

**PENERAPAN METODE *ORDINARY KRIGING* PADA  
PENDUGAAN KADAR NO<sub>2</sub> DI UDARA**

**(Studi Kasus : Pencemaran Udara di Kota Semarang)**



**SKRIPSI**

**Disusun Oleh :  
GERA ROZALIA  
24010211130050**

**JURUSAN STATISTIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2015**

## HALAMAN PENGESAHAN I

Judul Skripsi : Penerapan Metode *Ordinary Kriging* pada Pendugaan Kadar NO<sub>2</sub>  
di Udara.

Nama : Gera Rozalia

NIM : 24010211130050

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir pada tanggal 21 Oktober 2015 dan dinyatakan lulus pada tanggal.....2015.

Semarang, Oktober 2015

Mengetahui,

Ketua Jurusan Statistika

Fakultas Sains dan Matematika Undip

Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir

Ketua,

Dra. Hj. Dwi Ispriyanti, M.Si

NIP. 195709141986032001

Di Asih I Maruddani, S.Si, M.Si

NIP. 197307111997022001

## HALAMAN PENGESAHAN I

Judul Skripsi : Penerapan Metode *Ordinary Kriging* pada Pendugaan Kadar NO<sub>2</sub>  
di Udara.

Nama : Gera Rozalia

NIM : 24010211130050

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir pada tanggal 21 Oktober 2015 dan dinyatakan lulus pada tanggal.....2015.

Semarang, Oktober 2015

Pembimbing I

Pembimbing II

Hasbi Yasin, S.Si, M.Si  
NIP. 198212172006041003

Dra. Hj. Dwi Ispriyanti, M.Si  
NIP. 195709141986032001

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul “**Penerapan Metode *Ordinary Kriging* pada Pendugaan Kadar NO<sub>2</sub> di Udara**”.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan dukungan yang diberikan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si sebagai Ketua Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro dan juga selaku dosen pembimbing II.
2. Bapak Hasbi Yasin, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing I.
3. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan selanjutnya.

Semarang, Oktober 2015

Penulis

## ABSTRAK

Pencemaran udara harus segera dilakukan penanggulangan. Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ) merupakan salah satu faktor penting dalam pencemaran udara. Untuk mengetahui tingkat konsentrasi dari polutan tersebut Badan Lingkungan Hidup (BLH) kota Semarang telah melakukan pengukuran di beberapa titik. Namun karena terhalang dana yang cukup besar, tidak banyak titik yang dilakukan pengukuran. Pada penelitian ini akan digunakan metode *Ordinary Kriging* untuk melakukan estimasi di sejumlah titik di Kota Semarang. Dalam metode ini akan membandingkan nilai semivariogram eksperimental dengan beberapa model semivariogram teoritis (*spherical*, *eksponensial*, dan *gaussian*) untuk mendapatkan model terbaik yang nantinya akan digunakan di dalam pendugaan. Dalam penelitian ini, dilakukan pendugaan konsentrasi  $\text{NO}_2$  di udara di sejumlah kelurahan di Kota Semarang. Berdasarkan hasil analisis didapatkan model terbaik adalah model *spherical* dengan menghasilkan pendugaan kandungan Nitrogen Dioksida tertinggi di Kelurahan Gebangsari dan kandungan Nitrogen Dioksida terendah di Kelurahan Patemon.

Kata Kunci : *Ordinary Kriging*, Semivariogram,  $\text{NO}_2$

## ABSTRACT

Air pollution must be addressed. Nitrogen Dioxide is one of the important factors in air pollution. To determine concentration level of the pollutant “Badan Lingkungan Hidup Kota Semarang” already take measurements at several points. However, because of blocked considerable cost, is not much point to do measurements. In this study, will be used Ordinary Kriging method to estimate at some points in Semarang. In this method will compare the value of the eksperimental semivariogram with some theoretical semivariogram models (spherical, eksponensial, and gaussian) to get the best model that will be used in the estimation. In this study, estimate the concentration of Nitrogen Dioxide in the air in a number of village in Semarang. Based on analysis we found the best model is spherical model with Nitrogen Dioxide produces estimates is the highest in Sub Gebangsari and Nitrogen Dioxide lowest in Sub Patemon.

Keywords : Ordinary Kriging, Semivariogram, Nitrogen Dioxide.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN I</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN II</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Data Spasial .....	5
2.1.1 Data Geostatistika.....	6
2.1.2 Data Area ( <i>Lattice Data</i> ).....	6
2.1.3 Pola Titik ( <i>Point Pattern</i> ).....	7
2.2 <i>Kriging</i> .....	7

2.3 Pendeteksian Pencilan Spasial.....	9
2.4. Variogram dan Semivariogram .....	10
2.4.1 Variogram dan Semivariogram Eksperimental.....	11
2.4.2 Semivariogram Teoritis.....	12
2.5 Pendugaan Parameter <i>Ordinary Kriging</i> .....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Sumber Data .....	18
3.2 Variabel Penelitian .....	18
3.3 Metodologi Penelitian.....	18
3.4 <i>Flowchart</i> .....	19
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Karakteristik Polutan NO <sub>2</sub> .....	21
4.2 Pendeteksian Pencilan.....	22
4.3 Analisis Semivariogram Eksperimental.....	27
4.4 Menentukan Model Semivariogram Teoritis.....	30
4.5 Pendugaan Titik Tidak Tersampel Menggunakan Metode <i>Ordinary Kriging</i> .....	33
<b>BAB V KESIMPULAN</b> .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	41
<b>LAMPIRAN</b> .....	42



## DAFTAR TABEL

Halaman

<b>Tabel 1.</b> Struktur Data .....	18
<b>Tabel 2.</b> Data Kandungan NO <sub>2</sub> di Udara .....	21
<b>Tabel 3.</b> Nilai Minimum, Maksimum, Rata-rata, Varian dari NO <sub>2</sub> .....	22
<b>Tabel 4.</b> Jarak Pos 1 terhadap 28 Pos Lainnya .....	23
<b>Tabel 5.</b> Pendeteksian Pencilan Menggunakan <i>Spatial Statistics Z Test</i> .....	27
<b>Tabel 6.</b> Data Kandungan NO <sub>2</sub> Tanpa Pencilan .....	26
<b>Tabel 7.</b> Pembagian Kelas .....	27
<b>Tabel 8.</b> Perhitungan Nilai Semivariogram Untuk Kelas 1 .....	28
<b>Tabel 9.</b> Perhitungan Nilai Semivariogram Untuk Kelas 2 .....	29
<b>Tabel 10.</b> Hasil Perhitungan Semivariogram .....	30
<b>Tabel 11.</b> Perhitungan Semivariogram Teoritis.....	31
<b>Tabel 12.</b> Perbandingan Eksperimental dengan Model <i>Spherical</i> .....	32
<b>Tabel 13.</b> Perbandingan Eksperimental dengan Model <i>Eksponensial</i> .....	32
<b>Tabel 14.</b> Perbandingan Eksperimental dengan Model <i>Gaussian</i> .....	32
<b>Tabel 15.</b> Pendugaan Kandungan NO <sub>2</sub> di Titik P.....	37
<b>Tabel 16.</b> Prediksi Konsentrasi NO <sub>2</sub> per Kelurahan.....	38

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1.</b> Matriks Jarak.....	43
<b>Lampiran 2.</b> Jarak Antar Pos Beserta Mean Tetangganya .....	44
<b>Lampiran 3.</b> Matriks Jarak Untuk 26 Data .....	48
<b>Lampiran 4.</b> Perhitungan Semivariogram Eksperimental Kelas 1 .....	49
<b>Lampiran 5.</b> Perhitungan Semivariogram Eksperimental Kelas 2 .....	50
<b>Lampiran 6.</b> Perhitungan Semivariogram Eksperimental Kelas 3 .....	52
<b>Lampiran 7.</b> Perhitungan Semivariogram Eksperimental Kelas 4 .....	54
<b>Lampiran 8.</b> Perhitungan Semivariogram Eksperimental Kelas 5 .....	55
<b>Lampiran 9.</b> Perhitungan Semivariogram Eksperimental Kelas 6 .....	56
<b>Lampiran 10.</b> Bobot Untuk 177 Kelurahan.....	57
<b>Lampiran 11.</b> Hasil Pendugaan Menggunakan Metode <i>Ordinary Kriging</i> .....	75

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Menurut Wiharja (2002) udara adalah suatu kesatuan ruangan, di mana makhluk hidup berada di dalamnya. Udara dikatakan “normal“ dan dapat mendukung kehidupan manusia, apabila kadarnya tidak melebihi Baku Mutu Udara Ambien (BMUA) dalam peraturan Pemerintah tentang Pengendalian Pencemaran Udara yang tertuang dalam PP nomor 41 tahun 1999. Dalam hal ini ada beberapa polutan yang dijadikan sebagai tolak ukur untuk menentukan udara tersebut tercemar atau tidak, yaitu Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ), Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ), Karbon Monoksida (CO), Hidrogen Sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), Amonia ( $\text{NH}_3$ ), Oksidan ( $\text{O}_3$ ), *Total Suspended Particulates* (TSP). Jika salah satu dari beberapa polutan di suatu daerah memiliki kadar yang melebihi Baku Mutu Udara Ambien (BMUA) maka udara di daerah tersebut dikatakan tercemar.

Pencemaran udara harus segera dilakukan penanggulangan. Untuk menanggulangnya perlu didukung data mengenai informasi tingkat pencemaran udara di suatu lokasi. Menurut Noll dan Miller (1977) konsentrasi kualitas udara dekat sumbernya akan tinggi dan mulai menurun seiring bertambahnya jarak. Hal ini mengindikasikan bahwa adanya pengaruh spasial dalam pendugaan tingkat pencemaran udara.

Menurut Hadiwidodo dan Huboyo (2006), gas Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ) sangat berbahaya bagi kesehatan manusia karena dapat menyebabkan gangguan pernapasan seperti penurunan kapasitas difusi paru-paru, dan juga

dapat merusak tanaman. Selain itu juga mengurangi jarak pandang di udara.

Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ) merupakan faktor yang berperan penting dalam pencemaran udara. Untuk mengetahui tingkat konsentrasi dari polutan tersebut, Badan Lingkungan Hidup telah melakukan pengukuran di beberapa titik. Namun karena terhalang dana yang cukup besar untuk melakukan pengukuran di banyak titik, maka tidak banyak titik yang dapat dilakukan pengukuran. Oleh karena itu dilakukan suatu metode interpolasi untuk dapat memprediksi tingkat konsentrasi Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ) di beberapa titik yang tidak dilakukan pengukuran.

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, telah dikembangkan suatu penelitian untuk mengestimasi konsentrasi gas Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ) yang berbasis interpolasi atau dikenal dengan istilah interpolasi geostatistik karena memerhatikan efek spasial. Geostatistika muncul pada awal 1980-an sebagai perpaduan ilmu pertambangan, geologi, matematika, dan statistika. Geostatistika awalnya dikembangkan dalam industri mineral untuk menaksir cadangan-cadangan mineral yang ada di bumi. Menurut Isaaks dan Srivastava (1989), geostatistika mampu memodelkan baik kecenderungan spasial (*spatial trends*) maupun korelasi spasial (*spatial correlation*).

G. Matheron menamakan proses prediksi ini sebagai *Kriging* (Olea, R.A., 1999). Istilah *Kriging* ini sendiri diambil dari nama seorang insinyur pertambangan yang berasal dari Afrika Selatan, yaitu D.G. Krige. *Kriging* juga dapat diartikan sebagai metode untuk menangani variabel terregionalisasi. Variabel terregionalisasi adalah variabel yang mempunyai nilai yang berbeda

dengan berubahnya lokasi atau tempat. Berbagai metode *Kriging* dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan geostatistika. Apabila data spasial memenuhi asumsi stasioneritas dengan rata-rata ( $\mu$ ) belum diketahui dan tidak mengandung pencilan, maka digunakan metode *Ordinary Kriging* (Cressie, 1993). Apabila data spasial yang akan diestimasi mengandung *trend*, maka metode yang harus digunakan adalah metode *Universal Kriging* (Fridayani, 2012).

Untuk melakukan estimasi pada data spasial, digunakan suatu perangkat untuk menggambarkan, memodelkan, dan menghitung korelasi spasial antara variabel random  $Z(s)$  dan  $Z(s + h)$ , yang disebut dengan semivariogram. Besarnya nilai semivariogram adalah setengah dari nilai variogram (Cressie, 1993).

Penelitian ini akan dilakukan pada data pencemaran udara di wilayah Semarang. Karena data yang digunakan untuk Tugas Akhir ini tidak mengandung *trend*, tidak mengandung pencilan dan rata-rata ( $\mu$ ) tidak diketahui, maka metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Ordinary Kriging*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana model terbaik yang didapat dengan menggunakan semivariogram teoritis?

2. Bagaimana nilai estimasi konsentrasi  $\text{NO}_2$  di seluruh kelurahan di Semarang menggunakan metode *Ordinary Kriging*?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mendapatkan model terbaik dari beberapa model semivariogram teoritis.
2. Mendapatkan nilai estimasi konsentrasi  $\text{NO}_2$  di seluruh kelurahan di Semarang menggunakan metode *Ordinary Kriging*.

### **1.4 Batasan Masalah**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data konsentrasi gas polutan udara yang diperoleh dari Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Semarang tahun 2014 yang diolah menggunakan metode *Ordinary Kriging*.