

**ANALISIS SEBARAN KONSENTRASI PM_{2,5}
MENGUNAKAN GAUSSIAN FINITE LINE SOURCE MODEL
(STUDI KASUS: JALAN JENDERAL SUDIRMAN, JAKARTA)**

WAHYU STYA UTAMI



**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@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 “Analisis Sebaran Konsentrasi $PM_{2,5}$ Menggunakan *Gaussian Finite Line Source Model* (Studi Kasus: Jalan Jenderal Sudirman, Jakarta)” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. 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 2024

Wahyu Stya Utami
G24170016

@Hak cipta milik 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

WAHYU STYA UTAMI. Analisis Sebaran Konsentrasi $PM_{2.5}$ Menggunakan *Gaussian Finite Line Source Model* (Studi Kasus: Jalan Jenderal Sudirman, Jakarta). Dibimbing oleh FITHRIYA YULIASIAH ROHMAWATI dan ANA TURYANTI.

Wilayah perkotaan seperti DKI Jakarta terancam polusi udara dari aktivitas kendaraan bermotor. Salah satu polutan yang dihasilkan adalah $PM_{2.5}$ yang membahayakan kesehatan. Namun alat pemantau kualitas udara di DKI Jakarta sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kontribusi volume lalu lintas kendaraan bermotor terhadap beban emisi $PM_{2.5}$ di Jalan Jenderal Sudirman dan mengestimasi sebaran konsentrasi $PM_{2.5}$ di reseptor menggunakan model *Gaussian Finite Line Source Model* (GFLSM). Hasil studi menunjukkan bahwa mobil penumpang memiliki beban emisi $PM_{2.5}$ tertinggi diantara empat jenis kendaraan yang diamati, dan bus transjakarta menjadi kendaraan dengan kontribusi beban emisi $PM_{2.5}$ paling rendah. Semakin menjauhi sumber emisi maka konsentrasi $PM_{2.5}$ akan semakin berkurang. Jarak aman konsentrasi $PM_{2.5}$ dari sumber garis yang dikaji selama 24 jam adalah < 5 meter, sedangkan selama tahunan berada pada jarak 50 meter dari sumber garis. GFLSM memiliki beberapa keterbatasan salah satunya adalah nilai yang dihasilkan cenderung lebih rendah dari nilai pengamatan aktual karena perhitungan dalam model diasumsikan mulai dari nol sehingga tidak memperhitungkan endapan polutan juga tidak memperhitungkan curah hujan.

Kata kunci: *Gaussian Finite Line Source model*, Jakarta, Kendaraan bermotor, $PM_{2.5}$, polusi udara,



@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

WAHYU STYA UTAMI. Analysis of PM_{2.5} Concentration Distribution Using the Gaussian Finite Line Source Model (Case Study: Jalan Jenderal Sudirman, Jakarta). Supervised by FITHRIYA YULIASIH ROHMAWATI and ANA TURYANTI.

Urban environments such as Jakarta face significant threats from air pollution resulting from motor vehicle activities, with PM_{2.5} being one of the major harmful pollutants. Unfortunately, Jakarta's air quality monitoring infrastructure is quite limited. This research aims to quantify the impact of motor vehicle traffic volume on PM_{2.5} emissions along Jalan Jenderal Sudirman and to model the dispersion of PM_{2.5} concentrations at receptor points using the Gaussian Finite Line Source Model (GFLSM). Findings indicate that passenger cars are the largest contributors to PM_{2.5} emissions among the four vehicle types studied, while Transjakarta buses contribute the least. Additionally, PM_{2.5} concentrations decrease with increasing distance from the emission source. Safe PM_{2.5} concentration distances from the line source were determined to be less than 5 meters for a 24-hour period and 50 meters on an annual basis. It is important to note that GFLSM has certain limitations; specifically, the generated values tend to be lower than actual observed values, as the model assumes a baseline of zero, neglecting factors such as pollutant deposition and precipitation.

Keywords: Air pollution, Gaussian model, Jakarta, Motor Vehicle, PM_{2.5}



@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 2024
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 SEBARAN KONSENTRASI PM_{2,5}
MENGUNAKAN GAUSSIAN FINITE LINE SOURCE MODEL
(STUDI KASUS: JALAN JENDERAL SUDIRMAN, JAKARTA)**

WAHYU STYA UTAMI

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
2024**



@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 milik IPB University

Judul Laporan : Analisis Sebaran Konsentrasi PM_{2,5} menggunakan *Gaussian Finite Line Source Model* (Studi Kasus: Jalan Jenderal Sudirman, Jakarta)

Nama : Wahyu Styta Utami
NIM : G24170016

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Fithriya Yulisiasih Rohmawati, S.Si., M.Si.

Pembimbing 2:
Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T.

Diketahui oleh

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

Tanggal Ujian:
14 Juni 2024

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 subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga penelitian ini berhasil diselesaikan. Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ucapkan terima kasih dan rasa penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Fithriya Yuliasih Rohmawati, S.Si., M.Si. dan Ibu Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan serta saran kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Impron, M.Sc selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan saran dan nasihat selama masa perkuliahan serta semua dosen dan staff Departemen Geofisika dan Meteorologi IPB yang telah memberikan bantuan selama masa studi.
3. Orangtua tercinta serta segenap keluarga yang telah memberikan dukungan moril maupun material dengan kasih sayang tak terhingga.
4. Teman-teman seperjuangan penulis yaitu Umi, Shindi, Intan, Iyam, Citra, Melani, Restu, Ina, Putri, Salman, Eman, Komar serta semua teman-teman GFM 54 lainnya atas dukungan dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Sahabat penulis yang senantiasa kebersamai penulis dan memberikan banyak sekali dukungan dalam menghadapi perkuliahan hingga tugas akhir yaitu R.A. Aisyah Fathia Sekarani, Nissa Putri Khaerani dan Dayinta Nur Safitri.

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

Bogor, Juli 2024

Wahyu Styra Utami

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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	2
1.4 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pencemaran udara	3
2.2 Karakteristik <i>Particulate Matter</i> (PM)	3
2.3 Faktor meteorologi	4
2.4 Model Matematis Pendugaan Konsentrasi Polutan	5
2.5 Gaussian Finite Line Source Model (GFLSM)	5
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	10
3.4 Analisis Data	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Analisis Kontribusi Volume Kendaraan terhadap Beban Emisi PM _{2,5}	15
4.2 Analisis konsentrasi PM _{2,5} di titik reseptor	22
V SIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Simpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	33
RIWAYAT HIDUP	40



@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 TABEL

1	Tabel 1 Data yang digunakan dalam penelitian	10
2	Tabel 2 Klasifikasi jenis kendaraan yang diamati berdasarkan tipe mesin	11
3	Tabel 3 Kelas Stabilitas Atmosfer Pasquill – Gifford	12
4	Tabel 4 Nilai konstanta untuk menghitung koefisien dispersi	13
5	Tabel 5 Faktor emisi kendaraan bermotor bersumber dari European Environment Agency (EEA) tahun 2014	14

DAFTAR GAMBAR

6	Gambar 1 Ilustrasi transformasi koordinat garis ke koordinat angin dalam konsep GFLSM	6
7	Gambar 2 Lokasi kajian	9
8	Gambar 3 Diagram alir penelitian	10
9	Gambar 4 Grafik perbandingan total jumlah kendaraan dengan beban emisi di pagi hari	16
10	Gambar 5 Grafik perbandingan total jumlah kendaraan dengan beban emisi di siang hari	16
11	Gambar 6 Grafik perbandingan total jumlah kendaraan dengan beban emisi di sore hari	17
12	Gambar 7 Diagram persentase jumlah rata-rata kendaraan bermotor dan nilai rata-rata beban emisi $PM_{2,5}$ di pagi hari per jenis kendaraan bermotor yang diamati	20
13	Gambar 8 Diagram persentase jumlah rata-rata kendaraan bermotor dan nilai rata-rata beban emisi $PM_{2,5}$ di siang hari per jenis kendaraan bermotor yang diamati	21
14	Gambar 9 Diagram persentase jumlah rata-rata kendaraan bermotor dan nilai rata-rata beban emisi $PM_{2,5}$ di pagi hari per jenis kendaraan bermotor yang diamati	21
15	Gambar 10 Diagram <i>windrose</i>	22
16	Gambar 11 Titik reseptor sesuai dengan arah angin dominan	23
17	Gambar 12 Perbandingan pola konsentrasi $PM_{2,5}$ hasil model berdasarkan jarak dari sumber garis pada pagi hari	26
18	Gambar 13 Perbandingan pola konsentrasi $PM_{2,5}$ hasil model berdasarkan jarak dari sumber garis pada siang hari	26
19	Gambar 14 Perbandingan pola konsentrasi $PM_{2,5}$ hasil model berdasarkan jarak dari sumber garis pada sore hari	27



@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 LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Dokumentasi penelitian	34
2	Lampiran 2 Jumlah kendaraan di Jalan Jenderal Sudirman Jakarta	35
3	Lampiran 3 Beban emisi PM _{2,5} hasil perhitungan	36
4	Lampiran 4 Data meteorologi	37
5	Lampiran 5 Stabilitas atmosfer menggunakan tabel Pasquill Gifford	38
6	Lampiran 6 Olah data konsentrasi PM _{2,5} menggunakan GFLSM	39

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.