

**PERANCANGAN PROTOTYPE PERANGKAT KERAS DAN  
PERANGKAT LUNAK MONITORING POLUSI UDARA DI  
KOTA MEDAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)**

**SKRIPSI**

**OLEH :**

**THEOFIL TRI SAPUTRA SIBARANI**

**178160076**



**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2023**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 13/7/23

Access From (repository.uma.ac.id)13/7/23

**PERANCANGAN PROTOTYPE PERANGKAT KERAS DAN  
PERANGKAT LUNAK MONITORING POLUSI UDARA DI  
KOTA MEDAN BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)***

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Informatika di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

Oleh :

**THEOFIL TRI SAPUTRA SIBARANI**

**178160076**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Perancangan Prototype Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Monitoring Polusi

Udara di Kota Medan Berbasis *Internet of Things (IoT)*

Nama : Theofil Tri Saputra Sibarani


NPM : 178160076

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh :  
Komisi Pembimbing

  
Susilawati, S.Kom, M.Kom

Pembimbing I

  
Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom

Perabimbing II

Diketahui :



Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom

Dekan Fakultas Teknik



Rizki Muliono, S.Kom, M.Kom

Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : 26 April 2023

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa tugas akhir ini adalah hasil penelitian, pemikiran dan presentasi asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan yang telah diajukan untuk gelar sarjana di Universitas Medan Area atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat kejanggalan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Medan Area.

Demikian pernyataan ini saya buat.



Medan, 13 Mei 2023

Yang membuat pernyataan,



Theofil Tri Saputra Sibarani

178160076

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai civitas akademika Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Theofil Tri Saputra Sibarani  
NPM : 178160076  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Informatika  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, setuju untuk memberikan kepada Universitas Medan **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*Non-Exclusive Royalty-free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

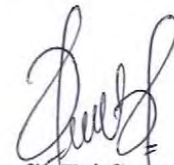
**Perancangan Prototype Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Monitoring Polusi Udara di Kota Medan Berbasis *Internet of Things (IoT)***

Bersama dengan perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti yang bersifat non-eksklusif ini. Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihkan media/format, mengelola dalam bentuk *database*, memelihara dan mempublikasikan tugas akhir/tesis/skripsi saya selama saya tetap menyebut nama saya sebagai pencipta/penulis dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal 13 Mei 2023

Yang menyatakan

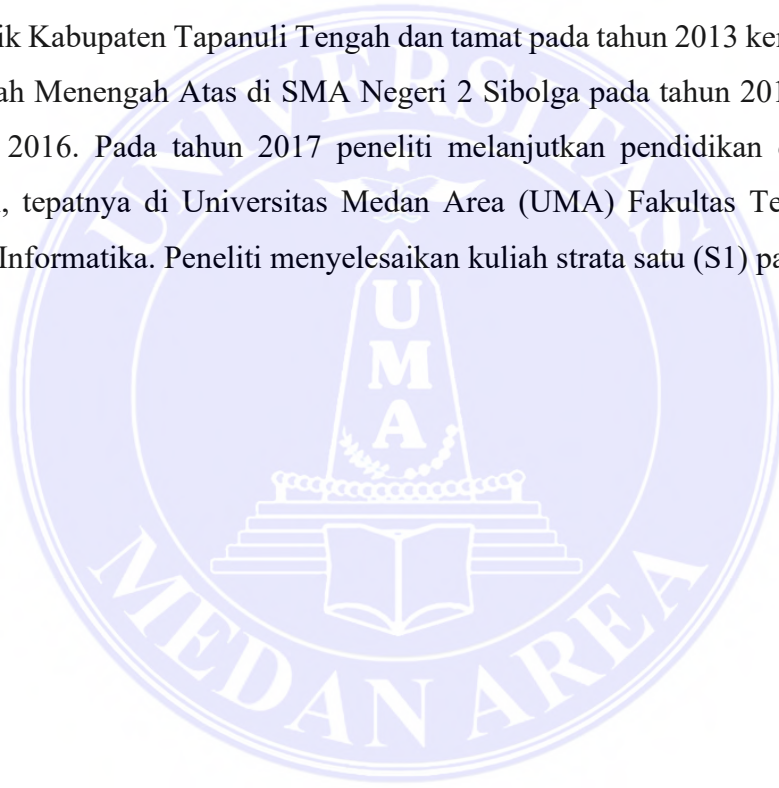


(Theofil Tri Saputra Sibarani)

## RIWAYAT HIDUP



THEOFIL TRI SAPUTRA SIBARANI, Dilahirkan di Kota Sibolga pada hari sabtu tanggal 13 desember 1997. Anak ketiga dari lima bersaudara pasangan dari Musda Sibarani, S.Pi dan Leriani Simamora. Peneliti menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar di SD 152977 Sarudik di Kecamatan Sarudik Kabupaten Tapanuli Tengah pada tahun 2010. Pada tahun itu juga peneliti melanjutkan Pendidikan di SMP Negeri 1 Pada tahun itu juga peneliti melanjutkan Pendidikan di SMP Negeri 1 Sarudik Kecamatan Sarudik Kabupaten Tapanuli Tengah dan tamat pada tahun 2013 kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 2 Sibolga pada tahun 2013 dan selesai pada tahun 2016. Pada tahun 2017 peneliti melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi negeri, tepatnya di Universitas Medan Area (UMA) Fakultas Teknik pada Program Studi Informatika. Peneliti menyelesaikan kuliah strata satu (S1) pada tahun 2023.



## ABSTRAK

Pencemaran udara telah menjadi salah satu masalah lingkungan global yang menjadi perhatian dunia Kota Medan mempunyai luas 265,06 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk 2.135.516 jiwa. Dengan melihat jumlah penduduk yang besar dapat dikatakan Kota Medan telah menjadi salah satu kota metropolitan di Indonesia. Kualitas udara sangat penting bagi kehidupan. Pemantauan udarasangat diperlukan untuk mengantisipasi bahaya udara polusi. Pemantauan udara yang sangat baik dilakukan secara *real-time*, sehingga data pemantauan diperolehsecara langsung. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat prototipe sistem monitoring kualitas udara (SIMPU) yang dapat menampilkan data secara *real-time* di kota Medan menggunakan sensor sensor MQ7, wemos ESP-8266. Dalam penelitian ini, penulis membuat prototipe sistem pemantauan polusi udara secara real-time menggunakan Internet of Things (IoT) untuk memantau konsentrasi CO. Hasil monitoring kualitas udara pada penelitian ini akan menampilkan 5 kondisi kualitas udara di sekitar, yaitu: baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat dan berbahaya. Dengan adanya informasi tersebut, masyarakat dapat mengetahui informasi kondisi polusi udara di kota medan.

**Kata Kunci:** Polusi Udara, *Internet Of Things (IoT)*, Kota Medan, Website, MQ7, ESP8266

## ABSTRACT

*Air pollution has become one of the global environmental issues that draws worldwide attention. The city of Medan covers an area of 265.06 km<sup>2</sup> with a population of 2,135,516 people. With such a large population, Medan can be considered as one of the metropolitan cities in Indonesia. Air quality is crucial for life, and air monitoring is essential to anticipate air pollution hazards. Real-time air monitoring is highly important as it provides direct and up-to-date monitoring data. The objective of this research is to develop a prototype air quality monitoring system (SIMPUS) that can display real-time data in Medan city using MQ7 sensors and Wemos ESP-8266. In this study, the author created a prototype system for real-time air pollution monitoring using Internet of Things (IoT) to monitor CO concentrations. The monitoring results will categorize air quality into five conditions: good, moderate, unhealthy, very unhealthy, and hazardous. With this information, the public can stay informed about the air pollution conditions in Medan city.*

**Keywords:** *Air Pollution, Internet of Things (IoT), Medan City, Website, MQ7, ESP8266*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang masih memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “**Perancangan prototype Perangkat Keras Untuk Monitoring Kualitas Udara Di Kota Medan Berbasis *Internet of Things (IoT)***” Adapun penulisan proposal ini disusun untuk melengkapi syarat penulisan Skripsi Program Studi Informatika pada Universitas Medan Area.

Tak lupa penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan banyak antuan dan bimbingan dalam menyelesaikan penelitian ini dengan baik, pada kesempatan yang diberikan penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua, kakak, dan adik, serta keluarga yang telah memberi saya banyak dukungan dan doa dalam menyusun skripsi ini.
2. Yayasan Pendidikan Haji Agus Salim selaku pelaksana Universitas Medan Area.
3. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku rektor Universitas Medan Area.
4. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.kom, M.Kom selaku Dekan Fakultas Universitas Medan Area.
5. Bapak Rizki Muliono, S.Kom, M.Kom selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika Universitas Medan Area.
6. Ibu Susilawati, S.Kom, M.Kom dan Bapak Dr. Rahmad Syah, S.kom, M.Kom selaku pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan memberikan arahan selama penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh Dosen serta seluruh Staff Program Studi Teknik Informatika Universitas Medan Area.
8. Kepada Nola Thasia Rehulina Nainggolan, Terima Kasih telah membantu, berkorban, dan mendukung selama proses pengerjaan skripsi ini. Terima Kasih telah sabar menghadapi penulis dan selalu mendengarkan keluh kesah penulis selama penelitian. Mari tetap berjuang dan saling memotivasi karena perjalanan masih panjang. *We can do it. We make it. Dream it. Be it.* Harus sukses sama-sama yaa!!!

9. Sahabat yang telah membantu serta memberikan banyak motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
10. Semua teman yang telah membantu serta memberikan masukan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberi dukungan, bantuan, dan doa.

Penulis juga menyadari masih terdapat kekurangan dalam penelitian skripsi ini. Oleh karena itu, penulis menerima kritik maupun saran yang membangun, yang kiranya dapat menciptakan penelitian yang lebih baik lagi kedepannya. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat pada penelitian lainnya.



Medan, 13 Mei 2023  
Penulis,

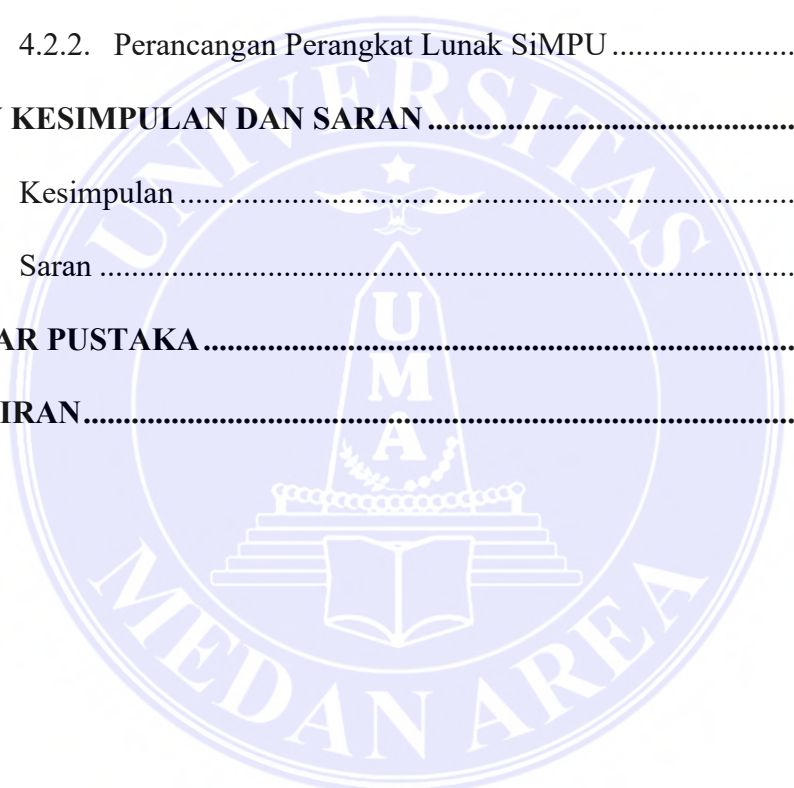
Theofil Tri Saputra Sibarani

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan .....	5
1.4. Manfaat .....	5
1.5. Batasan Masalah .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1. Internet of Things (IoT) .....	6
2.2. Sistem Monitoring Udara.....	9
2.2.1. Sistem Monitoring.....	9
2.2.2. Udara.....	9

2.2.3. Udara Bersih.....	10
2.2.4. Pencemaran Udara .....	10
2.2.5. Karbon Monoksida (CO).....	13
2.3. ESP 8266.....	14
2.4. Panel Surya .....	14
2.5. Baterai.....	16
2.6. HTML .....	18
2.7. CSS .....	19
2.8. Web Server.....	20
2.9. MQ-7 .....	20
2.10. PHP.....	21
2.11. MySQL.....	21
2.12. Javascript.....	22
2.13. Penelitian Terkait.....	23
2.14. Kota Medan.....	24
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
3.1. Tahapan-Tahapan Penelitian.....	27
3.2. Teknik Pengumpulan Dan Analisis Data.....	28
3.3. Rancangan Penelitian.....	29
3.4. Rancangan Model perangkat keras SiMPU .....	30
3.4.1. Alat dan Bahan Rancangan Model perangkat keras SiMPU .....	30
3.4.2. Rancangan Prototipe SiMPU .....	31
3.5. Rancangan Model Perangkat Lunak SiMPU berbasis web .....	34
3.5.1. Software Rancangan Model Perangkat Lunak SiMPU.....	34

3.5.2. Pemodelan Proses .....	35
3.5.3. Pemodelan Data .....	37
3.6. Rancangan <i>User Interface</i> Sistem Monitoring Polusi Udara (SiMPU) ..	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>45</b>
4.1. Hasil .....	45
4.2. Pembahasan.....	48
4.2.1. Perancangan Prototipe SiMPU.....	48
4.2.2. Perancangan Perangkat Lunak SiMPU .....	49
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>57</b>
5.1. Kesimpulan .....	57
5.2. Saran .....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>58</b>



## DAFTAR TABEL

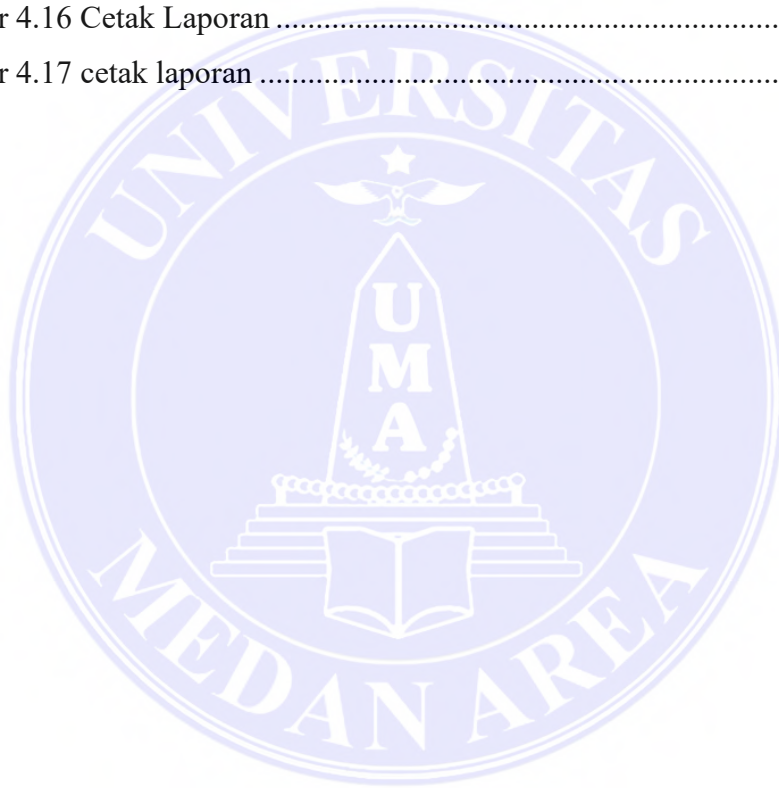
Tabel 2.1 Sumber dan Standar Kesehatan Emisi Gas Buang.....	10
Tabel 2.2 Pengaruh Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU).....	11
Tabel 2.3 Luas Wilayah Kota Medan Berdasarkan Kecamatan di Kota Medan ..	24
Tabel 2.4 Jumlah Penduduk di 21 Kecamatan di Kota Medan.....	25
Tabel 3.1 Tabel bahan.....	31
Tabel 4.1 Jumlah Data.....	45



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Timeline</i> perkembangan era society 5.0 .....	7
Gambar 2.2 ESP 8266 .....	14
Gambar 2.3 Solar Panel 6 VDC .....	16
Gambar 2.4 Baterai Li-Po .....	17
Gambar 2.5 Sensor MQ-7 Carbon-monoxide.....	21
Gambar 3.1 Diagram Tahapan Penelitian .....	27
Gambar 3.2 Rancangan Penelitian .....	29
Gambar 3.3 Rancangan perangkat keras.....	32
Gambar 3.4 Diagram Sistem rerancangan prototipe perangkat SiMPU .....	32
Gambar 3.5 Bagan Alir Perangkat Keras SiMPU.....	33
Gambar 3.6 Flowchart Integrasi Perangkat Keras dengan Perangkat Lunak SiMPU.....	34
Gambar 3.7 Diagram konteks .....	35
Gambar 3.8 DFD Level 0 SiMPU.....	36
Gambar 3.9 ERD ( <i>Entity Relationship Diagram</i> ) SiMPU.....	37
Gambar 3.10 Tampilan User .....	39
Gambar 3.11 Tampilan Login Admin.....	40
Gambar 3.12 Tampilan menu lokasi .....	41
Gambar 3.13 Tampilan form input data lokasi .....	41
Gambar 3.14 Tampilan menu perangkat.....	42
Gambar 3.15 Tampilan form input data perangkat.....	42
Gambar 3.16 Tampilan menu data .....	43
Gambar 3.17 Tampilan Daftar Data.....	43
Gambar 3.18 Tampilan laporan.....	44
Gambar 4.1 Data Polusi Udara Pada Perangkat 1,2 dan 3 .....	46
Gambar 4.2 Rata-Rata Perangkat 1 .....	46
Gambar 4.3 Rata-Rata Perangkat 2 .....	47
Gambar 4.4 Rata-Rata Perangkat 3 .....	47
Gambar 4.5 alur proses perancangan prototipe.....	48
Gambar 4.6 Tampilan Halaman User.....	50

Gambar 4.7 Tampilan Lokasi.....	50
Gambar 4.8 Halaman Login admin.....	51
Gambar 4.9 Tampilan <i>user interface</i> admin .....	51
Gambar 4.10 tampilan menu lokasi .....	52
Gambar 4.11 Tampilan tombol tambah lokasi.....	53
Gambar 4.12 Tampilan menu perangkat.....	53
Gambar 4.13 Tampilan tombol tambah perangkat.....	54
Gambar 4.14 Tampilan menu data .....	54
Gambar 4.15 Tampilan data polusi 1 .....	55
Gambar 4.16 Cetak Laporan .....	55
Gambar 4.17 cetak laporan .....	56





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1.Latar belakang

Pencemaran udara telah menjadi masalah lingkungan global yang mendapat perhatian signifikan di seluruh dunia (Mulyadi, 2015). Menurut survei Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) pada tahun 2002 di 1.600 kota di 91 negara, hampir 90% penduduk kota menghirup udara yang tidak sehat. WHO juga menyatakan bahwa sekitar setengah dari populasi dunia terpapar tingkat polusi udara setidaknya dua setengah dari standar yang ditetapkan (Basri, Bujawati, Amansyah, Habibi dan Samsiana, 2015). Efek negatif ini terutama terlihat di negara-negara berkembang seperti Indonesia, di mana pembangunan yang mengutamakan pertumbuhan ekonomi menjadi alasan utamanya. Tingkat pencemaran udara yang melebihi baku mutu memberikan dampak yang signifikan. Partikulat berukuran di bawah 10 mikron (PM10) menjadi perhatian khusus karena diyakini memiliki dampak yang lebih besar pada kesehatan manusia daripada polutan udara lainnya. Partikel PM10 juga dapat digunakan sebagai gambaran pencemaran udara. Perubahan kadar PM10 juga terkait dengan keberadaan polutan udara lain di atmosfer. Oleh karena itu, partikel PM10 digunakan sebagai indikator kesehatan yang mencakup beberapa aspek. Pendapat serupa diambil oleh WHO pada tahun 2011, yang menemukan PM10 sebagai prediktor yang baik untuk kesehatan manusia.

Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) pada tahun 2011, paparan jangka pendek terhadap PM10 dapat memengaruhi pneumonia, infeksi saluran pernapasan atas (ISPA), penyakit kardiovaskular, dan peningkatan kunjungan ke ruang gawat darurat. Peningkatan penggunaan narkoba dan bahkan kematian. Di sisi lain, efek jangka panjang paparan PM10 dikaitkan dengan peningkatan gejala penyakit saluran pernapasan bagian bawah, gejala asma yang memburuk, penurunan fungsi paru-paru pada anak-anak, peningkatan risiko penyakit paru obstruktif kronik, dan penurunan fungsi paru-paru pada orang dewasa. Ini dapat mengurangi harapan hidup Anda dan mempersingkat harapan hidup Anda. Hal ini

terutama disebabkan oleh peningkatan risiko kematian akibat penyakit kardiovaskular dan peningkatan kemungkinan terkena kanker paru-paru. Efek kesehatan dari konsentrasi PM10 umumnya meliputi penyakit kardiovaskular, penyakit pernapasan, dan risiko kematian.

Menurut laporan WHO tahun 2014, PM10 diyakini bertanggung jawab atas sekitar 16% kematian akibat kanker paru-paru, 11% kematian penyakit paru obstruktif kronik, dan lebih dari 20% penyakit jantung iskemik dan kematian akibat stroke di seluruh dunia. Di Indonesia, rata-rata konsentrasi PM10 di udara luar diperkirakan sekitar 56  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  antara tahun 1990 dan 2011, namun pada tahun 2011 menjadi 46,74  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Meski menurun, konsentrasi PM10 di Indonesia terus melampaui batas WHO sebesar 20  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  per tahun. Sumber utama partikel PM10 di Indonesia adalah sektor transportasi (71%) dan industri (25%), sedangkan sisanya 4% masing-masing berasal dari sektor rumah tangga dan rumah tangga. Pencemaran udara berdampak negatif terhadap kesehatan dan pada akhirnya memberikan beban ekonomi bagi masyarakat. Beban ekonomi penyakit ini terdiri dari tiga faktor biaya yaitu biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya tidak berwujud. Biaya langsung terdiri dari pengobatan penyakit dan penggunaan sumber daya untuk pengobatan, ia dapat dibagi menjadi dua jenis biaya pemeriksaan dan pemeriksaan kesehatan, biaya non medis (non medical expense). ) Biaya transportasi ke tempat pengobatan, biaya akomodasi selama pengobatan, dll. (Mursinto & Kusumawardani, 2016).

Kota Medan berada di peringkat ketiga sebagai kota terbesar di Indonesia setelah Jakarta dan Surabaya. Peningkatan aktivitas masyarakat melalui proses pembakaran di kota Medan yaitu proses pembakaran yang berasal dari kendaraan bermotor dan Kawasan industri terus meningkat. Hal ini dapat dilihat dari Jumlah kendaraan terus meningkat setiap tahunnya, seperti yang terlihat dari data yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik. Data ini menunjukkan bahwa pada tahun 2020, jumlah kendaraan tercatat dalam peningkatan. di kota Medan mencapai 288.378 dengan rincian 42.397 mobil penumpang, 978 mobil bus, 12.474 mobil gerobak/truk, 232.529 sepeda motor. Kawasan industri di kota Medan berjumlah 103 dengan rincian

perusahaan asing 17, perusahaan swasta nasional 86. Dengan kondisi tersebut memungkinkan terjadinya masalah polusi udara yang dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat di kota Medan. Untuk mengatasi masalah tersebut dan meminimalkan efek negatif terhadap kesehatan, diperlukan solusi yang memungkinkan pemantauan terus-menerus terhadap kualitas udara. Meskipun masyarakat dapat menggunakan indera mereka untuk mengestimasi kondisi udara di sekitar mereka pada waktu tertentu, namun pemantauan yang kontinu terbatas oleh keterbatasan ruang dan waktu.

Untuk memantau kualitas udara secara real-time dan memperoleh data dan informasi yang akurat, maka dilakukan dengan membangun sebuah *hardware* yang terintegrasi dengan *software* pendeteksi kualitas udara. Perangkat keras ini akan berfungsi sebagai sensor yang dapat mendeteksi dan mengukur berbagai parameter penting terkait kualitas udara, seperti konsentrasi partikel, polutan gas, dan parameter lainnya.

Data yang diperoleh dari perangkat keras ini akan dikirim ke perangkat lunak pemantauan kualitas udara, yang akan menganalisis dan mengolah data tersebut menjadi informasi yang berguna. Informasi ini dapat berupa tingkat pencemaran udara, tingkat paparan terhadap zat-zat berbahaya, dan peringatan dini jika kualitas udara mencapai level yang tidak sehat. Dengan adanya sistem pemantauan ini, masyarakat akan dapat memperoleh informasi secara real-time tentang kualitas udara di sekitar mereka. Hal ini akan membantu mereka untuk mengambil tindakan yang tepat, seperti menghindari area dengan tingkat pencemaran tinggi atau menggunakan masker pelindung jika diperlukan. Selain itu, data yang terkumpul dari pemantauan ini juga dapat digunakan oleh pihak berwenang untuk mengambil kebijakan dan langkah-langkah perlindungan lingkungan yang lebih efektif..

Penelitian terkait sistem pemantauan polusi udara ini telah banyak dilakukan. Seperti pada penelitian yang telah dilakukan oleh Sandri (Linna Sengkey 2011) Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami tingkat pencemaran udara terkhusus CO yang disebabkan oleh manusia, lalu lintas kendaraan bermotor di ruas jalan Sam Ratulangi Manado dengan

menggunakan model prediksi polusi udara skala mikro. Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi besarnya konsentrasi CO yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di jalan tersebut. (M Ihaab Munabbih 2020) melakukan penelitian untuk mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara dengan menggunakan Arduino dan teknologi jaringan sensor berbasis LoRa. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa pembacaan sensor sesuai dengan spesifikasi yang tertera dalam hasil data, dan sistem yang dapat mentransfer data ke sistem melalui komunikasi LoRa yang berjarak jarak hingga 300 meter dan tingkat kehilangan paket data (packet loss ratio) sebesar 0%.

Penelitian berikutnya dilakukan untuk melanjutkan pengembangan sistem ini. (Roy, S, dkk 2009) yaitu Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pemantauan polusi real-time berbasis jaringan mesh nirkabel dengan protokol Zigbee. Data akan dikelola melalui aplikasi web untuk penggunaan yang mudah.. Penelitian oleh (Jaka P, dkk 2018) melibatkan implementasi metode logika fuzzy untuk mengukur kualitas udara di kota Medan. Sistem ini didesain dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan kombinasi sensor (*multisensor*) yang memanfaatkan IoT untuk mendeteksi berbagai parameter dalam lingkungan. Parameter yang dapat dideteksi meliputi gas buang kendaraan bermotor, partikel debu, asap dari industri, dan kadar oksigen dalam udara..

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya maka penulis ingin melakukan penelitian tentang merancang sebuah model perangkat keras dan perangkat lunak untuk memonitor polusi udara di kota Medan menggunakan konsep Internet of Things (IoT). Penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan data polusi udara secara real-time dan menyediakan informasi yang luas mengenai tingkat polusi udara di suatu wilayah di kota Medan. Hal ini diharapkan dapat mengurangi dampak kesehatan bagi masyarakat yang melakukan aktivitas di luar ruangan..

## 1.2.Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini mencakup bagaimana melakukan perancangan dan pengembangan sebuah sistem yang

melibatkan perangkat keras dan perangkat lunak untuk memantau tingkat polusi udara di kota Medan.

### 1.3.Tujuan

Adapun tujuan dibuatnya penelitian ini ialah untuk menghasilkan dataset polusi udara secara *real-time* dan sebagai media penyebaran informasi terkait polusi udara pada suatu wilayah di kota Medan.

### 1.4.Manfaat

Manfaat dari penelitian berikut adalah sebagai berikut :

1. Menambah pengetahuan, wawasan, dan pengalaman penulis dalam membangun model perangkat keras dan perangkat lunak monitoring polusi udara di kota Medan berbasis *internet of things* (IoT).
2. Menyebarkan informasi polusi udara secara real time
3. Dapat memberikan dampak penurunan kesehatan bagi masyarakat akan melakukan kegiatan diluar rumah.

### 1.5.Batasan Masalah

Berikut Batasan masalah dalam penelitian ini :

1. Perancangan model perangkat IoT menggunakan sensor MQ7, wemos ESP-8266, solar panel 12V, dan baterai LiPo 3.7V
2. Data yang dihasilkan berupa Polusi udara yaitu gas karbon monoksida (CO)
3. Perancangan model perangkat lunak dibangun berbasis web menggunakan Bahasa *script* HTML, CSS, PHP, dan java-script serta DBMS MySQL

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Internet of Things (IoT)

*Internet of Things* atau *IoT* merupakan bidang ilmu yang menghubungkan objek fisik ke jaringan internet. Dengan menggunakan sensor cerdas dan perangkat pintar, informasi dapat dikirim dan diterima melalui jaringan internet. Hal ini memungkinkan kontrol dan pemantauan perangkat secara otomatis. *IoT* memberikan potensi untuk meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan keamanan dalam kehidupan sehari-hari. (Girsang & Sinuraya, 2019)

Kevin Ashton dikenal sebagai pengenalan awal tentang konsep *Internet of Things* pada tahun 1999. Sejak itu, penerapan *IoT* telah banyak ditemukan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari manusia. Menurut CISCO, target mereka adalah terhubungnya 50 miliar objek ke internet pada tahun 2020.. (Karisma, Kurniawan, & Hanani, 2019)

Penggunaan *IoT* memungkinkan pengguna untuk mengoptimalkan pengelolaan data pada peralatan elektronik dan listrik yang terhubung ke internet. Hal ini memberikan manfaat dalam komunikasi antara komputer dan perangkat elektronik saat terjadi pertukaran informasi. Selain itu, pengguna internet juga akan mendapatkan peningkatan fasilitas dan layanan yang lebih luas dengan adanya pengembangan *IoT*. (cahyono & hendro, 2019)

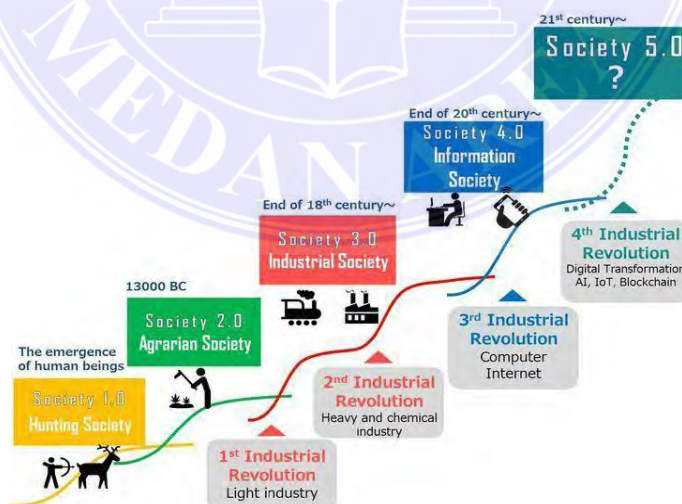
*IoT* adalah perkembangan ilmu yang menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan dengan kemampuannya dalam mentransfer data melalui jaringan. Hal ini mengarah pada interaksi manusia dengan komputer yang berjalan secara satu arah. *IoT* menggunakan sensor cerdas dan peralatan pintar yang berkolaborasi melalui jaringan internet..

Tujuan utama operasi *IoT* adalah untuk mengumpulkan data mentah secara efisien. Namun, yang lebih penting adalah analisis dan pemrosesan data ini menjadi informasi yang lebih bermakna. Dalam penerapannya, *IoT* juga mampu secara otomatis dan *real time* mengidentifikasi, menemukan, melacak, memantau objek, dan memicu peristiwa terkait. Perkembangan dan penerapan komputer, internet, dan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) lainnya memiliki dampak yang signifikan terhadap manajemen ekonomi, kegiatan produksi, manajemen

sosial, dan bahkan kehidupan pribadi. IoT menggunakan beberapa teknologi yang digabungkan menjadi satu kesatuan, termasuk sensor seperti pembaca data, koneksi jaringan dengan topologi jaringan yang berbeda, identifikasi frekuensi radio (RFID), jaringan sensor nirkabel dan teknologi lainnya yang berkembang sesuai dengan kebutuhan yang ada. (cahyono & hendro, 2019)

Menurut (Budiyanti, 2021) di dalam bukunya tahun 2021, IoT mengacu pada konsep di mana koneksi internet diperluas ke perangkat fisik sehari-hari. Perangkat ini memiliki kemampuan untuk bertukar data dengan perangkat lain. Contoh penerapan Internet of Things (IoT) dalam kehidupan sehari-hari adalah dengan menggunakan remote control kulkas atau mesin cuci. Perangkat ini dilengkapi dengan sensor elektronik yang memungkinkan mereka berkomunikasi dan berinteraksi dengan orang lain melalui internet. Pengguna dapat berinteraksi dengan perangkat ini dari jarak jauh melalui perangkat elektronik lainnya.

Kemudian kalimat berikut Perkembangan revolusi industri juga berdampak pada transformasi masyarakat yang terus berkembang seiring waktu. Sebagai respons terhadap era industri 4.0, masyarakat saat ini telah memasuki era Society 5.0, di mana teknologi dan manusia saling berinteraksi dan berkolaborasi untuk menciptakan kehidupan yang lebih maju dan berkelanjutan.



Gambar 2.1 Timeline perkembangan era society 5.0

Pada *era Society 1.0*, kehidupan manusia didominasi oleh aktivitas berburu, meramu, dan hidup secara nomaden. Pada *era Society 2.0*, masyarakat

mulai menetap dan mengembangkan pertanian. *Era Society 3.0* ditandai dengan munculnya industri dan revolusi industri. Kemudian, pada *era Society 4.0*, masyarakat mulai terhubung dengan informasi dan teknologi. Di era Industri 4.0, masyarakat memasuki *era Society 5.0*, di mana mereka terbiasa dengan kecerdasan buatan, internet, dan pengolahan data besar (big data) untuk menciptakan masyarakat yang lebih pintar dan terhubung.

Saat ini, Internet of Things (IoT) umumnya lebih dikenal dengan produk-produk yang berkaitan dengan “rumah pintar” atau konsep rumah pintar, seperti sistem keamanan rumah yang menggunakan kamera yang terhubung ke internet. Namun, sebenarnya IoT memiliki penerapan yang lebih luas di berbagai bidang, termasuk bidang kesehatan, pertanian, dan industri. Selain penggunaan dalam rumah tangga, IoT juga digunakan untuk mengoptimalkan layanan kesehatan dengan perangkat medis yang terhubung, meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam pertanian dengan menggunakan sensor dan kontrol otomatis, serta meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam berbagai sektor industri dengan monitoring dan pengendalian berbasis IoT.

Dalam bidang kesehatan, penggunaan teknologi *IoT* mendorong perkembangan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), Penggunaan big data dan telemedicine. Di Indonesia, pengembangan artificial intelligence dan big data sudah dimulai, meski belum banyak diketahui. Di bidang kecerdasan buatan, sistem diajarkan untuk mengenali dan mengumpulkan informasi, yang tujuannya adalah untuk mendukung pengambilan keputusan di bidang kesehatan. Sama halnya dengan Big Data, dimana internet telah memperluas ketersediaan data dengan kapasitas tinggi, kecepatan tinggi dan kemudahan akses serta berbagai jenis informasi. Jika dikelola secara efektif dan dikombinasikan dengan bantuan kecerdasan buatan, data ini menciptakan inovasi baru di bidang kesehatan. Selain itu, dengan kemajuan teknologi kesehatan di era 4.0, penggunaan teknologi *telemedicine* dalam penyelenggaraan pelayanan kesehatan semakin meningkat sehingga memungkinkan pelayanan dapat dilakukan dari jarak jauh. Dalam hal ini, Pemprov DKI juga dapat mengakses layanan kesehatan dari jarak jauh tanpa



harus berada di lokasi.

Kemajuan konsep ini terus dikembangkan karena dianggap sebagai solusi untuk mengatasi masalah kesehatan di Indonesia, termasuk distribusi yang tidak merata tenaga kesehatan dan akses terbatas ke layanan kesehatan. Hal ini disebabkan oleh kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari gunung, lembah, dan kepulauan, yang sering menjadi kendala dalam penyediaan pelayanan kesehatan yang merata. Dengan menggunakan teknologi IoT, pelayanan kesehatan dapat ditingkatkan dengan adanya telemedicine dan sistem pemantauan jarak jauh, sehingga masyarakat di daerah terpencil pun dapat mendapatkan akses yang lebih baik ke layanan kesehatan.

## **2.2. Sistem Monitoring Udara**

### **2.2.1. Sistem Monitoring**

Sistem pemantauan adalah proses penyediaan informasi yang berkelanjutan untuk menentukan langkah-langkah perbaikan berkelanjutan. Dalam praktiknya, pemantauan berlangsung selama proses berjalan. Tingkat referensi penelitian adalah kegiatan yang berkaitan dengan proses transaksi dan kegiatan struktural.

Sistem pelacakan mengejar banyak tujuan. Tujuan dari sistem surveilans dapat dilihat dari berbagai sudut pandang, misalnya dari segi objek dan sasaran yang akan dipantau serta hasil dari proses pengawasan itu sendiri. . (Effendy & Nuqoba, 2016)

### **2.2.2. Udara**

Peran udara sangat penting bagi kelangsungan hidup semua makhluk hidup di planet ini. Tanpa udara, makhluk hidup tidak dapat bertahan lama, bahkan hanya beberapa menit. Ini disebabkan oleh kandungan gas-gas yang terdapat dalam udara, terutama gas oksigen, yang sangat diperlukan untuk proses pernapasan. Kehadiran oksigen dalam udara menjadi krusial karena pentingnya bagi kegiatan bernafas. Oleh karena itu, udara dianggap sebagai komponen yang sangat penting dalam setiap momen. (Cahyono T. , 2017).

Ada berbagai jenis udara yang tidak dapat digunakan oleh makhluk hidup. Makhluk hidup membutuhkan udara yang bersih dan sehat untuk kebutuhan sehari-hari, terutama untuk proses pernapasan. Keadaan udara yang

bersih dan sehat sangat penting bagi berbagai pihak, terutama manusia. Manusia sangat membutuhkan udara yang bersih untuk bernapas dan mengisir paru-paru mereka. Jika udara yang dihirup oleh manusia tidak bersih, hal itu dapat berdampak buruk pada kesehatan paru-paru mereka (Cahyono T. , 2017).

### 2.2.3. Udara Bersih

Udara yang bersih memberikan berbagai manfaat penting bagi manusia. Udara tersebut tidak mengandung zat-zat yang tidak diperlukan oleh tubuh manusia, baik berupa partikel padat seperti debu dan kotoran, maupun gas-gas berbahaya seperti karbon dioksida, karbon monoksida, dan gas-gas lainnya yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Udara yang bersih dan juga sehat mempunyai ciri khusus yang membedakannya dari udara yang tidak baik atau tercemar.

Beberapa ciri udara bersih dan sehat, antara lain:

- a. Tidak berbau
- b. Tidak berwarna
- c. Terasa sejuk
- d. Dapat digunakan sebagai terapi kesehatan tubuh
- e. Terasa segar apabila kita hirup
- f. Tidak berasa
- g. Tidak tercampur dengan benda asing

### 2.2.4. Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah suatu kondisi di mana lingkungan dalam atau luar ruangan tercemar oleh zat-zat kimia, fisik, atau biologis yang mengubah karakteristik alami atmosfer. polusi udara juga terjadi ketika manusia memasukkan zat, energi, atau komponen lain ke dalam udara melalui aktivitasnya, yang mengakibatkan penurunan kualitas udara hingga tingkat tertentu yang dapat berdampak pada kesehatan manusia.

Tabel 2.1 Sumber dan Standar Kesehatan Emisi Gas Buang.

Pencemar	Sumber	Keterangan
----------	--------	------------

Karbon monoksida (CO)	Buangan kendaraan bermotor; beberapa proses industri	Standar kesehatan: 10 mg/m <sup>3</sup> (9 ppm)
Sulfur dioksida (SO <sub>2</sub> )	Panas dan fasilitas pembangkit listrik	Standar kesehatan: 80 ug/m <sup>3</sup> (0.03 ppm)
Partikulat Matter Buangan	kendaraan bermotor; beberapa proses industry	Standar kesehatan: 50 ug/m <sup>3</sup> selama 1 tahun; 150 ug/m <sup>3</sup>
Nitrogen dioksida (NO <sub>2</sub> )	Buangan kendaraan bermotor; panas dan fasilitas	Standar kesehatan: 100 pg/m <sup>3</sup> (0.05 ppm) selama 1 jam
Ozon (O <sub>3</sub> )	Terbentuk di	Atmosfir Standar kesehatan: 235 ug/m <sup>3</sup> (0.12 ppm) selama 1 jam

Tabel 2.2 Pengaruh Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Kategori	Rentang	Karbon Monoksida (CO)	Nitrogen (NO <sub>2</sub> )	Ozon (O <sub>3</sub> )	Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )
Baik	0-50	Tidak ada efek	Sedikit berbau	Luka pada Beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan SO <sub>2</sub> (Selama 4 Jam)	Luka pada Beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan O <sub>3</sub> (Selama 4 Jam)
Sedang	51-100	Perubahan kimia darah tapi tidak terdeteksi	Berbau	Luka pada beberapa spesies tumbuhan	Luka pada beberapa spesies tumbuhan

Kategori	Rentang	Karbon Monoksida (CO)	Nitrogen (NO <sub>2</sub> )	Ozon (O <sub>3</sub> )	Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )
Tidak Sehat	101-199	Peningkatan pada kardiovaskular pada perokok yang sakit jantung	Bau dan kehilangan warna. Peningkatan reaktivitas pembuluh tenggorokan pada penderita asma	Penurunan kemampuan pada atlet yang berlatih keras	Bau meningkatnya kerusakan tanaman
Sangat Tidak Sehat	200-299	Meningkatnya kardiovaskular pada orang bukan perokok yang berpenyakit Jantung, akan tampak beberapa kelemahan terlihat secara nyata	Meningkatnya sensitivitas pasien yang berpenyakit asma dan bronchitis	Olah raga ringan mengakibatkan pengaruh pernafasan pada pasien yang berpenyakit paru-paru kronis	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asma dan bronchitis
Berbahaya	300-lebih	Tingkat yang berbahaya bagi semua populasi yang terpapar			

### 2.2.5. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah suatu gas yang tidak memiliki warna, aroma, atau rasa, serta memiliki sifat yang tidak larut dalam air. Gas CO ini memiliki sifat beracun dan berbahaya. Ketika terhirup, gas CO dapat mengganggu pengikatan oksigen pada darah karena memiliki afinitas yang lebih tinggi daripada oksigen dan gas-gas lainnya. Dalam kasus darah yang terpapar karbon monoksida dalam kadar 70% hingga 80%, hal ini dapat menyebabkan kematian pada individu.

Karbon monoksida terbentuk secara alami dari pembakaran tidak sempurna bahan yang mengandung karbon. Misalnya, ketika karbon dioksida bereaksi dengan komponen karbon pada suhu tinggi, CO<sub>2</sub> terurai menjadi CO dan O<sub>2</sub>. Namun, pelepasan karbon monoksida ke atmosfer dari aktivitas manusia memiliki dampak yang lebih besar. Kegiatan tersebut meliputi transportasi, pembakaran bahan bakar fosil, pembuangan limbah industri seperti besi, kertas, kayu, limbah padat, dan kebakaran hutan.

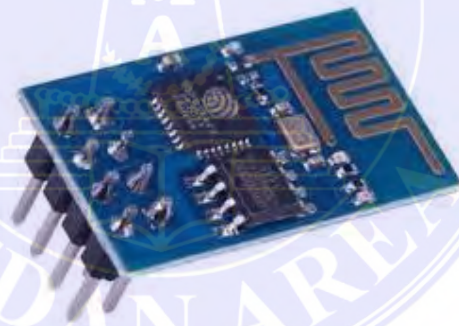
Karbon monoksida tidak memiliki warna, bau, atau rasa ketika berbentuk gas pada suhu di atas 192 °C. Gas ini memiliki berat 96,5% dari berat air, tidak larut dalam air dan dapat menyebabkan gangguan pada organ tubuh seperti jantung. Otot dan Sistem Saraf Pusat (SSP). Gejala yang dirasakan akibat paparan CO termasuk rasa pusing, penglihatan kabur, penurunan kemampuan berpikir, koordinasi saraf yang terganggu, dan pada akhirnya dapat berujung pada kematian..

Paparan karbon monoksida (CO) memiliki dampak bervariasi tergantung pada kesehatan individu. CO, gas beracun tanpa warna, bau, dan rasa, dapat mengganggu pengikatan oksigen dalam darah dengan kekuatan 240 kali lipat dibandingkan dengan gas lainnya. Ini dapat mempengaruhi organ-organ penting seperti otak, hati, dan sistem saraf pusat. Meskipun ada mekanisme alami pembersihan CO dari udara melalui reaksi atmosfer dan aktivitas mikroorganisme dalam tanah, peningkatan konsentrasi CO masih terjadi karena ketidaktersebaran tanah yang tersedia. Ketika terhirup, CO akan masuk ke dalam sirkulasi darah dan menghambat pasokan oksigen yang diperlukan oleh tubuh.

### 2.3. ESP 8266

ESP8266 adalah sebuah modul *WiFi* yang semakin populer di kalangan pengembang hardware. Selain harganya yang terjangkau, modul *WiFi* ini memiliki fitur SOC (*System on Chip*), sehingga dapat diprogram langsung tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan. Keunggulan lainnya, ESP8266 dapat berperan sebagai *access point adhoc* maupun klien. Modul ini dikembangkan oleh perusahaan asal Tiongkok bernama "*Espressif*". Seri produk ESP8266 terus mengalami pengembangan, dengan versi terkini yaitu esp8266-32. ESP8266 dilengkapi dengan GPIO (*General Purpose Input/Output*), yang memungkinkan penggunaan fungsi input dan output seperti pada mikrokontroler. Sebagai contoh, seri ESP8266-01 memiliki 2 pin GPIO, sedangkan seri ESP8266-12E memiliki pin *analog read* dan beberapa *pin digital*.

Salah satu keunggulan tambahan ESP8266 adalah kemampuannya dalam mode deep sleep, yang membuat penggunaan daya lebih efisien dibandingkan dengan modul *WiFi* lainnya. Penting untuk dicatat bahwa ESP8266 beroperasi pada tegangan 3.3V.



Gambar 2.2 ESP 8266

WeMos D1 adalah papan pengembangan modular berbasis *WiFi* yang memanfaatkan keluarga ESP8266. Board ini dapat diprogram menggunakan software Arduino IDE. Sistem ini bertujuan agar pengguna dapat memantau polusi udara secara online atau mengakses data melalui internet. Penelitian ini menggunakan DI NodeMCU Wemo sebagai perangkat utama. Untuk mengirim data, perangkat memerlukan koneksi *Wi-Fi* untuk mengirim data secara online.

### 2.4. Panel Surya

Panel surya adalah perangkat yang dapat mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. Ada keuntungan menggunakan energi matahari karena

sumbernya melimpah, berkelanjutan, ekonomis dan ramah lingkungan. Penggunaan panel surya untuk memenuhi kebutuhan energi listrik menawarkan peluang yang sangat besar karena ketersediaan sinar matahari yang melimpah. Setiap tahun energi matahari yang sampai ke permukaan bumi mencapai sekitar  $2,6 \times 10^{24}$  joule, sedangkan kebutuhan energi saat ini adalah 10 terawatts atau sekitar  $3 \times 10^{20}$  joule per tahun. Karena energi matahari yang melimpah, panel surya menjadi solusi yang menjanjikan sebagai sumber energi listrik alternatif. Konversi energi matahari menjadi energi listrik terjadi melalui efek fotolistrik. Sederhananya, panel surya terbuat dari bahan semikonduktor jenis semikonduktor pn junction. Ketika terkena sinar matahari, terjadi aliran elektron di dalamnya, yang disebut arus listrik. Modul surya atau panel surya terdiri dari sejumlah sel surya yang dihubungkan secara seri. (Usman, 2020)

Biasanya, setiap sel surya dapat menghasilkan tegangan keluaran sekitar 0,5 hingga 0,6V. Dengan menghubungkan 32-36 sel surya secara seri, tegangan sekitar 16 V dapat dihasilkan. Tegangan ini cukup untuk mengisi baterai 12V. Ketika beberapa modul fotovoltaik disusun dalam satu baris, kita berbicara tentang grup. Kelompok ini menghasilkan lebih banyak listrik.

Panel surya dibedakan berdasarkan jenis sel surya yang digunakan, antara lain:

#### 1. Polikristal (*Poly-crystalline*)

Panel surya dengan susunan kristal acak membutuhkan luas permukaan yang lebih besar untuk menghasilkan jumlah listrik yang sama dibandingkan dengan jenis monocrystalline. Meski demikian, panel surya ini tetap mampu menghasilkan energi listrik saat tidak ada sinar matahari atau cuaca mendung.

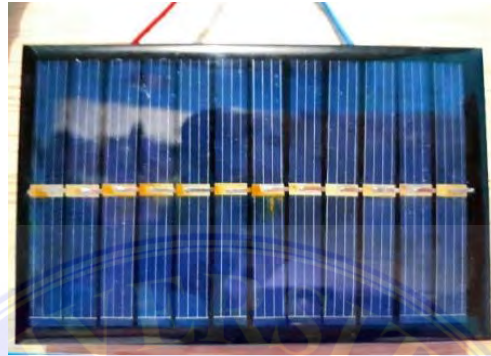
#### 2. Monokristal (*Mono-crystalline*)

Panel surya jenis ini merupakan panel surya dengan tingkat efisiensi tertinggi, mencapai hingga 15%. Meskipun memiliki tingkat efisiensi yang tinggi, panel jenis ini memiliki kelemahan yaitu tidak dapat berfungsi secara optimal saat sinar matahari kurang melimpah atau cuaca mendung. Efisiensinya akan mengalami penurunan drastis ketika cuaca berawan.

#### 3. *Amorphobous*

Sel Silikon Amorf (a-Si) telah digunakan sebagai material sel photovoltaic

dalam kalkulator selama beberapa waktu. Untuk meningkatkan efisiensi panel, dapat dilakukan penumpukan beberapa sel tipis-film di atas satu sama lain. Setiap sel tipis-film dirancang untuk berfungsi optimal pada frekuensi cahaya tertentu.



Gambar 2.3 Solar Panel 6 VDC

Kinerja dari panel surya dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain sebagai berikut :

1. Intensitas Cahaya Matahari

Semakin tinggi intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel surya, arus yang dihasilkan oleh solar panel akan meningkat. Akibatnya, daya yang dihasilkan oleh panel surya juga akan bertambah besar.

2. Temperatur Solar Panel

Kinerja sel surya dipengaruhi oleh suhu. Jika suhu panel surya meningkat, efisiensi kerja sel surya akan menurun. Setiap kenaikan suhu  $1^{\circ}$  C akan mengakibatkan penurunan efisiensi sekitar 0,4%.

3. Bayangan (*Shading*)

Shading adalah saat salah satu atau beberapa sel silikon pada panel surya terhalangi oleh bayangan dari cahaya matahari. Keadaan bayangan ini menyebabkan penurunan daya yang dihasilkan oleh panel surya.

## 2.5. Baterai

Baterai, sebagai sumber energi listrik, memegang peranan yang sangat penting dalam penggunaan perangkat elektronik portable atau portabel. Fungsinya untuk menyimpan dan menghasilkan energi listrik yang dapat disalurkan ke perangkat elektronik lainnya. Ada beberapa jenis baterai yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari,



seperti baterai primer dan baterai sekunder. Kedua baterai memiliki kemampuan yang sama untuk mengubah energi kimia menjadi energi listrik. (Nasution, 2021)

Baterai adalah sel listrik yang mengalami proses elektrokimia dengan efisiensi tinggi dan dapat beroperasi secara reversibel. Dalam baterai terjadi reaksi elektrokimia, yang melalui regenerasi elektroda bekas, mengubah energi kimia menjadi energi listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari energi listrik menjadi energi kimia (proses pengisian). Proses ini terjadi karena arus listrik mengalir berlawanan arah di dalam sel. (Afif & Pratiwi, 2015)

Baterai yang digunakan pada lampu RV ini adalah Lithium Polymer (Li-Po). Litium polimer (Li-Po) adalah jenis baterai sekunder atau yang dapat diisi ulang. Meski mirip dengan baterai lithium-ion (Li-ion), baterai Li-Po menggunakan elektrolit polimer kering berupa lapisan tipis film plastik, bukan cairan elektrolit. (Afif & Pratiwi, 2015)



Gambar 2.4 Baterai Li-Po

Baterai polimer litium (Li-Po) saat ini merupakan baterai paling canggih dan inovatif di industri baterai. Keuntungan utamanya adalah rasio power-to-weight yang tinggi dan kemampuan untuk mencetak sesuai permintaan. Namun, dibalik kelebihan tersebut, Li-Po juga memiliki beberapa kekurangan. Baterai ini sangat rapuh dan mudah rusak jika tidak ditangani dengan benar. Selain itu, ada risiko bahaya ledakan jika terjadi pengisian berlebih, tusukan, atau kebocoran.

Baterai Li-Po menawarkan tiga keunggulan utama dibandingkan dengan jenis baterai lain seperti NiCad atau NiMH, yaitu:

- 1) Baterai Li-Po ringan dan tersedia dalam berbagai bentuk dan ukuran.
- 2) Baterai Li-Po memiliki kapasitas penyimpanan energi listrik yang besar.
- 3) Baterai Li-Po memiliki pelepasan energi yang tinggi, yang sangat berguna antara lain dalam aplikasi bidang RC.

## 1. Bagian Utama Baterai

### a. Elektroda

Tiap sel baterai terdiri dari 2 macam elektroda, yaitu elektroda positif (+) dan elektroda *negative* (-) yang direndam dalam suatu larutan kimia.

### b. Tegangan

Tegangan standar baterai Li-Po per sel adalah 3,6V, yang berarti baterai tidak boleh digunakan secara paksa setelah habis. Ini adalah kesalahan umum yang terjadi saat menggunakan baterai lithium polymer (Li-Po) untuk memperpanjang umurnya. Sangat penting bahwa tegangan minimum tidak turun di bawah 3.0V, bahkan sesekali. Demikian pula, tegangan aman maksimum sel Li-Po adalah 4,2 V. Jika tegangan setiap sel dalam baterai Li-Po melebihi kisaran ini, dapat menyebabkan ketidakstabilan bahan kimia dan kemungkinan menyebabkan baterai Li-Po rusak. dan terbakar atau bahkan meledak.

### c. Kapasitas

Kapasitas baterai menunjukkan berapa banyak energi yang dapat disimpan baterai dalam miliampere jam (mAh). Semakin tinggi angka mAh, semakin banyak kapasitas baterai yang dimiliki, sehingga baterai dapat menjalankan robot lebih lama. Dengan kata lain, kapasitas baterai menunjukkan seberapa banyak daya yang dapat diberikan baterai selama satu jam sebelum baterai benar-benar kosong.

### d. *Discharge Rate*

Discharge rate, yang biasanya dilambangkan dengan "C", adalah cara untuk mengukur seberapa cepat baterai dapat dikosongkan (discharge) dengan aman. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, energi listrik dalam baterai LiPo berasal dari pertukaran ion antara anoda dan katoda. Semakin cepat pertukaran ion ini terjadi, semakin tinggi nilai "C" dari baterai.

## 2.6. HTML

HTML adalah dasar untuk membuat website. Kode-kode HTML tersebut memiliki sifat universal dan diinterpretasikan oleh pengguna komputer dengan hasil tampilan yang seragam, baik berupa teks, grafik maupun elemen multimedia.

Peramban web adalah perangkat lunak komputer yang dirancang untuk menginterpretasikan kode HTML yang dipisahkan koma dan menampilkan halaman web kepada pengguna. Sebuah halaman web dapat berisi teks, gambar dan multimedia yang siap untuk dilihat dan langsung dinikmati. Presentasi web yang dihasilkan dapat dipahami oleh pengguna umum. Program ini dirancang untuk mempelajari layanan yang ditawarkan oleh server web bekas, dengan menghormati batasan yang ditetapkan oleh server web. Beberapa contoh program terjemahan yang sering disebut web browser adalah *Internet Explorer*, *Netscape*, *Mozilla Firefox*, *Opera*, *AvantBrowser*, dll.

HTML merupakan dasar dari pengembangan web atau disebut juga dengan *web script*. Istilah "*scripting*" digunakan karena kode program dijalankan langsung tanpa langkah kompilasi. Skrip web dibagi menjadi dua kategori berdasarkan lokasi proses rendering, yaitu sisi klien dan sisi *server*. Di sisi klien, tugas rendering dilakukan menggunakan *browser* seperti *Internet Explorer*, *Netscape*, *Opera*, dan *Firefox*. Contoh bahasa pemrograman sisi klien adalah HTML, CSS, JavaScript, VBScript, dan XML. Di sisi server, proses rendering dilakukan oleh web server seperti PWS (Personal Web Server for Windows 98), IIS (Windows 2000/Windows XP), Apache, Tomcat, Xitami, dan ZOPE. Contoh bahasa pemrograman sisi *server* adalah ASP (.NET), PHP, JSP, CFM dan CGI/PL.

Penulisan web sisi klien memberikan tampilan web yang menarik dengan penekanan pada pembentukan format data. Namun, informasi yang disajikan tidak dapat diperbarui secara langsung, karena tidak ada interaksi langsung dengan pengguna dan pemrosesan tidak dilakukan di *server*, sehingga tidak ada keluaran yang dihasilkan. Oleh karena itu, tidak mungkin membuat aplikasi web dinamis hanya menggunakan skrip web sisi klien. Untuk mencapai ini, itu harus dikombinasikan dengan skrip web sisi *server*.

HTML (*Hypertext Markup Language*) adalah bahasa dasar yang digunakan dalam penulisan internet sisi klien, yang memungkinkan informasi disajikan dalam bentuk teks, grafik, dan multimedia. Selain itu, HTML juga digunakan untuk menghubungkan antar tampilan halaman web. (*Hyperlink*) . (Sovia & Febio, 2011)

## 2.7. CSS

CSS, singkatan dari *Cascading Stylesheet*, adalah CSS adalah bahasa

pemrograman yang dikembangkan oleh Hakon Wilum Lie pada tahun 1994 dan disahkan oleh W3C. Fungsinya adalah untuk memperindah tampilan halaman web dan membuatnya lebih user-friendly. Dengan CSS, pengaturan konten pada halaman web yang ditulis dalam bahasa markup dapat dilakukan dengan mudah dan efisien, seperti HTML dan XHTML, sehingga halaman web tersebut menjadi lebih menarik dan terstruktur.

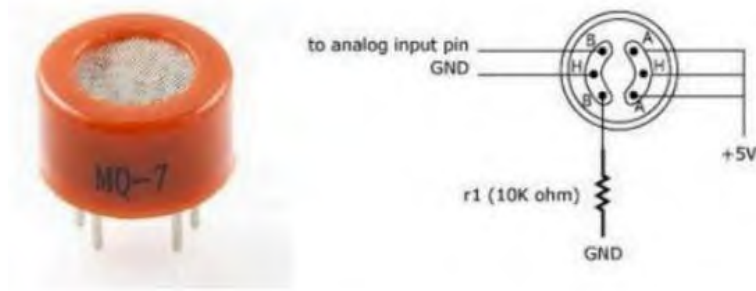
Sebagai contoh, sebelum adanya CSS, pengaturan warna teks harus dilakukan dengan memberikan atribut color pada setiap teks yang ingin diubah warnanya. Hal ini menjadi pekerjaan yang rumit jika terdapat ribuan teks yang perlu diedit. Namun, dengan adanya CSS, pengaturan tampilan dapat dipindahkan ke file CSS terpisah, sehingga tampilan halaman web dapat diubah dengan mudah hanya dengan mengedit file CSS, tanpa harus mengubah dokumen HTML. Ini menyederhanakan pengembangan dan mengurangi biaya terkait. (Erawan, 2016)

## 2.8. Web Server

Studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa server web bertindak sebagai perangkat lunak utama di *World Wide Web* (www). Fungsi utamanya adalah menerima permintaan dari klien melalui browser yang berbeda seperti Netscape Navigator, Internet Explorer, Mozilla dan sejenisnya. Setelah menerima permintaan dari browser, web server memprosesnya dan mengembalikan hasilnya ke browser berupa data yang diminta. Informasi ini dalam format standar yang disebut *Standard General Markup Language* (SGML). *Browser* menampilkan informasi sesuai dengan kemampuannya. Server web menggunakan HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) untuk berkomunikasi dengan klien.

## 2.9. MQ-7

Sensor MQ-7 adalah sebuah sensor semikonduktor yang digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dan menggunakan material SnO<sub>2</sub>. Pendeteksian gas dilakukan dengan mengukur gelombang suhu tinggi dan rendah. Ketika konsentrasi gas CO meningkat, konduktivitas sensor akan tetap tinggi. Sensor MQ-7 dapat disesuaikan sensitivitasnya dengan mengubah nilai resistansi. (Ya'kut, P.W, & D, 2017)



Gambar 2.5 Sensor MQ-7 Carbon-monoxide

## 2.10. PHP

PHP merupakan kepanjangan dari PHP *Hypertext Preprocessor* yang merupakan singkatan rekursif. PHP adalah bahasa pemrograman script yang sangat populer saat ini. Dalam konteks web development, PHP digunakan sebagai bahasa pemrograman *server-side scripting* yang memungkinkan koneksi dengan *database*. Dengan menggunakan PHP, kita dapat membuat situs web yang dinamis, dimana hal ini tidak dapat dilakukan hanya dengan menggunakan sintaks HTML biasa. Meskipun PHP sering digunakan untuk pengembangan situs web dinamis, tetapi tidak menutup kemungkinan untuk digunakan dalam konteks lainnya.

Dalam penelitian-penelitian terdahulu, terungkap bahwa saat browser meminta dokumen PHP, *web server* secara langsung menggunakan modul PHP untuk memprosesnya. Jika dokumen tersebut berisi fungsi yang mengakses database, modul PHP akan berinteraksi dengan *server* database terkait. Setelah proses selesai, dokumen PHP akan dikirim kembali oleh *web server* dalam format HTML, sehingga kode sumber PHP tidak terlihat oleh *browser*.

## 2.11. MySQL

MySQL awalnya hanya dapat digunakan di sistem Unix dan Linux, namun seiring berjalannya waktu dan meningkatnya jumlah pengguna, MySQL telah merilis versi yang dapat diinstal di berbagai *platform*, termasuk Windows. MySQL memiliki lisensi *freeware*, yang berarti kita dapat mengunduh dan menggunakan database ini tanpa perlu membayar. Meskipun kita menjual produk yang menyertakan perangkat lunak MySQL, hal ini tidak melanggar hak cipta. (Sovia & Febio, 2011)

Bagi pemula yang baru mengenal MySQL, mungkin ada kebingungan antara dua konsep, yaitu SQL dan MySQL. SQL adalah singkatan dari Structured Query Language. SQL adalah bahasa kueri terstruktur yang digunakan untuk berinteraksi dengan basis data tertentu atau sistem manajemen basis data (DBMS). Di sisi lain, MySQL adalah jenis database yang menggunakan SQL. Dengan kata lain, MySQL adalah SDB yang digunakan sedangkan SQL adalah bahasa atau perintah yang digunakan dalam SDB. Struktur dasar pernyataan SQL terdiri dari tiga klausa utama, yaitu SELECT, FROM dan WHERE.

a. *Select*

Operasi ini bertujuan untuk menggabungkan semua atribut yang diinginkan sebagai hasil dari suatu permintaan data.

b. *From*

Operasi ini merekam semua entitas yang diperiksa saat melakukan evaluasi suatu permintaan query.

c. *Where*

Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa operasi ini melibatkan predikat terkait atribut-atribut relasi dalam klausa from.

## 2.12. Javascript

*JavaScript* merupakan sebuah bahasa pemrograman web yang digunakan untuk pemrograman sisi klien atau *Client Side Programming Language*. Pada *Client Side Programming Language*, pemrosesan dilakukan oleh klien atau client. Klien yang dimaksud adalah web browser seperti Google Chrome, Mozilla Firefox, Opera Mini, dan sejenisnya digunakan untuk menampilkan dan menjelajahi konten web. JavaScript, yang dikembangkan pada pertengahan tahun 1990-an, berbeda dengan bahasa pemrograman Java meskipun namanya serupa. JavaScript dapat ditulis langsung di dalam dokumen HTML atau sebagai file terpisah yang terhubung dengan dokumen lain. Dengan JavaScript, interaksi antara halaman web dan pengguna dapat dikontrol melalui implementasi fitur-fitur khusus. (Pahlevi, Mulyani, & Khoir, 2018)

Berikut ini beberapa sifat dari JavaScript:

- a. Menambahkan interaktivitas ke halaman HTML.
- b. Merupakan bahasa pemrograman *scripting*.

- c. Bahasa *Scripting* merupakan bahasa yang ringan.
- d. Javascript merupakan bahasa terinterpretasi.

### 2.13. Penelitian Terkait

Skripsi ini terinspirasi oleh Penelitian-penelitian sebelumnya dalam bidang ini telah dilakukan. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan skripsi ini:

Penelitian yang dilakukan oleh (Sandri Linna Sengkey, 2011) penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat pencemaran udara CO akibat lalu lintas menggunakan model prediksi polusi udara skala mikro. Fokusnya adalah mengidentifikasi konsentrasi CO yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor, terutama di jalan Sam Ratulangi Manado. Metode yang digunakan adalah pemodelan polusi udara skala mikro. Tujuannya adalah menentukan persentase CO dari lalu lintas dengan membandingkan hasil perhitungan model dan pengukuran udara ambient.

Penelitian yang dilakukan oleh (M Ihaab Munabbih, 2020) Hasil pengujian sistem "pemantau kualitas udara berbasis jaringan sensor *nirkabel* menggunakan Arduino dan LoRa" menunjukkan bahwa pembacaan sensor sesuai dengan spesifikasi yang tertera dalam datasheet, dan sistem dapat mengirimkan data secara efektif ke aplikasi web melalui komunikasi LoRa dengan jangkauan hingga 300 meter dan tingkat kehilangan paket (packet loss ratio) sebesar 0%.

Selanjutnya Penelitian yang dilakukan oleh (Taufik Rachman, 2021) Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT menggunakan NodeMCU. Sistem ini dilengkapi dengan sensor MQ-2, sensor DHT11, *buzzer*, dan lampu LED yang berfungsi untuk mendeteksi dan memberikan indikasi jika terjadi pencemaran udara. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan *monitoring* berbasis web yang memungkinkan pemantauan kualitas udara yang dideteksi oleh alat tersebut, dengan tujuan untuk mengurangi dampak *negatif* terhadap kesehatan. Alat yang telah dibuat mampu mendeteksi polusi udara seperti asap, CO, dan gas LPG, serta mengukur suhu dan kelembaban lingkungan sekitar. Dengan adanya monitoring yang terus menerus, alat ini memudahkan dalam mengetahui kualitas udara secara *real-time*.

## 2.14. Kota Medan

Pada jurnal penelitian yang dilakukan oleh (Rohani, 2018) Kota Medan terletak antara 380 27' dan 380 47' Lintang Utara dan 980 35' sampai 980 44' Bujur Timur, dengan ketinggian antara 2,5 dan 37,5 meter di atas permukaan laut. Sebagian besar wilayah perkotaan terdiri dari dataran rendah yang dikelilingi oleh dua sungai utama, yaitu Sungai Babura dan Sungai Deli. Kota Medan berbatasan dengan Kabupaten Deli Serdang dari segala sisi yaitu utara, selatan, barat dan timur. Sebagai ibu kota Provinsi Sumatera Utara, Kota Medan luasnya kurang lebih 265,10 km<sup>2</sup> dan terdiri dari 21 kecamatan.

Tabel 2.3 Luas Wilayah Kota Medan Berdasarkan Kecamatan di Kota Medan

No	Kecamatan	Luas area (km <sup>2</sup> )	Persentase (%)
1	Medan Kota	5,27	1,99
2	Medan Timur	7,76	2,93
	Medan Barat	5,33	2,01
4	Medan Baru	5,84	2,20
5	Medan Belawan	26,25	9,90
6	Medan Labuhan	36,67	13,83
7	Medan Deli	20,84	7,86
8	Medan Sumggal	15,44	5,82
9	Medan Denai	9,05	3,41
10	Medan Johor	14,58	5,50
11	Medan Tembung	7,99	3,01
12	Medan Helvetia	13,16	4,96
13	Medan Petisah	6,82	2,57
14	Medan Selayang	12,81	4,83
15	Medan Perjuangan	4,09	1,54
16	Medan Marelan	23,82	8,99
17	Medan Area	5,52	2,08
18	Medan Tuntungan	20,68	7,80
19	Medan Amplas	11,19	4,22



20	Medan Maimun	2,98	1,12
21	Medan Polonia	9,01	3,40
Total		265,10	100,00

Pada tahun 2013, populasi penduduk Kota Medan mencapai 2.135.516 orang, terdistribusi merata di 21 kecamatan. Detail jumlah penduduk dapat ditemukan dalam Tabel 2.4:

Tabel 2.4. Jumlah Penduduk di 21 Kecamatan di Kota Medan

No	Kecamatan	Jumlah (Jiwa)
1	Medan Kota	73.122
2	Medan Timur	109.445
3	Medan Barat	71.337
4	Medan Baru	39.817
5	Medan Belawan	96.280
6	Medan Labuhan	113.314
7	Medan Deli	171.951
8	Medan Sumgal	113.644
9	Medan Denai	142.850
10	Medan Johor	126.667
11	Medan Tembung	134.643
12	Medan Helvetia	146.391
13	Medan Petisah	62.227
14	Medan Selayang	101.057
15	Medan Perjuangan	94.088
16	Medan Marelan	148.197
17	Medan Area	97.254
18	Medan Tuntungan	82.534
19	Medan Amplas	116.922
20	Medan Maimun	39.903
21	Medan Polonia	53.873

No	Kecamatan	Jumlah (Jiwa)
Total		2.135.516

Kota Medan memiliki luas wilayah 265,06 km<sup>2</sup> dan penduduk sebanyak 2.135.516 jiwa. Dengan jumlah penduduk yang signifikan, Kota Medan telah menjadi kota metropolitan di Indonesia. Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat juga meningkatkan tingkat kepadatan penduduk

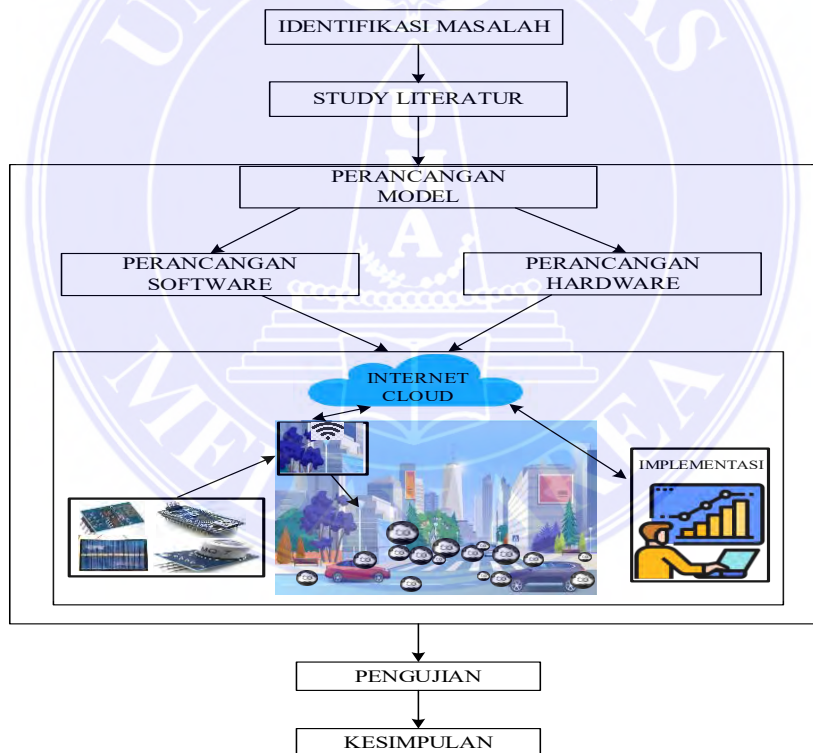


## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Tahapan-Tahapan Penelitian

Perancangan prototipe monitoring polusi udara ini menggunakan metode penelitian eksperimental, karena memiliki kemampuan untuk dapat menguji secara benar hipotesis melalui tahapan *design science research method (DSRM)*. Model ini akan menjadi acuan pada proses pembuatan desain arsitektur pada alat yang dirancang, identifikasi masalah dilakukan berdasarkan urutan pada model sehingga penyelesaiannya menjadi lebih sistematis. Sistem monitoring polusi udara di kota Medan akan diimplementasikan dengan protokol *Internet Of Things (IoT)* dengan skala *prototype*. Dalam pembuatan *prototype* alat, langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat sistem model.



Gambar 3.1 Diagram Tahapan Penelitian

Berdasarkan gambar gambar 3.1 maka dapat diuraikan langkah-langkah kerja penelitian sebagai berikut :

1. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi masalah-masalah yang berkaitan dengan pemantauan kualitas udara serta menemukan solusi yang

efektif. Penelitian ini akan fokus pada cara-cara untuk memonitoring kualitas udara dan merancang sebuah prototipe sistem monitoring kualitas udara. Selain itu, penelitian ini juga akan melakukan analisis terhadap data yang diperoleh.

2. Dalam melakukan studi literatur, dilakukan penelitian terhadap berbagai sumber referensi yang relevan dengan topik penelitian ini. Sumber-sumber referensi tersebut meliputi jurnal-jurnal ilmiah, modul pembelajaran, dan buku yang membahas tentang mikrokontroler, pengantar elektronika, sensor, perangkat keras dan perangkat lunak basis data, serta analisis dan pengamatan hasil.
3. Perancangan model (*hardware maupun software*) melakukan desain 3D dari sistem yang akan dibangun. Penentuan komponen yang akan digunakan dan perancangan tampilan web yang akan menampilkan hasil analisis data yang dikirim dari sensor.
4. Setelah melakukan perancangan model (baik perangkat keras maupun perangkat lunak), langkah berikutnya adalah melakukan pengujian prototipe sistem. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja sistem, baik dari segi rancang bangun maupun platform web yang digunakan, sehingga dapat memperoleh hasil yang optimal.
5. Setelah menganalisis kesimpulan yang diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan penyesuaian agar sistem sesuai dengan harapan. Pengiriman data pada sistem ini dimulai dengan pengambilan data dari sensor MQ7. Wemos D1 Wifi ESP8266 berfungsi sebagai perangkat kontrol dan juga sebagai perangkat yang terhubung ke internet untuk platform IoT sebagai sistem pemantauan. Sensor MQ7 berfungsi sebagai sensor yang mendeteksi kualitas udara dan mengirimkan sinyal input yang kemudian diproses oleh *mikrokontroler*. Sementara itu, ESP8266 berperan sebagai modem WiFi untuk terhubung ke jaringan internet, sehingga nilai yang terbaca oleh sensor dapat dikirimkan ke web yang akan dibangun.

### 3.2. Teknik Pengumpulan Dan Analisis Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi terhadap prototipe yang telah dirancang, baik dalam lingkungan laboratorium maupun dalam penggunaan di lapangan. Data yang akan dianalisis adalah data yang diperoleh dari

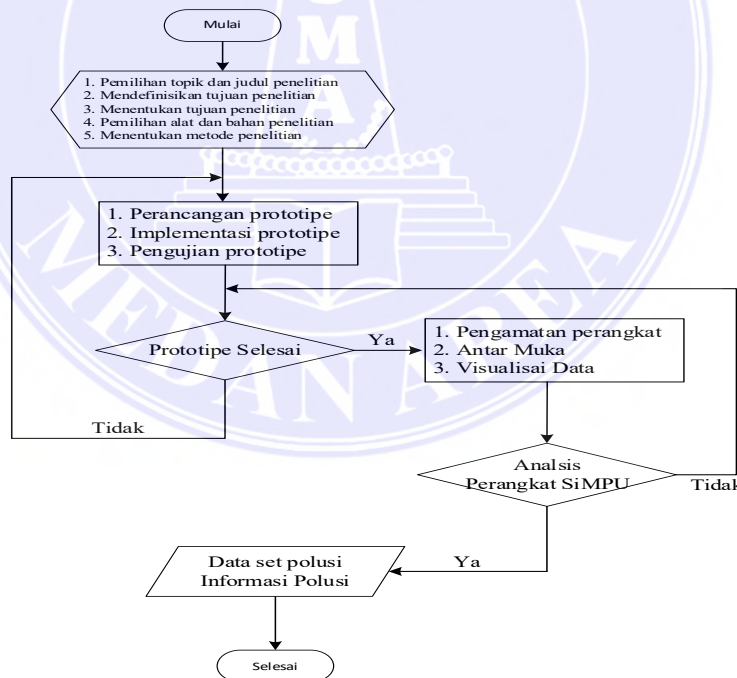
hasil pengamatan dan perancangan prototipe yang telah disederhanakan. Data ini akan diinterpretasikan dan disajikan dalam bentuk tabel untuk analisis lebih lanjut. Selain itu, untuk meningkatkan validitasnya, data yang dianalisis juga didukung oleh studi kepustakaan dengan mengumpulkan sumber referensi yang relevan.

Alat pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah prototipe SiMPU. Setiap data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan teknik analisis data kuantitatif. Data tersebut kemudian dianalisis dengan menghitung persentase tingkat kualitas polusi udara di Kota Medan, dengan kategori yang terdiri dari baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat, dan berbahaya. Analisis data dilakukan dengan menggunakan rumus persentase berikut:

$$\text{persentase \%} = \frac{n(\text{jumlah diperoleh})}{N(\text{jumlah skor total})} \times 100\% \dots\dots\dots 3.1$$

### 3.3. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah ini :



Gambar 3.2 Rancangan Penelitian

Penelitian dimulai dengan menentukan topik judul penelitian, mendefinisikan rumusan masalah penelitian, menentukan tujuan penelitian, pemilihan alat dan bahan penelitian, dan menentukan metode penelitian. Tahap selanjutnya adalah melakukan perancangan prototipe setelah itu pengembangan prototipe, lalu

implementasi prototipe, setelah prototipe telah dibuat maka melakukan pengujian prototipe, jika prototipe tidak berjalan baik maka akan dilakukan perancangan ulang prototipe seperti proses sebelumnya hingga selesai, jika prototipe berjalan baik maka melakukan pengamatan dan pengukuran data dari prototipe, menganalisis data hasil pengamatan dan pengukuran dan membandingkan analisis data dengan studi pustaka. Lalu pada tahap selanjutnya evaluasi jika masih terdapat kekurangan maka akan dilakukan pengamatan dan pengukuran data dari prototipe kembali seperti proses sebelumnya, jika sudah sesuai maka penelitian selesai, dan masuk ke tahap pembuatan laporan hasil penelitian dan publikasi hasil penelitian.

### 3.4. Rancangan Model perangkat keras SiMPU

Perangkat keras SiMPU yang dirancang berbasis *IoT* dengan menggunakan beberapa komponen utama yaitu sensor MQ7, Wemos D1 Wifi ESP8266 sebagai alat pengendali sekaligus sebagai modul koneksi ke WiFi jaringan internet untuk pengirim informasi. Sedangkan perangkat lunak SiMPU dirancang untuk dua sisi yaitu kebutuhan sisi *server* dan sisi *client*. Sisi *server* dikelola oleh admin untuk melakukan konfigurasi pada sistem, sedangkan sisi *client* digunakan untuk masyarakat umum seperti keluarga, tenaga medis dan badan riset. Bagian selanjutnya yaitu perangkat lunak yang terdiri atas tiga yaitu perangkat lunak pembacaan sensor, perangkat lunak pada sisi admin berbasis web dan perangkat lunak pada sisi *client* dirancang berbasis *web*. Secara rinci hasil perancangan perangkat keras dan perangkat lunak SiMPU dijelaskan sebagai berikut.

#### 3.4.1. Alat dan Bahan Rancangan Model perangkat keras SiMPU

Dalam penelitian ini, digunakan beberapa peralatan hardware untuk membuat prototipe alat monitoring polusi udara berbasis *IoT*, yaitu :

##### a) Alat

1. Solder dan Timah
2. Obeng
3. Gunting
4. Multimeter
5. Lem Tembak
6. Laptop
7. Lakban Kabel

## b) Bahan

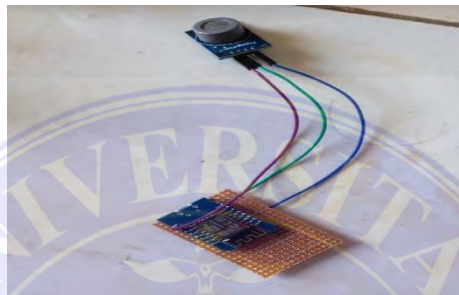
Tabel 3.1 Tabel bahan

NO	Bahan	Gambar
1	Wemos D1 Wifi ESP8266	
2	Sensor MQ7 (polusi udara)	
3	Solar Panel 6 VDC	
4	BMS battery	
5	Batterai	
6	kabel Jumper	
7	Kabel Data Nano USB	
8	Box Plastik	
9	Breadboard	

### 3.4.2. Rancangan Prototipe SiMPU

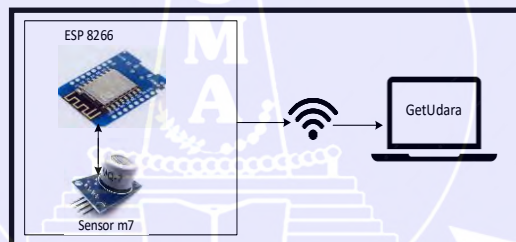
Proses ini melibatkan tahapan penggabungan perangkat keras yang

dimulai dengan pengujian sensor Arduino melalui pemrograman software Arduino. Selanjutnya, dilakukan proses perakitan atau penggabungan perangkat keras, dimulai dengan menghubungkan wemos ESP-8266 menggunakan kabel *jumper* ke *Battery* melalui *Battery Management System (BMS)*. Tahap berikutnya adalah menyambungkan *Wemos D1 Mini Nodemcu* ke WIFI untuk melakukan pemantauan polusi udara. Untuk mengisi daya baterai, peneliti menggunakan Solar Panel 6VDC karena baterai memiliki kapasitas pengisian yang kecil.



Gambar 3.3 Rancangan perangkat keras

#### a) Arsitektur Prototipe SiMPU



Gambar 3.4 Diagram Sistem rerancangan prototipe perangkat SiMPU

Ada 2 (dua) bagian yang dibutuhkan dalam membuat sebuah prototipe alat monitoring polusi udara berbasis *internet of things* yaitu :

##### 1) Bagian Kendali

Bagian kontrol terdiri dari rangkaian elektronik yang berperan sebagai pengolah data dengan mikrokontroler sebagai pusat kontrol. Di dalam bagian kontrol ini terdapat sensor yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan akselerasi, orientasi, dan rotasi objek. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi polusi udara adalah sensor MQ7 mampu mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam berbagai konteks seperti kehidupan sehari-hari, industri, dan kendaraan bermotor. Sensor ini memiliki sensitivitas tinggi terhadap karbon monoksida (CO) dan membutuhkan catu daya heater 5V AC/DC serta catu daya rangkaian 5VDC. Rentang pengukuran sensor ini adalah 20 - 2000ppm untuk mengukur konsentrasi



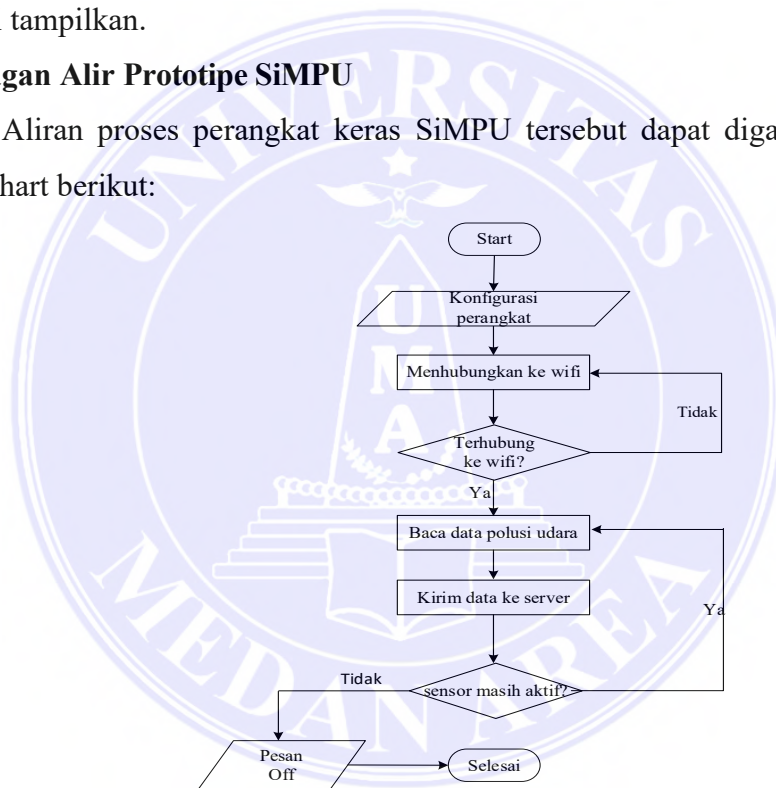
gas karbon monoksida. ESP8266 adalah modul WiFi tambahan untuk mikrokontroler seperti Arduino yang memungkinkan koneksi langsung ke jaringan WiFi dan TCP/IP. Modul ini berperan dalam mengirim data polusi yang diambil oleh sensor ke server dan menyimpannya ke dalam database.

## 2) Bagian Komunikasi.

Bagian komunikasi merupakan media untuk menampilkan informasi data polusi yang telah dihasilkan oleh prototype SiMPU, dan data yang telah di dapat telah diolah sehingga dapat ditampilkan ke dalam web dan telah di atur sedemikian rupa dengan memberi keterangan agar masyarakat lebih mudah memahami data yang di tampilkan.

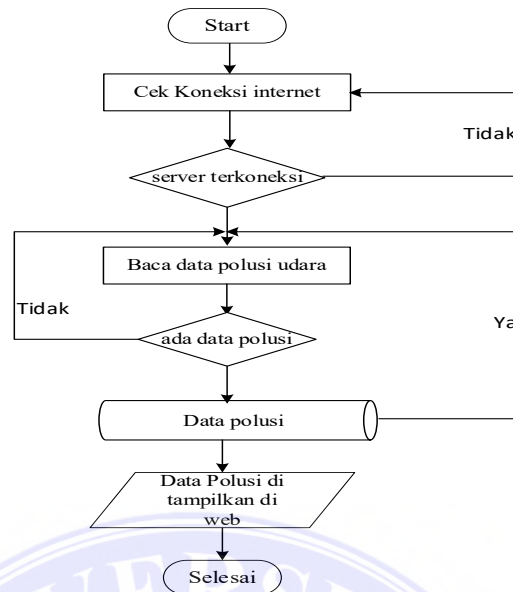
### b) Bagan Alir Prototype SiMPU

Aliran proses perangkat keras SiMPU tersebut dapat digambarkan pada flowchart berikut:



Gambar 3.5 Bagan Alir Perangkat Keras SiMPU

Mekanisme integrasi perangkat keras dengan perangkat lunak SiMPU dilakukan melalui penangkapan data polusi udara menggunakan perangkat keras dan pengiriman data polusi udara ke server secara *real-time* melalui jaringan internet. Data tersebut kemudian disimpan secara permanen pada database SiMPU. Visualisasi data gerak akan ditampilkan melalui aplikasi *website* SiMPU dalam bentuk grafis. Berikut *flowchart* integrasi perangkat keras dengan perangkat lunak SiMPU.



Gambar 3.6 Flowchart Integrasi Perangkat Keras dengan Perangkat Lunak SiMPU

Aliran proses integrasi perangkat keras dengan perangkat lunak SiMPU dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Dimulai dari proses pengecekan koneksi *internet* untuk memastikan perangkat keras dapat mengirimkan data ke *server*.
2. Pengecekan apakah *server* dalam keadaan terkoneksi, jika “ya” maka mulai proses baca data polusi udara, jika “Tidak” maka kembali ke proses awal cek koneksi internet.
3. Data yang sudah dihasilkan melalui sensor akan disimpan ke database data polusi di *server* dan proses akan diulang ke proses baca data gerak. Kemudian data polusi tersebut akan ditampilkan secara visual di *website* SiMPU.

### 3.5. Rancangan Model Perangkat Lunak SiMPU berbasis web

#### 3.5.1. Software Rancangan Model Perangkat Lunak SiMPU

Dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa bahan dan peralatan berupa *software* yaitu :

1. Windows 8
2. IDE Arduino
3. Visual Studio Code
4. Chrome

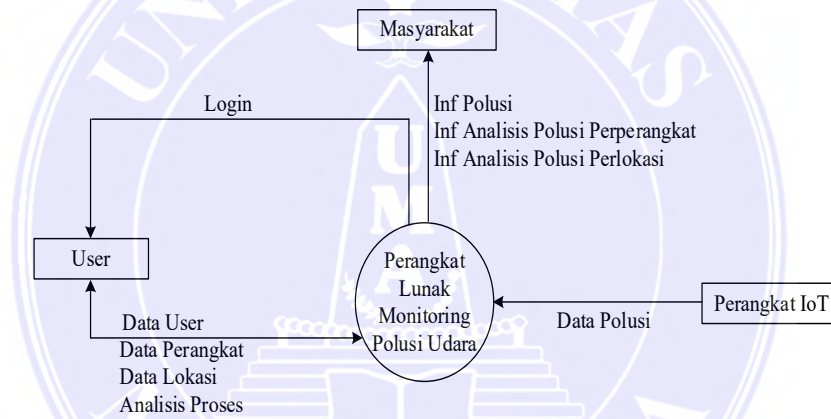
Perangkat lunak SiMPU yang dibangun terdiri dari atas 2 (dua)

rancangan perangkat lunak yaitu (Putri, Handayani, & Rose, 2020) :

1. Perangkat lunak untuk pembacaan dan penyimpanan data hasil *monitoring* polusi udara, *server* yang berfungsi menerima hasil pengiriman data hasil *monitoring* polusi udara yang dikirim oleh perangkat keras SiMPU dengan menggunakan bahasa pemrograman C++.
2. Perangkat lunak SiMPU berbasis *Wireless Sensor Network* yaitu antarmuka yang digunakan untuk mengelola data perangkat, data *client*, dan data karbon monoksida (CO) yang dirancang berbasis HTML, CSS, PHP, dan JavaScript.

### 3.5.2. Pemodelan Proses

Pemodelan proses SiMPU dapat digambarkan melalui Diagram konteks dan DFD level 0. Secara umum aliran data dan informasi SiMPU dapat dilihat pada gambar diagram konteks berikut.



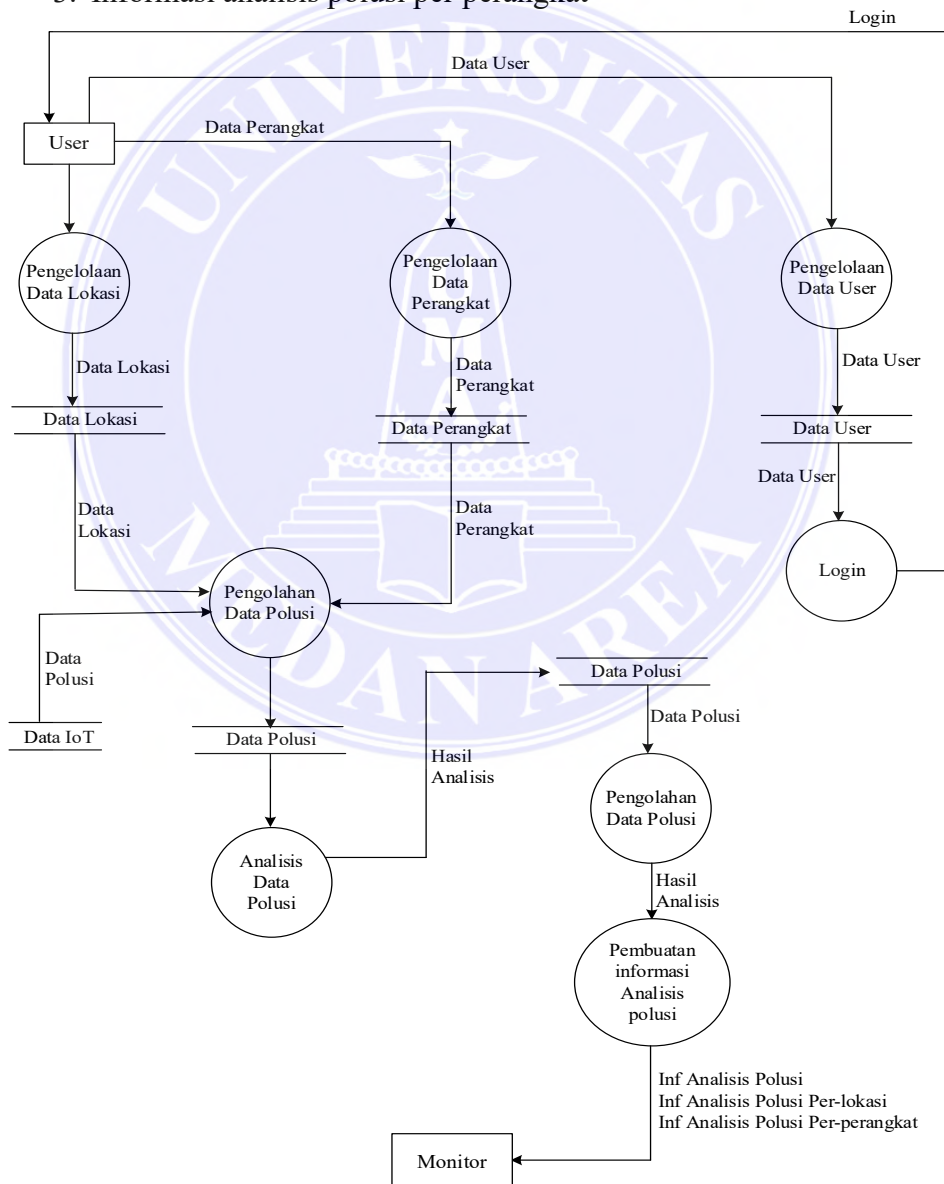
Gambar 3.7 Diagram konteks

1. *External entity* yang terlibat dalam SiMPU adalah :
  - a. User yaitu *external entity* yang berperan sebagai pengelola SiMPU
  - b. Perangkat *IoT* yaitu *external entity* yang memiliki tugas untuk mengirim data melalui internet ke *database*
  - c. Masyarakat yaitu *external entity* yang berperan sebagai penerima informasi mengenai polusi udara maupun informasi analisis polusi udara
2. Proses analisis data polusi terdiri dari 3 (tiga) proses yang akan dilakukan yaitu.
  - a. Proses perekaman data polusi digunakan untuk mengelola data perangkat dan bersumber dari udara kemudian disimpan dalam *data store* data polusi

- b. Proses analisis data polusi membutuhkan data polusi dari udara kemudian disimpan dalam *data store* analisis polusi udara
- c. Pembuatan informasi polusi udara dan analisis data polusi berasal dari data analisis polusi kemudian diproses untuk menghasilkan informasi polusi yang akan diberikan kepada masyarakat maupun instansi kesehatan.

3. Informasi yang akan dihasilkan dari sistem antara lain :

- 1. Informasi analisis polusi
- 2. Informasi analisis polusi per lokasi
- 3. Informasi analisis polusi per perangkat



Gambar 3.8 DFD Level 0 SiMPU

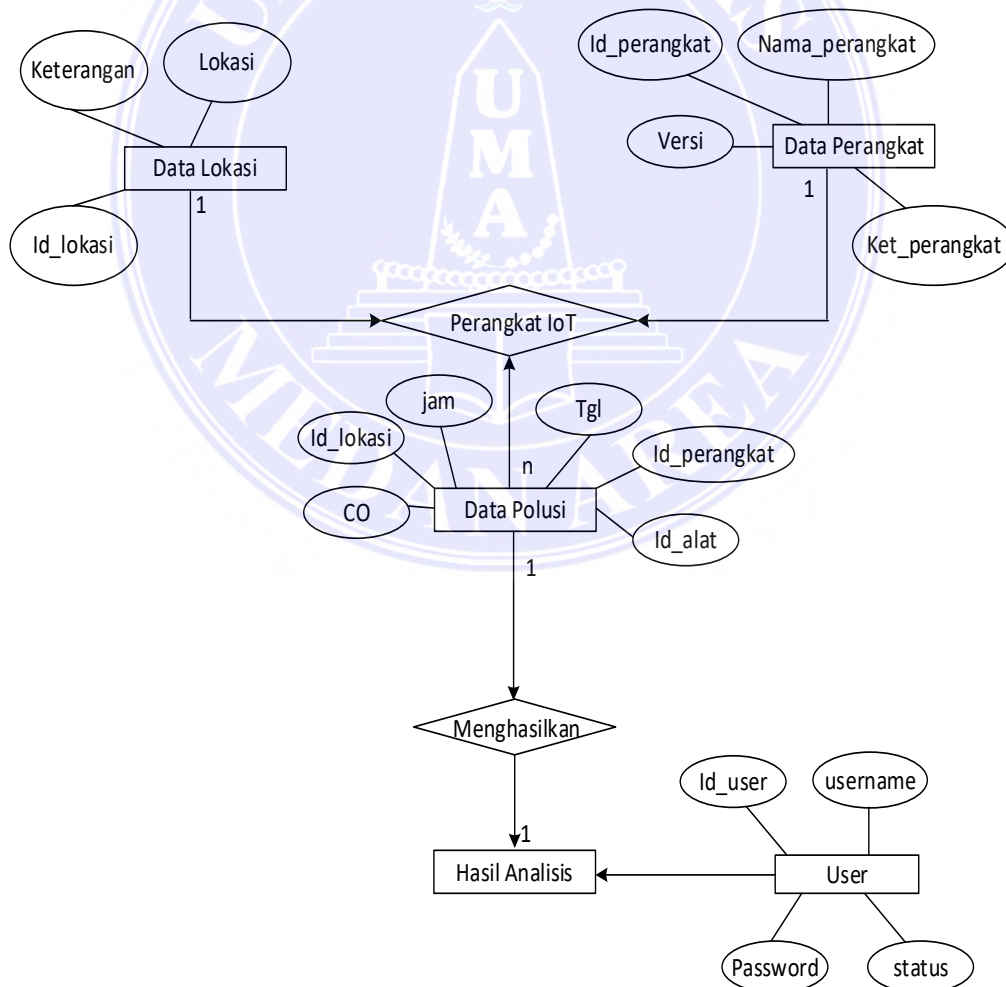
### 3.5.3. Pemodelan Data

Pemodelan data SiMPU dilakukan melalui pembuatan ERD (*Entity Relationship Diagram*) dan normalisasi data.

Tahapan pembuatan ERD SIMBUMIL adalah sebagai berikut :

#### A. Penentuan Entitas

- 1) **Perangkat IoT** : Menghubungkan perangkat melalui internet
- 2) **User** : menyimpan semua informasi mengenai semua *user* dan otorisasi hak akses di sistem
- 3) **Perangkat** : menyimpan semua informasi mengenai semua perangkat
- 4) **Polusi** : menyimpan semua informasi mengenai polusi udara.
- 5) **Data lokasi** : menyimpan semua informasi mengenai semua data lokasi
- 6) **Hasil analisis** : menyimpan semua informasi mengenai hasil data polusi udara yang telah dianalisis.



Gambar 3.9 ERD (*Entity Relationship Diagram*) SiMPU

### 3.5.3 Rancangan basis data perangkat lunak SiMPU

Perancangan basis data perangkat lunak SiMPU dilakukan mulai dari (1) membuat *database* dengan menggunakan *Database Management System* (DBMS) MySQL, dan (2) membuat tabel – tabel yang dibutuhkan. Berikut implementasi basis data SiMPU.

#### a. Pembuatan tabel

Tabel Lokasi

Id_Lokasi	lokasi	Keterangan
Lk01	Jl.pancing	
Lk02	JL.tembung	

Tabel Perangkat

Id_perangkat	Nama Perangkat	Versi	keterangan
P01	nama	1.0	Aktif
P02	nama	1.0	Aktif

Tabel *User*

Id_user	Username	Password	Status
Ad1	Simpu	1234566	Admin1

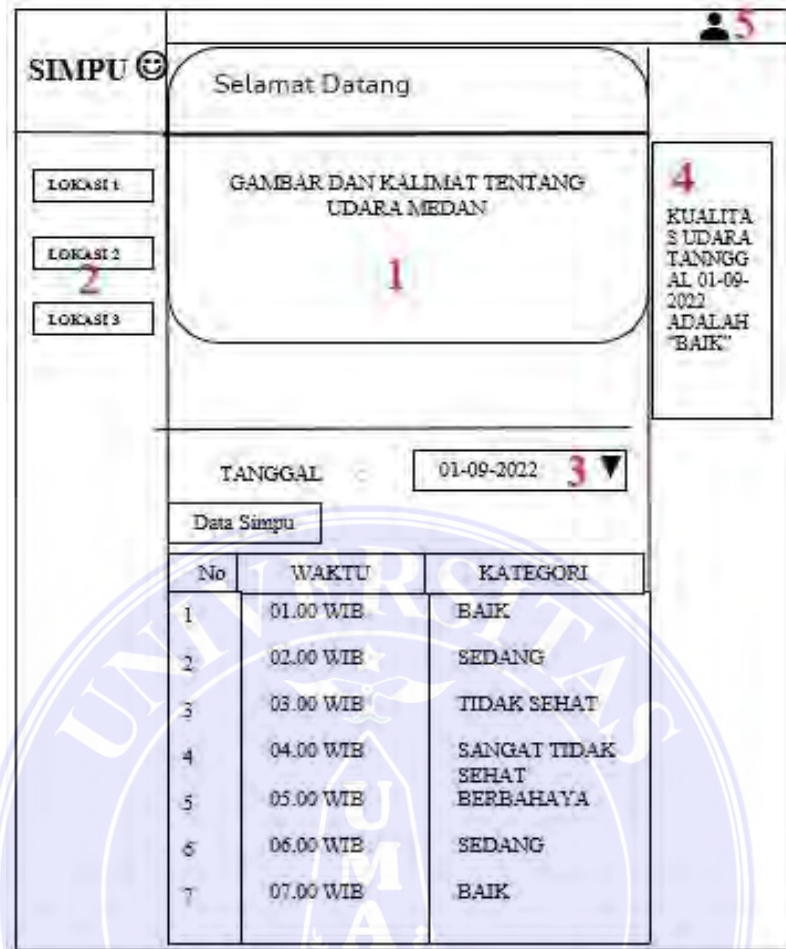
### 3.6. Rancangan *User Interface* Sistem Monitoring Polusi Udara (SiMPU)

Sistem monitoring polusi udara di Kota Medan berbasis Internet of Things (IoT) dirancang dengan menggunakan Aplikasi berbasis web dan DBMS MySQL, dengan pengguna terbagi menjadi Admin dan User dari berbagai bidang, seperti bidang Kesehatan, Badan Pusat Statistik (BPS), dan pemerintah Kota Medan.

Terdapat 3 tampilan *User Interface* yang ada pada aplikasi SiMPU berbasis web yaitu, tampilan *User Interface user*, tampilan *login*, dan tampilan *User Interface admin*.

#### 1. *User Interface user*

Berikut adalah tampilan *User Interface user*



Gambar 3.10 Tampilan User

Tampilan antarmuka aplikasi SiMPU pada web diawali dengan tampilan *user*. Pada tampilan halaman user berjalan secara realtime tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Point 1 adalah narasi singkat mengenai kota medan dan polusinya
2. Point 2 adalah menu Data lokasi yaitu untuk membuka *form data* polusi yang ditangkap secara langsung melalui perangkat *IoT* SiMPU
3. Point 3 adalah tombol navigasi untuk menentukan tanggal yang ingin kita tentukan untuk mendapatkan informasi mengenai data polusi
4. Point 4 merupakan informasi presentase hasil kualitas polusi udara pada tanggal yang telah ditentukan.
5. Point 5 merupakan tombol untuk *login*, digunakan untuk admin agar dapat masuk dan mengakses sistem

## 2. Tampilan Login

Berikut adalah tampilan login pada aplikasi sistem monitoring polusi udara dikota Medan berbasis *internet of things (IoT)*



Gambar 3.11 Tampilan Login Admin

Pada tampilan halaman form login SiMPU untuk admin dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Point 1 menunjukkan isian *textbox* untuk mengisi *username* dan *password user/admin*
2. Point 2 adalah tombol navigasi *login* untuk melakukan pengecekan ke basis data isian *username* dan *password*, apabila *username* dan *password* telah terdokumentasi pada basis data, maka SIMBUMIL akan terbuka, apabila *username* dan *password* salah maka sistem akan memberi keterangan gagal masuk.

Pengguna yang dapat mengakses SiMPU ini dikelompokkan menjadi 2 (dua) yaitu *Admin* dan *User*. *Admin* memiliki peran sebagai berikut :

- a. Memantau keamanan informasi dalam sistem informasi terhadap kerusakan, pemodifikasian atau akses yang tidak sah
- b. Memberikan informasi data, untuk diinputkan ke sistem
- c. Melakukan perbaikan jika terjadi error atau kerusakan pada SiMPU
- d. Melakukan backup database dan folder secara rutin
- e. Pengelola data, baik untuk proses menambah, mengedit, mencari, menampilkan dan menghapus data

Sedangkan *user* mempunyai peran sebagai berikut : untuk menggunakan sistem SiMPU agar mendapatkan informasi mengenai polusi udara di kota medan.

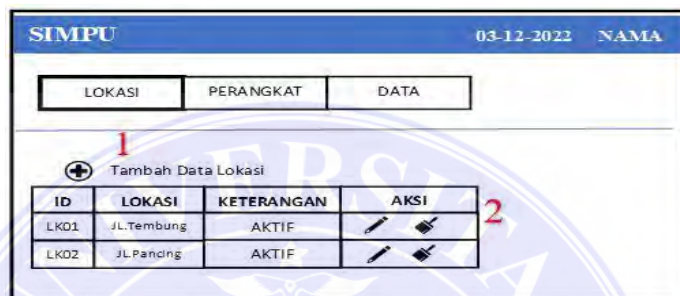


### 3. Tampilan *Admin*

Pada tampilan halaman *admin* terdapat 3 tab menu utama yaitu pengelolaan data lokasi, data perangkat, dan data yang dihasilkan oleh perangkat SiMPU dapat, dijelaskan sebagai berikut:

#### a. Menu Lokasi

Berikut adalah tampilan menu lokasi pada aplikasi sistem monitoring polusi udara di kota Medan berbasis *internet of things (IoT)*.



Gambar 3.12 Tampilan menu lokasi

Pada tampilan menu lokasi dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Point 1 menunjukkan tombol kontrol untuk menginput data lokasi
- 2) Point 2 adalah menu daftar lokasi yang telah terdokumentasi dan disetiap lokasi dapat di edit dan dihapus



Gambar 3.13 Tampilan *form input* data lokasi

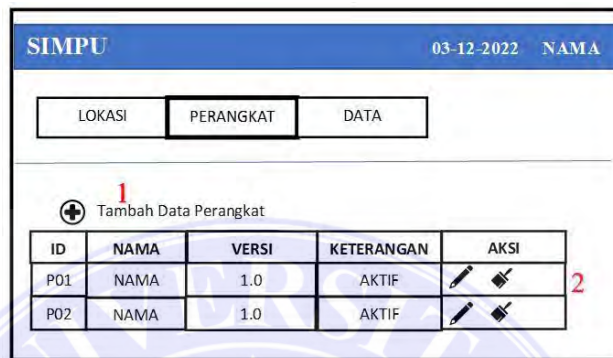
Pada tampilan *form input* data perangkat dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Point 1 merupakan *form input*-an yang berisi objek isian data, data diisi pada objek *textbox* sebagai isian
- 2) Point 2 merupakan tombol kontrol yang terdiri dari :
  - a) Tombol simpan data yaitu tombol yang berfungsi untuk menyimpan *input*-an data perangkat.

b) Tombol *cancel* yaitu tombol untuk membatalkan proses *input* data perangkat.

#### b. Menu Perangkat

Berikut adalah tampilan menu perangkat pada aplikasi sistem monitoring polusi udara di kota Medan berbasis *internet of things (IoT)*.



Gambar 3.14 Tampilan menu perangkat

Pada tampilan menu perangkat dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Point 1 menunjukkan tombol kontrol untuk menginput data perangkat
- 2) Point 2 adalah menu daftar perangkat yang telah terdokumentasi dan disetiap lokasi dapat di edit dan dihapus



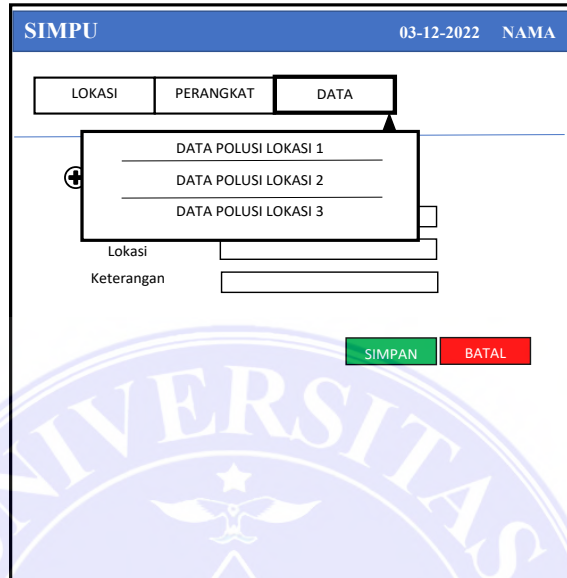
Gambar 3.15 Tampilan *form input* data perangkat

Pada tampilan form input data perangkat dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Point 1 merupakan form inputan yang berisi objek isian data, data diisi pada objek textbox sebagai isian.
- 2) Point 2 merupakan tombol kontrol yang terdiri dari :
  - a) Tombol simpan data yaitu tombol yang berfungsi untuk menyimpan inputan data perangkat.
  - b) Tombol cancel yaitu tombol untuk membatalkan proses input data perangkat.

c. Menu Data

Berikut adalah tampilan menu data pada aplikasi sistem monitoring polusi udara di kota Medan berbasis *internet of things (IoT)*.



Gambar 3.16 Tampilan menu data

Pada tampilan menu data dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Pada menu data terdapat 3 (tiga) pilihan data yang ingin di cari, dan akan menampilkan data polusi udara disetiap lokasi secara realtime.



Gambar 3.17 Tampilan Daftar Data

Pada tampilan ini menunjukkan data polusi udara berdasarkan tanggal dalam bentuk table. Untuk melihat secara rinci data setiap jam, menit dan detik, dan pada setiap menu data terdapat tombol untuk mencetak laporan sesuai tanggal yang telah ditentukan.

LAPORAN MONITORING KUALITAS POLUSI UDARA DI KOTA MEDAN			
NO	NILAI CO	WAKTU	KONDISI UDARA

KATEGORI	%
BAIK	40%
SEDANG	30%
TIDAK SEHAT	15%
SANGAT TIDAK SEHAT	10%
BERBAHAYA	5%

Gambar 3.18 Tampilan laporan

Berikut gambar tampilan laporan data hasil monitoring kualitas udara di kota Medan menurut tanggal yang telah ditentukan, dan telah dikualifikasikan menurut nilai CO nya, laporan ini dapat di *download* maupun dicetak.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini telah berhasil merancang perangkat keras dan perangkat lunak sistem monitoring polusi udara di kota Medan berbasis *internet of things* yang diberinama SIMPU
2. Prototipe SIMPU diaplikasikan pada 3 (tiga) lokasi yaitu (1) Jalan Sei Deli, (2) Tembung, dan (3) PT.KIM (Kawasan Industri Medan) dan menghasilkan 249.364 data.
3. Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak SIMPU berjalan dengan baik, hal ini dapat dilihat bahwa pototipe berhasil mengirimkan dataset polusi yaitu data CO dari 3 lokasi tersebut dan tersimpan pada database secara real time.
4. Kestabilan jaringan internet yang digunakan pada sistem sangat berpengaruh terhadap proses pengiriman data hasil pembacaan sensor.
5. Sistem ini dapat menjadi media penyebaran informasi tentang polusi udara di Kota Medan khususnya pada Jalan Sei Deli, Tembung, dan PT.KIM (Kawasan Industri Medan).

#### 5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem monitoring kualitas udara berbasis *internet of things* di kota Medan adalah sebagai berikut.

1. Pemantauan polusi udara dapat dikembangkan pada banyak titik di kota Medan, khususnya lokasi padat kendaraan bermotor.
2. Prototipe SIMPU masih menghasilkan satu polusi saja yaitu CO, sehingga perlu adanya pengembangan agar dapat memperoleh banyak jenis polusi seperti PM10 (Partikulat ), NO<sub>2</sub> (Nitrogen dioksida), SO<sub>2</sub> (Sulfur Dioksida), HC (Hidrocarbon).

## DAFTAR PUSTAKA

- Rohani. (2018). Analisis Potensi Penduduk Menggunakan Model Gravitasi di Kota Medan. *Jurnal Pendidikan Ilmu-Ilmu Sosial*.
- Cahyono, G. H. (2019). Internet Of Things (Sejarah, Teknologi dan Penerapannya). *Forum Teknologi*, 35-40.
- Karisma, A. I., Kurniawan, F., & Hanani, A. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring Environment Area Tempat Tinggal Mahasiswa Berbasis IoT. *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 51-55.
- Budiyanti, d. T. (2021). *Buku Ajar Internet of Things*. Semarang: CV ASTA KARYA KREATIVA MEDIA.
- Effendy, F., & Nuqoba, B. (2016). Sistem Monitoring Online untuk Perusahaan Multi Cabang. *Jurnal ProTekInfo Vol. 3 No. 1* , 55-59.
- Nasution, M. (2021). Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik. *Journal of Electrical Technology, Vol. 6, No.1*, 35-40.
- Erawan, L. (2016). *Cascading Style Sheet*. Diktat Pemrograman Web.
- Afif, M. T., & Pratiwi, I. A. (2015). Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid dan Nickel-Metal Hydride Pada Penggunaan Mobil Listrik - Review. *Jurnal Rekayasa Mesin Vol.6, No.2*, 95-99.
- Girsang, A. P., & Sinuraya, B. (2019). Analisis Perancangan Prototype Internet of Things (IoT) Pada STMIK NEUMANN. *PUBLIKASI ILMIAH TEKNOLOGI INFORMASI NEUMANN (PITIN) P-ISSN :2548-5997*, 1-2.
- M Ihaab Munabbih, D. (2020). Rancang Bangun Sistem Pemantau Kualitas Udara. *TRANSMISI, 22, (1)*(p-ISSN 1411-0814 e-ISSN 2407-6422).
- Pahlevi, O., Mulyani, A., & Khoir, M. (2018). Sistem Informasi Inventori Barang Menggunakan Metode Object Oriented Di PT. LIVAZA TEKNOLOGI INDONESIA Jakarta. *Jurnal PROSISKO Vol. 5 No. 1*, 27-35.
- Sandri Linna Sengkey, D. (2011). Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas. *Jurnal Ilmiah MEDIA ENGINEERING, Vol. 1, No. 2*(ISSN 2087-9334 (119-126)).
- Sovia, R., & Febio, J. (2011). Membangun Aplikasi E-library Menggunakan HTML, PHP SCRIPT, Dan MYSQL Database. *Jurnal PROCESSOR Vol. 6, No.2*, 38-54.
- Taufik Rachman, D. (2021). Sistem Monitoring Kualitas Udara Pada Lingkungan Perumahan Berbasis IoT Dengan NODEMCU.
- Usman, M. K. (2020). Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya. *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik, Vol.9, No.2*, 52-58.
- Ya'kut, H. A., P.W, A. Y., & D, H. A. (2017). Rancang Bangun Sistem Pengukur Gas Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Sensor MQ-7 Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 16A. 1-5.
- Putri, M. N., Handayani, A. S., & Rose, M. M. (2020). Sistem Monitoring Kualitas Udara dengan Platform Web. *Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Informatika*, 56.
- Mulyadi. (2015). Paparan Timbal Udara terhdap Timbal Darah, Hemogloblin, Cystatin C Serum Pekerja Pengecatan Mobil. *Jurnal Kemas*, 11.
- Basri, S., Bujawati, E., Amansyah, M., Habibi, & Samsiana. (2015). Analisis Risiko KEsehatan Lingkungan (Mdel Pengukuran Risiko Pencemaran Udara terhadap Kesehatan). *Jurnal Kesehatan*, 7.
- Mursinto, D., & Kusumawardani, D. (2016). Estimasi Dampak Ekonomi Dari Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 164.
- Cahyono, T. (2017). *Penyehatan Udara*. Edited by Erang Risanto. Yogyakarta: Penerbit ANDI (Anggota IKAPI).

## LAMPIRAN

**turnitin** Similarity Report ID: oid:29477:37378930

PAPER NAME	AUTHOR
skripsi theofil (178160076) 3.pdf	Theofil Tri Saputra Sibarani
WORD COUNT	CHARACTER COUNT
10805 Words	65086 Characters
PAGE COUNT	FILE SIZE
57 Pages	1.8MB
SUBMISSION DATE	REPORT DATE
Jun 12, 2023 12:02 PM GMT+7	Jun 12, 2023 12:03 PM GMT+7

**22% Overall Similarity**  
The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 20% Internet database
- 4% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 14% Submitted Works database

**Excluded from Similarity Report**

- Small Matches (Less than 10 words)







Contoh Data Mentah Hasil Perangkat

	A	B	C	D	E
27	2252;"3";"64";"2022-07-07 00:13:09"				
28	2253;"3";"70";"2022-07-07 00:13:39"				
29	2254;"3";"70";"2022-07-07 00:14:10"				
30	2255;"3";"70";"2022-07-07 00:14:40"				
31	2256;"3";"70";"2022-07-07 00:15:10"				
32	2257;"3";"70";"2022-07-07 00:15:40"				
33	2258;"3";"65";"2022-07-07 00:16:11"				
34	2259;"3";"70";"2022-07-07 00:16:41"				
35	2260;"3";"72";"2022-07-07 00:17:11"				
36	2261;"3";"70";"2022-07-07 00:17:41"				
37	2262;"3";"70";"2022-07-07 00:18:11"				
38	2263;"3";"72";"2022-07-07 00:18:41"				
39	2264;"3";"72";"2022-07-07 00:19:11"				
40	2265;"3";"70";"2022-07-07 00:19:41"				
41	2266;"3";"72";"2022-07-07 00:20:11"				
42	2267;"3";"72";"2022-07-07 00:20:41"				
43	2268;"3";"72";"2022-07-07 00:21:12"				
44	2269;"3";"72";"2022-07-07 00:21:42"				
45	2270;"3";"72";"2022-07-07 00:22:12"				
46	2271;"3";"72";"2022-07-07 00:22:42"				
47	2272;"3";"65";"2022-07-07 00:23:12"				
48	2273;"3";"70";"2022-07-07 00:23:42"				
49	2274;"3";"72";"2022-07-07 00:24:12"				
50	2275;"3";"72";"2022-07-07 00:24:42"				
51	2276;"3";"70";"2022-07-07 00:25:12"				
52	2277;"3";"70";"2022-07-07 00:25:43"				
	data				
	A	B	C	D	E
1	2226;"3";"72";"2022-07-07 00:00:05"				
2	2227;"3";"74";"2022-07-07 00:00:36"				
3	2228;"3";"74";"2022-07-07 00:01:06"				
4	2229;"3";"67";"2022-07-07 00:01:36"				
5	2230;"3";"67";"2022-07-07 00:02:06"				
6	2231;"3";"74";"2022-07-07 00:02:36"				
7	2232;"3";"74";"2022-07-07 00:03:06"				
8	2233;"3";"74";"2022-07-07 00:03:36"				
9	2234;"3";"74";"2022-07-07 00:04:07"				
10	2235;"3";"74";"2022-07-07 00:04:37"				
11	2236;"3";"74";"2022-07-07 00:05:07"				
12	2237;"3";"74";"2022-07-07 00:05:37"				
13	2238;"3";"73";"2022-07-07 00:06:07"				
14	2239;"3";"73";"2022-07-07 00:06:37"				
15	2240;"3";"72";"2022-07-07 00:07:07"				
16	2241;"3";"72";"2022-07-07 00:07:38"				
17	2242;"3";"72";"2022-07-07 00:08:08"				
18	2243;"3";"72";"2022-07-07 00:08:38"				
19	2244;"3";"72";"2022-07-07 00:09:08"				
20	2245;"3";"72";"2022-07-07 00:09:38"				
21	2246;"3";"72";"2022-07-07 00:10:08"				
22	2247;"3";"70";"2022-07-07 00:10:38"				
23	2248;"3";"65";"2022-07-07 00:11:08"				
24	2249;"3";"70";"2022-07-07 00:11:38"				
25	2250;"3";"70";"2022-07-07 00:12:09"				
26	2251;"3";"70";"2022-07-07 00:12:39"				
	data				



# UNIVERSITAS MEDAN AREA

## FAKULTAS TEKNIK

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate/Jalan PBSI Nomor 1 ☎(061) 7366878, 7360168, 7364348, 7366781, Fax.(061) 7366998 Medan 20223  
Kampus II : Jalan Seliabudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A, ☎(061) 8225602, Fax. (061) 8226331 Medan 20122  
Website: [www.teknik.uma.ac.id](http://www.teknik.uma.ac.id) E-mail: [univ\\_medanarea@uma.ac.id](mailto:univ_medanarea@uma.ac.id)

Nomor : 249/FT.6/01.10/VIII/2022

15 Agustus 2022

Lamp : -

H a l : **Perubahan Judul Tugas Akhir & Perpanjang SK Pembimbing Tugas Akhir**

Yth, Pembimbing Tugas Akhir  
**Susilawati, S.Kom, M.Kom**  
**Dr. Rahmadsyah, S. Kom. M. Kom**  
di  
Tempat

Dengan hormat,  
Sehubungan dengan adanya perubahan judul tugas akhir dan telah berakhirnya waktu masa berlaku SK pembimbing nomor 218/FT.6/01.10/XI/2021 pada tanggal 29 November 2021 maka perlu diterbitkan kembali SK Pembimbing Skripsi baru atas nama mahasiswa tersebut :

N a m a : Theofil Saputra Sibarani  
N P M : 178160076  
Jurusan : Informatika

Maka dengan hormat kami mengharapkan kesediaan saudara :

1. **Susilawati, S.Kom, M.Kom** (Sebagai Pembimbing I)
2. **Dr. Rahmadsyah, S. Kom. M. Kom** (Sebagai Pembimbing II)

Adapun Tugas Akhir Skripsi berjudul :

**“Perancangan Prototype Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Monitoring Polusi Udara di Kota Medan Berbasis Internet Of Things (IoT)”.**

SK Pembimbing ini berlaku selama enam bulan terhitung sejak SK ini diterbitkan. Jika proses pembimbing melebihi batas waktu yang telah ditetapkan, SK ini dapat ditinjau ulang.

Demikian kami sampaikan, atas kesediaan saudara diucapkan terima kasih.

  
Dekan,  
  
Dr. Rahmad Syah, S. Kom, M. Kom



# UNIVERSITAS MEDAN AREA FAKULTAS TEKNIK

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate/Jalan PBSI Nomor 1 ☎(061) 7366878, 7360168, 7364348, 7366781, Fax.(061) 7366998 Medan 20223  
Kampus II : Jalan Setiabudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A, ☎ (061) 8225602, Fax. (061) 8226331 Medan 20122  
Website: [www.teknik.uma.ac.id](http://www.teknik.uma.ac.id) E-mail: [univ\\_medanarea@uma.ac.id](mailto:univ_medanarea@uma.ac.id)

Nomor : 177/FT.6/01.10/X/2021

25 Oktober 2021

Lamp : -

H a l : **Penelitian Dan Pengambilan Data Tugas Akhir**

Yth. Pimpinan PT. Kolibri Indonesia  
Jl. Yos Sudarso Lorong 14C  
Di  
Medan

Dengan hormat,  
Kami mohon kesediaan Bapak/Ibu berkenan untuk memberikan izin dan kesempatan kepada mahasiswa kami tersebut dibawah ini :

NO	N A M A	N P M	PRODI
1	Theofil Tri Saputra Sibarani	178160076	Informatika

Untuk melaksanakan Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir pada perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu Pimpin.

Perlu kami jelaskan bahwa Pengambilan Data tersebut adalah semata-mata untuk tujuan ilmiah dan Skripsi yang merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa tersebut untuk mengikuti ujian sarjana lengkap pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area dan tidak untuk dipublikasikan, dengan judul penelitian :

**Pemodelan dan Analisis Perangkat Keras untuk Monitoring Kualitas Udara di Kota Medan Berbasis *Internet Of Things (IoT)***

Atas perhatian dan kerja sama yang baik diucapkan terima kasih.

A Dekan,  
  
Dr. H. Dina Maizana, MT

Tembusan :

1. Ka. BAMAI
2. Mahasiswa
3. File



**PT. Kolibri Indonesia**  
Jl. Yos Sudarso, Kiv. C,  
Glasuk Barat, Medan Barat, Sumatera Utara 20116

**Online your Effort**

http://www.kolibriindonesia.com  
e-mail : marketing@kolibriindonesia.com

Medan, 25 Januari 2022

**Nomor** : 073 / KLER.02/1/2022  
**Lamp.** : -  
**Perihal** : Surat selesai penelitian

**Kepada Yth.**  
**Dekan Fakultas Teknik**  
**Universitas Medan Area**  
**Di**

**Tempat,**

Dengan hormat, Bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini :

NO	Mahasiswa	NPM	Judul Penelitian
1	Johannes K Siahaan	178160092	Penerapan Metode Naive Bayes Untuk Menentukan Tingkat Polusi Udara di Kota Medan
2	Frayogi Permana	178160008	Penerapan Algoritma Fuzzy Mamdani untuk Menentukan Kualitas Udara di Kota Medan
3	Sapri Tua Halomoan Siagian	178160044	Penerapan Kriptografi RSA Untuk Pengamanan Data Monitoring Kualitas Udara di Kota Medan
4	Theofil Tri Saputra Sibarani	178160076	Pemodelan dan Analisis Perangkat Keras Untuk Monitoring Kualitas Udara di Kota Medan berbasis Internet of Things (IoT)

Adalah benar telah menyelesaikan penelitian untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan studinya di laboratorium teknis PT. Kolibri Indonesia. Penelitian tersebut telah dilaksanakan mulai bulan November 2021 sampai dengan Januari 2022

Demikian surat ini disampaikan untuk dapat diketahui dan dipergunakan seperlunya

Direktur

PT Kolibri Indonesia

  
Stephanus Priyowidodo, M. Kom

**Tembusan :**  
- File