

SKRIPSI
ANALISIS POLUTAN UDARA PARTICULATE MATTER(PM_{2.5})
MENGUNAKAN LOW COST SENSOR DI RESTORAN
KOTA BERASTAGI KABUPATEN KARO
TAHUN 2025



IVANA ALIDIA KESTA DALIMUNTE
P00933221030

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

SKRIPSI
ANALISIS POLUTAN UDARA PARTICULATE MATTER(PM_{2,5})
MENGGUNAKAN LOW COST SENSOR DI RESTORAN
KOTA BERASTAGI KABUPATEN KARO
TAHUN 2025



IVANA ALIDIA KESTA DALIMUNTE
P00933221030

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

LEMBAR PERSETUJUAN

JUDUL : Analisis Polutan Udara *Particulate Matter* ($PM_{2,5}$)
Menggunakan *Low Cost Sensor* di Restoran Kota
Berastagi Kabupaten Karo Tahun 2025

NAMA : IVANA ALIDIA KESTA DALIMUNTE

NIM : P00933221030

*Telah Diterima dan Disetujui Untuk Diseminarkan di Hadapan Tim Penguji
Skripsi Kemenkes RI Politeknik Kesehatan Medan Jurusan Kesehatan
Lingkungan Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan
Kabanjahe, Juni 2025*

Menyetujui
Dosen Pembimbing

Deli Syaputri, SKM, M. Kes
NIP.198906022020122003

Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan
Kemenkes Poltekkes Medan

Haesti Sembiring, SST, MSc
NIP.197206181997032003

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : Analisis Polutan Udara *Particulate Matter* ($PM_{2.5}$)
Menggunakan *Low Cost Sensor* di Restoran Kota
Berastagi Kabupaten Karo Tahun 2025

NAMA : IVANA ALIDIA KESTA DALIMUNTE

NIM : P00933221030

*Telah Diterima dan Disetujui Untuk Diseminarkan di Hadapan Tim Penguji
Skripsi Kemenkes RI Politeknik Kesehatan Medan Jurusan Kesehatan
Lingkungan Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan
Kabanjahe, juni 2025*

Penguji I

Penguji II

Dr.Eng. Ir. Muhammad Amlin, S.T., M.Eng.
Staff Number.2364952

Th. Teddy Bambang, S.SKM, M.Kes
NIP.196308281987031003

Menyetujui

Dosen Pembimbing

Dell Syaputri, SKM, M.Kes
NIP.198906022020122003

Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan
Kemenkes Poltekkes Medan



Haesti Sembliring, SST, MSc
NIP.197206181997032003

BIODATA PENULIS



Nama : Ivana Alidia Kesta Dalimunte

NIM : P00933221030

Tempat/Tanggal Lahir : Bukittinggi, 31 Januari 2003

Jenis Kelamin : Perempuan

Agama : Islam

Anak ke : 2 (dua) dari 3 (tiga) bersaudara

Alamat : Bukittinggi, Sumatera Barat

Nama Ayah : Ahmad Tasih Dalimunte

Nama Ibu : Widia Ningsih

Riwayat Pendidikan

1. SD (2009-2015) : SD S Fransiskus Bukittinggi
2. SMP (2015-2018) : SMP S Xaverius Bukittinggi
3. SMA (2018-2021) : SMA N 4 Bukittinggi
4. Sarjana Terapan (2021-2025) : Poltekkes Kemenkes
Jurusan Kesehatan Lingkungan

LEMBAR PERNYATAAN
ANALISIS POLUTAN UDARA PARTICULATE MATTER (PM_{2,5}) DI
LINGKUNGAN RESTORAN MENGGUNAKAN LOW COST SENSOR
TAHUN 2025

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

Kabanjahe, Juni 2025

Ivana Alidia Kesta Dalimunte
NIM.P00933221030

KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MEDAN
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN KABANJAHE

SKRIPSI, JUNI 2025

IVANA ALIDIA KESTA DALIMUNTE

ANALISIS POLUTAN UDARA *PARTICULATE MATTER* (PM_{2,5}) DI
LINGKUNGAN RESTORAN MENGGUNAKAN *LOW COST SENSOR*
TAHUN 2025

XII+65 Halaman+Daftar Pustaka+Lampiran+Dokumentasi

ABSTRAK

Kualitas udara merupakan faktor penting yang memengaruhi kesehatan masyarakat, terutama di tempat umum seperti restoran. Salah satu indikator utama pencemaran udara adalah *Particulate Matter* (PM_{2,5}), yaitu partikel halus dengan diameter kurang dari 2,5 mikrometer yang dapat masuk hingga ke paru-paru dan menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, mulai dari iritasi saluran pernapasan hingga peningkatan risiko penyakit kardiovaskular.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi PM_{2,5} pada dua jenis restoran di Kota Berastagi, yaitu restoran tertutup dan terbuka, serta membandingkannya berdasarkan waktu (siang dan malam), menggunakan alat pemantau udara *low cost sensor* (LCS). Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *quasi eksperimen time series*. Pengukuran dilakukan selama enam hari berturut-turut dengan durasi 24 jam per hari. Data dianalisis menggunakan uji statistik *independent sample t-test* dan *paired sample t-test* untuk mengetahui perbedaan antar kelompok.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi rata-rata PM_{2,5} di restoran tertutup adalah 40,78 µg/m³ (AQI 97,46), sedangkan di restoran terbuka adalah 23,46 µg/m³ (AQI 68,97). Uji *independent t-test* menunjukkan perbedaan signifikan antara kedua jenis restoran dengan nilai *Pvalue* 0,000 ($p < 0,05$). Dari pada itu, pengelola restoran perlu memperhatikan sistem ventilasi dan pemantauan kualitas udara demi menjaga kesehatan pengunjung dan pekerja.

Kata Kunci : *Particulate Matter* 2,5 (PM_{2,5}) , *Air Quality Index*, *Low Cost Sensor* (LCS), Restoran.

**MEDAN HEALTH POLYTECHNIC OF MINISTRY OF HEALTH
BACHELOR PROGRAM OF APPLIED HEALTH SCIENCE IN
ENVIRONMENTAL HEALTH KABANJAHE**

THESIS, JUNE 2025

IVANA ALIDIA KESTA DALIMUNTE

**ANALYSIS OF PARTICULATE MATTER (PM2.5) AIR POLLUTANTS IN
RESTAURANT ENVIRONMENTS USING A LOW-COST SENSOR IN 2025**

xiii+ 65 Pages + References + Appendices + Documentation

ABSTRACT

Air quality is a critical factor affecting public health, particularly in public places like restaurants. One of the main indicators of air pollution is Particulate Matter (PM2.5), which are fine particles with a diameter of less than 2.5 micrometers that can penetrate the lungs and cause various health problems, ranging from respiratory tract irritation to an increased risk of cardiovascular disease.

This study aims to analyze the concentration of PM2.5 in two types of restaurants in Berastagi City, namely closed and open restaurants, and compare them based on time (day and night), using a low cost sensor (LCS) air monitoring device. This study uses a quantitative approach with a quasi-experimental time series design. Measurements were carried out for six consecutive days with a duration of 24 hours per day. Data were analyzed using statistical tests independent sample t-test and paired sample t-test to determine differences between groups.

The results showed that the average concentration of PM2.5 in closed restaurants was 40.78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (AQI 97.46), while in open restaurants it was 23.46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (AQI 68.97). The independent t-test showed a significant difference between the two types of restaurants with a P-value of 0.000 ($p < 0.05$). Therefore, restaurant managers need to pay attention to ventilation systems and air quality monitoring to maintain the health of visitors and workers.

Keywords: PM2.5, Air Quality Index, Low-Cost Sensor, Restaurant



KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat Hikmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul "Analisis Polutan Udara *Particulate Matter* PM_{2,5} Menggunakan *Low Cost Sensor* di Restoran Kota Berastagi Kabupaten Karo Tahun 2025", sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Kementrian Kesehatan Republik Indonesia Politeknik Kesehatan Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan Kabanjahe.

Penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Maka dari itu dengan kerendahan hati dan penuh hormat penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Tengku Sri Wahyuni, SsiT., M. Keb selaku Direktur Politeknik Kesehatan Medan.
2. Ibu Haesti Sembiring, SKM, M. Sc selaku Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Kabanjahe.
3. Ibu Restu Auliani, ST.M. Si selaku Sekretaris Jurusan Kesehatan Lingkungan Kabanjahe
4. Ibu Risnawati Tanjung, SKM, M. Kes selaku Ketua Prodi Sarjana Terapan Jurusan Kesehatan Lingkungan.
5. Ibu Deli Syaputri, SKM, M. Kes selaku dosen pembimbing saya yang telah bersedia meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan masukan untuk kesempurnaan skripsi ini kepada penulis
6. Bapak Dr. Eng. Ir. Muhammad Amin, S.T., M. Eng dan Bapak Th Teddy Bambang S, Skm, M. Kes selaku dosen penguji saya yang telah memberikan bimbingan dan saran untuk kesempurnaan skripsi ini.
7. Seluruh dosen dan staf pegawai di Jurusan Kesehatan Lingkungan Kabanjahe yang telah membekali ilmu pengetahuan dan membantu selama penulis mengikuti perkuliahan.

8. Teristimewa kepada kedua orang tua saya yang tercinta, Ibunda Widia Ningsih dan Ayah Ahmad Tasih Dalimunte yang selalu memberi dukungan, kasih sayang, cinta, perhatian, motivasi dan terutama dorongan materi serta doa dan restu mereka sehingga penulis bersemangat dan bisa menyelesaikan penulisan skripsi ini.
9. Saudara dan saudari kandung saya yang terkasih yaitu Abang saya Redondo Antawijaya Dalimunte selaku donatur penulis, Adik Saya Cintasya Iffah Witajaya Dalimunte yang senantiasa memberikan semangat kepada penulis, Kakak Ipar saya Santi yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis, serta keponakan saya Argazio Dalimunte yang menjadi penghibur penulis.
10. Kepada teman teman Kos Pinkee Fani, Melia, Devi, Mona yang sudah berjuang dan memberikan semangat kepada penulis
11. Kepada Pabudu Squad Yuda, Fani, Melia, Putra, Rani, Devi, Mona, Septrian yang kompak dan toleransi sehingga penulis merasa semangat dan termotivasi dalam penulisan skripsi ini.
12. Kepada teman-teman seangkatan penulis Prodi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Angkatan Kelima, sudah berjuang melewati perkuliahan bersama selama 8 semester.

Kabanjahe, Juni 2025
Penulis

Ivana Alidia Kesta Dalimunte
NIM.P00933221030

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
C.1 Tujuan Umum	6
C.2 Tujuan Khusus	6
D. Manfaat Penelitian	6
D.1 Bagi Instansi	6
D.2 Bagi Masyarakat	6
D.3 Bagi Peneliti Lain	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. UDARA	8
A.1 Pengertian Udara	8
A.2 Polusi Udara	9
A.2.1 Pengertian Polusi Udara	9
A.2.2 Sumber Polusi Udara	10
A.2.3 Jenis-jenis Polusi Udara	13
A.3 Kualitas Udara Dalam Ruangan	16
A.3.1 Pengertian Kualitas Udara dalam Ruangan	16
A.3.2 Pencemaran Restoran Tertutup <i>pair quality</i>	17
B. Kadar Particulate Matter 2,5(PM _{2,5})	19
B.1 Pengertian <i>Particulate Matter</i> (PM _{2,5})	19
B.2 Dampak <i>Particulate Matter</i> (PM _{2,5})	20
B.3 Dispersi Polutan	20
C. Metodologi Pengukuran PM _{2,5}	21
C.1 Prinsip Gravimetri	21
C.2 Prinsip Sensor Optik	22
C.3 Prinsip Data Real Time	22
D. Sanitasi Tempat-Tempat Umum	23
D.1 Hubungan STTU dengan Restoran	23
D.2 Hubungan Restoran dengan Polusi Udara	25
E. Pengendalian Kualitas Udara	25
F. Pembersihan Udara	26
G. Penelitian Terdahulu	26
G.1 Restoran	26

G.2 Sekolah	27
G.3 Kantor	27
G.4 Dapur.....	28
G.5 Gym	28
H. Regulasi dan Standar Kualitas Udara	29
I. Alat Low Cost Sensor.....	29
J. Air Quality Index	30
K. Kerangka Teori	31
L. Kerangka Konsep	32
M. Definisi Operasional.....	33
N. Hipotesa	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	36
A. Jenis dan Desain Penelitian	36
A.1 Jenis Penelitian	36
A.2 Desain Penelitian.....	36
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	37
B.1 Lokasi Penelitian	37
B.2 Waktu Penelitian	38
C. Obyek Penelitian	39
D. Jenis dan Cara Pengumpulan Data	39
D.1 Data Primer	39
D.2 Data Sekunder	40
E. Pengolahan dan Analisis Data	40
F. Cara Kerja <i>Low Cost Sensor</i>	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
A. Hasil.....	43
A.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	43
A.2 Kualitas Udara Restoran Tertutup	44
A.3 Kualitas Udara Restoran Terbuka	46
B. Pembahasan	48
B.1 Perbandingan Restoran Tertutup dan Restoran Terbuka	48
B.2 Kualitas Udara Pada Restoran Tertutup	51
B.3 Kualitas Udara pada Restoran Terbuka	54
B.4 Perbandingan Waktu Restoran Tertutup dan Restoran Terbuka.....	57
B.4.1 Perbandingan waktu di Restoran Tertutup	57
B.4.2 Perbandingan Waktu di Restoran Terbuka	59
B.5 Perbandingan Waktu Siang di Restoran Tertutup dan Restoran Terbuka.....	61
B.7 Perbandingan Waktu Malam di Restoran Tertutup dan Restoran Terbuka.....	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
A. KESIMPULAN	64
B. SARAN	65
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Ukuran Partikulat.....	21
Gambar 2.2 Low Cost Sensor	30
Gambar 2.3 Kerangka Teori	31
Gambar 2.4 Kerangka Konsep	32
Gambar 3.2 Lokasi penelitian di wajik peceren	37
Gambar 3.3 Lokasi Penelitian Penatapan Berastagi	38
Gambar 3.4 Jarak antara dua Lokasi	38
Gambar 4.1 Kualitas Udara Restoran Tertutup.....	45
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Restoran Tertutup dan Restoran.....	48
Gambar 4.3 Grafik Konsentrasi $PM_{2.5}$ Restoran Tertutup selama 7 hari.....	51
Gambar 4.4 Grafik Konsentrasi $PM_{2.5}$ Restoran Tertutupselama 7 hari.....	54
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Waktu Di dua restoran tertutup dan restoran terbuka	57
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Waktu Di dua restoran terbuka dan restoran tertutup	59
Gambar 4.7 Uji Beda Waktu Siang di Restoran Tertutup dan Restoran Terbuka.....	61
Gambar 4.8 Perbandingan Waktu Malam di Restoran Tertutup dan Restoran Terbuka.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Definisi Operasional.....	33
Tabel 4.1 Data pengukuran konsentrasi PM _{2,5} Restoran Tertutupperhari selama 24 jam.....	43
Tabel 4.2 Rata-rata pengukuran konsentrasi PM _{2,5} dan Aqi Restoran Tertutup	44
Tabel 4.3 Data pengukuran konsentrasi PM _{2,5} restoran terbuka perhari selama 24 jam.....	45
Tabel 4.4 Rata-rata pengukuran konsentrasi PM _{2,5} dan Aqi <i>Outdoor</i> perhari selama 24 jam	46
Tabel 4.5 Data rata-rata perhari selama 24 jam di Restoran Tertutup .	53
Tabel 4.6 Data Rata-Rata Perhari PM _{2,5} Restoran Terbuka selama 24 jam	56