

ANALISIS KONTRIBUSI JUMLAH KENDARAAN BERMOTOR DAN ANGIN TERHADAP KONSENTRASI PM_{2.5} DI BOGOR (STUDI KASUS TAHUN 2024)

NADYAH HAURA GHAITSA LAILATUSSA'ADAH



**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Kontribusi Jumlah Kendaraan Bermotor dan Angin terhadap Konsentrasi PM_{2.5} di Bogor (Studi Kasus Tahun 2024)” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Nadyah Haura Ghaitsa Lailatussa'adah
G2401221002



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



ABSTRAK

NADYAH HAURA GHAITSA LAILATUSSA'ADAH. Analisis Kontribusi Jumlah Kendaraan Bermotor dan Angin terhadap Konsentrasi PM_{2.5} di Bogor (Studi Kasus Tahun 2024). Dibimbing oleh ANA TURYANTI

Peningkatan aktivitas transportasi di Kota Bogor berpotensi meningkatkan konsentrasi PM_{2.5} yang dipengaruhi oleh kondisi meteorologi, terutama angin dan curah hujan. Penelitian ini bertujuan menganalisis fluktuasi temporal PM_{2.5}, hubungannya dengan volume kendaraan dan angin, serta mengestimasi kontribusi sumber emisi menggunakan metode *Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory Concentration Weighted Trajectory* (HYSPLIT-CWT). Data yang digunakan adalah konsentrasi PM_{2.5} dan parameter meteorologi dari CCROM-SEAP IPB University Kampus IPB Baranangsiang serta data volume kendaraan tahun 2024 di Gerbang Tol Baranangsiang dari PT Jasa Marga. Data dianalisis menggunakan analisis fluktuasi temporal, *wind rose*, *polar plot*, analisis korelasi, dan HYSPLIT-CWT. Hasil analisis memberi gambaran bahwa pada tahun 2024 konsentrasi PM_{2.5} rata-rata sebesar 20 µg/m³, dengan nilai tertinggi 59 µg/m³ pada bulan Agustus. Konsentrasi meningkat pada musim kemarau, bersamaan dengan curah hujan rendah dan kecepatan angin lemah. Volume kendaraan menunjukkan pola mingguan meningkat pada menjelang akhir pekan (Jum'at dan Sabtu) yang sejalan peningkatan PM_{2.5}, dengan nilai koefisien determinasi sebesar $R^2 = 0,4936$. Kecepatan angin menunjukkan korelasi negatif terhadap konsentrasi PM_{2.5}, dengan korelasi terkuat pada musim hujan ($r = -0,61$) dan terlemah pada musim kemarau ($r = -0,06$). Analisis polar plot dan HYSPLIT-CWT mengidentifikasi arah angin dominan serta menunjukkan adanya kontribusi sumber emisi lokal dan dari wilayah lain terhadap PM_{2.5}. yang terukur di Baranangsiang.

Kata kunci: angin, HYSPLIT-CWT, kendaraan bermotor, kualitas udara, PM_{2.5}



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



ABSTRACT

NADYAH HAURA GHAITSA LAILATUSSA'ADAH. Contribution Analysis of Motor Vehicle Volume and Wind to PM_{2.5} Concentrations in Bogor (Case Study of 2024). Supervised by ANA TURYANTI

Increased transportation activity in Bogor City has the potential to raise PM_{2.5} concentrations, which are also influenced by meteorological conditions, particularly wind and rainfall. This study aims to analyze the temporal fluctuation of PM_{2.5}, its relationship with vehicle volume and wind, and to estimate the contribution of emission sources using the Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory Concentration Weighted Trajectory (HYSPLIT-CWT) method. The data used consist of PM_{2.5} concentrations and meteorological parameters from CCROM-SEAP, IPB University, Baranangsiang Campus, as well as 2024 vehicle volume data from the Baranangsiang Toll Gate provided by PT Jasa Marga. The data were analyzed using temporal fluctuation analysis, wind rose, polar plot, correlation analysis, and HYSPLIT-CWT. The results show that in 2024, the average PM_{2.5} concentration was 20 µg/m³, with the highest value of 59 µg/m³ recorded in August. Concentrations increased during the dry season, coinciding with low rainfall and weak wind speed. Vehicle volume exhibited a weekly pattern that increased toward the weekend (Friday and Saturday), consistent with the rise in PM_{2.5}, with a coefficient of determination of $R^2 = 0.4936$. Wind speed showed a negative correlation with PM_{2.5} concentration, with the strongest correlation observed during the rainy season ($r = -0.61$) and the weakest during the dry season ($r = -0.06$). Polar plot analysis and HYSPLIT-CWT identified the dominant wind directions and revealed contributions from both local and regional emission sources to the PM_{2.5} concentrations measured at Baranangsiang.

Keywords: air quality, HYSPLIT-CWT, motor vehicles, PM_{2.5}, wind



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ANALISIS KONTRIBUSI JUMLAH KENDARAAN BERMOTOR DAN ANGIN TERHADAP KONSENTRASI PM_{2.5} DI BOGOR (STUDI KASUS TAHUN 2024)

NADYAH HAURA GHAITSA LAILATUSSA'ADAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada
Program Studi Meteorologi Terapan

**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Fithriya Yuliasih Rohmawati, S.Si.,M.Si

2. Izatul Hafizah, S.Si., M.Si.



Nama
NIM

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Judul Skripsi : Analisis Kontribusi Jumlah Kendaraan Bermotor dan Angin
terhadap Konsentrasi PM_{2.5} di Bogor (Studi Kasus Tahun 2024)
Nama : Nadyah Haura Ghaitsa Lailatussa'adah
NIM : G2401221002

Disetujui oleh

Pembimbing :

Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Geofisika dan Meteorologi
Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T.
NIP 197107071998032002

Tanggal Ujian:
13 Juli 2026

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2025 sampai bulan Juli 2026 mengenai kualitas udara, dengan judul “Analisis Kontribusi Kendaraan Bermotor dan Angin terhadap Konsentrasi PM_{2.5} di Bogor (Studi Kasus Tahun 2024)”. Terima kasih penulis ucapkan kepada pembimbing, Ibu Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T yang telah mencurahkan waktu, ilmu, dan kesabaran dalam membimbing setiap langkah penelitian ini. Arahan dan masukan yang diberikan menjadi cahaya yang menuntun penulis menuju pemahaman yang lebih dalam. Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, doa, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada:

1. Ayah dan Ibu tercinta atas doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material yang tiada henti. Terima kasih juga kepada adik tersayang, Najma, atas doa dan semangat yang selalu diberikan kepada penulis.
2. Pihak CCROM-SEAP khususnya Bapak Gito, atas bantuan dan penyediaan data yang mendukung penelitian ini.
3. Rekan-rekan satu bimbingan atas semangat, kebersamaan, dan dukungan selama proses penyusunan skripsi.
4. Nurul Tri Suryani dan teman-teman alumni SMA 2 Padalarang atas doa, motivasi, dan persahabatan yang selalu menguatkan penulis.
5. Sahabat-sahabat saya selama perkuliahan yaitu Zahra, Anisa, Hasna, Alma, Aisyah, Zia, Dita, Niza, Wawa, Nayla, Vio, Nindy, Caca, Abel, Agi, Taufik, Nando, Najmi, Cyril, serta teman-teman KKN Plaosan, atas dukungan selama masa perkuliahan dan melukis kenangan terindah dalam lembar perjalanan pendidikan penulis.
6. Teman-teman Civita59ahar atas kebersamaan masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
7. Keluarga asuh NIM 02, Bang Azriel (GFM 57), Bang Daffa (GFM 58), Ikmal (GFM 60), dan Dara (GFM 61)
8. Diri penulis sendiri atas kerja keras, kesabaran, dan ketekunan hingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat dan menjadi kontribusi kecil yang berarti bagi ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang kualitas udara.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Nadyah Haura Ghaitsa Lailatussa'adah



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	xix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Partikulat	3
2.2 PM _{2.5}	3
2.3 Pengaruh Faktor Meteorologi terhadap Kualitas Udara	3
2.4 Hubungan Emisi Kendaraan Bermotor dan Konsentrasi PM _{2.5}	4
2.5 HYSPLIT	5
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Wilayah Kajian	7
3.3 Alat dan Bahan	8
3.4 Tahapan Penelitian	8
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Fluktuasi Konsentrasi PM _{2.5} Wilayah Baranangsiang	13
4.2 Fluktuasi Jumlah Kendaraan Menuju Kota Bogor dan Keluar Kota Bogor di Pintu Tol Baranangsiang	13
4.3 Fluktuasi PM _{2.5} dan Kendaraan	14
4.4 Estimasi Kontribusi Sumber Emisi PM _{2.5}	21
V SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	27
RIWAYAT HIDUP	33



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR GAMBAR

1	Peta wilayah kajian Kota Bogor, Baranangsiang	7
2	Diagram alir penelitian	12
3	Fluktuasi harian konsentrasi $PM_{2.5}$ di Kota Bogor tahun 2024	13
4	Fluktuasi harian kendaraan yang melintas Tol Baranangsiang tahun 2024	14
5	Fluktuasi harian $PM_{2.5}$ dan kendaraan yang melintas Tol Baranangsiang tahun 2024	15
6	Rata-rata jumlah kendaraan yang melintas Tol Bogor per hari dalam 1 pekan (unit)	16
7	Fluktuasi curah hujan rata-rata bulanan Kota Bogor 2024	16
8	Gambar 8 Fluktuasi curah hujan dengan $PM_{2.5}$ di musim hujan dan kemarau	17
9	Fluktuasi harian kecepatan angin dan $PM_{2.5}$ di Kota Bogor tahun 2024	18
10	Scatter plot kecepatan angin dan $PM_{2.5}$ tahun 2024 berdasarkan musim (a) DJF (b) MAM (c) JJA (d) SON	19
11	Analisis angin berdasarkan diurnal (a) <i>windrose</i> (b) polar plot	20
12	Perbandingan <i>wind rose</i> dan polar plot tahun 2024 pada bulan (a) Januari (b) Agustus	21
13	Kontribusi sumber emisi $PM_{2.5}$ bulan Januari	22
14	Kontribusi sumber emisi $PM_{2.5}$ bulan Agustus	23



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.