	2401.26
19/12/2023 13:28:07	2803.11	19/12/2023 14:08:38	3813.64	19/12/2023 14:33:33	2401.26
19/12/2023 13:29:09	2803.11	19/12/2023 14:09:41	3813.64	19/12/2023 14:34:35	2401.26
19/12/2023 13:30:11	2803.11	19/12/2023 14:10:43	3813.64	19/12/2023 14:35:38	2401.26
19/12/2023 13:31:14	2803.11	19/12/2023 14:11:45	3813.64	19/12/2023 14:36:40	2401.26
19/12/2023 13:32:16	2803.11	19/12/2023 14:12:48	3813.64	19/12/2023 14:37:42	2401.26
19/12/2023 13:33:18	2803.11	19/12/2023 14:13:50	3813.64	19/12/2023 14:38:45	2401.26
19/12/2023 13:34:20	2803.11	19/12/2023 14:14:52	3813.64	19/12/2023 14:39:47	2401.26
19/12/2023 13:35:23	2803.11	19/12/2023 14:15:54	3813.64	19/12/2023 14:40:49	2401.26

Pada tabel 4.10 menampilkan hasil data nilai partikel debu pada pengujian ketiga ini yang memperlihatkan bahwa angka partikel debu selama proses pengujian mengalami kenaikan yang cukup tinggi. Data tersebut menunjukkan bahwa kualitas udara pada halaman luar kampus B berada pada kategori yang tidak baik atau keadaan kotor karena memang berada pada jalan raya utama lenteng agung yang padat akan kendaraan berlalu lintas.

Analisis yang pertama terhadap *prototype* lebih mengarah kepada susunan dari *prototype* itu sendiri. Seperti apa yang sudah dijelaskan sebelumnya mengenai rangkaian dalam penyusunan *prototype* yang dibuat oleh penulis yaitu pada *board* Wemos D1 sebagai inti dari *prototype* yang dihubungkan dengan *sensor* DHT11 dan *sensor* DSM501A. Penggunaan 2 *sensor* inilah yang kemudian menjadi satu rangkaian penyusun *prototype*. Rangkaian ini dapat bekerja jika Wemos D1 dihubungkan ke listrik. Artinya rangkaian ini dapat berjalan dengan baik dan melakukan pengujian jika mendapat aliran listrik yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing *sensor*. Pada penjelasan sebelumnya mengenai rangkaian sistem dijelaskan bahwa *sensor* DHT11 dan DSM501A membutuhkan tenaga listrik 5V untuk dapat beroperasi dengan baik. Dalam hal ini, kebutuhan listrik dari masing-masing *sensor* sudah tercukupi dan terjaga.

Lalu untuk analisis yang kedua mengenai *prototype* adalah pada efektivitas yang didapatkan selama proses pengujian. Efektivitas adalah pengukuran tingkat keberhasilan yang didasarkan pada tercapainya tujuan atau target sasaran yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam hal ini, mengukur efektivitas dari *prototype* yang sudah dibuat oleh penulis adalah dengan melakukan pengujian sesuai dengan apa yang sudah direncanakan. Efektivitas dari *prototype* dapat bekerja dengan baik dan menghasilkan data yang logis antar lokasi atau tempat pengujian. Hal ini menunjukkan efektivitas yang dihasilkan oleh *prototype* dalam tingkat yang baik karena menghasilkan data yang wajar. Semua data pengukuran dapat dikirimkan secara lancar ke platform pemantauan.com tanpa kendala dengan tingkat keberhasilan 100%.

Untuk evaluasi dari rangkaian *prototype* yang dibuat oleh penulis juga mengarah pada efektivitas atau tingkat keberhasilan dari *prototype* yang dibuat. Dalam hal ini keberhasilan dari *prototype* untuk melakukan pengukuran bisa dikatakan berhasil dan data yang dihasilkan adalah wajar. Dari 3 tempat pengujian ada perbedaan hasil data yang muncul. Hal ini menjadi perbandingan dari masing-masing tempat yaitu adanya tingkat

kualitas udara antara pengujian yang di dalam ruangan dengan pengujian yang dilakukan pada luar ruangan. Dari hasil data inilah yang kemudian bisa dikatakan sebagai data sudah merepresentasikan kondisi sebenarnya. Oleh karena itu, rangkaian *prototype* ini memiliki efektivitas yang baik dan keberhasilan dalam perancangannya.

4.4.2 Analisis & Evaluasi Hasil Data Penelitian

Analisis terhadap hasil data penelitian dibuat berdasarkan nilai rata-rata data yang muncul dalam penelitian. Untuk pemaparan mengenai analisis nilai rata-rata seluruh data akan dijelaskan di bawah ini mulai dari data suhu, kelembaban dan partikel debu pada ruangan A204, halaman luar kampus A dan halaman luar kampus B STT Terpadu Nurul Fikri.

Tabel 4. 11 Rata-rata nilai suhu pada ruangan A204

Nilai Suhu Ruangan A204					
27.6	29.5	28.6	29.3	30.9	29.8
27.8	29.5	28.6	29.3	30.9	29.4
28.1	29.4	28.3	29.4	29.2	29.4
28.4	29.2	28.1	29.5	29.5	29.5
28.6	29.1	28.2	29.5	29.5	29.5
28.9	29.1	28.5	29.7	29.5	29.7
29	28.9	28.7	30.3	29.6	29.7
29.1	28.6	28.8	30.2	29.7	29.8
29.3	28.6	29	30.9	29.8	29.8
29.4	28.5	29.1	30.9	29.8	29.9
Rata-rata Suhu : 29,27					

Tabel 4. 12 Rata-rata nilai kelembaban pada ruangan A204

Nilai Kelembaban Ruangan A204					
58	54	55	57	53	57
58	53	55	57	53	58
57	54	57	57	61	57
56	54	58	57	59	57
55	54	59	57	59	56
55	54	58	57	59	55
55	55	58	55	58	55
54	55	58	55	57	55
54	55	57	53	57	55
54	55	57	52	57	55
Rata-rata Kelembaban : 56,01					

Tabel 4. 13 Rata-rata nilai partikel debu pada ruangan A204

Nilai Partikel Debu Ruang A204					
80.99	37.68	114.1	20.01	94.09	60.49
37.68	37.68	114.1	20.01	94.09	98.39
37.68	55.06	43.84	20.01	108.07	98.39
37.68	55.06	96.58	20.01	32.69	98.39
37.68	55.06	85.09	20.01	59.42	98.39
37.68	55.06	85.09	23.74	121.38	98.39
37.68	55.06	20.01	58.16	121.38	98.39
37.68	19.35	20.01	58.16	121.38	98.39
37.68	19.35	20.01	50.14	121.38	73.61
37.68	114.1	20.01	93.12	60.49	73.61
Rata-rata Partikel Debu : 62,60					

Pada tabel 4.11, 4.12 dan 4.13 ditampilkan nilai rata-rata dari data yang dihasilkan selama pengujian di ruangan A204. Rata-rata nilai suhu menunjukkan bahwa tingkat suhu dan kelembaban pada ruangan A204 berada pada kategori normal yang juga mempengaruhi rata-rata nilai partikel debu yang bisa dikatakan cukup bersih karena ruangan tersebut memiliki AC dan tertutup sehingga memiliki suhu dan kelembaban yang normal pada ruangan serta kualitas udara yang sangat bersih.

Tabel 4. 14 Rata-rata nilai suhu pada halaman luar kampus A

Nilai Suhu Pada Halaman Luar Kampus A					
42.2	50.4	45	41.3	50.2	48.3
44.3	49.5	45.9	40.9	43.7	47.8
44.7	49.9	46.7	41.3	41.4	46.8
47.1	47.7	47.5	42	40.4	44.9
49	47.3	47.6	44.1	41.1	44.6
49.9	48.1	44.9	47	43.8	43.8
51.7	47.5	42.5	49.7	46.3	43.3
50.3	48.5	41.1	51.2	47	43.7
51.5	48.3	40.4	51.8	47.1	44.8
50.5	48.4	40.6	50.1	48.2	45.1
Rata-rata Suhu : 46,17					

Tabel 4. 15 Rata-rata nilai kelembaban pada halaman luar kampus A

Nilai Kelembaban Pada Halaman Luar Kampus A					
33	13	25	34	15	18
27	15	22	34	29	18
25	13	19	34	34	21
21	18	19	32	37	26
17	19	18	28	36	27
15	16	25	22	28	28
12	18	31	16	23	30
14	16	33	13	20	28
12	16	35	11	21	25
13	16	35	16	20	25
Rata-rata Kelembaban : 22,66					

Tabel 4. 16 Rata-rata nilai partikel debu pada halaman luar kampus A

Nilai Partikel Debu Pada Halaman Luar Kampus A					
2538	2351.66	1810.11	1817.44	1588.42	2246.62
2538	2351.66	1810.11	1817.44	1588.42	2246.62
2538	2351.66	1810.11	1817.44	1588.42	2246.62
2538	2351.66	1810.11	1817.44	1588.42	2246.62
2538	2351.66	1810.11	1817.44	2986.16	2246.62
2351.66	2307.71	1817.44	1817.44	2986.16	2246.62
2351.66	2307.71	1817.44	1817.44	2246.62	2246.62
2351.66	2307.71	1817.44	1817.44	2246.62	2246.62
2351.66	2307.71	1817.44	1588.42	2246.62	2246.62
2351.66	2307.71	1817.44	1588.42	2246.62	2246.62
Rata-rata Partikel Debu : 2122,96					

Pada tabel 4.14, 4.15 dan 4.16 menampilkan nilai rata-rata dari data yang dihasilkan selama pengujian di halaman luar kampus A. Data tersebut menjadi perbedaan antara data pengujian pada ruangan A204 dan halaman luar kampus A yang pastinya memiliki tingkat suhu yang tinggi dan kelembaban yang rendah serta tingkat kualitas udara yang berada pada kategori sedang. Hal ini dikarenakan pengujian dilakukan pada luar ruangan yang cukup panas dan terkena sinar matahari tetapi tingkat kendaraan yang berlalu lintas cukup jarang, sehingga nilai rata-rata partikel debu berada pada kategori sedang.

Tabel 4. 17 Rata-rata nilai suhu pada halaman luar kampus B

Nilai Suhu Pada Halaman Luar Kampus B					
40.3	45.5	42.3	41.3	42.3	40.7
41.3	44.3	42.2	41.1	41.9	40.8
42.3	43.7	42.2	41.3	42	41
43	43.7	42.1	41.5	41.7	41
42.9	43.5	42	41.6	41.7	41.2
43.3	43.3	41.3	41.9	41.4	41.2
43.8	42.5	41	42.1	41.3	41.5
44.7	42.3	40.8	42.4	41.2	41.7
55.1	42.3	41.1	42.6	41.1	41.5
46.8	42.3	41.2	42.4	40.8	41.4
Rata-rata Suhu : 42,31					

Tabel 4. 18 Rata-rata nilai kelembaban pada halaman luar kampus B

Nilai Kelembaban Pada Halaman Luar Kampus B					
31	23	30	29	28	31
29	25	29	29	28	32
28	25	29	28	28	32
27	26	30	27	28	32
28	28	31	28	27	32
25	30	29	28	28	33
23	30	31	28	30	32
17	31	31	27	30	32
18	31	31	27	31	31
21	32	31	28	32	33
Rata-rata Kelembaban : 28,65					

Tabel 4. 19 Rata-rata nilai partikel debu pada halaman luar kampus B

Nilai Partikel Debu Pada Halaman Luar Kampus B					
4305.32	2803.11	2541.71	3813.64	2534.58	2401.26
4305.32	2803.11	2541.71	3813.64	4466.19	2401.26
4305.32	2803.11	2541.71	3813.64	4466.19	2401.26
4305.32	2803.11	2541.71	3813.64	2401.26	2401.26
4305.32	2803.11	2541.71	3813.64	2401.26	2401.26
4305.32	2803.11	3813.64	3813.64	2401.26	2401.26
4305.32	2803.11	3813.64	3813.64	2401.26	2401.26
3913.12	2803.11	3813.64	3813.64	2401.26	2401.26
3904.23	2803.11	3813.64	3813.64	2401.26	2401.26
2803.11	2803.11	3813.64	3813.64	2401.26	2401.26
Rata-rata Partikel Debu : 3183,17					

Pada tabel 4.17, 4.18 dan 4.19 ditampilkan nilai rata-rata dari data yang dihasilkan selama pengujian di halaman luar kampus B. Dikarenakan tingkat suhu pada halaman luar kampus B cukup tinggi sehingga

mempengaruhi angka rata-rata kelembabannya. Nilai rata-rata data suhu dan kelembaban yang dihasilkan pada pengujian di halaman luar kampus B berbeda sedikit dengan nilai rata-rata data pada pengujian di halaman luar kampus A karena kedua pengujian ini sama-sama dilakukan pada siang hari saat cuaca cukup panas. Tetapi ada perbedaan dari kedua pengujian tersebut yaitu pada rata-rata data partikel debu yang didapatkan.

Rata-rata data partikel debu pada halaman luar kampus B lebih tinggi dibandingkan dengan halaman luar kampus A. Hal ini dipengaruhi banyaknya kendaraan yang berlalu lintas di jalan raya utama Lenteng Agung pada saat pengujian dilakukan. Sehingga pada pengujian ketiga di halaman luar kampus B ini kualitas udara yang didapatkan lebih buruk karena tingkat partikel debu yang lebih tinggi.

Untuk evaluasi dari hasil data penelitian ketiga pengujian ini adalah dari segi tingkat baik dan buruknya kualitas udara di tempat tersebut. Kualitas udara akan sangat baik atau cukup bersih jika berada pada ruangan yang tertutup dan udara yang terjaga, sedangkan kualitas udara akan berada pada tingkat sedang jika berada pada luar ruangan tetapi angka kendaraan yang berlalu lintas cukup sedikit. Kualitas udara akan lebih buruk pada luar ruangan yang juga padat kendaraan berlalu lintas karena tingkat kualitas udara dipengaruhi oleh polutan dari padatnya kendaraan.

STT - NF

BAB V

PENUTUP

Pada bab penutup menjelaskan kesimpulan yang menjawab pertanyaan yang ada di rumusan masalah mengenai perancangan sistem pemantauan kualitas udara di daerah perkotaan yang menggunakan teknologi IoT dan platform pemantauan.com serta saran untuk penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan oleh penulis, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Alat bantu pengukuran kualitas udara telah dapat dirancang dalam bentuk perangkat IoT yang menggunakan *board* Wemos D1 sebagai *microcontroller* yang dihubungkan dengan *sensor* suhu kelembaban DHT11 dan *sensor* partikel debu DSM501A, yang diprogram untuk melakukan pengukuran dan mengirimkan data ke platform pemantauan.com guna melaporkan tingkat kualitas udara.
2. Dari pengujian yang telah dilakukan, rancangan *prototype* alat bantu pemantauan kualitas udara yang dibuat telah dapat mengukur dan melaporkan secara efektif, yang dibuktikan dengan hasil pengujian yaitu dapat menunjukkan kualitas udara yang cukup baik dengan nilai partikel debu di bawah 100 pada saat pengujian di dalam ruangan dan menunjukkan kualitas udara yang kurang baik dengan nilai partikel debu di atas 2000 saat pengujian di luar ruangan yang padat dengan lalu lintas kendaraan, serta dapat melaporkan ke platform pemantauan.com dengan tingkat keberhasilan 100%.

5.2 Saran

Saran berisi tentang kekurangan pada penelitian yang telah dilakukan oleh penulis dan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya mengenai wilayah penelitian, hasil penelitian dan lainnya yang dirasa penulis dapat memperbaiki penelitian yang sudah dilakukan untuk dapat dilakukan pada penelitian

selanjutnya. Saran yang ingin disampaikan penulis pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pada penelitian sebelumnya, penulis menempatkan *prototype* pada 2 lokasi kampus STT Terpadu Nurul Fikri sebagai tempat pengujian untuk perbandingan yang berbeda. Saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya agar menggunakan lokasi yang lebih padat kendaraan berlalu lintas karena *sensor* DSM501A membutuhkan objek yang sangat dekat untuk dapat lebih sensitif mendeteksi tingkat partikel debu di tempat tersebut.
2. Dalam proses pengujian *prototype* sebaiknya menggunakan koneksi *internet* dan penggunaan arus listrik yang memadai serta mampu menunjang dengan baik sesuai kebutuhan yang diperlukan. Karena pada penelitian sebelumnya penulis mendapatkan kendala dalam penelitian dalam koneksi *internet* yang dapat mempengaruhi *prototype* dalam melakukan pengiriman data pengujian ke platform pemantauan.com. Jika koneksi *internet* baik maka data akan terkirim setiap 1 menit tanpa ada yang terlewat. Begitupun dengan arus listrik yang memadai artinya harus dipastikan tidak terjadi listrik padam atau hal sejenisnya yang dapat menghambat proses penelitian yang dilakukan.



STT - NF

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Waworundeng and O. Lengkong, "Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas," *Cogito Smart Journal*, vol. 4, 2018.
- [2] G. C. Rumampuk, C. P. Vecky and M. R. Arthur, "Internet of Things-Based Indoor Air Quality Monitoring System Design," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 17, 2021.
- [3] Q. F. Hassan, *Internet of Things A to Z: Technologies and Applications*, John Wiley & Sons, 2018.
- [4] I. E. P. Pundoko and e. al, "Rancang Bangun Platform IoT OVoRD untuk Aplikasi Sistem Kendali," *Jurusan Teknik Elektro*, 2021.
- [5] I. Fadli and e. al, "Pembangunan Sistem Monitoring Kualitas Udara dan Gas dalam Ruangan dengan Platform IoT dan Notifikasi via Android," *Jurnal FTEKNIK*, vol. 7, 2020.
- [6] S. P. Santoso and F. Wijayanto, "Rancang Bangun Akses Pintu Dengan Sensor Suhu dan Handsanitizer Otomatis Berbasis Arduino," *Jurnal Elektro*, vol. 10, 2022.
- [7] adminweb, "Kenali Apa Itu Internet of Things, Cara Kerja & Manfaatnya," OFIS, 26 Oktober 2022. [Online]. Available: <https://ofis.bluepowertechnology.com/blog-detail/kenali-apa-itu-internet-of-things-cara-kerja-manfaatnya/>. [Accessed 03 November 2023].
- [8] N. H. L. Dewi, M. F. Rohmah and S. Zahara, "Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (IoT)," *JURNAL 5.14.04.11.0.097*, 2019.
- [9] A. Arfand and Y. Supit, "Prototype Sistem Otomasi Pada Pengisian Depot Air Minum Isi Ulang Berbasis Arduino Uno," *JURNAL SISTEM INFORMASI DAN TEKNIK KOMPUTER*, vol. 4, 2019.
- [10] P. R. Hanif and M. A. Irwansyah, "Prototipe Jam Sholat Qomatron dengan Konsep Internet of Things (IoT) Menggunakan Wemos D1 Mini Berbasis Web," *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 6, 2018.
- [11] H. H. Abrianto, K. Sari and Irmayani, "Sistem Monitoring Dan Pengendalian Data Suhu Ruang Navigasi Jarak Jauh Menggunakan WEMOSD1 Mini," *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*, vol. 4, 2021.
- [12] Andy, "WeMos D1 R2 Wifi Arduino Development Board," 18 Desember 2019. [Online]. Available: <https://andydharma.com/wemos-d1-r2-wifi-arduino-development-board/>. [Accessed 03 November 2023].
- [13] A. Y. Rangan, A. Yusnita and M. Awaludin, "Sistem Monitoring berbasis Internet of things pada Suhu dan Kelembaban Udara di Laboratorium Kimia XYZ," *Jurnal E-KOMTEK (Elektro-Komputer-Teknik)*, vol. 4, 2020.

- [14] A. A. Wicaksana, A. T. Mulyani and N. S. M. Sukmah, "Penerapan Teknologi Tepat Guna Penyiraman Otomatis Menggunakan Capacitive Soil Moisture Sensor pada Taman Tanaman Obat Keluarga (TOGA) Desa Gedangan," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia (JPMI)*, vol. 2, 2023.
- [15] N. Arminarahmah and M. Rayidan, "Prototipe Pengukur Kualitas Udara PM10 Berbasis Internet Of Things (IoT)," *Technologia*, vol. 9, 2018.
- [16] ELECROW, "Dust Sensor- DSM501A," 1 April 2022. [Online]. Available: https://www.elecrow.com/wiki/index.php?title=Dust_Sensor-_DSM501A. [Accessed 03 November 2023].
- [17] R. Ramadhan and J. C. Chandra, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis IoT Dengan Nodemcu," *Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, 2022.
- [18] M. E. Noviandra, S. Karim and Suswanto, "SISTEM DETEKSI KEBOCORAN GAS LPG MENGGUNAKAN WEMOS D1 R1 DENGAN SENSOR MQ-2," *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, vol. 16, 2022.
- [19] F. A. Deswar and R. Pradana, "MONITORING SUHU PADA RUANG SERVER MENGGUNAKAN WEMOS D1 R1 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," *Technologia*, vol. 12, 2021.
- [20] Farhan, "Tutorial Akses Data Kelembapan dan Suhu Sensor DHT11 Menggunakan Arduino Uno," Indomaker, 12 Februari 2022. [Online]. Available: <http://indomaker.com/product/blog/tutorial-akses-data-kelembapan-dan-suhu-sensor-dht11-menggunakan-arduino-uno/>. [Accessed 03 November 2023].
- [21] E. Fahad, "Sensor Debu DSM501A dengan Arduino, Pemantauan Kualitas Udara PM10 & PM2.5," *Electronicclinic*, 2022 Desember 2022. [Online]. Available: <https://www.electronicclinic.com/dust-sensor-dsm501a-with-arduino-pm10-pm2-5-air-quality-monitoring/>. [Accessed 03 November 2023].

STT - NF