

ESTIMASI POTENSI KONTRIBUSI SUMBER PENCEMAR PM₁₀ DI WILAYAH KABUPATEN BOGOR MENGGUNAKAN HYSPLIT CWT

TIARA DEVINA



**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

@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



@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 “Estimasi Potensi Kontribusi Sumber Pencemar PM₁₀ di Wilayah Kabupaten Bogor menggunakan HYSPLIT CWT” 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 2025

Tiara Devina
G2401211098

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.

ABSTRAK

TIARA DEVINA. Estimasi Potensi Kontribusi Sumber Pencemar PM₁₀ di Wilayah Kabupaten Bogor menggunakan HYSPLIT CWT. Dibimbing oleh ANA TURYANTI

Kualitas udara sering menjadi perhatian di berbagai kota, namun kajian mendalam di wilayah sub-urban dan rural seperti Kabupaten Bogor masih terbatas. Kabupaten Bogor memiliki banyak industri yang dapat mempengaruhi kualitas udara. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi sumber pencemar PM₁₀ di wilayah Cibinong dan Leuwiliang antar musim menggunakan model *backward-trajectory* dan *Concentration Weighted Trajectory* (CWT) HYSPLIT. Data yang digunakan adalah konsentrasi PM₁₀ di Cibinong dan Leuwiliang serta data meteorologi. Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak *R Studio*, *ArcGIS*, *Microsoft Excel*, dan *MeteoInfoMap*, dengan pemodelan lintasan massa udara HYSPLIT CWT untuk mengidentifikasi pola sebaran polutan. Hasil menunjukkan rata-rata tahunan PM₁₀ melebihi ambang batas BMUA sebesar 40 µg/m³, rata-rata tahunan Cibinong sebesar 69 µg/m³ dan Leuwiliang 50 µg/m³. Kecepatan angin di Cibinong pada bulan Mei 0,5 m/s dan 0,8 m/s saat bulan November sedangkan Leuwiliang pada bulan Mei 0,6 m/s dan 0,7 m/s saat bulan November. Hasil estimasi HYSPLIT menunjukkan bahwa pada musim kemarau, massa udara di Cibinong dominan berasal dari timur (70,75%) melewati kawasan industri, sementara di Leuwiliang dari arah Kota Bogor (96,5%), sedangkan pada musim hujan, arah massa udara bergeser dari barat di Cibinong (61,93%) dan barat daya di Leuwiliang (97,5%) yang merupakan wilayah perbukitan.

Kata kunci: HYSPLIT, kualitas udara, PM₁₀, *rural*, *sub-urban*



@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.

ABSTRACT

TIARA DEVINA. Estimation of Potential Contribution of PM₁₀ Pollutant Sources in Bogor Regency using HYSPLIT CWT. Supervised by ANA TURYANTI

Air quality is often a concern in cities, but in-depth studies of suburban and rural areas, such as Bogor Regency, are limited. Bogor Regency has many industries that can affect air quality. The goal of this study is to analyze potential sources of PM₁₀ pollutants in the Cibinong and Leuwiliang areas during different seasons using HYSPLIT backward-trajectory and Concentration Weighted Trajectory (CWT) models. Data on PM₁₀ concentrations and meteorological data were used. Data analysis was conducted using R Studio, ArcGIS, Microsoft Excel, and MeteInfoMap software. HYSPLIT CWT air mass trajectory modeling was used to identify pollutant distribution patterns. The results show that the annual average PM₁₀ exceeds the BMUA threshold of 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; the annual averages are 69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in Cibinong and 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in Leuwiliang. In the dry season, wind speed in Cibinong is 0.5 m/s, while in the rainy season, it is 0.8 m/s. In Leuwiliang, wind speed is 0.6 m/s in the dry season and 0.7 m/s in the rainy season. HYSPLIT estimation results show that, in the dry season, the dominant air mass in Cibinong comes from the east (70.75%), passing through the industrial area. In Leuwiliang, the dominant air mass comes from the direction of Bogor City (96.5%). In the rainy season, the air mass direction shifts to the west in Cibinong (61.93%) and to the southwest in Leuwiliang (97.5%), which is a hilly area.

Keywords: air quality, HYSPLIT, PM₁₀, rural, sub-urban

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 mengumunkan 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.



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, 2025
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.

ESTIMASI POTENSI KONTRIBUSI SUMBER PENCEMAR PM₁₀ DI WILAYAH KABUPATEN BOGOR MENGGUNAKAN HYSPLIT CWT

TIARA DEVINA

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
2025**

@Hak cipta milik IPB University

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.

Judul Skripsi : Estimasi Potensi Kontribusi Sumber Pencemar PM₁₀ di Wilayah Kabupaten Bogor menggunakan HYSPLIT CWT

Nama : Tiara Devina
NIM : G2401211098

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:
14 Juli 2025

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 Oktober 2024 sampai bulan Juli 2025 ini ialah kualitas udara, dengan judul “Estimasi Potensi Kontribusi Sumber Pencemar PM₁₀ di Wilayah Kabupaten Bogor menggunakan HYSPLIT CWT”.

Ucapan terima kasih penulis haturkan kepada Ibu Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan ilmu, arahan, waktu, serta saran berharga yang begitu berarti. Tanpa kehadiran dan kontribusi besarnya, lembar demi lembar skripsi ini tak akan mampu tersusun dengan sebaik ini. Penulis menyadari bahwa tersusunnya karya ini tak lepas dari limpahan doa dan bantuan dari berbagai pihak. Dengan segala rasa hormat dan terima kasih, penulis sampaikan kepada :

1. Cinta pertama dan panutan saya, Papa Yanto Heryanto dan pintu surga saya Mamah Irmawati. Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada hentinya penulis persembahkan karya kecil ini untuk Mamah dan Papah yang telah merawat dengan penuh cinta. Terima kasih atas doa yang tak pernah putus, semoga Mamah dan Papah senantiasa dalam lindungan Allah SWT agar dapat menyaksikan penulis tumbuh menjadi insan sukses dan bermanfaat.
2. Tete ku tersayang Regina Amanda Pratama, terima kasih atas setiap doa dan kasih yang tulus. Semoga setiap langkahku kelak dapat menjadi kebanggaan bagimu, sebagaimana engkau selalu menjadi inspirasiku.
3. Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bogor atas kesediaannya memberikan data untuk penelitian ini. Terima kasih kepada Bapak Holid Mawardi, S.E., M.M. dan Bapak Jopie Hermawan, S.T. atas bimbingan, arahan, serta ilmu yang telah diberikan selama masa magang di instansi tersebut.
4. Zaki Husban Fauzi, yang dengan sabar senantiasa menemani serta membantu penulis melalui setiap proses, sejak awal memasuki dunia cuaca hingga skripsi ini terselesaikan.
5. Reni Arini, yang selalu menemani penulis siang dan malam memberikan motivasi kepada penulis agar skripsi ini dapat selesai tepat waktu.
6. Tiwi dan Ija, sahabat setia selama sepuluh tahun yang selalu hadir dalam suka dan duka. Doa dan dukungan kalian adalah kekuatan bagi penulis.
7. Keluarga Pencemaran Udara (Abin, Dedes, Fitri, Iky, Pasca, Risa, Reni, Shafira, Zahra) yang mewarnai setiap proses penyusunan tugas akhir ini.
8. Pengkar Asik (Arini, Amalia, Liany) dan seluruh warga Markas Besar, terima kasih banyak.

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

Bogor, Juli 2025

Tiara Devina



@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	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pencemaran Udara	3
2.2 Pengaruh Faktor Meteorologi terhadap Kualitas Udara	4
2.3 HYSPLIT	5
2.4 Gambaran Umum Wilayah Kajian	6
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Tahapan Penelitian	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Fluktuasi Konsentrasi PM ₁₀ Wilayah Cibinong dan Leuwiliang	15
4.2 Curah Hujan Wilayah Kajian	17
4.3 Pengaruh Faktor Meteorologi terhadap Konsentrasi PM ₁₀	19
4.4 Estimasi Kontribusi Sumber Emisi PM ₁₀	23
V SIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Simpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	35
RIWAYAT HIDUP	39



@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 Kabupaten Bogor (a) Cibinong (sub-urban) (b) Leuwiliang (rural)	7
2	Peta lokasi Sistem Pemantauan Kualitas Udara Kabupaten Bogor	9
3	Diagram alir penelitian	13
4	Fluktuasi harian konsentrasi PM ₁₀ tahun 2024 di wilayah Cibinong dan Leuwiliang	15
5	Fluktuasi konsentrasi PM ₁₀ tahun 2024 di Cibinong dan Leuwiliang	16
6	Fluktuasi curah hujan rata-rata bulanan tahun 2024 di Cibinong dan Leuwiliang	17
7	Fluktuasi curah hujan rata-rata bulanan tahun 2019-2023 di (a) Cibinong dan (b) Leuwiliang tahun 2024	18
8	Fluktuasi curah hujan dan PM ₁₀ di (a) Cibinong dan (b) Leuwiliang tahun 2024	19
9	Fluktuasi kecepatan angin dan PM ₁₀ di (a) Cibinong dan (b) Leuwiliang tahun 2024	20
10	<i>Wind Rose</i> wilayah kajian (a) Cibinong dan (b) Leuwiliang	22
11	Perbandingan Polar Plot dan <i>Wind Rose</i> pada bulan Mei (a) Cibinong (b) Leuwiliang	23
12	Perbandingan Polar Plot dan <i>Wind Rose</i> pada bulan November (a) Cibinong (b) Leuwiliang	25
13	Kontribusi sumber emisi PM ₁₀ bulan Mei (a) Cibinong (b) Leuwiliang tahun 2024	26
14	Kontribusi sumber emisi PM ₁₀ bulan November Wilayah (a) Cibinong (b) Leuwiliang tahun 2024	28

DAFTAR LAMPIRAN

1	Box Plot Konsentrasi PM ₁₀ (a) Cibinong (b) Leuwiliang	36
2	Kondisi sekitar dan alat AQMS (a) Cibinong (b) Leuwiliang	37
3	Rata-rata curah hujan selama 5 tahun wilayah (a) Cibinong dan (b) Leuwiliang	38

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 mengumunkan 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.