

PENGARUH FENOMENA *LONG RANGE TRANSPORT* TERHADAP KONSENTRASI PM_{2,5} (Studi Kasus: DKI Jakarta)

DESVITA LIANY



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

@Hak cipta milik IPB University

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 “Pengaruh Fenomena *Long Range Transport* terhadap Konsentrasi PM_{2,5} (Studi kasus: DKI Jakarta)” 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

Desvita Liany
NIM G2401211093



ABSTRAK

DESVITA LIANY. Pengaruh Fenomena *Long Range Transport* terhadap Konsentrasi $PM_{2.5}$ (Studi kasus: DKI Jakarta). Dibimbing oleh FITHRIYA YULISIASIH ROHMAWATI.

DKI Jakarta, sebagai area metropolitan, mengalami aktivitas antropogenik tinggi dari transportasi, industri, dan pembakaran biomassa yang berkontribusi signifikan terhadap peningkatan konsentrasi $PM_{2.5}$. $PM_{2.5}$ merupakan partikel halus dengan diameter $\leq 2,5$ mikrometer yang menimbulkan risiko kesehatan serius. Penelitian ini menganalisis pola fluktuasi $PM_{2.5}$ dan mengidentifikasi sumber potensial polutan dengan mempertimbangkan faktor meteorologi. Data mencakup konsentrasi $PM_{2.5}$, kelembaban, curah hujan, parameter angin, dan data meteorologi global NOAA. Analisis mtrajektori pemodelan *HYSPLIT* dengan metode PSCF dan CWT untuk identifikasi sumber. Hasil menunjukkan konsentrasi $PM_{2.5}$ tertinggi pada Agustus sebesar $91 \mu g/m^3$, melebihi ambang batas BMUA $55 \mu g/m^3$, sementara terendah terjadi pada Desember sebesar $5 \mu g/m^3$. Fluktuasi diurnal menunjukkan puncak pada pukul 08.00–09.00 dan 20.00–22.00. Curah hujan dan kelembaban menunjukkan hubungan terbalik dengan konsentrasi $PM_{2.5}$. Pemodelan trajektori mengindikasikan aliran massa udara musim kemarau (JJA) berasal dari timur dan tenggara, dengan klaster C2 mencapai $22,1 \mu g/m^3$ di stasiun Kebon Jeruk. Musim hujan (DJF) didominasi oleh klaster C1 dengan konsentrasi lebih rendah $8,9-15,3 \mu g/m^3$. Hasil PSCF menunjukkan probabilitas maksimum 0,9, dengan nilai CWT melebihi $40 \mu g/m^3$ di DKI Jakarta bagian selatan dan timur, mengindikasikan kontribusi dari Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Banten. *Long range transport* berperan penting dalam konsentrasi $PM_{2.5}$ di DKI Jakarta.

Kata kunci: *backward trajectories*, Jakarta, konsentrasi $PM_{2.5}$, *long-range transport*

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.



ABSTRACT

DESVITA LIANY. The Influence of Long Range Transport Phenomena on PM_{2,5} Concentrations (Case study: DKI Jakarta). Supervised by FITHRIYA YULISIASHI ROHMAWATI.

DKI Jakarta, as a metropolitan, experiences high anthropogenic activities from transportation, industry, and biomass burning that significantly contribute to elevated PM_{2,5} concentrations. PM_{2,5} refers to fine particles with diameters $\leq 2,5$ micrometers that pose serious health risks. This study analyzes PM_{2,5} fluctuation patterns and identifies potential pollutant sources considering meteorological factors. Data includes PM_{2,5} concentrations, humidity, rainfall, wind parameters, and NOAA global meteorological data. Analysis HYSPLIT trajectory modeling with PSCF and CWT methods for source identification. Results show highest PM_{2,5} concentration in August at 91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, exceeding the 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ BMUA threshold, while lowest occurred in December at 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Diurnal fluctuations revealed peaks at 08.00–09.00 and 20.00–22.00. Rainfall and humidity showed inverse relationships with PM_{2,5} concentrations. Trajectory modeling indicated dry season (JJA) air mass flow from east and southeast, with cluster C2 reaching 22,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ at Kebon Jeruk station. Wet season (DJF) was dominated by Cluster C1 with lower concentrations of 8,9-15,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. PSCF results showed maximum probability of 0,9, with CWT values exceeding 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in southern and eastern DKI Jakarta, indicating contributions from West Java, Central Java, and Banten. Long-range transport plays an important role in DKI Jakarta's PM_{2,5} concentrations.

Keywords: backward trajectories, Jakarta, long-range transport, PM_{2,5} concentration



- 



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 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.

PENGARUH FENOMENA *LONG RANGE TRANSPORT* TERHADAP KONSENTRASI PM_{2,5} (STUDI KASUS: DKI JAKARTA)

DESVITA LIANY

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. Ana Turyanti, S.Si, M.T
2. Idung Risdiyanto, S.Si, M.Sc

Judul Skripsi : Pengaruh Fenomena *Long Range Transport* terhadap Konsentrasi PM_{2,5} (Studi kasus: DKI Jakarta)
Nama : Desvita Liany
NIM : G2401211093

Disetujui oleh

Pembimbing:
Fithriya Yuliasih Rohmawati, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Departemen Geofisika dan Meteorologi:
Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T.
NIP 19710707 199803 2 002

Tanggal Ujian:
18 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.



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 Januari 2025 sampai bulan Juni 2025 ini ialah pencemaran atmosfer, dengan judul “Pengaruh Fenomena Long Range Transport terhadap Konsentrasi PM_{2,5} (Studi kasus: DKI Jakarta)”. Skripsi ini merupakan syarat akhir untuk memenuhi persyaratan akademik dalam menyelesaikan pendidikan sarjana pada Program Studi Meteorologi Terapan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Penulis menyadari bahwa penyelesaian tulisan ini tidak lepas dari doa, dukungan, serta bantuan berbagai pihak. Dengan penuh rasa hormat dan syukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua, saudara-saudara, keluarga saya yang sudah memberikan semangat dan motivasi terbesar bagi penulis selama proses perkuliahan.
2. Fithriya Yulisiasih Rohmawati S.Si., M.Si selaku pembimbing tugas akhir yang telah memberikan ilmu pengetahuan, waktu, arahan, saran, dan nasehat yang sangat berharga bagi penulis.
3. Semua dosen dan staff akademisi Departemen Geofisika dan Meteorologi yang telah memberikan ilmu, masukan, dan arahan selama proses perkuliahan penulis.
4. Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta yang telah memfasilitasi dan memberikan izin akses data kualitas udara sebagai penunjang penelitian ini.
5. Rekan-rekan satu bimbingan Nabilah Nurfazrina dan Azzahra Pascawisudawati yang sudah saling memotivasi selama proses penulisan tugas akhir.
6. Kak Farah Arkan dan Bang Reyzyki Ramadhani selaku peneliti sebelumnya yang sudah memberikan bantuan, arahan dan masukan dalam penelitian ini.
7. Kalih Surya G2401211095 yang telah menjadi sahabat terbaik penulis dari awal masa perkuliahan sampai akhir.
8. Teman-teman kelompok pengkar asik Windy Amalia, Reni Arini, dan Tiara Devina yang sudah membantu dan menyemangati selama masa perkuliahan penulis.
9. Seluruh teman-teman MARKA58ESAR yang sudah kebersamaan proses perkuliahan penulis.
10. Segenap keluarga besar Hakuna Matata Pejaten yang sudah menemani, menyemangati, dan memotivasi penulis hingga selesainya penelitian ini.
11. Saya ucapkan terima kasih banyak kepada diri saya sendiri karena sudah berhasil bertahan dan menyelesaikan perkuliahan hingga akhir.

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

Bogor, Juli 2025

Desvita Liany



DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Wilayah Kajian	3
2.2 Lokasi Stasiun Pemantauan Kualitas Udara (SPKUA) Udara Ambien di DKI Jakarta	4
2.3 Particulate Matter (PM)	5
2.4 PM _{2,5}	6
2.5 <i>Long-Range Transport</i> (LRT)	6
2.6 Angin	7
2.7 Kelembaban	7
2.8 Curah Hujan	8
2.9 <i>Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model (HYSPLIT)</i>	8
2.10 <i>Trajectory</i>	9
III. METODE	11
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Analisis Data	11
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Karakteristik Meteorologi dan Kondisi Polutan PM _{2,5} di DKI Jakarta	17
4.2 Pola Transportasi Polutan Berdasarkan Trajektori Mundur	23
4.3 Identifikasi Wilayah Sumber Potensial	30
V. SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	39
RIWAYAT HIDUP	51

DAFTAR TABEL

1	Lokasi stasiun pemantauan kualitas udara ambien di DKI Jakarta	4
2	Data yang digunakan pada penelitian	11
3	Konsentrasi rata-rata PM _{2,5} dari setiap klaster trayektori pada bulan MAM	26
4	Konsentrasi rata-rata PM _{2,5} dari setiap klaster trayektori pada bulan JJA	27
5	Konsentrasi rata-rata PM _{2,5} dari setiap klaster trayektori pada bulan SON	28
6	Konsentrasi rata-rata PM _{2,5} dari setiap klaster trayektori pada bulan DJF	29

DAFTAR GAMBAR

1	Peta wilayah kajian DKI Jakarta	3
2	Karakteristik wilayah tiap lokasi (a) SPKUA DKI1 (b) SPKUA DKI2 (c) SPKUA DKI3 (d) SPKUA DKI4 (e) SPKUA DKI (Sumber: dokumentasi DLH DKI Tahun 2022)	5
3	Diagram alir penelitian	12
4	Fluktuasi konsentrasi PM _{2,5} di 5 SPKUA DKI Jakarta tahun 2024	17
5	Pola konsentrasi PM _{2,5} secara diurnal, minggu, dan bulan di 5 SPKUA DKI Jakarta tahun 2024	18
6	<i>Polar plot</i> (atas) dan <i>windrose</i> (bawah) tahun 2024 di (a) SPKUA DKI1 (b) SPKUA DKI2 (c) SPKUA DKI3 (d) SPKUA DKI4 (e) SPKUA DKI5	19
7	Hubungan curah hujan dengan konsentrasi PM _{2,5} tahun 2024 di (a) SPKUA DKI1 (b) SPKUA DKI2 (c) SPKUA DKI3 (d) SPKUA DKI4 (e) SPKUA DKI5	21
8	Hubungan kelembaban dengan konsentrasi PM _{2,5} diurnal tahun 2024 di (a) SPKUA DKI1 (b) SPKUA DKI2 (c) SPKUA DKI3 (d) SPKUA DKI4 (e) SPKUA DKI5	22
9	(a) <i>Backward trajectory</i> tahun 2024 di DKI Jakarta (-24 jam) (b) <i>Clustering trajectory</i>	24
10	(a) <i>Potential Source Contribution</i> (PSCF) DKI Jakarta tahun 2024 (b) <i>Concentration Weighted Trajectories</i> (CWT) DKI Jakarta tahun 2024	30

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Hasil penentuan jumlah <i>clustering</i>	40
2	Lampiran 2 Hasil <i>clustering</i> penentuan titik DKI Jakarta berdasarkan lokasi 5 SPKUA (a) DKI1 (b) DKI2 (c) DKI3 (d) DKI4 (e) DKI5	40
3	Lampiran 3 Hasil PSCF (atas) dan CWT (bawah) (-6 jam)	41
4	Lampiran 4 Hasil PSCF (atas) dan CWT (bawah) (-9 jam)	41
5	Lampiran 5 Hasil PSCF (atas) dan CWT (bawah) (-12 jam)	42
6	Lampiran 6 Hasil PSCF (atas) dan CWT (bawah) (-15 jam)	42
7	Lampiran 7 Hasil PSCF (atas) dan CWT (bawah) (-18 jam)	43

8	Lampiran 8 Hasil PSCF (atas) dan CWT (bawah) (-21 jam)	43
9	Lampiran 9 Hasil PSCF (atas) dan CWT (bawah) (-24 jam)	44
10	Lampiran 10 Hasil PSCF (atas) dan CWT (bawah) (-28 jam)	44
11	Lampiran 11 Hasil PSCF (atas) dan CWT (bawah) (-32 jam)	45
12	Lampiran 12 Grafik hubungan $PM_{2,5}$ dan kelembaban di 5 SPKUA (a) DKI1 (b) DKI2 (c) DKI3 (d) DKI4 (e) DKI5 bulan DJF	46
13	Lampiran 13 Grafik hubungan $PM_{2,5}$ dan kelembaban di 5 SPKUA (a) DKI1 (b) DKI2 (c) DKI3 (d) DKI4 (e) DKI5 bulan MAM	47
14	Lampiran 14 Grafik hubungan $PM_{2,5}$ dan kelembaban di 5 SPKUA (a) DKI1 (b) DKI2 (c) DKI3 (d) DKI4 (e) DKI5 bulan JJA	48
15	Lampiran 15 Grafik hubungan $PM_{2,5}$ dan kelembaban di 5 SPKUA (a) DKI1 (b) DKI2 (c) DKI3 (d) DKI4 (e) DKI5 bulan SON	49
16	Lampiran 16 Hasil windrose di 5 SPKUA (a) DKI1 (b) DKI2 (c) DKI3 (d) DKI4 (e) DKI5 bulan DJF	50
17	Lampiran 17 Hasil windrose di 5 SPKUA (a) DKI1 (b) DKI2 (c) DKI3 (d) DKI4 (e) DKI5 bulan MAM	50
18	Lampiran 18 Hasil windrose di 5 SPKUA (a) DKI1 (b) DKI2 (c) DKI3 (d) DKI4 (e) DKI5 bulan JJA	50
19	Lampiran 19 Hasil windrose di 5 SPKUA (a) DKI1 (b) DKI2 (c) DKI3 (d) DKI4 (e) DKI5 bulan SON	50

- 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.