

**SKRIPSI**  
**ANALISIS KUALITAS UDARA PARTIKULAT PM<sub>2,5</sub> PADA**  
**TRANSPORTASI TERBUKA DAN TERTUTUP**  
**MENGGUNAKAN *LOW COST SENSOR***  
**DI KOTA MEDAN**  
**TAHUN 2025**



**OLEH:**  
**RIMA MELATI SITOPU**  
**P00933221046**

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA**  
**JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN**  
**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN**  
**SANITASI LINGKUNGAN**  
**TAHUN 2025**

## **SKRIPSI**

# **ANALISIS KUALITAS UDARA PARTIKULAT PM<sub>2,5</sub> PADA TRANSPORTASI TERBUKA DAN TERTUTUP MENGUNAKAN LOW COST SENSOR DI KOTA MEDAN TAHUN 2025**

*Sebagai Syarat Menyelesaikan Pendidikan Program Studi Sarjana  
Terapan Sanitasi Lingkungan*



**Kemenkes  
Poltekkes Medan**

**OLEH :**

**RIMA MELATI SITOPU  
NIM : P00933221046**

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA  
POLITEKNIK KESEHATAN MEDAN JURUSAN  
KESEHATAN LINGKUNGAN PROGRAM  
STUDI SARJANA TERAPAN  
SANITASI LINGKUNGAN  
TAHUN 2025**

## LEMBAR PERSETUJUAN

JUDUL : ANALISIS KUALITAS UDARA PARTIKULAT  $PM_{2,5}$  PADA  
TRANSPORTASI TERBUKA DAN TERTUTUP  
MENGUNAKAN LOW COST SENSOR  
DI KOTA MEDAN TAHUN 2025

NAMA : RIMA MELATI SITOPU  
NIM : P00933221046

*Skripsi Ini Telah Diterima dan Disetujui Untuk  
Diseminarkan Dihadapan Penguji  
Kabanjahe, Juni 2025*

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing**

  
**Mustar Rusli SKM, M. Kes**  
**NIP.196906081991002**

**Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan  
Kemenkes Politeknik Kesehatan Medan**



**Haesti Sembiring, SST, M. Sc**  
**NIP.19720618197032003**

## LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : ANALISIS KUALITAS UDARA PARTIKULAT  $PM_{2.5}$  PADA  
TRANSPORTASI TERBUKA DAN TERTUTUP  
MENGUNAKAN LOW COST SENSOR  
DI KOTA MEDAN TAHUN 2025**

**NAMA : RIMA MELATI SITOPU  
NIM : P00933221046**

*Skripsi Ini Telah Diuji Pada Seminar Ujian Akhir  
Jurusan Kesehatan Lingkungan Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan  
Kemenkes Politeknik Kesehatan RI Medan  
Kabanjahe, Juni 2025*

Menyetujui,

Penguji I



Dr. Eng. Muhammad Amin, ST, M. Eng

Penguji II



Restu Aullani S.T.M. Si  
NIP. 198802132009122002

Ketua Penguji



Mustar Rusli SKM.M.Kes  
NIP. 196906081991002

Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan  
Kemenkes Politeknik Kesehatan Medan



Haesti Sembiring, SST, MSc  
NIP. 197206181997032003

## BIODATA PENULIS



### DATA DIRI

Nama : RIMA MELATI SITOPU

Nomor Induk Mahasiswa : P00933221046

Tempat, Tanggal Lahir : SUNGAI BUAYA, 26 JANUARI 2003

Jenis Kelamin : PEREMPUAN

Agama : KRISTEN PROTESTAN

Anak Ke : 1 DARI 3 BERSAUDARA

Nama Ayah : LUTHER SITOPU

Nama Ibu : SARNI Br SILANGIT

Alamat : DAMAK GELUGUR

### RIWAYAT PENDIDIKAN

SD : (2009-2015) SDN 105397 TAPAK MERIAH

SMP : (2015-2018) SMPN 1 KOTARIH

SMA : (2018-2021) SMAN 1 KOTARIH

DIPLOMA IV : (2021-2025) KEMENKES POLTEKKES  
MEDAN SARJANA TERAPAN SANITASI  
LINGKUNGAN

## **SURAT PERNYATAAN**

### **ANALISIS KUALITAS UDARA PARTIKULAT PM<sub>2,5</sub> PADA TRANSPORTASI TERBUKA DAN TERTUTUP MENGGUNAKAN LOW COST SENSOR DI KOTA MEDAN TAHUN 2025**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar Pustaka.

Kabanjahe, Juni 2025

Rima Melati Sitopu  
NIM.P00933221046



KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA  
POLITEKNIK KESEHATAN MEDAN  
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
KABANJAHE, JUNI 2025

RIMA MELATI SITOPU

**“ANALISIS KUALITAS UDARA PARTIKULAT  $PM_{2,5}$  PADA  
TRANSPORTASI TERBUKA DAN TERTUTUP MENGGUNAKAN *LOW  
COST SENSOR* DI KOTA MEDAN TAHUN 2025”**

**XIV + 60 Halaman, 14 Tabel, 10 Gambar, 12 Lampiran**

## **ABSTRAK**

Kualitas udara di kawasan perkotaan seperti Kota Medan semakin mengkhawatirkan, terutama akibat pencemaran partikulat meter halus yang disebut dengan  $PM_{2,5}$ .  $PM_{2,5}$  sangat beresiko terhadap kesehatan manusia yang dapat memberikan dampak buruk dan berdampak sangat merugikan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan konsentrasi  $PM_{2,5}$  pada transportasi terbuka (sepeda motor) dan tertutup (bus listrik) menggunakan alat *Low-Cost Sensor (Purple Air)*. Metode yang digunakan adalah deskriptif analitik dengan pengambilan data dilakukan selama tiga hari pada jam sibuk (pagi, siang, sore) dengan rute perjalanan J.City–Plaza Medan Fair–J.City.

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata konsentrasi  $PM_{2,5}$  pada transportasi terbuka sebesar  $53,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan nilai AQI 135,81, sedangkan pada transportasi tertutup sebesar  $37,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan nilai AQI 106,01. Hasil uji independent t-test menunjukkan nilai signifikansi (2-tailed) sebesar 0,001 ( $<0,05$ ), yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara kedua jenis transportasi. Nilai-nilai tersebut berada pada kategori "*Unhealthy for Sensitive Groups*" hingga "*Unhealthy*". Temuan ini mengindikasikan bahwa pengguna transportasi terbuka lebih tinggi terpapar polusi udara dibandingkan transportasi tertutup. Penelitian ini merekomendasikan pentingnya pengembangan transportasi umum ramah lingkungan dan perlunya pemantauan kualitas udara secara berkala di kawasan perkotaan.

**Kata kunci:  $PM_{2,5}$ , Transportasi Terbuka, Transportasi Tertutup, Bus Listrik, Sepeda Motor**

**MEDAN HEALTH POLYTECHNIC OF MINISTRY OF HEALTH  
BACHELOR PROGRAM OF APPLIED HEALTH SCIENCE IN  
ENVIRONMENTAL HEALTH, KABANJAHE  
THESIS, JULY 2025**

**RIMA MELATI SITOPU**

**"ANALYSIS OF PM2.5 PARTICULATE AIR QUALITY IN OPEN AND  
CLOSED TRANSPORTATION USING A LOW-COST SENSOR IN MEDAN  
CITY IN 2025"**

**XIV + 60 Pages, 14 Tables, 10 Figures, 12 Appendices**

**ABSTRACT**

Air quality in urban areas like Medan City is becoming a growing concern, primarily due to pollution from fine particulate matter PM2.5, which poses a risk to human health.

This study aims to analyze the comparison of PM2.5 concentrations in open transportation (motorcycles) and closed transportation (electric buses) using a Low-Cost Sensor (Purple Air). The method used was analytical descriptive, with data collection conducted over three days during peak hours (morning, noon, and evening) on the J.City–Plaza Medan Fair–J.City route.

The results showed that the average PM2.5 concentration in open transportation was 53.48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  with an AQI (Air Quality Index) of 135.81. In contrast, in closed transportation, the average was 37.46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  with an AQI of 106.01. The independent t-test result showed a significance value (2-tailed) of 0.001 ( $p < 0.05$ ), indicating a significant difference between the two types of transportation. These values fall into the categories of "Unhealthy for Sensitive Groups" to "Unhealthy." These findings suggest that users of open transportation are exposed to significantly higher air pollution than those in closed transportation. This study recommends the importance of developing environmentally friendly public transportation and the need for regular air quality monitoring in urban areas.

**Keywords: PM2.5, Open Transportation, Closed Transportation, Electric Bus, Motorcycle**



**CONFIRMED HAS BEEN TRANSLATED BY :**

*Language Laboratory of Medan Health Polytechnic of The  
Ministry of Health*



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat dan rahmatNya sehingga Skripsi ini dapat selesai tepat waktu yang telah ditentukan. Skripsi berjudul “ ANALISIS KUALITAS UDARA PARTIKULAT PM<sub>2,5</sub> PADA TRANSPORTASI TERBUKA DAN TERTUTUP MENGGUNAKAN *LOW-COST SENSOR* DI KOTAMEDAN TAHUN 2025”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan Pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan pada Kemenkes Politeknik Kesehatan Medan.

Dalam Menyusun Skripsi ini, penulis tidak lepas dari berbagai kesulitan dan hambatan, namun berkat bantuan dan dorongan berbagai pihak maka penulis dapat menyelesaikannya. Dalam kesempatan ini penulis juga menyampaikan rasa terimakasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Tengku Sri Wahyuni, SSi, M. Keb selaku Plt. Direktur Kemenkes Poltekkes Medan.
2. Ibu Haesti Sembiring, SST, MSc selaku Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan.
3. Ibu Risnawati Tanjung, SKM, M.Kes selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan.
4. Bapak Mustar Rusli SKM, M, Kes selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing serta memberikan saran dalam penulisan Skripsi ini.
5. Bapak Dr. Eng Muhammad Amin ST, M. Eng dan Ibu Restu Auliani ST, Msi selaku dosen penguji saya telah memberikan saya banyak bantuan motivasi dan dukungan dalam pembuatan skripsi ini
6. Seluruh Dosen dan Staf Pendidikan Kemenkes Politeknik Kesehatan Kabanjahe yang telah membekali ilmu pengetahuan dan membantu selama penulis mengikuti perkuliahan.
7. Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Medan yang telah memberikan Izin untuk melakukan riset dalam penelitian saya

8. Bapak tercinta Alm. Luther Sitopu terimakasih atas segala pengorbanan,kasih sayang dan segala bentuk tanggung jawab atas kehidupan layak yang bapak berikan selama hidup, Terimakasih telah menjadi alasan penulis untuk berjuang meraih gelar Sarjana yang bapak impikan, Semoga Bapak bangga dengan usaha dan perjuanganku selama ini.
9. Ibu saya yang tiada henti nya memperjuangkan hidup saya sejak saya lahir hingga saya dewasa, terimakasih telah menyayangi, menafkahi dan merayakan saya dengan sehalus dan sepuh nya, kepada adik saya yang terkasih Mega dan Sandro yang telah mau ikut berjuang sejak ditinggal bapak hingga sekarang.
10. Kepada para sahabat saya yang mendukung dan menemani saya sejak awal perkuliahan hingga selesai Agitha,Hizkia,Gloria,Hana, Deswika ,Chindi dan Elsa.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Skripsi ini belum sempurna, untuk itu penulis mengharapkan saran yang bersifat membangun dalam kesempurnaan penulisan Skripsi ini. Akhir kata dengan segala kerendahan hati penulis mengarapkan Skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Terimakasih.

Kabanjahe, Juni 2025

Rima Melati Sitopu  
NIP.P00933221046

## DAFTAR ISI

|                                                                      |                              |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| LEMBAR PERSETUJUAN .....                                             | i                            |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                              | i                            |
| BIODATA PENULIS .....                                                | iii                          |
| ABSTRAK .....                                                        | v                            |
| ABSTRACT.....                                                        | Error! Bookmark not defined. |
| KATA PENGANTAR .....                                                 | vi                           |
| DAFTAR ISI.....                                                      | ix                           |
| DAFTAR TABEL .....                                                   | xii                          |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                  | xiii                         |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                | xiv                          |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                              | 1                            |
| A. Latar Belakang.....                                               | 1                            |
| B. Rumusan Masalah .....                                             | 4                            |
| C. Tujuan .....                                                      | 4                            |
| C.1 Tujuan Umum .....                                                | 4                            |
| C.2 Tujuan Khusus.....                                               | 4                            |
| D. Manfaat.....                                                      | 5                            |
| D.1 Manfaat Bagi Penelitian .....                                    | 5                            |
| D.2 Manfaat Bagi Akademisi .....                                     | 5                            |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                                        | 6                            |
| A. Udara .....                                                       | 6                            |
| A.1 Pengertian Udara.....                                            | 6                            |
| A.2 Pencemaran Udara.....                                            | 6                            |
| A.3 Kualitas Udara dalam Ruangan ( <i>Indoor Air Quality</i> ) ..... | 7                            |
| A.4 Persyaratan Udara Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 .....             | 8                            |
| A.5 Indeks Air Quality atau Air Quality Index (AQI) .....            | 10                           |
| B. Partikulat di Udara.....                                          | 11                           |
| B.1 Partikulat Meter (PM) .....                                      | 11                           |
| B.2 PM <sub>2,5</sub> .....                                          | 12                           |

|                |                                                                  |           |
|----------------|------------------------------------------------------------------|-----------|
| B.3            | Dampak PM <sub>2,5</sub> Terhadap Kesehatan .....                | 13        |
| C.             | Transportasi .....                                               | 14        |
| C.1            | Moda Transportasi .....                                          | 14        |
| C.2            | Bus Listrik .....                                                | 15        |
| C.3            | Sepeda motor .....                                               | 16        |
| D.             | Emisi Transportasi Bermotor .....                                | 16        |
| E.             | Polusi Udara di Rumah .....                                      | 18        |
| F.             | Alat Low-Cost Sensor .....                                       | 18        |
| G.             | Kerangka Teori .....                                             | 20        |
| H.             | Kerangka Konsep .....                                            | 21        |
| I.             | Defenisi Operasional .....                                       | 22        |
| <b>BAB III</b> | <b>METODE PENELITIAN .....</b>                                   | <b>24</b> |
| A.             | Jenis dan Desain Penelitian .....                                | 24        |
| A.1            | Jenis Penelitian .....                                           | 24        |
| A.2            | Desain Penelitian .....                                          | 24        |
| B.             | Waktu dan Tempat Penelitian .....                                | 24        |
| B.1            | Waktu Penelitian .....                                           | 24        |
| B.2            | Tempat Penelitian .....                                          | 25        |
| C.             | Objek Penelitian .....                                           | 26        |
| D.             | Jenis dan Cara Pengumpulan data .....                            | 26        |
| D.1            | Data Primer .....                                                | 26        |
| D.2            | Data Sekunder .....                                              | 26        |
| E.             | Pengolahan dan Analisis Data .....                               | 27        |
| <b>BAB IV</b>  | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                | <b>28</b> |
| A.             | Hasil .....                                                      | 28        |
| A.1            | Gambaran umum dan Objek Penelitian .....                         | 28        |
| A.2            | Kualitas Udara pada Transportasi tertutup (Bus Listrik) ....     | 29        |
| A.3            | Kualitas Udara pada transportasi terbuka<br>(sepeda motor) ..... | 33        |
| B.             | Pembahasan .....                                                 | 37        |
| B.1            | Kualitas Udara pada transportasi tertutup (Bus Listrik) .....    | 37        |

|                                         |                                                                                                                      |           |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| B.2                                     | Kualitas Udara Pada Transportasi Terbuka (Sepeda Motor) .....                                                        | 43        |
| B.3                                     | Perbandingan Kualitas Udara Pada Transportasi Tertutup (Bus Listrik) Dan Angkuran Umum Terbuka (Sepeda Motor ) ..... | 49        |
| B.4                                     | Kualitas Udara Pada Transportasi Tertutup (Bus Listrik) Dan Didalam Rumah .....                                      | 54        |
| B.5                                     | Kualitas Udara Pada Transportasi Terbuka Sepeda motor Dan Didalam Rumah .....                                        | 57        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> |                                                                                                                      | <b>59</b> |
| A.                                      | Kesimpulan .....                                                                                                     | 59        |
| B.                                      | Saran .....                                                                                                          | 61        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>             |                                                                                                                      | <b>62</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                    |                                                                                                                      | <b>2</b>  |

## DAFTAR TABEL

|             |                                                                                                                      |    |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1  | Baku Mutu Parameter Fisik Kualitas Udara .....                                                                       | 9  |
| Tabel 2. 2  | Defenisi Operasional .....                                                                                           | 22 |
| Tabel 4. 1  | Konsentrasi $PM_{2,5}$ Pada Transportasi Tertutup (Bus Listrik)...                                                   | 30 |
| Tabel 4. 2  | Konsentrasi Air Quality Index (AQI) Pada Transportasi<br>Tertutup Bus Listrik .....                                  | 32 |
| Tabel 4. 3  | Konsentrasi $PM_{2,5}$ dan Indeks Kualitas Udara atau Air<br>Quality Index (AQI) Bus Listrik Beserta Kategori .....  | 33 |
| Tabel 4. 4  | Konsentrasi $PM_{2,5}$ Pada TransportasiTerbuka (sepeda<br>motor) .....                                              | 34 |
| Tabel 4. 5  | Konsentrasi Air Quality Index (AQI) Pada Transportasi<br>Terbuka sepeda motor .....                                  | 36 |
| Tabel 4. 6  | Konsentrasi $PM_{2,5}$ dan Indeks Kualitas Udara atau Air<br>Quality Index (AQI) Sepeda Motor Beserta Kategori ..... | 37 |
| Tabel 4. 7  | Konsentrasi $PM_{2,5}$ dan Air Quality Index pada bus Listrik<br>pada hari pertama .....                             | 38 |
| Tabel 4. 8  | Konsentrasi $PM_{2,5}$ dan Air Quality Index pada bus Listrik<br>pada hari kedua .....                               | 40 |
| Tabel 4. 9  | Konsentrasi $PM_{2,5}$ Dan Air Quality Index Pada Bus Listrik<br>Pada Hari Ketiga .....                              | 42 |
| Tabel 4. 10 | Konsentrasi $PM_{2,5}$ dan Air Quality Index pada Sepeda<br>Motor pada hari pertama .....                            | 44 |
| Tabel 4. 11 | Konsentrasi $PM_{2,5}$ dan Air Quality Index pada Sepeda<br>Motor pada hari kedua .....                              | 46 |
| Tabel 4. 12 | Konsentrasi $PM_{2,5}$ dan Air Quality Index pada Sepeda<br>Motor pada hari ketiga .....                             | 48 |

## DAFTAR GAMBAR

|             |                                                                                                                                    |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 | Indeks Kualitas Udara ( <i>Air Quality Index</i> ).....                                                                            | 10 |
| Gambar 2. 2 | Low Cost Sensor Purple Air .....                                                                                                   | 19 |
| Gambar 2. 3 | Kerangka Teori.....                                                                                                                | 20 |
| Gambar 2. 4 | Kerangka Konsep.....                                                                                                               | 21 |
| Gambar 4. 1 | kondisi di dalam bus Listrik selama pengukuran dan<br>pengukuran menggunakan sepeda motor.....                                     | 29 |
| Gambar 4. 2 | Diagram Perbandingan Kualitas Udara Pada<br>Transportasi Tertutup (Bus Listrik) Dan Angkuran Umum<br>Terbuka (Sepeda Motor ) ..... | 49 |
| Gambar 4. 3 | perbedaan konsentrasi PM <sub>2,5</sub> pada bus Listrik selama<br>pengukuran.....                                                 | 51 |
| Gambar 4. 4 | Perbedaan konsentrasi PM <sub>2,5</sub> pada Sepeda motor<br>selama pengukuran .....                                               | 52 |
| Gambar 4. 5 | Grafik Kualitas Udara Pada Transportasi Tertutup (Bus<br>Listrik) Dan Didalam Rumah .....                                          | 54 |
| Gambar 4. 6 | Grafik Kualitas Udara Pada Transportasi Terbuka<br>Sepeda motor Dan Didalam Rumah .....                                            | 57 |



## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Tabel konsentrasi PM<sub>2,5</sub> Pada bus Listrik dan dirumah
- Lampiran 2 Tabel AQI Pada bus Listrik dan dirumah
- Lampiran 3 Tabel konsentrasi PM<sub>2,5</sub> Sepeda Motor dan dirumah
- Lampiran 4 Tabel AQI Sepeda Motor dan dirumah
- Lampiran 3 Uji Statistik
- Lampiran 6 Tabel konsentrasi PM<sub>2,5</sub> selama dalam bus Listrik
- Lampiran 7 Tabel Konsentrasi PM<sub>2,5</sub> selama pengukuran sepeda motor
- Lampiran 8 Kondisi halte dan didalam bus pada saat pengambilan data bus Listrik
- Lampiran 9 Kondisi halte dan jalanan pada saat pengambilan data dari sepeda motor
- Lampiran 10 Kondisi Bangunan Rumah Pengambilan Data
- Lampiran 11 Surat izin penelitian Bus Listrik kepada Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Medan
- Lampiran 12 Surat Balasan izin penelitian dari Badan Riset dan Inovasi Daerah Kota Medan