

ANALISIS JANGKA PANJANG INTERAKSI FAKTOR METEOROLOGI DENGAN SO₂ DAN CO DI JAKARTA MENGUNAKAN METODE STL DAN CCF (STUDI KASUS: 2014-2024)

AZZAHRA AMARA



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

- 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.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Jangka Panjang Interaksi Faktor Meteorologi dengan SO₂ dan CO di Jakarta Menggunakan Metode STL dan CCF (Studi Kasus: 2014-2024)” 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, Juni 2025

Azzahra Amara
G2401211076

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

AZZAHRA AMARA. Analisis Jangka Panjang Interaksi Faktor Meteorologi dengan SO₂ dan CO di Jakarta Menggunakan Metode STL dan CCF (Studi Kasus: 2014-2024). Dibimbing oleh ANA TURYANTI dan RAHMAWATI.

Pencemaran udara di wilayah perkotaan merupakan isu yang semakin menjadi perhatian. Pencemar udara berupa SO₂ dan CO di wilayah perkotaan dijadikan indikator kontribusi sumber emisi industri dan transportasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tren jangka panjang dan pola fluktuasi konsentrasi SO₂ dan CO serta hubungannya dengan faktor meteorologi, dengan studi kasus wilayah DKI Jakarta. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Seasonal-Trend decomposition using LOESS* (STL) dan *Cross-Correlation Function* (CCF). Metode tersebut masih jarang digunakan dalam analisis kualitas udara. Data yang digunakan adalah data konsentrasi SO₂ dan CO periode tahun 2014-2024. Hasil STL menunjukkan tren SO₂ meningkat di seluruh lokasi, kecuali DKI1 Bundaran HI yang menurun sejak akhir 2023. Sebaliknya, tren CO menurun di awal periode, namun meningkat kembali 2023 terutama di DKI5 Kebon Jeruk sejak 2022. Komponen musiman SO₂ meningkat saat musim kemarau dan menurun saat musim hujan dengan amplitudo terbesar 25 µg/m³ di DKI2 Kelapa Gading yang terus menguat hingga akhir periode. Sementara itu, amplitudo musiman CO cenderung melemah pada akhir periode dengan pola naik di musim kemarau dan turun di musim hujan (awal periode) serta amplitudo tertinggi berada DKI2 Kelapa Gading dan DKI5 Kebon Jeruk berkisar antara +0,5 hingga -0,25 mg/m³. Hasil CCF menunjukkan SO₂ berkorelasi negatif dengan kelembapan ($\rho = -0,50$ lag 0), kecepatan angin ($\rho = -0,30$ lag 2 jam), dan curah hujan ($\rho = -0,14$ lag 1 jam) serta berkorelasi positif dengan radiasi matahari ($\rho = 0,31$ lag 0) dan suhu udara ($\rho = 0,38$ lag 0). CO berkorelasi positif dengan kelembapan ($\rho = 0,60$ lag 0) dan curah hujan ($\rho = 0,09$ lag 3 jam) serta berkorelasi negatif dengan radiasi matahari ($\rho = -0,45$ lag 2 jam), suhu udara ($\rho = -0,52$ lag 1 jam) dan kecepatan angin ($\rho = -0,58$ lag 1 jam).

Kata kunci: CO, meteorologi, metode CCF, metode STL, SO₂



@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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRACT

AZZAHRA AMARA. Long-term Analysis of The Interaction of Meteorological Factors with SO₂ And Co in Jakarta Using STL And CCF Methods (Case Study: 2014-2024). Supervised by ANA TURYANTI, and RAHMAWATI.

Air pollution in urban areas is becoming an increasingly concerning issue. Air pollutants such as SO₂ and CO in urban areas are used as indicators of emission sources from industry and transportation. This study aims to analyze the long-term trends and fluctuation patterns of SO₂ and CO concentrations and their relationships with meteorological factors, with a case study in the DKI Jakarta region. The methods used in this study are Seasonal-Trend decomposition using LOESS (STL) and Cross-Correlation Function (CCF). These methods are still rarely used in air quality analysis. The data used are SO₂ and CO concentration data for the 2014–2024 period. The STL results show that SO₂ trends increased at all locations, except for DKI1 Bundaran HI, which has declined since the end of 2023. Conversely, CO trends decreased at the beginning of the period but increased again in 2023, especially in DKI5 Kebon Jeruk since 2022. The seasonal component of SO₂ increased during the dry season and decreased during the rainy season, with the highest amplitude of 25 µg/m³ in DKI2 Kelapa Gading, which continued to strengthen until the end of the period. Meanwhile, the seasonal amplitude of CO tended to weaken toward the end of the period, with an upward pattern in the dry season and a downward pattern in the rainy season (early period), and the highest amplitudes occurred in DKI2 Kelapa Gading and DKI5 Kebon Jeruk, ranging from +0,5 to -0,25 mg/m³. The CCF results show that SO₂ is negatively correlated with humidity ($\rho = -0,50$ lag 0), wind speed ($\rho = -0,30$ lag 2 hours), and rainfall ($\rho = -0,14$ lag 1 hour), and positively correlated with solar radiation ($\rho = 0,31$ lag 0) and air temperature ($\rho = 0,38$ lag 0). CO is positively correlated with humidity ($\rho = 0,60$ lag 0) and rainfall ($\rho = 0,09$ lag 3 hours), and negatively correlated with solar radiation ($\rho = -0,45$ lag 2 hours), air temperature ($\rho = -0,52$ lag 1 hour), and wind speed ($\rho = -0,58$ lag 1 hour).

Keyword: CCF method, CO, meteorology, SO₂, STL method

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.



ANALISIS JANGKA PANJANG INTERAKSI FAKTOR METEOROLOGI DENGAN SO₂ DAN CO DI JAKARTA MENGUNAKAN METODE STL DAN CCF (STUDI KASUS: 2014-2024)

AZZAHRA AMARA

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.

Judul Skripsi : Analisis Jangka Panjang Interaksi Faktor Meteorologi dengan SO₂
dan CO di Jakarta Menggunakan Metode STL dan CCF (Studi
Kasus: 2014-2024)

Nama : Azzahra Amara
NIM : G2401211076

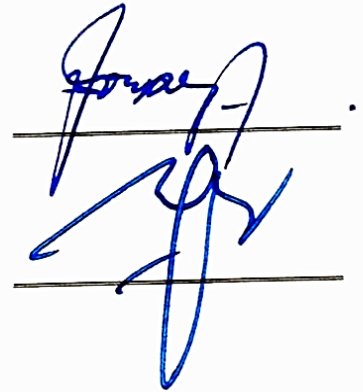
@Hak cipta milik IPB University

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.

Disetujui oleh

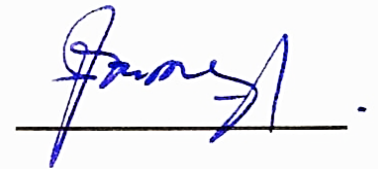
Pembimbing 1:
Dr. Ana Turyanti, S.Si, M.T

Pembimbing 2:
Rahmawati S.T, M.Si



Diketahui oleh

Ketua Departemen:
Dr. Ana Turyanti, S.Si, M.T
NIP 197107071998032002



Tanggal Ujian:
23 Juni 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 mengemukakan 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. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2024 hingga Mei 2025 ini ialah Hubungan Pencemaran Udara dengan Faktor Meteorologi dengan judul "Analisis Jangka Panjang Interaksi Faktor Meteorologi dengan SO₂ dan CO di Jakarta Menggunakan Metode STL dan CCF (Studi Kasus: 2014-2024)".

Dalam proses penulisan karya ilmiah ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Nana dan Ibu Diana selaku orang tua penulis yang doanya selalu menjadi cahaya dalam setiap langkah penulis dengan kasih sayang dan kesabaran tiada henti. Tak lupa juga kepada kedua adik penulis, Baruna dan Khanza yang menjadi cahaya penyemangat dalam perjalanan penulis serta kepada Uung yang tidak pernah lelah memberi dukungan.
2. Dr. Ana Turyanti, S.Si, M.T selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, masukan dan arahan dengan sabar dan ikhlas sejak awal hingga akhir proses penyusunan skripsi ini.
3. Rahmawati S.T, M.Si selaku dosen pembimbing tugas akhir kedua dari Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta yang telah memberikan dukungan dan fasilitas kepada penulis untuk penyusunan skripsi ini.
4. Dr. Ir. Impron, M.Agr.Sc selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama masa perkuliahan.
5. Nalla dan Ami yang telah tidak pernah lelah mendengarkan keluh kesah penulis serta yang senantiasa menemani dengan segala cerita dalam masa perkuliahan ini.
6. Teman-teman seperbimbingan yaitu Risa, Fitri, Reni dan Tiara yang telah menjadi teman berdiskusi terutama Iki dan Shafira yang selalu siap mengerjakan skripsi bersama. Tak lupa juga, kepada Dilla yang tidak pernah absen menjadi tempat berbagi cerita.
7. Keluarga asuh yaitu Bang Radyan, Kak Fitri, Ghaly, Fernando, Atha, Aul, dan Vani yang telah memberikan dukungan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman *Marka58esar* atas segala bentuk motivasi, kebersamaan dan kenangan selama masa perkuliahan yang penuh warna.
9. A Qais yang telah menjadi *support system* dengan seluruh arahannya dalam membaca dan bersikap dalam kehidupan serta menjadi tempat bercerita baik senang maupun susah dan tempat pulang untuk setiap kisah.
10. Azzahra Amara selaku diri penulis sendiri selalu bekerja keras tanpa kenal menyerah, selalu tetap percaya dan bangkit, dan selalu menjadi diri sendiri di setiap perjuangan ini.

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

Bogor, Juni 2025

Azzahra Amara



@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	xv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
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 Sulfur Dioksida (SO ₂)	3
2.3 Karbon Monoksida (CO)	4
2.4 Faktor Meteorologi	4
2.5 Metode <i>Seasonal Trend Decomposition Procedure Based on Loess</i> (STL)	6
2.6 Metode <i>Cross Correlation Function</i> (CCF)	6
2.7 Karakteristik Wilayah Kajian	7
III METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Kerja	10
3.4 Analisis data	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Fluktuasi Konsentrasi SO ₂ dan CO	15
4.2 Pola Tren Jangka Panjang dan Musiman SO ₂ dan CO	20
4.3 Kondisi Faktor Meteorologi	23
4.4 Hubungan Konsentrasi SO ₂ dan CO dengan Faktor Meteorologi Antar Tahun	33
V SIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Simpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	51
RIWAYAT HIDUP	59

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.