

SKRIPSI

**ANALISIS KUALITAS UDARA TERHADAP PAPARAN
PARTIKULAT ($PM_{2,5}$) DALAM RUANGAN LINGKUNGAN
SEKOLAH MENGGUNAKAN *LOW-COST SENSOR*
KECAMATAN KABANJAHE KABUPATEN KARO
TAHUN 2025**



OLEH:

IRNABILA RAHMA DINDA
P00933221029

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

SKRIPSI
ANALISIS KUALITAS UDARA TERHADAP PAPARAN
PARTIKULAT ($PM_{2,5}$) DALAM RUANGAN LINGKUNGAN
SEKOLAH MENGGUNAKAN *LOW-COST SENSOR*
KECAMATAN KABANJAHE KABUPATEN KARO
TAHUN 2025

Sebagai Syarat Menyelesaikan Pendidikan Program Studi
Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan



OLEH:

IRNABILA RAHMA DINDA
P00933221029

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

LEMBAR PERSETUJUAN

**JUDUL : ANALISIS KUALITAS UDARA TERHADAP PAPARAN
PARTIKULAT ($PM_{2,5}$) DALAM RUANGAN LINGKUNGAN
SEKOLAH MENGGUNAKAN LOW-COST SENSOR
KECAMATAN KABANJAHE KABUPATEN KARO TAHUN
2025**

NAMA : IRNABILA RAHMA DINDA

NIM : P00933221029

*Skripsi Ini Telah Diterima dan Disetujui
Untuk Diseminarkan Dihadapan Penguji*

Kabanjahe, Juni 2025

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**



**Restu Auliani, ST, MSi
NIP.19882132009122002**



**Haesti Sembiring, SST, M.Sc
NIP.197206181997032003**

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : ANALISIS KUALITAS UDARA TERHADAP PAPARAN
PARTIKULAT ($PM_{2,5}$) DALAM RUANGAN LINGKUNGAN
SEKOLAH MENGGUNAKAN LOW-COST SENSOR
KECAMATAN KABANJAHE KABUPATEN KARO TAHUN
2025**

NAMA : IRNABILA RAHMA DINDA

NIM : P00933221029

*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

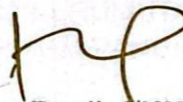
Menyetujui,

Penguji I



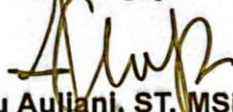
Dr. Eng. Muhammad Amin, ST, M.Eng
Staff number: 23649562

Penguji II



Mustar Rusli, SKM. M.Kes
NIP.196906081991002

Ketua Penguji



Restu Auliani, ST, MSc
NIP.19882132009122002



BIODATA PENULIS



DATA DIRI

Nama	: IRNABILA RAHMA DINDA
Nomor Induk Mahasiswa	: P00933221029
Tempat, Tanggal Lahir	: PELALAWAN, 05 NOVEMBER 2003
Jenis Kelamin	: PEREMPUAN
Agama	: ISLAM
Anak Ke	: 4 DARI 4 BERSAUDARA
Nama Ayah	: H. BAHARUDDIN (Alm)
Nama Ibu	: H. IDA
Alamat	: KERUMUTAN

RIWAYAT PENDIDIKAN

SD	: (2009-2015) SDN 002 KERUMUTAN
SMP	: (2015-2018) MTS PP YHM PANGKALAN KERINCI
SMA	: (2018-2021) SMAN 1 PANGKALAN KERINCI
DIPLOMA IV	: (2021-2025) KEMENKES POLTEKKES MEDAN SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN

SURAT PERNYATAAN

ANALISIS KUALITAS UDARA TERHADAP PAPARAN PARTIKULAT ($PM_{2,5}$) DALAM RUANGAN LINGKUNGAN SEKOLAH MENGUNAKAN *LOW-COST SENSOR* KECAMATAN KABANJAHE KABUPATEN TAHUN 2025

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

Kabanjahe, Juni 2025

IRNABILA RAHMA DINDA
NIM. P00933221029

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

IRNABILA RAHMA DINDA

**“ANALISIS KUALITAS UDARA TERHADAP PAPARAN PARTIKULAT
(PM_{2,5}) DALAM RUANGAN LINGKUNGAN SEKOLAH MENGGUNAKAN
LOW-COST SENSOR KECAMATAN KABANJAHE KABUPATEN KARO
TAHUN 2025”**

xiii + 58 Halaman, 7 Tabel, 16 Gambar, 15 Lampiran

ABSTRAK

PM_{2,5} merupakan partikel udara berukuran $\leq 2,5 \mu\text{m}$ yang dapat berdampak buruk bagi kesehatan, terutama pada anak-anak usia 5–11 tahun yang sedang berada di jenjang Sekolah Dasar (SD).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan konsentrasi PM_{2,5} dalam ruangan antara SDN 040448 (dekat jalan raya) dan SDN 040445 (jauh dari jalan raya).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi PM_{2,5} dalam ruangan di SDN 040448 adalah $28,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sementara di SDN 040445 adalah $27,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Uji T menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua sekolah $0,770 p \geq 0,05$. Hal ini diduga dipengaruhi oleh faktor ventilasi dan kondisi fisik lingkungan eksternal. Namun, pada masing-masing sekolah, terdapat perbedaan signifikan antara kondisi ada aktivitas dan tidak ada aktivitas, serta antara siang dan malam hari. Di SDN 040448, nilai signifikansi ada aktivitas-tidak ada aktivitas adalah $0,022 p < 0,05$ dan siang–malam $0,002 p < 0,05$; sementara di SDN 040445, nilai signifikansi siang-malam adalah $0,020 p < 0,05$ dan ada aktivitas-tidak ada aktivitas adalah $0,005 p < 0,05$. Konsentrasi PM_{2,5} dalam ruangan cenderung lebih tinggi saat terdapat aktivitas dibandingkan saat tidak ada aktivitas. Hal ini disebabkan oleh berbagai kegiatan yang melibatkan pergerakan fisik, seperti upacara, olahraga, bermain, serta proses belajar mengajar di dalam kelas, yang dapat memicu pengangkatan partikel debu ke udara. Dan untuk konsentrasi PM_{2,5} cenderung lebih tinggi pada malam hari, dipengaruhi oleh pergerakan udara yang stagnan menyebabkan partikel terperangkap di dalam ruangan karena proses dispersi yang terbatas.

Kata Kunci : Konsentrasi PM_{2,5} dalam ruangan, SD Dekat Jalan Raya, SD Jauh dari Jalan Raya

**MEDAN HEALTH POLYTECHNIC OF MINISTRY OF HEALTH
ENVIRONMENTAL HEALTH DEPARTMENT KABANJAHE, JUNE 2025**

IRNABILA RAHMA DINDA

**ANALYSIS OF INDOOR AIR QUALITY REGARDING PARTICULATE
MATTER (PM_{2.5}) EXPOSURE IN SCHOOL ENVIRONMENTS USING LOW-
COST SENSORS IN KABANJAHE DISTRICT, KARO REGENCY, 2025
xiii + 58 Pages, 7 Tables, 16 Figures, 15 Appendices**

ABSTRACT

PM_{2.5}, airborne particles with a size of $\leq 2.5 \mu\text{m}$, can have detrimental health effects, especially on children aged 5-11 years who are in primary school.

This study aimed to analyze and compare indoor PM_{2.5} concentrations between 040448 State Primary School (near the main road) and SDN 040445 (far from the main road).

The results showed that the average indoor PM_{2.5} concentration at 040448 State Primary School was $28.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, while at SDN 040445 it was $27.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A T-test revealed no significant difference between the two schools ($p\text{-value} = 0.770$, $p \geq 0.05$). This is suspected to be influenced by ventilation factors and external environmental physical conditions. However, within each school, there was a significant difference between conditions with and without activity, and between day and night. At 040448 State Primary School, the significance values for "with activity vs. without activity" and "day vs. night" were 0.022 ($p < 0.05$) and 0.002 ($p < 0.05$), respectively. At 040445 State Primary School, the significance values for "day vs. night" and "with activity vs. without activity" were 0.020 ($p < 0.05$) and 0.005 ($p < 0.05$), respectively. Indoor PM_{2.5} concentrations tended to be higher during periods of activity compared to periods without activity. This is attributed to various activities involving physical movement, such as ceremonies, sports, playing, and classroom learning, which can stir up dust particles into the air. Furthermore, PM_{2.5} concentrations tended to be higher at night, influenced by stagnant air movement that causes particles to be trapped indoors due to limited dispersion processes.

Keywords: Indoor PM_{2.5} concentration, Primary School Near Main Road, Primary School Far from Main Road



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 Terhadap Paparan Partikulat ($PM_{2.5}$) Dalam Ruangan Lingkungan Sekolah Menggunakan Low-Cost Sensor Kecamatan Kabanjahe Kabupaten Karo 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, S.SiT., M.Keb selaku PLT. Direktur Poltekkes Kemenkes 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. Ibu Restu Auliani, ST, MSi 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 selaku penguji I dan pembimbing, yang telah bersedia meluangkan waktu, arahan serta saran kepada penulis.
6. Bapak Mustar Rusli, SKM, M.Kes selaku penguji II, yang telah bersedia meluangkan waktu, arahan serta saran kepada penulis.
7. Seluruh Dosen dan Staff Pendidikan Kemenkes Politeknik Kesehatan Kabanjahe yang telah membekali ilmu pengetahuan dan membantu selama penulis mengikuti perkuliahan.
8. Kepala Sekolah dan Wali kelas 4 dari SDN 040448 dan SDN 040445 kabanjahe yang telah memberi izin dan membantu dalam pengumpulan data.
9. Teristimewa Ibunda dan Ayahanda saya tercinta yang telah merawat dari kecil hingga sekarang, yang tak henti hentinya mendokan saya selama masa perkuliahan dan masa penyusunan Skripsi ini.
10. Terkhusus kepada kakak saya Irmiwati, S.Tr.Keb dan abang saya Erwin, S.sos yang telah memberikan rezekinya untuk menyekolahkan saya dari Sekolah dasar hingga sampai di bangku perkuliahan dan selalu memberikan dukungan dalam penulisan Skripsi ini.
11. Kepada teman teman penelitian udara (Fery, Rima, Deswika, Zahra, dan Ivana) yang selalu mendukung dalam pembuatan Skripsi ini.

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 menharapkan Skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Terimakasih.

Kabanjahe, Juni 2025
Penulis

IRNABILA RAHMA DINDA
P00933221029

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BIODATA PENULIS	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
C.1. Tujuan Umum	4
C.2. Tujuan Khusus	5
D. Manfaat Penelitian	5
D.1. Bagi Peneliti.....	5
D.2. Bagi Masyarakat	5
D.3. Bagi Institusi	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Udara	6
A.1. Pengertian Udara.....	6
A.2. Polusi Udara	7
A.3. Udara Dalam Ruangan (<i>Indoor Air Quality</i>).....	8
A.4. Kualitas Udara di Sekolah.....	9
A.5. Indeks Air Quality <i>atau</i> Air Quality Index (AQI).....	9
B. Partikulat PM _{2,5}	10
B.1. Dampak Partikulat (PM _{2,5}).....	11
B.2. Metodologi Pengukuran PM _{2,5}	12
C. Pengendalian dan Manajemen Kualitas Udara.....	14
C.1. Peningkatan Ventilasi	14
C.2. Pembersih Udara.....	14
C.3. <i>Low-Cost Sensor</i>	15
D. Regulasi dan Standar Kualitas Udara.....	16

E. Kerangka Teori	17
F. Kerangka Konsep.....	18
G. Defenisi Operasional	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
A. Jenis dan Desain Penelitian	21
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	21
B.1. Lokasi Penelitian.....	21
B.2. Waktu Penelitian	21
C. Objek Penelitian	21
D. Jenis dan Cara Pengumpulan data	22
D.1. Data Primer	22
D.2. Data Sekunder.....	22
E. Pengolahan dan Analisis Data	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
A. Hasil.....	24
A.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	24
A.2. Kualitas Udara Dalam Ruangan di SDN 040448 Kabanjahe (dekat jalan raya)	30
A.3. Kualitas Udara Dalam Ruangan di SDN 040448 Kabanjahe (dekat jalan raya)	34
A.4. Perbandingan Kualitas Udara di SDN 040448 dan SDN 040445 Kabanjahe	37
B. Pembahasan.....	38
B.1. Kualitas Udara dalam ruangan pada SDN 040448 Kabanjahe (dekat jalan raya)	38
B.2. Kualitas Udara di SDN 040445 Kabanjahe (jauh dari jalan raya)	41
B.3 Perbandingan Kualitas Udara di SDN 040448 dan SDN 040445 Kabanjahe	44
BAB V KESIMPULAN	54
A. Kesimpulan	54
B. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Defenisi Operasional	19
Tabel 4. 1	Perbedaan SDN 040448 (dekat jalan raya) dan SDN 040445 (jauh dari jalan raya)	27
Tabel 4. 2	Konsentrasi $PM_{2,5}$ Dalam Ruangan SDN 040448 (dekat jalan raya)	32
Tabel 4. 3	Indeks Kualitas Udara atau <i>Air Quality Index (AQI)</i> SDN 040448 (Dekat Jalan Raya)	33
Tabel 4. 4	Konsentrasi $PM_{2,5}$ Dalam Ruangan SD 040448 (Jauh dari jalan raya)	35
Tabel 4. 5	Indeks Kualitas Udara atau <i>Air Quality Index (AQI)</i> SDN 040445 (jauh dari jalan raya)	36
Tabel 4. 6	Konsentrasi $PM_{2,5}$ Dalam Ruangan dan Indeks Kualitas Udara atau <i>Air Quality Index (AQI)</i> Beserta Kategori	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Air Quality Indeks (AQI).....	10
Gambar 2. 2	Kerangka Teori	17
Gambar 2. 3	Kerangka Konsep.....	18
Gambar 4. 1	Lokasi Penelitian 1 di SDN 040448 (dekat jalan raya).....	24
Gambar 4. 2	Lokasi Penelitian 2 DI SDN 040445 (jauh dari jalan raya)	26
Gambar 4. 3	Halaman Sekolah SDN 040448 Dekat Jalan Raya (b) dan Halaman Sekolah SDN 040445 Jauh Jalan Raya (a).....	26
Gambar 4. 4	<i>Low Cost Sensor (PurpleAir)</i>	31
Gambar 4. 5	Perletakkan Alat <i>Low Cost Sensor</i> di SDN 040448 (dekat jalan raya)	31
Gambar 4. 6	Perletakkan Alat <i>Low Cost Sensor</i> di SDN 040445 (Jauh dari jalan raya)	34
Gambar 4. 7	Grafik Kualitas Udara Dalam Ruangan (PM _{2,5}) SDN 040448 (dekat jalan raya).....	38
Gambar 4. 8	Grafik Kualitas Udara Dalam Ruangan (PM _{2,5}) jauh dari jalan raya	41
Gambar 4. 9	Perbandingan Konsentrasi PM _{2,5} SDN 040448 (dekat jalan raya) dan SDN 040445 (jauh dari jalan raya)	45
Gambar 4. 10	Perbandingan Konsentrasi PM _{2,5} Dalam Ruangan Antara Ada Aktivitas dan Tidak Ada Aktivitas SDN 040448 (dekat jalan raya).....	48
Gambar 4. 11	Perbandingan Konsentrasi PM _{2,5} Dalam Ruangan Siang dan Malam SDN 040448 (dekat jalan raya)	49
Gambar 4. 12	Perbandingan Konsentrasi PM _{2,5} Dalam Ruangan Antara Ada Aktivitas dan Tidak Ada Aktivitas SDN 040445 (jauh dari jalan raya).....	51
Gambar 4. 13	Perbandingan Konsentrasi PM _{2,5} Dalam Ruangan Siang dan Malam SDN040445 (jauh dari jalan raya)	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Surat Izin Penelitian untuk SDN 040448 Kabanjahe
Lampiran 2	Surat Izin Penelitian untuk SDN 040445 Kabanjahe
Lampiran 3	Surat Balasan SDN 040448 Kabanjahe
Lampiran 4	Surat Balasan SDN 040445 Kabanjahe
Lampiran 5	Tabel Konsentrasi $PM_{2,5}$ Dalam Ruangan Pada Sekolah SDN 040448 (Dekat Jalan Raya)
Lampiran 6	Tabel Konsentrasi $PM_{2,5}$ Dalam Ruangan Pada sekolah SDN 040445 (jauh dari jalan raya)
Lampiran 7	Tabel Konsentrasi $PM_{2,5}$ dalam ruangan Air Quality Indeks AQI SDN 040448 (dekat jalan raya)
Lampiran 8	Tabel Konsentrasi $PM_{2,5}$ dalam ruangan Air Quality Indeks AQI SDN 040445 (jauh dari jalan raya)
Lampiran 9	Hasil SPSS
Lampiran 10	Kondisi Bangunan Dan Kelas SDN 040448 Kabanjahe Dekat Jalan Raya
Lampiran 11	Desain Gambar
Lampiran 12	Tabel Observasi selama di lapangan SDN 040448 dan SDN 040445
Lampiran 13	Ethical Clearance (EC)
Lampiran 14	Lembar Bimbingan Skripsi
Lampiran 15	Lembar Perbaikan hasil Sidang Skripsi