

**ESTIMASI KADAR POLUTAN $PM_{2.5}$ DI DKI JAKARTA
BERDASARKAN METODE COKRIGING**

SKRIPSI



AZIZAH WULANDARI

**PROGRAM STUDI S1 STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

**ESTIMASI KADAR POLUTAN $PM_{2.5}$ DI DKI JAKARTA
BERDASARKAN METODE COKRIGING**

SKRIPSI



AZIZAH WULANDARI

**PROGRAM STUDI S1 STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2022**

**ESTIMASI KADAR POLUTAN $PM_{2.5}$ DI DKI JAKARTA
BERDASARKAN METODE COKRIGING**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Statistika
pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Azizah Wulandari
NIM. 081811833025

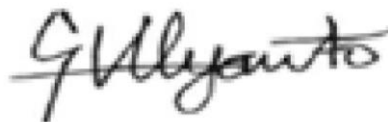
Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Dr. Toha Saifudin S.Si., M.Si
NIP. 197501061999031002

Pembimbing II,



Drs. Suliyanto, M.Si
NIP. 196509071991021001

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Estimasi Kadar Polutan $PM_{2.5}$ Di DKI Jakarta
Berdasarkan Metode Cokriging
Penyusun : Azizah Wulandari
NIM : 081811833025
Pembimbing I : Dr. Toha Saifudin S.Si., M.Si
Pembimbing II : Drs. Suliyanto, M.Si.
Tanggal Seminar :

Disetujui oleh

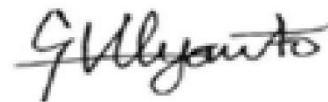
Pembimbing I,



Dr. Toha Saifudin S.Si., M.Si

NIP. 197501061999031002

Pembimbing II,



Drs. Suliyanto, M.Si

NIP. 196509071991021001

Mengetahui,

Ketua Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Dr. Herry Suprajitno, M. Si.

NIP. 196804041994031020

Koordinator Prodi S1 Statistika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Drs. H. Sediono, M.Si.

NIP. 196107121987011001

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Azizah Wulandari

NIM : 081811833025

Program Studi : Statistika

Fakultas : Sains dan Teknologi Universitas Airlangga

Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

ESTIMASI KADAR POLUTAN PM_{2.5} DI DKI JAKARTA BERDASARKAN METODE COKRIGING

Apabila suatu saat nanti melakukan tindakan plagiat, maka saya menerima sanksi yang telah ditetapkan. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 07 April 2022



20
METERAI
TEMPEL
FC8BAJX755891400

Azizah Wulandari
081811833025

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Estimasi Kadar Polutan $PM_{2.5}$ Di DKI Jakarta Berdasarkan Metode Cokriging” sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana Statistika di Universitas Airlangga. Penulis menyadari skripsi ini dapat terselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga penulis ingin mengucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya secara tulus kepada:

1. Rektor Universitas Airlangga Prof. Dr. Mohammad Nasih SE., M.T., Ak., CMA, Dekan Fakultas Sains Teknologi Prof. Dr. Moh. Yasin, Drs., M.Si., Ketua Departemen Matematika Dr. Herry Suprajitno, M. Si., dan Koordinator Prodi Statistika Drs. H. Sediono yang telah memberikan kesempatan penyusun untuk berkuliah di Universitas Airlangga, Fakultas Sains dan Teknologi, Departemen Matematika Jurusan Statistika.
2. Dr. Toha Saifudin, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing I dan Drs. Suliyanto, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang selalu tulus dan sabar dalam memberikan bimbingan kepada penulis.
3. Bapak Rohmat dan Ibu Srijatun selaku Orang tua, M. Irfan, Listiana dan Khoirul Mukhlisin selaku kakak, Ibu Sarti dan Ibu Muyasaroh, serta keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan, semangat, motivasi, dan nasihat kepada penulis.
4. Teman-teman yang telah mendukung dan membantu proses selama perkuliahan seperti Anin, Tria, dan Diah, serta semua pihak yang membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini terdapat banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan saran yang membangun dari semua pihak.

Surabaya, 07 April 2022

Penyusun,

Azizah Wulandari

Azizah Wulandari, 2022. **Estimasi Kadar Polutan PM_{2.5} Di DKI Jakarta Berdasarkan Metode Cokriging**. Skripsi dibawah Dr. Toha Saifudin, S.Si., M.Si. dan Drs. Suliyanto, M.Si., Program Studi S-1 Statistika, Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Particulate Matter 2.5 (PM_{2.5}) merupakan polutan yang sangat kecil dengan ukuran kurang dari 2,5 µm namun sangat berbahaya karena dapat terhirup secara langsung sehingga menyebabkan berbagai macam gangguan kesehatan. Meningkatnya kadar PM dipengaruhi oleh adanya peningkatan kelembaban karena konsentrasi PM memiliki hubungan positif dengan kelembaban. Provinsi DKI Jakarta sebagai provinsi dengan posisi pertama dengan polusi udara tertinggi di Indonesia. Pada 29 Juli 2021, polusi udara pada provinsi ini masuk pada kategori “Tidak Sehat Bagi Kelompok Sensitif” dengan polutan utama PM_{2.5} yang konsentrasinya 4 kali lebih tinggi dari standar *World Health Organization* (WHO). Sayangnya, di Provinsi DKI Jakarta hanya terdapat lima stasiun pantau polusi udara, yaitu Stasiun Bundaran HI, Kelapa Gading, Jagakarsa, Lubang Buaya, dan Stasiun Kebun Jeruk. Hal ini tentu perlu pertimbangan lebih untuk melihat kondisi polusi udara terkhusus polutan PM_{2.5} pada semua titik kecamatan yang ada provinsi ini, dengan harapan penanganan polusi udara bisa tepat pada sasaran dan efektif untuk menaggulangi masalah pencemaran udara yang terjadi. Untuk itu, penulis melakukan estimasi kadar polutan PM_{2.5} pada seluruh titik kecamatan yang ada di Provinsi DKI Jakarta menggunakan metode *Cokriging* dengan tujuan memberikan informasi berupa data dugaan kadar PM_{2.5} pada 42 titik diluar stasiun pantau. Data ini dapat digunakan menjadi bahan pertimbangan pemerintah dalam membuat kebijakan untuk menangani masalah polusi udara yang ada di Jakarta. Berdasarkan hasil estimasi kadar polutan PM_{2.5} pada 42 kecamatan yang ada di DKI Jakarta, urutan kawasan dengan rata-rata kadar polutan PM_{2.5} dari tertinggi adalah Jakarta Utara sebesar 85,21, Jakarta Selatan sebesar 67,36, Jakarta Timur sebesar 66,57, Jakarta Pusat sebesar 60,29, dan yang paling rendah adalah Jakarta Barat sebesar 59,94.

Kata kunci: Estimasi, Kadar Polutan PM_{2.5}, Provinsi DKI Jakarta, Estimasi, Metode Cokriging

Azizah Wulandari, 2022. *Estimation of PM_{2.5} in DKI Jakarta Based on the Cokriging Method*. This undergraduate thesis supervised by Dr. Toha Saifudin, S.Si., M.Si. and Drs. Suliyanto, M.Si., S-1 Statistics Courses, Mathematics Departement, Faculty of Science and Technology, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRACT

Particulate Matter 2.5 (PM_{2.5}) is a very small pollutant with a size of less than 2.5 µm but is very dangerous because it can be inhaled directly, causing various health problems. The increase in PM levels is influenced by an increase in humidity because the concentration of PM has a positive relationship with humidity. DKI Jakarta Province is the province with the first position with the highest air pollution in Indonesia. On 29 July 2021, air pollution in this province was included in the "Unhealthy for Sensitive Groups" category with the main pollutant PM_{2.5} whose concentration was 4 times higher than the *World Health Organization* (WHO) standard. Unfortunately, in DKI Jakarta Province there are only five air pollution monitoring stations, namely the HI Roundabout Station, Kelapa Gading, Jagakarsa, Lubang Buaya, and Kebun Jeruk Station. This of course needs more consideration to look at the condition of air pollution, especially PM_{2.5} at all sub-district points in this province, with the hope that air pollution handling can be right on target and effective in dealing with air pollution problems that occur. For this reason, the authors estimate PM_{2.5} at all sub-districts in DKI Jakarta Province using the *Cokriging* with the aim of providing information in the form of data on suspected PM_{2.5} at 42 points outside the monitoring station. This data can be used as a consideration for the government in making policies to deal with air pollution problems in Jakarta. Based on the estimation results of PM_{2.5} in 42 sub-districts in DKI Jakarta, the order of areas with an average PM_{2.5} from the highest is North Jakarta at 85.21, South Jakarta at 67.36, East Jakarta at 66.57, Central Jakarta was 60.29, and the lowest was West Jakarta at 59.94.

Keywords: Estimation, PM_{2.5} Pollutant Level, DKI Jakarta Province, Estimation, Cokriging

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II.....	6
2.1 <i>Particulate Matter 2.5</i> (PM _{2.5}).....	6
2.2 Kelembaban.....	7
2.3 Analisis Data Spasial	7
2.4 <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE).....	8
2.5 Uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	8
2.6 Uji Korelasi <i>Pearson</i>	9
2.7 <i>Lagrange Multiplier</i>	10
2.8 Variansi	10
2.9 Kovariansi	11
2.9.1 Kovariansi Eksperimental	11
2.9.2 Kovariansi Teoritis	12
2.10 Kriging	13

2.11 Cokriging.....	13
2.12 Provinsi DKI Jakarta.....	15
2.13 <i>Software</i> R.....	15
2.14 ArcGIS Dekstop.....	16
BAB III.....	17
3.1 Sumber Data	17
3.2 Variabel Penelitian.....	17
3.3 Langkah-langkah Penulisan	17
3.4 <i>Flow Chart</i> Penelitian	20
BAB IV	21
4.1 Mendapatkan Pembobot dalam Metode Cokriging	21
4.2 Mendapatkan Estimasi Kadar PM _{2.5} Setiap Kecamatan di DKI Jakarta Berdasarkan Metode Cokriging.....	27
4.3 Peta Tematik Sebaran Polutan PM _{2.5} 42 Kecamatan di DKI Jakarta	38
BAB V.....	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Nilai <i>Experimental Covariance</i> Berdasarkan Pembagian Kelas.....	30
Tabel 4.2	Hasil Estimasi Kadar Polutan PM _{2.5} DKI Jakarta	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	20
Gambar 4.1 <i>Output</i> Uji Kenormalan pada Variabel $PM_{2.5}$	27
Gambar 4.2 <i>Output</i> Uji Kenormalan pada Variabel Kelembaban.....	28
Gambar 4.3 <i>Output</i> Uji Korelasi <i>Pearson</i>	29
Gambar 4.4 Plot Lokasi Stasiun Pantau Polusi Udara Provinsi DKI Jakarta	29
Gambar 4.5 Plot Jarak Terhadap <i>Experimental Auto Covariance</i> Variabel $PM_{2.5}$	31
Gambar 4.6 Plot Jarak Terhadap <i>Experimental Auto Covariance</i> Variabel Kelembaban.....	32
Gambar 4.7 Plot Jarak Terhadap <i>Experimental Cross Covariance</i>	32
Gambar 4.8 Peta Persebaran Polutan $PM_{2.5}$ di DKI Jakarta.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Rata-rata Kadar Polutan $PM_{2.5}$, Rata-rata Kelembaban, serta Letak Koordinat *Latitude* dan *Longitude* masing-masing Lokasi Stasiun Pengukuran pada Bulan Juli 2021 di Provinsi DKI Jakarta

Lampiran 2. Program untuk Menghitung Jarak Antar Lokasi Stasiun Pantau dan Pembagian Kelas

Lampiran 3. *Output* Program untuk Menghitung Jarak Antar Lokasi Stasiun Pantau dan Pembagian Kelas

Lampiran 4. Menghitung Manual *Experimental Covariance*

Lampiran 5. *Spherical Auto Covariance* dan *Spherical Cross Covariance* Antar Lokasi Stasiun

Lampiran 6. Koordinat 42 Kecamatan di 5 Kawasan DKI Jakarta

Lampiran 7. Program untuk Menghitung Jarak Antara 10 Stasiun dengan 42 Kecamatan

Lampiran 8. *Output* Program untuk Menghitung Jarak Antara 10 Stasiun dengan 42 Kecamatan

Lampiran 9. *Spherical Auto Covariance* dan *Spherical Cross Covariance* Antara Lokasi Stasiun dengan Lokasi Pendugaan

Lampiran 10. Program untuk Memperoleh Pembobot 10 Stasiun Terhadap Lokasi Dugaan dan Nilai Dugaan

Lampiran 11. *Output* Program untuk Memperoleh Pembobot 10 Stasiun Terhadap Lokasi Dugaan dan Nilai Dugaan

Lampiran 12. Program untuk Memperoleh Estimasi $PM_{2.5}$ di 5 Stasiun Pantau Era *New Normal*

Lampiran 13. *Output* Program untuk Memperoleh Estimasi $PM_{2.5}$ di 5 Stasiun Pantau Era *New Normal*