

**ANALISIS SPASIAL DAN TEMPORAL KONSENTRASI PM_{2.5}
DI WILAYAH *URBAN* DAN *RURAL*
(STUDI KASUS: JAKARTA DAN PUNCAK BOGOR
TAHUN 2021-2024)**

RENI ARINI



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



@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 Spasial dan Temporal Konsentrasi PM2.5 di Wilayah *Urban* dan *Rural* (Studi Kasus: Jakarta dan Puncak Bogor Tahun 2021-2024)” 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, Agustus 2025

Reni Arini
NIM G2401211003

- 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

RENI ARINI. Analisis Spasial dan Temporal Konsentrasi PM_{2.5} di Wilayah *Urban* dan *Rural* (Studi Kasus: Jakarta dan Puncak Bogor Tahun 2021-2024). Dibimbing oleh ANA TURYANTI.

Pencemaran udara oleh partikel halus menjadi permasalahan lingkungan signifikan di wilayah *urban* dan *rural*. Penelitian ini bertujuan menganalisis pola spasial dan temporal konsentrasi PM_{2.5} serta hubungannya dengan faktor meteorologi di wilayah *urban* (DKI Jakarta) dan *rural* (Puncak Bogor) periode 2021–2024. Data observasi dari lima stasiun di wilayah *urban* dan satu stasiun di wilayah *rural* dianalisis secara temporal, diurnal, dan musiman. Analisis spasial menggunakan data reanalisis GEOS-CF berdasarkan musim: DJF (musim hujan), MAM (musim peralihan I), JJA (musim kemarau), dan SON (musim peralihan II). Validasi dilakukan menggunakan korelasi Pearson, RMSE, dan MAE. Selain itu, konsentrasi PM_{2.5} juga dikorelasikan dengan faktor meteorologi. Hasil menunjukkan konsentrasi PM_{2.5} di wilayah *urban* (maksimum >100 µg/m³ saat JJA) lebih tinggi dibandingkan *rural*. GEOS-CF menunjukkan *overestimate*, dengan RMSE tertinggi di *rural* (65,99 µg/m³) dan korelasi tertinggi di *urban* DKI 1 saat SON ($r = 0,497$). Korelasi suhu terhadap PM_{2.5} di *urban* sebesar $r = 0,391$, dan di *rural* $r = 0,468$. Kecepatan angin berkorelasi negatif, $r = -0,637$ di *urban* dan $r = -0,15$ di *rural*. *Polar plot* menunjukkan konsentrasi tinggi di *urban* saat angin lemah dari arah sumber emisi, sedangkan di *rural* konsentrasi menurun saat angin kencang dan meningkat saat angin melemah di musim kemarau.

Kata kunci: data reanalisis, faktor meteorologi, PM_{2.5}, *rural*, *urban*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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.

ABSTRACT

RENI ARINI. Spatial and Temporal Analysis of PM_{2.5} Concentrations in Urban and Rural Areas (Case Study: Jakarta and Puncak Bogor in 2021-2024). Supervised by ANA TURİYANTI.

Air pollution from fine particles is a significant environmental issue in both urban and rural areas. This study analyzes the spatial and temporal patterns of PM_{2.5} concentrations and their relationship with meteorological factors in urban (Jakarta) and rural (Puncak Bogor) areas during 2021–2024. Observation data from five urban and one rural station were examined temporally, diurnally, and seasonally. Spatial analysis used GEOS-CF reanalysis data by season: DJF (rainy), MAM (transition I), JJA (dry), and SON (transition II). Validation applied Pearson correlation, RMSE, and MAE. PM_{2.5} was also correlated with meteorological factors. Results show higher PM_{2.5} in urban areas (max >100 µg/m³ in JJA) than rural. GEOS-CF overestimated, with the highest RMSE in rural (65.99 µg/m³) and highest correlation in urban DKI 1 during SON ($r = 0.497$). Temperature correlated with PM_{2.5} at $r = 0.391$ in urban and $r = 0.468$ in rural. Wind speed correlated negatively ($r = -0.637$ urban, $r = -0.15$ rural). Polar plots showed high urban concentrations during weak winds from emission sources, while in rural areas concentrations decreased during strong winds and increased during weak winds in the dry season.

Keywords: meteorological factors, PM_{2.5}, reanalysis data, rural, urban



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.

© 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.

**ANALISIS SPASIAL DAN TEMPORAL KONSENTRASI PM_{2.5}
DI WILAYAH *URBAN* DAN *RURAL*
(STUDI KASUS: JAKARTA DAN PUNCAK BOGOR
TAHUN 2021-2024)**

RENI ARINI

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

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 Dr. Rahmat Hidayat, S.Si., M.Si.
- 2 Dr. Idung Risdiyanto, S.Si., M.Sc.

Judul Skripsi : Analisis Spasial dan Temporal Konsentrasi PM2.5 di Wilayah
Urban dan Rural (Studi Kasus: Jakarta dan Puncak Bogor Tahun
2021-2024)

Nama : Reni Arini
NIM : G2401211003

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:
22 Juli 2025

Tanggal Lulus:



@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 2024 sampai bulan Agustus 2025 ini ialah Kualitas Udara, dengan judul “Analisis Spasial dan Temporal Konsentrasi PM2.5 di Wilayah *Urban* dan *Rural* (Studi Kasus: Jakarta dan Puncak Bogor Tahun 2021-2024)”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing, yang telah membimbing, memberi arahan, serta motivasi yang berharga selama proses penyusunan karya ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, dosen penguji, serta moderator ujian tugas akhir. Selain itu, penulis turut mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga tercinta, khususnya Mama, Ayah, dan Kakak, serta seluruh keluarga besar yang selalu menjadi sumber kekuatan, doa, dan semangat dalam setiap langkah perjalanan ini. Terima kasih atas dukungan yang tiada henti dan keyakinan yang tak pernah luntur.
2. Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi DKI Jakarta, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Citeko, serta *National Institute for Environmental Studies* (NIES) Jepang atas izin dan dukungan dalam penyediaan data yang sangat membantu dalam penelitian ini.
3. Tiara Devina, sahabat yang selalu hadir dalam setiap proses, menjadi tempat berbagi cerita, dan tidak pernah lelah dalam memberikan dukungan.
4. Abin, Fitri, Iki, Risa, Fira, dan Zahra sebagai teman seperbimbingan yang telah memberi semangat dan membantu selama penyusunan karya ini.
5. Firly, Kia, dan Safa, sahabat dekat yang senantiasa menemani serta memberikan dukungan emosional di tengah kesibukan akademik.
6. Pengkar Asik (Tiara, Windy, Desvita) dan teman-teman MARKA58BESAR yang telah memberi warna dan kenangan berharga selama perkuliahan.
7. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas kebersamaan yang turut melengkapi perjalanan ini.
8. Dan terakhir, untuk diri saya sendiri, Reni Arini. Terima kasih telah bertahan, terus melangkah menghadapi berbagai tantangan, dan tidak menyerah hingga sampai pada titik ini. Semoga setiap langkah ke depan diberi kemudahan dan keberkahan.

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

Bogor, Agustus 2025

Reni Arini



@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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kualitas Udara Perkotaan	3
2.2 Particulate Matter 2.5 (PM _{2.5})	3
2.3 Pengaruh Faktor Meteorologi	4
2.4 Gambaran Umum Wilayah Kajian	5
2.5 NASA GEOS-CF	7
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Tahapan Penelitian	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Analisis Temporal Konsentrasi PM _{2.5}	15
4.2 Analisis Spasial Konsentrasi PM _{2.5}	20
4.3 Evaluasi Hubungan Data Observasi dan Data Reanalisis	24
4.4 Pengaruh Faktor Meteorologi terhadap Variabilitas Konsentrasi PM _{2.5}	30
V SIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Simpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	46
RIWAYAT HIDUP	52



DAFTAR TABEL

1	Jenis dan sumber data yang digunakan	10
2	Hasil validasi antara data PM _{2.5} observasi dan data reanalisis di wilayah penelitian	30

DAFTAR GAMBAR

3	Lokasi titik pengukuran polutan	9
4	Diagram alir penelitian	13
5	<i>Timeseries</i> konsentrasi PM _{2.5} menggunakan data observasi	16
6	<i>Boxplot</i> nilai konsentrasi PM _{2.5} menggunakan data observasi	17
7	Rata-rata konsentrasi PM _{2.5} diurnal menggunakan data observasi	18
8	Rata-rata konsentrasi PM _{2.5} bulanan menggunakan data observasi	19
9	Rata-rata curah hujan periode musiman menggunakan data observasi (a) DKI 1, (b) DKI 2, (c) DKI 3, (d) DKI 4, (e) DKI 5, (f) Puncak Bogor	21
10	Peta spasial PM _{2.5} menggunakan data reanalisis (a) 2021, (b) 2022, (c) 2023, (d) 2024	23
11	<i>Boxplot</i> antara data observasi dan data reanalisis	25
12	<i>Timeseries</i> konsentrasi PM _{2.5} antara data observasi dan data reanalisis	26
13	Korelasi PM _{2.5} data observasi dengan data reanalisis (a) DKI 1, (b) DKI 2, (c) DKI 3, (d) DKI 4, (e) DKI 5	28
14	Korelasi PM _{2.5} data observasi dengan data reanalisis Puncak Bogor	29
15	Grafik <i>scatter plot</i> antara konsentrasi PM _{2.5} dan suhu udara menggunakan data harian pada wilayah (a) DKI 1, (b) DKI 2, (c) DKI 3, (d) DKI 4, (e) DKI 5	31
16	Grafik <i>scatter plot</i> antara konsentrasi PM _{2.5} dan suhu udara menggunakan data harian pada wilayah Puncak Bogor	32
17	Grafik <i>scatter plot</i> antara konsentrasi PM _{2.5} dan kecepatan angin menggunakan data harian pada wilayah (a) DKI 1, (b) DKI 2, (c) DKI 3, (d) DKI 4, (e) DKI 5	34
18	Grafik <i>scatter plot</i> antara konsentrasi PM _{2.5} dan kecepatan angin menggunakan data harian pada wilayah Puncak Bogor	35
19	<i>Polar Plot</i> secara musiman pada wilayah (a) DKI 1, (b) DKI 2, (c) DKI 3, (d) DKI 4, (e) DKI 5	37
20	<i>Polar Plot</i> secara musiman pada wilayah Puncak Bogor	38

DAFTAR LAMPIRAN

21	Lampiran 1 Korelasi PM _{2.5} data observasi dengan data reanalisis (a) DKI 1, (b) DKI 2, (c) DKI 3, (d) DKI 4, (e) DKI 5, (f) Puncak Bogor	47
22	Lampiran 2 Korelasi antara PM _{2.5} dengan faktor meteorologi berdasarkan musiman	48



@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.



23	Lampiran 3 <i>Windrose</i> tahun 2021-2024 (a) DKI 1, (b) DKI 2, (c) DKI 3, (d) DKI 4, (e) DKI 5, (f) Puncak	49
----	--	----



@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.