PENERAPAN METODE *ORDINARY KRIGING* PADA PENDUGAAN KADAR KARBON MONOKSIDA (CO) DI UDARA TAHUN 2020 (STUDI KASUS: PENCEMARAN UDARA KOTA SURABAYA)

SKRIPSI

Disusun Oleh

RISZA ASIH WULANDARI

H72217037

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL

SURABAYA

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	:	RISZA ASIH WULANDARI
NIM	:	H72217037
Program Studi	:	Matematika
Angkatan	:	2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul " PENERAPAN METODE *ORDINARY KRIGING* PADA PENDUGAAN KADAR KARBON MONOKSIDA (CO) DI UDARA TAHUN 2020 (STUDI KASUS: PENCEMARAN UDARA KOTA SURABAYA)". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 3 Juli 2021

Yang menyatakan,

RISZA ASIH WULANDARI

NIM. H72217037

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama	:	RISZA ASIH WULANDARI
NIM	:	H72217037
Judul Skripsi	:	PENERAPAN METODE *ORDINARY KRIGING* PADA PENDUGAAN KADAR KARBON MONOKSIDA (CO) DI UDARA TAHUN 2020 (STUDI KASUS: PENCEMARAN UDARA KOTA SURABAYA)

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 03 Juli 2021

Pembimbing 1	Pembimbing 2
Potroue Keumala Intan, M.Si	Lutfi Hakim, M.Ag
NIP. 198805282018012001	NIP. 197312252006041001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya

Aris Fatani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama	:	RISZA ASIH WULANDARI
NIM	:	H72217037
Judul Skripsi	:	PENERAPAN METODE *ORDINARY KRIGING* PADA PENDUGAAN KADAR KARBON MONOKSIDA (CO) DI UDARA TAHUN 2020 (STUDI KASUS: PENCEMARAN UDARA KOTA SURABAYA)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 12 Agustus 2021

Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I	Penguji II
Putroue Keumala Intan, M.Si	Lukman Hakim, M.Ag
NIP. 198805282018012001	NIP. 197312252006041001

Penguji III	Penguji IV
Dian C. Rini Novitasari, M.Kom	Yuniar Farida
NIP. 198511242014032001	NIP. 197905270140320 02

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Hj. Evi Fatimatur Rusydiyah, M.Ag
NIP. 197312272005012003

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Risza Asih Wulandari
NIM : H72217037
Fakultas/Jurusan : SAINTEK / Matematika
E-mail address : rizzaasihwulandari@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
☑ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :
Penerapan Metode Ordinary Kriging pada pendugaan kadar Karbon Monoksida (CO) di udara Tahun 2020 (studi kasus : Pencemaran udara kota surabaya)

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 14 Agustus 2021

Penulis

(Risza Asih Wulandari)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL . . . . . **i**
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING . . . . . **ii**
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI . . . . . **iii**
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN . . . . . **iv**
MOTTO . . . . . **v**
HALAMAN PERSEMBAHAN . . . . . **vi**
KATA PENGANTAR . . . . . **vii**
DAFTAR ISI . . . . . **ix**
DAFTAR TABEL . . . . . **xii**
DAFTAR GAMBAR . . . . . **xiii**
ABSTRAK . . . . . **xiv**
ABSTRACT . . . . . **xv**
I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang Masalah 1
1.2. Rumusan Masalah 9
1.3. Tujuan Penelitian 10
1.4. Manfaat Penelitian 10
1.5. Batasan Masalah 11
1.6. Sistematika Penulisan 11
II TINJAUAN PUSTAKA **14**
2.1. Pencemaran Udara Menurut Perspektif Islam 14
2.2. Pencemaran Udara 20
2.2.1. Pengertian Pencemaran Udara 20
2.2.2. Proses Terjadinya Pencemaran Udara 23
2.2.3. Klasifikasi Bahan Pencemar Udara 23
2.2.4. Sumber Bahan Pencemar 24
2.2.5. Faktor Pencemar Udara 25

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.2.6. Dampak Pencemaran Udara 26
2.3. Karbon Monoksida (CO) 26
2.3.1. Pengertian Karbon Monoksida (CO) 26
2.3.2. Proses Pembentukan Karbon Monoksida (CO) 27
2.3.3. Dampak Karbon Monoksida 28
2.3.4. Pengendalian Karbon Monoksida (CO) 30
2.4. Data Spasial 32
2.4.1. Data Geostatistika 33
2.4.2. Data Area *(Lattice Data)* 34
2.4.3. Pola Titik *(Point Pattern)* 35
2.5. *Kriging* 36
2.6. Jarak *Euclidean* 37
2.7. Pendeteksian Pencilan Spasial *(Spatial Outlier)* 38
2.8. Variogram dan Semivariogram 39
2.8.1. Variogram dan Semivariogram Eksperimental 40
2.8.2. Semivariogram Teoritis 43
2.9. *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) 45
2.10. Pendugaan Parameter *Ordinary Kriging* 46
III METODE PENELITIAN 51
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian 51
3.2. Objek Penelitian 51
3.3. Jenis dan Sumber Data 51
3.4. Variabel Penelitian 52
3.5. Tahapan Penelitian 52
3.5.1. Data Deskriptif 54
3.5.2. Deteksi Pencilan 55
3.5.3. Analisis Semivariogram Eksperimental 56
3.5.4. Analisis Semivariogram Teoritis 57
3.5.5. Analisis Struktural 59
3.5.6. Penaksiran Kadar Karbon Monoksida (CO) 59

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

IV HASIL DAN PEMBAHASAN 61

4.1. Deskripsi Data 61

4.2. Pendeteksian Pencilan (*Outlier*) Spasial 64

4.3. Analisis Semivariogram Eksperimental 73

4.4. Penentuan Model Semivariogram Teoritis 79

4.5. Pendugaan Titik Tidak Tersampel Menggunakan Metode *Ordinary Kriging* 86

V PENUTUP 105

5.1. Kesimpulan 105

5.2. Saran 106

DAFTAR PUSTAKA 107

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

2.1 Buku Mutu Kualitas Udara Ambien 22

2.2 Pengaruh Konsentrasi HbCO Dalam Darah Terhadap Kesehatan Manusia 30

2.3 *Range* Nilai MAPE 46

3.1 Model Struktur Data 52

4.1 Data Kandungan Co di Kota Surabaya 40 Titik Pengukuran 61

4.2 Nilai Min, Max, Mean dan Varian Kadar Karbon Monoksida (CO) . 63

4.3 Jarak Titik Pengukuran Pos ke-1 Terhadap 40 Pos Lainnya 67

4.4 Pendeteksian Pencilan atau Outlier Menggunakan Spatial Statistics Z Test 70

4.5 Data Kandungan Co di Kota Surabaya 37 Titik Pengukuran 72

4.6 Pembagian Kelas 75

4.7 Perhitungan Nilai Semivariogram Kelas 1 75

4.8 Perhitungan Nilai Semivariogram Kelas 2 77

4.9 Perhitungan Nilai Semivariogram Eksperimental 79

4.10 Perhitungan Nilai *Sill* 79

4.11 Hasil Perhitungan Semivariogram Teoritis 83

4.12 Perbandingan Semivariogram Eksperimental dengan Model *Spherical* 84

4.13 Perbandingan Semivariogram Eksperimental dengan Model *Eksponential* 84

4.14 Perbandingan Semivariogram Eksperimental dengan Model *Gaussian* 85

4.15 Jarak *Euclidean* 37 Titik Tersampel dengan Titik P Tidak Tersampel 87

4.16 Pendugaan Kandungan Karbon Monoksida (CO) Pada Titik P (112.702 ; 7.222) Kelurahan Genting Kalianak 94

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

2.1 Ilustrasi Data Spasial 32
2.2 Ilustrasi Data Geostatistik 34
2.3 Ilustrasi Data Area 35
2.4 Ilustrasi Semivariogram Eksperimental 42
2.5 Ilustrasi Semivariogram Teoritis 45

3.1 Flowchart Penelitian 54
3.2 Flowchart Deteksi Pencilan 56
3.3 Flowchart Analisis Semivariogram Eksperimental 57
3.4 Flowchart Analisis Semivariogram Teoritis 58
3.5 Flowchart Penaksiran Kadar Karbon Monoksida (CO) 60

4.1 Grafik Data Aktual dengan Data Peramalan 3 Model 86

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRAK

PENERAPAN METODE *ORDINARY KRIGING* PADA PENDUGAAN KADAR KARBON MONOKSIDA (CO) DI UDARA TAHUN 2020 (STUDI KASUS: PENCEMARAN UDARA KOTA SURABAYA)

Pencemaran udara adalah permasalahan serius yang harus segera ditanggulangi dengan penanganan yang tepat dan cepat, salah satu gas polutan pencemaran yang paling berbahaya bahkan disebut sebagai *sillent killer* adalah Karbon Monoksida (CO). CO adalah gas polutan yang tak memiliki rasa, bau dan warna sehingga akan sulit terdeteksi. Telah dilakukan penanganan agar dapat mengetahui tingkat konsentrasi dan status pencemaran oleh Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Surabaya, namun tidak terealisasikan dengan sempurna karena terhalang dengan dana yang cukup besar untuk sebuah alat deketsi polutan CO yang seringkali rusak dan membutuhkan waktu yang lama. Penelitian ini memberikan cara lain untuk mengetahui tingkat konsentrasi dan status pencemaran CO di suatu wilayah dengan metode interpolasi geostatistik data spasial yaitu metode *ordiary kriging*. Metode tersebut dapat memberikan penaksiran yang digunakan untuk menduga nilai pada suatu titik sampel pengukuran , dengan menggunakan model semivariogram yang bertujuan untuk memvisualisasikan, memodelkan dan dapat mengeksploitasi adanya autokorelasi spasial dari variabel yang teregionalisasi. Penelitian ini membandingkan nilai semivariogram eksperimental dengan beberapa model semivariogam teoritis yaitu *spherical, exponential* dan *gaussian*. Berdasarkan analisis pengolahan data didapatkan satu model terbaik yaitu model *exponential* dengan nilai MAPE sangat baik yaitu 9.294% sehingga hasil pendugaan kandungan karbon monoksida (CO) pada titik ke-44 yaitu kelurahan Karang Pilang dengan koordinat (112.694786 ; 7.342898) memiliki nilai CO terendah sebesar 1571.095 $\mu g/Nm^3$ dan titik ke-76 yaitu kelurahan Pakal dengan koordinat (112.625402 ; 7.239948) sebesar 3338.975 $\mu g/Nm^3$ memiliki nilai tertinggi dan memiliki nilai rata-rata keseluruhan Kota Surabaya sebesar 2315.865 $\mu g/Nm^3$. Sehingga Kota Surabaya memiliki status aman paparan karbon monoksida (CO).

Kata kunci: Pencemaran Udara, Karbon Monoksida (CO), *Ordinary Kriging*, Semivariogram, MSE

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

APPLICATION OF THE ORDINARY KRIGING METHOD TO ESTIMATE CARBON MONOXIDE (CO) LEVELS AIR IN 2020 (CASE STUDY: AIR POLLUTION IN THE CITY OF SURABAYA)

Air pollution is a serious problem that must be addressed immediately with proper and fast handling, one of the most dangerous pollutant gaseous pollutants even referred to as the silent killer is Carbon Monoxide (CO). CO is a pollutant gas that has no taste, smell and color so it will be difficult to detect. Handling has been carried out in order to determine the level of concentration and pollution status by the Environmental Agency (BLH) of the City of Surabaya, but it has not been realized perfectly because it is hindered by large enough funds for a CO pollutant detection tool which is often damaged and takes a long time. This study provides an idea or another idea to determine the level of concentration and status of CO pollution in an area using the geostatistical interpolation method of spatial data, namely the *ordiary kriging* method. This method can provide an estimate that is used to estimate the value at a measurement sample point, using a semivariogram model that aims to visualize, model and exploit the spatial autocorrelation of regionalized variables. This study compares the experimental semivariogram values with several theoretical semivariogram models, namely *spherical, exponential* and *gaussian*. Based on the analysis of data processing, it was found that the best model was the *gl* model with a very good MAPE value of 9.294% so the results of estimating the carbon monoxide (CO) content at the 44th point, namely Karang Pilang village with coordinates (112.694786 ; 7.342898) having the lowest CO value of 1571.095 $\mu g/Nm^3$ and the 76th point is Pakal village with coordinates (112.625402 ; 7.239948) of 3338.975 $\mu g/Nm^3$ has the highest value and has an overall average value of Surabaya City of 2315,865 $\mu g/Nm^3$. So that the city of Surabaya has a safe status of exposure to carbon monoxide (CO).

Keywords: Air Pollution, Carbon Monoxide (CO), Ordinary Kriging, Semivariogram, MAPE

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Campuran gas yang mengelilingi permukaan bumi dengan komposisi gas tidak konstan atau tidak memiliki perbandingan yang tetap, sangat bergantung pada tekanan, suhu dan lingkungan sekitar disebut Udara (Abidin dan Hasibuan, 2019). Udara dikategorikan menjadi 2 macam yaitu udara bersih dan udara kotor. Udara bersih adalah udara dengan kandungan berbagai macam gas dengan komposisi normal, contohnya adalah gas oksigen yang merupakan esensial bagi kehidupan mahluk hidup. Komposisi udara normal atau bersih adalah Nitrogen (N2) sebesar 78,09%, Oksigen (O2) sebesar 21,94%, Argon (Ar) sebesar 0,93% dan Karbon Dioksida (CO2) sebesar 0,032%. Apabila komposisi udara telah mengalami perubahan dari keadaan normal, dikatakan udara telah tercemar (Prabowo and Muslim, 2018). Sedangkan udara kotor adalah udara yang mengandung komposisi gas yang tidak normal yang dapat mengganggu kehidupan mahluk hidup, seperti gas Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Dioksida (NO2), Hidrokarbon (HC), Khlorin (CL2), dan lain sebagainya (Prabowo and Muslim, 2018). Akibatnya sangat merugikan bagi kesehatan lingkungan maupun mahluk hidup seperti dapat mengganggu transportasi oksigen oleh darah dalam tubuh, iritasi sistem pernafasan, merangsang terbentuknya sel kanker, menyebabkan penyakit bronkitis kronis, bahkan sampai mengakibatkan kematian (Rahmadani and Tualeka, 2016). Adanya banyak dampak negatif yang ditimbulkan dari polutan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

berbahaya, mahluk hidup harus sadar diri untuk sama-sama menjaga lingkungan agar dampak yang ditimbulkan semakin berkurang.

Faktor yang menyebabkan udara kotor yang termasuk pada pencemaran udara adalah dari sumber yang bergerak dan tak bergerak. Meliputi sektor transportasi, industri dan domestik serta pertumbuhan penduduk, laju urbanisasi yang tinggi dengan bertambahnya aktivitas manusia sebagai penghasil polutan aktif. Contohnya adalah penggunaan kendaraan bermotor, karena dilihat dari jumlah kendaraan di Indonesia yang terus berkembang menunjukkan di tahun 2016 mencapai 124.215 juta unit dengan peningkatan per tahunya mencapai 6 juta unit (Ardani, 2016).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistika (BPS) pada tahun 2018 angka peningkatan kendaraan bermotor menujukkan 146.858 juta dengan emisi gas buang kendaraan adalah Karbon Monoksida (CO) yang bersifat racun (Ferdinand, 2016). Tingginya tingkat konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dapat mempengaruhi faktor kesehatan manusia dan penyebab rumah kaca yang dapat mempengaruhi naiknya suhu dan kelembapan udara di bumi (Haruna dkk, 2019). Hal ini diperlukan kesadaran masyarakat untuk melakukan pembatasan terhadap penggunaan kendaraan pribadi, didukung oleh tersedianya angkutan umum dari pemerintah agar menciptakan lingkungan yang nyaman dan sehat bagi seluruh mahluk hidup di bumi.

Al-Quran pun telah menjelaskan secara jelas dan rinci tentang pentingnya menjaga kesehatan lingkungan agar tidak terjadi kerusakan alam seperti pencemaran air, udara dan tanah. Al-Quran telah menjelaskan secara detail terkait tentang kerusakan lingkungan yang dituliskan dalam QS Ar-Rum Surat ke-30 ayat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

41 yang berbunyi:

ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya:*Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia. Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)*

Penjelasan dalam surat-surat Al-Quran terkait kerusakan lingkungan, diyakini sebagai akibat dari perbuatan manusia baik langsung maupun tak langsung. Akibat dari kerusakan lingkungan dapat menyebabkan kerusakan di tanah, air maupun udara yang berupa pencemaran-pencemaran akibat perilaku manusia yang tidak bertanggung jawab. Menurut data Badan Pusat Statistika (BPS) menyatakan bahwa beberapa kota besar seperti Medan, Surabaya, dan Jakarta mempunyai kepadatan dan ketinggian penggunaan kendaraan bermotor, yang merupakan kontribusi terbesar pencemaran Karbon Monoksida (CO) di udara dengan jumlah hampir lebih 69% di perkotan diikuti industri dan rumah tangga (Gunawan, Hasan dan Lubis, 2020). Karbon Monoksida (CO) adalah bahan polutan terpenting sebagai salah satu komponen utama yang memberikan kontribusi kualitas udara ataupun kualitas air hujan (hujan asam). Karbon Monoksida (CO) diudara jika terlalu tingi atau melampaui Baku Mutu Udara Ambien (BMUA) nasional yang telah ditetapkan oleh pemerintah yaitu sebesar 10.000 $\mu g/Nm^3$ (Damara dkk, 2017), maka termasuk udara tercemar yang memiliki dampak negatif bagi lingkungan dan mahluk hidup. Selain itu, masyarakat harus perlu mengetahui kadar Karbon Monoksida (CO) yang aman bagi kesehatan tubuh mereka dan diharapkan lebih peduli terhadap kesehatan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tubuh, misalnya adalah melindungi area indra pernapasan seperti hidung dan mulut dengan memakai masker jika berada diluar rumah dengan lingkungan yang memiliki konsistensi polutan yang tinggi (Damara dkk, 2017). Adanya ilmu spiritual seperti contoh ayat diatas dapat menyelamatkan alam khususnya lingkungan dengan menghadirkan paradigma baru, yaitu makin menambah kecintaan manusia kepada alam dan menumbuhkan rasa kesadaran dari dalam diri agar tahu pentingnya menjaga alam adalah sebagai titipan dari anak cucu kita nanti (Nurhayati dkk, 2018).

Berdasarkan catatan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) pencemaran udara mengakibatkan 6,5 juta orang meninggal tiap tahunnya di tahun 2016 akibat paparan polusi udara. (WHO, 2014). Indonesia tercatat 16.000 kematian tiap tahunnya dengan perbandingan 1 sampai 10 anak menderita asma dan infeksi saluran pernapasan (Rohmatullah, 2016). Karbon Monoksida (CO) termasuk gas polutan yang sulit terdeteksi karena terkandung dalam asap mobil, motor, kompor gas, pembakaran kayu, bensin, arang, dll dengan gas yang tidak memiliki bau dan warna. Karbon Monoksida (CO) disebut juga *silent killer* atau pembunuh diam-diam atau bagi seseorang yang telah terpapar (Kevin, 2020).

Adanya banyak dampak negatif yang ditimbulkan oleh gas pencemar udara seperti CO, BLH (Badan Lingkungan Hidup) Kota Surabaya telah mengukur dari titik sampel agar mengetahui tingkat konsentrasi dari beberapa jenis gas polutan seperti Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Dioksida (NO2), Oksidan (O3) dan lain sebagainya tetapi pengukuran yang telah dilakukan mempunyai tingkat efektifitas dan efiensi yang kurang memadahi karena terhalang dana yang besar jika dilakukan di seluruh titik dan waktu yang lama, sehingga perlu dilakukan pengukuran kembali dengan cara lain seperti menggunakan perhitungan dengan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

metode interpolasi agar dapat memprediksi tingkat konsentrasi kususnya Karbon Monoksida (CO) di beberapa titik pengukuran.

Istilah interpolasi atau biasa dikenal dengan interpolasi geostatistik lebih berfokus pada data yang mempunyai efek spasial seperti data pencemaran udara karena dapat memberikan penaksiran yang digunakan untuk menduga nilai pada suatu titik sampel pengukuran (Purnama dkk, 2015). Interpolasi spasial dapat digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik keadaan alam dan buatan, lokasi geografis atau hubungan dalam ruang bumi sehingga beberapa data yang tidak tersedia dapat diatasi dengan penggunaan interpolasi spasial (Fauzi, 2018). Geostatistik sendiri sudah dikenal sejak tahun 1980an sebagai campuran ilmu pertambangan, matematika, geologi dan statistika. Awal mula metode tersebut digunakan untuk menaksirkan cadangan mineral seperti emas, perak dan platina yang terkubur dibawah permukaan bumi sehingga penggunaan model geostatistik dapat memodelkan kecenderungan spasial dan korelasi spasial pada data spasial (Andarini, 2017)

Seorang insinyur pertambangan asal Afrika Selatan yang bernama D.K. Kringe memperkenalkan satu dari banyaknya metode interpolasi spasial yang dapat digunakan untuk variabel teregionalisasi atau variabel dengan nilai bervariasi dengan perubahan letak geografis. Metode yang digunakan untuk mengatasi masalah variabel teregionalisasi salah satunya adalah metode *kriging*. Metode *kringing* dikembangakan oleh Georges Matheron yang diaplikasikan pada data geostatistika (Yendra dan Risman, 2019).

Metode *kriging* bisa dikatakan nilai dari estimasi *Invers Distance Weighted* (IDW) dengan menggunakan kombinasi linier dan nilai bobot yang digunakan untuk memperkirakan nilai diantara sampel data. Diasumsikan dengan jarak dan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

orientasi sampel data menujukkan hasil korelasi spasial dalam hasil interpolasi (Sejati, 2019). Fungsi atau model metode *kriging* pada matematika telah banyak digunkaan sebagai pendekatan untuk mengidentifikiasi struktur spasial dan dapat diaplikasikan pada bidang hidrologi untuk mengatahui perilaku spasial dan temporal dalam data (Al Aswant, 2016).

Penyelesaian masalah yang berhubungan dalam ilmu geostatistika banyak menggunakan macam-macam metode *kriging* dibedakan berdasarkan ada atau tidaknya rata-rata populasi atau *mean* diantara adalah *simple kriging*, *ordinary kriging* dan *universal kriging* dengan fungsi yang berbeda pula (Fauzi, 2018). Asumsi bahwa rata-rata populasi *(mean)* diketahui dan bernilai konstan dan kemudian data akan dipartisi dengan nilai duga menjadi beberapa bagian, dapat menggunakan metode *simple kriging*. Sedangkan asumsi dengan nilai rata-rata popolasi tidak diketahui dan penggunaan data tidak mengandung pencilan atau *outlier* serta tidak mengandung *trend* dapat menggunakan *ordinary kriging*. *Universal kriging* digunakan apabila data spasial yang digunakan tidak stasioner dan mengandung *trend* (Yendra dan Risman, 2019).

Pengestimasian data spasial harus melakukan pengukuran jarak data pengamatan biasanya, menggunakan jarak *euclidean*, kuadrat *euclidean*, *jarak city-block* atau manhattan dan *chebychev* dengan tujuan untuk mengukur kesamaan korelasi antar nilai data pengamatan dengan masing-masing persamaan jarak yang dimiliki (Rozalia, 2016). Pengukuran estimasi data spasial juga menggunakan suatu perangkat agar dapat mensimulasikan, memodelkan, menggambarkan dan dapat mengetahui korelasi variabel random $Z(s)$ dan $Z(s+h)$ yang disebut dengan semivariogram. Semivariogram yang disimbolkan dengan γ besarnya setangah dari variogram, sehingga variogram dipresentasikan sebagai nilai variansi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dari sebuah jarak yang tidak berkorelasi atau tidak saling bergantung (Fauzi, 2018).

Variogram dan semivariogram dibagi menjadi dua yaitu eksperimental dan teoritis. Variogram eksperimental diperoleh dari data hasil pengamatan dan pengukuran di lapangan, sedangkan variogram yang memiliki bentuk hampir sama atau mendekati eksperimental adalah variogram teoritis, itulah mengapa perlu adanya perubahan model dari semivariogram eksperimental ke teoritis (Fauzi, 2018). Variogram teoritis dibagi menjadi beberapa model dengan persamaan fungsi yang berbeda yaitu semivariogram spherical, semivariogram eksponensial dan semivariogram gaussian dengan parameter yang harus diketahui adalah *nugget effect*, *sill*, dan *range* (Andarini, 2017).

Penelitian yang dikembangkan oleh Janaina Antonino Pinto, dkk menggunakan analisis variogram dan semivariogram data spasial dengan judul *Kriging method application and traffic behavior profiles from lcal radar network database: A proposal to support traffic solutions and air pollution control strategies*. Penelitian tersebut mengambil studi kasus kota padat penduduk, tepatnya pada penduduk daerah Brazil dengan total 20 juta kendaraan dengan menggunakan model Inventarisasi Emisi Kendaraan Nasional (VEIN) yang dibuat dari data radar lokal dan interpolasi *kriging*. Dibuat 4 skenario yaitu kombinasi berdasarkan perilaku lalu lintas, arus kendaraan, jenis kendaraan dan konsumsi bahan bakar kendaraan, penelitian ini menyatakan bahwa perbandingan antar skenario menunjukkan penurunan emisi sekitar 8,5% untuk Karbon Monoksida (CO), 8,8% untuk Karbon Dioksida (CO2), 8,4% untuk Oksida Nitrogen (NOx) dan 8,6% untuk polutan udara (PM) yang terdiri dari campuran partikel padat dan cair di udara. Penelitian ini juga menujukkan bahwa metode *kriging* yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

bertujuan untuk mendefinisikan intepolasi spasial yang menggunakan data lalu lintas radar merupakan metode yang baik dengan alternatif biaya rendah untuk menyelidiki pengaruh nyata dari pemodelan emisi kendaraan (Pinto et al, 2020).

Gera Rozalia juga telah melakukan penelitian terhadap kualitas pencemaran udara dengan parameter Nitrogen Dioksida (NO2) dengan judul ”Penerapan Metode Ordinary Kriging Pada Pendugaan Kadar NO2 Di Udara (Studi Kasus: Pencemaran Udara Di Kota Semarang)”. Pengambilan parameter NO2 dikarenakan, NO2 adalah salah satu tolak ukur untuk menentukan kualitas udara tercemar dengan polutan yang berwarna coklat kemerah-merahan, berbau tajam, dan tentunya sangat berbahaya. Penelitian ini bertujuan memprediksi dengan metode berbasis interpolasi geostatistik dengan metode *ordinary kriging*. Penggunaan analisis semivariogram eksperimental dan teoritis, dengan membandingkan nilai bobot yaitu model *gaussian*, *eksponential*, dan *spherical*. Dilakukan di 177 kelurahan titik tidak tersempel dengan 26 titik tersampel, penelitian tersebut menyimpulkan bahwa metode kriging yang digunakan dapat memberikan nilai prediksi yang nyata, dibanding dengan pengukuran secara langsung karena membutuhkan waktu yang lama serta biaya yang besar. Dinyatakan bahwa status kualitas udara Kota Semarang masih jauh dibawah batas Baku Mutu Udara Ambien (BMUA). Nilai kandungan NO2 tertinggi terdapat pada kelurahan Gerbangsari yaitu 8.49155 $\mu g/Nm^3$ dan terendah pada kelurahan Patemon yaitu 0.16627 $\mu g/Nm^3$ (Rozalia, 2016) .

Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (O2) merupakan parameter penting adanya perubahan kualitas udara ambien, apabila terjadi peningkatan kadar kedua polutan tersebut maka dikatakan udara telah tercemar. Polutan CO dan NO2 memiliki beberapa persamaan yaitu sama-sama berasal dari

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

hasil pembakaran aktivitas manusia seperti emisi kendaraan bermotor, produksi energi, kebakaran hutan, dll. Kemudian sama-sama berasal dari pembakaran tidak sempurna sehingga merupakan polutan beracun yang memiliki banyak dampak negatif bagi kesehatan manusia dan atmosfir, contohnya adalah mengaktifkan sel-sel kanker, infeksi saluran pernapasan, kematian, hujan asam, kecepatan *global warming*, dll yang bergantung pada tingkat konsentrasi paparannya. Memiliki perbedaan juga yaitu Karbon Monoksida (CO) memiliki tingkat berbahaya yang lebih tinggi dibanding dengan Nitrogen Dikosida (NO2) karena CO disebut dengan *sillent killer* dengan gas tidak berwarna, tidak berbau,dan tidak memiliki rasa, sehingga akan sulit terdeteksi, sedangkan NO2 adalah gas bercun yang berwarna coklat kemeraha-merahan dan berbau tajam nan menyengat hidung, sehingga akan lebih mudah dideteksi dan dihindari (Makbul, 2020).

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dijelaskan diatas, peneliti mempunyai ide menggunakan perhitungan model dengan metode *ordinary kriging* pada data pencemaran udara yang termasuk pada data geostatistika, karena pola data yang digunakan tidak mengandung *trend* yang merupakan pola data tersebar dan juga data tidak mengandung pencilan atau *outlier* dengan rata-rata populasi tidak diketahui.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan persoalan diatas, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah :

1. Bagaimanakah model terbaik yang terbentuk dari ketiga model semivariogram teoritis yang digunakan?
2. Bagaimana nilai estimasi konsentrasi kadar Karbon Monoksida (CO)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

diseluruh kelurahan Kota Surabaya menggunakan metode *Ordinary Kriging*?

3. Bagaimana status kondisi pencemaran udara di tiap kelurahan Kota Surabaya?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini diantaranya :

1. Mendapat model terbaik dari ketiga semivariogram teoritis yang digunakan, yaitu model semivariogram gaussian, semivariogram spherical dan semivariogram exponential.
2. Mendapatkan nilai konsentrasi kadar Karbon Monoksida (CO) di seluruh kelurahan Kota Surabaya menggunakan metode *Ordinary Kriging*.
3. Dapat mengetahui status kondisi pencemaran udara di tiap kelurahan Kota Surabaya.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari laporan penelitian ini menurut pandangan:

1. Praktis

   Mampu mendeteksi konsentrasi kadar Karbon Monoksida (CO) yang termasuk polutan paling berbahaya agar dapat memberikan informasi kepada masyarakat dan pemerintah pentingnya menjaga kesehatan dari paparan polutan yang berbahaya di udara serta mencari solusi terbaik dalam mengatasinya.

2. Teoritis

   Mampu memberikan informasi tentang data geostatistika yang diolah dengan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

metode interpolasi dengan membandingkan 3 model semivariogram teoritis yaitu semivariogram gaussian, semivariogram spherical dan semivariogram exponential.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Mengguakan data konsentrasi gas polutan udara yaitu Karbon Monoksida (CO) yang diperoleh dari Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Surabaya pada tahun 2020.
2. Pengolahan data mengunakan metode interpolasi geostatistika yaitu metode *Ordinary Kriging* dengan penggunaan jarak *euclidean*. Pengukuran jarak yang digunakan bertujuan untuk mengukur kesamaan korelasi antar nilai data pengamatan dengan masing-masing persamaan jarak yang dimiliki.
3. Penelitian ini juga menggunakan perbandingan beberapa model semivariogram dan variogram teoritis seperti model semivariogram *gaussian*, semivogram *spherical* dan semivariogram *exponential*.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian ini terdiri dari 5 BAB yaitu:

1. BAB I PENDAHULUAN

   Pada bab ini akan dijelaskan beberapa permasalahan pada lingkungan berfokus pada masalah pencemaran udara dengan parameter kadar Karbon Monoksida (CO) di udara. Pada bab ini juga terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

   Pada bab ini akan dijelaskan beberapa materi yang dijadikan acuan dari permasalahan pencemaran udara dengan parameter kadar Karbon Monoksida (CO) di udara terhadap metode yang digunakan adalah *ordinary kriging* dengan penjelasan materi terhadap beberapa model semivariogram dan variogram yang digunakan seperti semivariogram gaussian, semivariogram spherical dan semivariogram exsponential.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

   Pada bab ini menjelaskan terkait metode penulisan yang digunakan yaitu dengan menggunakan metode *ordinary kriging* dengan membandingakan model semivariogram dan variogram dengan model yang digunakan seperti semivariogram gaussian, semivariogram spherical dan semivariogram exsponential. Pengolahan data menggunakan alat bantu Ms. Excel dan SPSS beserta analisis kesimpulannya.

4. BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

   Pada bab ini menjelaskan hasil dan pembahasan dari perhitungan kadar Karbon Monoksida (CO) di udara dengan menggunakan metode geostatistika yang digunakan yaitu metode *ordinary kriging* dengan penggunaan bobot lokasi jarak Euclidean dan membandingkan model semivarigram dan variogram yang digunakan seperti semivariogram gaussian, semivariogram spherical dan semivariogram exsponential. Dalam pemilihan model yang terbaik dilihat menggunakan nilai dari nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang terkecil. Dalam proses perhitungannya akan dibantu dengan software Ms. Excel dan SPSS untuk melihat nilai-nilai yang dibutuhkan dan proses analisis akan lebih mudah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ditafsirkan, sehingga tujuan penelitian untuk mengetahui kadar Karbon Monoksida (CO) di titik lokasi kelurahan Kota Surabaya dapat diketahui dan dapat memberi label status kualitas pencemaran udara.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

   Pada bab ini menjelaskan terkait dengan kesimpulan hasil analisis dan saran yang diberikan dari penulis.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pencemaran Udara Menurut Perspektif Islam

Bukti kebesaran Allah SWT dapat dilihat dari terbentuknya alam semesta beserta isinya, dimana bumi yang menjadi pijakan kehidupan dan langit menjadi junjungan kita sebagai manusia. Allah SWT telah menciptakan alam semesta dengan segala aspek dan komponen yang sempurna, contohya dalam bidang ilmu sains seperti biologi, kimia, fisika dan geologi. Tanda kebesaran Allah SWT dituliskan dan diceritakan merinci melalui Al-Qur'an sebagai kitab suci umat islam, dengan penulisan setiap baris dan kata mempunyai wujud yang arif sebagai tanda kebesaran Allah SWT. Telah dituliskan pada surat Al-Jatsiyah ayat 3 dan 5 yang berbunyi:

إِنَّ فِي ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ لَءَايَٰتٍ لِّلْمُؤْمِنِينَ ٣

Artinya: *Sesungguhnya pada langit dan bumi benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) untuk orang-orang yang beriman.*

وَٱخْتِلَٰفِ ٱلَّيْلِ وَٱلنَّهَارِ وَمَآ أَنزَلَ ٱللَّهُ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مِن رِّزْقٍ فَأَحْيَا بِهِ ٱلْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا
وَتَصْرِيفِ ٱلرِّيَٰحِ ءَايَٰتٌ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ٥

Artinya: *Dan pada pergantian malam dan siang dan hujan yang diturunkan Allah dari langit lalu dihidupkan-Nya dengan air hujan itu bumi sesudah matinya;*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dan pada perkisaran angin terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berakal.

Menurut tafsir Al-Madinah Al-Munawwarah surat diatas menyatakan bahwa tanda-tanda kebesaran, kekuasaan dan keesaan Allah SWT sebagai pencipta lagit dan bumi bagi orang-orang mukmin yang imannya baik, juga penciptaan manusia dengan bentuk dan fungsi sempurna. Meyakini perbedaan malam dan siang datang silih berganti, dan pada apa yang diturunkan dari langit yaitu hujan sebagai pembawa rezeki, lalu dengan air hujan di hidupkannya bumi setelah mati dari kekeringan. Itulah ayat-ayat Allah yang menggambarkan kebesaraan, keesaan, dan kekuasaanya.

Allah SWT telah memperingatkan agar manusia sebagai mahkluk paling sempurna untuk memelihara alam dari Al-Quran dan hadist yang telah dituliskan. Ditandai dengan terbentuknya langit dan bumi sebagai bukti kekuasaanya. Al-quran telah banyak mengulas tentang pasangan langit dan bumi seperti, langit terdiri dari 7 lapis lalu dijadikannya 7 langit yang dihiasi oleh bintang indah nan berkilau, langitpun tersusun tanpa tiang dan penopang sehingga langit dikatakan sebagai atap dunia. Sedangkan bumi dipersembahkan bagi manusia sebagai tempat tinggal sampai waktu yang telah ditentukan. Seperti yang dijelaskan pada surat As-Shad ayat 27 dan 28 yang berbunyi:

وَمَا خَلَقْنَا ٱلسَّمَآءَ وَٱلْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَٰطِلًا ۚ ذَٰلِكَ ظَنُّ ٱلَّذِينَ كَفَرُوا۟ ۚ فَوَيْلٌ لِّلَّذِينَ كَفَرُوا۟ مِنَ ٱلنَّارِ ﴿٢٧﴾

أَمْ نَجْعَلُ ٱلَّذِينَ ءَامَنُوا۟ وَعَمِلُوا۟ ٱلصَّٰلِحَٰتِ كَٱلْمُفْسِدِينَ فِى ٱلْأَرْضِ أَمْ نَجْعَلُ ٱلْمُتَّقِينَ كَٱلْفُجَّارِ ﴿٢٨﴾

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kedua ayat diatas menjalaskan bahwa terciptanya alam semesta beserta isinya yang telah diciptakan dengan keadaan sempurna adalah bukti bahwa Allah SWT telah memberikan bekal kehidupan dan mengajarkan kepada semua mahluk hidup terlebih manusia tentang segala hal yang belum diketahui, inilah fungsi pedoman hidup manusia yaitu Al-Quran untuk menjalani semua dinamika kehidupan yang telah disusun dan difirmankan oleh Allah SWT. (Zaini, 2018).

Al-Quran merupakan ilmu tertinggi dan menyeluruh, karena dapat menjelaskan seluruh kondisi di muka bumi secara meluas, Al-Quran juga tidak semata-mata menjelaskan tentang ilmu spiritual keagaaman, melainkan dapat menjelaskan terkait ilmu sosial, sains, ekonomi dan ilmu kehidupan lainnya (Sada, 2016).

Dalam bidang matematika, terlebih pada penelitian ini Al-Quran telah menjelaskan secara mendasar akan pentingnya menjaga kesehatan lingkungan melalui dalil-dalil didalamnya. Manusia hendaknya menjaga, merawat dan sadar diri akan pentingnya menjaga kesehatan lingkungan, karena banyak sekali kasus-kasus saat ini yang melanda bumi yaitu pencemaran lingkungan yang sangat berdampak buruk bagi mahluk hidup di bumi, seperti pencemaran udara, air dan tanah. Istilah langsung didalam Al-Quran terkait kerusakan lingkungan termasuk dalam istiah fasad. Fasad artinya sesuatu atau apa saja yang tidak membawa manfaat secara individu maupun social yang berarti perilaku yang salah (Nurhayati dkk, 2018). Dituliskan dalam Al-Quran perilaku manusia yang tidak memiliki manfaat dan menyimpang pada firman Allah SWT QS Al-Baqarah surat ke-1 ayat 11 yang berbunyi: (KEMENAG, 2018)

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا۟ فِى ٱلْأَرْضِ قَالُوٓا۟ إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ ﴿١١﴾

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Artinya: *”Dan apabila dikatakan kepada mereka: janganlah berbuat kerusakan bumi! Mereka menjawab: Sesungguhnya Kami justru orang-orang yang Melakukan perbaikan*.

Dan firman Allah SWT yang lain ada pada QS al-Araf surat ke-7 ayat 56 yang berbunyi:

وَلَا تُفْسِدُوا۟ فِى ٱلْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَٰحِهَا وَٱدْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ ٱللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ ٱلْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya: *”Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah Amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”*.

Kedua ayat Al-Quran diatas, menurut penafsir agama oleh Quraish Shihab menafsirkan bahwa pada QS Al-Baqarah/ 2:11 mengatakan bahwa terdapat seseorang diberi petunjuk oleh Allah kemudian berkata kepada orang munafik ”Janganlah kalian membuat kerusakan di bumi dengan menghalangi sesorang dijalan Allah SWT, menyebar fitnah dan api peperangan”, orang munafik pun menyangkal bahwa diri mereka bersih dari perusakan dan mengatakan, ”Sesungguhnya kami adalah orang yang melakukan perbaikan”, akibat rasa bangga diri yang berlebihan . Sedangkan pada QS al-Araf/7:56 Quraish Shihab menyatakan bahwa janganlah membuat kerusakan di dunia, Allah telah memperbaiki, maka segeralah memohon ampun dengan rasa takut. Sesungguhnya rahmat Allah dekat dengan orang yang melakukan kebaikan. Dua penafsiran surat yang amat indah dan saling berkesinambungan, mengajurkan kita sebagai manusia, mahluk paling sempurna harus menjaga kesehatan lingkungan dan tidak berbuat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

semena-mena (Shihab, 2015).

Ayat Al-Quran yang lain juga menjelaskan secara rinci dan menyeluruh di QS Ar-Rum Surat ke-30 ayat 41 yang berbunyi:

ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Quraish Shihab menafsirkan ayat tersebut disimpulkan bahwa telah terlihat banyak bencana alam yang timbul, disebabkan oleh kejahatan dan dosa manusia munafik seperti kebakaran, kekeringan, ketertenggelaman. Allah SWT mengehndaki untuk memberi hukuman kepda manusia, agar mereka bertobat dalam kemaksitan (Shihab, 2015).

Penjelasan diatas yang telah dituliskan dan dijelaskan pada kitab suci Al-Quran telah membukakan mata dan batin kita agar selalu mencitai dan menjaga lingkungan, selain itu Rasulullah SAW telah meriwayatkan sebuah hadist pentingnya peduli terhadap lingkungan yang meliputi larangan menelantarkan lahan, penaman pohon (reboisasi) dan hubungan manusia, hewan dan tumbuhan agar saling menjaga. Dibawah ini hadist yang ditakhrijkan oleh Imam Bukhori bersumber dari Abu Hurairah dalam kitab Al-Muzara'ah yang berbunyi:

حَدِيْثُ أَبِى هُرَيْرَةَ رضى الله عنه قال: قال رسول الله عليه وسلم : مَنْ كَانَتْ لَهُ اَرْضٌ فَلْيَزْرَعْهَا اَوْلِيَمْنَحْهَا اَخَاهُ فَإِنْ أَبَى فَلْيُمْسِكْ أَرْضَهُ.(اخرجه البخارى فى كتاب المزاعة)

Hadist diatas bermakna bahwa Rasulullah menganjurkkan bagi pemilik tanah, hendaknya menanami lahan agar dapat bermanfaat bagi dirinya dan orang lain, jika tidak sanggup menanami sendiri hendaknya menyuruh saudara, menyewakan kepada petani atau menyewakan 1/3 atau 1/4 lahan kepada petani.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(Mubarok, 2016) Hal ini merupakan bentuk kepedulian terhadap lingkungan yang memberikan dampak baik kepada diri sendiri. Selain itu perlu penanaman kembali pohon atau reboisasi akibat tangan-tangan jail manusia yang mengakibatkan hutan gundul. Seperti hadist dari Anas r.a dibawah ini yang diriwayatkan oleh Imam Bukhori yang berbunyi:

حَدِيْثُ اَنَسٍ رضى الله عنه قَالَ: مَامِنْ مُسْلِمٍ يَغْرِسُ اَوْيَزْرَعُ زَرْعًا فَيَأْكُلُ مِنْهُ طَيْرٌ اَوْاِنْسَانٌ اَوْبَهِيْمَةٌ اِلاَّكَانَ لَهُ بِهِ صَدَقَةٌ. (اخرجه البخارى فى كتاب المزاعة)

Seseorang muslim yang menanam tanaman tidak akan merugi di sisi Allah SWT yang dapat menimbulkan penghijauan. Hal tersebut banyak mengandung manfaat bagi manusia dan hewan, seperti pohon dapat menjadi naungan, buah dan daun terkadang dapat dimakan, batang yang dibuat berbagai macam peralatan, akarnya bisa mencegah bencana seperti banjir, erosi, dan longsor, serta dapat menciptakan bumi terhindar dari polusi, menambah oksigen yang bersih dan mencegah adanya *global warming*. Pentingnya jika menanam tumbuhan baik berupa pohon dan menyebar biji-bijian merupakan sedekah jariyah, dimana amalan tersebut memberikan pahala yang terus mengalir disaat kita mati sekalipun. (Mubarok, 2016)

Keseimbangan ekologi antara hubungan manusia, hewan dan tumbuhan yang dimaknai dengan memperhatikan, merawat, menyayangi dan menghormati lingkungan merupakan konteks interaksi dengan lingkungan, karena dalam islam merupakan bagian totalitas dalam beribadah, sebab itu islam menjadi rahmat bagi seluruh alam yaitu *rahmatan lil alamin* ,yang dapat mendorong agar manusia tidak berbuat kerusakan. Etika agama mengantar manusia untuk bertanggung jawab dengan apapun yang diperbuat sebagai nilai intropeksi dalam diri. (Robbi, 2016).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.2. Pencemaran Udara

2.2.1. Pengertian Pencemaran Udara

Pemerintah telah mengatur dalam PP RI No. 41 Tahun 1999 menyatakan bahwa masuknya dan dimasukkannya zat lain kedalam udara ambien normal dari kegiatan yang dihasilkan oleh manusia disebut pencemaran udara, sehingga tidak memenuhi fungsi semestinya. Pencemaran atau polusi sendiri merupakan berubahnya kondisi sebelumnya atau kondisi normal menjadi buruk. Sedangkan lingkungan merupakan media atau area, wilayah yang banyak dilakukannya aktifitas. Sehingga jika terjadi pencemaran udara berarti terdapat zat lain di udara ambien yang menyebabkan komposisi udara tidak normal (Prabowo and Muslim, 2018).

Udara merupakan campuran gas yang mengelilingi bumi dengan komposisi gas tidak konstan atau tidak memiliki perbandingan yang tetap, sangat bergantung pada tekanan, suhu dan lingkungan sekitar. Sedangkan polusi udara adalah gabungan udara yang tercemar atau udara kotor yang berbeda-beda jenisnya berkumpul menjadi satu, kebanyakan berasal dari aktifitas manusia seperti kendaraan bermotor, asap pembakaran limbah pabrik, aktivitas rumah tangga, dan lain sebagainya (Abidin dan Hasibuan, 2019).

Udara dikatakan normal harus memuhi standart baku mutu ambien nasional yang telah ditetapkan oleh pemerintah berdasarkan pengukuran dan pengujian yang telah dilakukan oleh para ahli lingkungan, batas kadar yang diperbolehkan dengan tidak adanya efek samping atau gangguan disebut baku mutu ambien. Istilah lain yang dikenal dengan baku mutu udara emisi merupakan batas kadar yang dikeluarkan dari sumber pencemar tetapi tidak boleh melebihi baku mutu ambien di udara (Jaya, 2017). Berikut adalah beberapa gas polutan dengan nilai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BMUA (Baku Mutu Udara Ambien) nasional yang telah ditetapkan berdasarkan PP RI No. 41 Tahun 1999:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 2.1 Buku Mutu Kualitas Udara Ambien

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu $\mu g/Nm^3$
1	SO2	1 Jam	900
		24 Jam	365
2	CO	1 Jam	30000
		24 Jam	10000
3	NO2	1 Jam	400
		24 Jam	150
4	O3	1 Jam	235
5	HC	3 Jam	150
6	TSP (Debu)	1 Jam	90
		24 Jam	230
7	PB (Timah Hitam)	1 Jam	1
		24 Jam	2

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sumber: PP. RI. No. 41 Tahun 1999

2.2.2. Proses Terjadinya Pencemaran Udara

Menurut Muzayyid udara tercemar terbagi menjadi tiga proses yaitu: (Muzayyid, 2015)

1. *Attrition* (Gesekan)

   Proses yang sering terjadi dalam kehidupan, contoh sederhananya seperti gesekan sepatu dengan lantai, ban mobil dengan aspal jalan, sampai proses yang lebih kompleks yaitu penyebaran partikel-partikel ke udara.

2. *Vaporization* (Penguapan)

   Proses *vaporization* merupakan proses dimana berubahnya benda cair menjadi benda gas, penyebabnya adalah adanya pengaruh tekanan disertai pemanasan.

3. *Combustion* (Pembakaran)

   Pembakaran memberikan efek pencemaran udara, seperti contoh yaitu pembakaran bahan bakar bensin atau solar pada kendaraan bermotor, pembakaran bahan pabrik dan rumah tangga, dan lain sebagainya. Hal tersebut dapat berlangsung secara sempurna maupun tidak sempurna sehingga mengakibatkan pencemaran udara.

2.2.3. Klasifikasi Bahan Pencemar Udara

Ada dua macam klasifikasi bahan pencemar atau polutan di udara yaitu: (Hastutiningrum, 2018)

1. Polutan Primer

   Polutan Primer berasal dari keluarnya polutan secara langsung ke udara

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sebagai hasil kegiatan manusia, contohnya seperti senyawa karbon, nitrogen, sulfur, klorin, bromin, hydrogen klorida, dll.

2. Polutan sekunder

Poluten sekunder terjadi dari proses bercampurnya reaksi kimia dari dua atau lebih senyawa antar polutan dengan unsur udara normal di atmosfer. Contohnya adalah reaksi kimia adanya NO2 yang dioksidasi bersama panas matahari dengan hasil NO dan radikal oksigen. Proses ini dipengaruhi beberapa hal seperti konsentrasi relatif, bahan reaktan, derajat fotoaktivasi, topografi, kondisi iklim, dan lain sebagainya. Polutan ini memiliki sifat kimia dan fisika tidak stabil seperti ozon, *Peeoxy Acyl Nitrat* (PAN) dan formaldehid (Purwanta, 2018).

2.2.4. Sumber Bahan Pencemar

Sumber bahan pencemar dibagi menjadi dua yaitu : (Muzayyid, 2015)

1. Sumber Alamiah

Pencemaran udara dapat juga disebabkan oleh kegiatan alam contohnya seperti kebakaran hutan, gunug berapi meletus yang disebabkan oleh naiknya suhu di bumi, petir dengan tegangan aliran listrik yang tinggi, kegiatan mikroorganime, dll. Hasil bahan pencemarnya biasanya akan berbentuk seperti debu, grit, debu dan gas-gas berbahaya seperti CO dan NO.

2. Sumber Buatan Manusia

Pencemaran udara yang disebabkan oleh kegiatan manusia contohnya adalah:

a. Pembakaran, misalnya yaitu pembakaran aktifitas rumah tangga dan industri, pembakaran sampah, pembakaran hutan secara ilegal,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor seperti bensin dan solar.

b. Peleburan, misalnya seperti peleburan baja dan besi, pembuatan semen, pembuatan keramik, pembuatan aspal yang meleburkan hidro karbon dari pengolahan minyak bumi.

c. Pertambahan dan Penggalian, contohnya seperti pertambangan pada mineral dan logam yang menghasilkan debu.

d. Pengolahan, misalnya yaitu proses pengasapan makanan seperti daging dan ikan.

e. Pembuangan Limbah, dalam hal ini emisi pembuangan dari pengolahan limbah industri dan rumah tangga.

f. Percobaan peletusan atom nuklir yang menghasilkan zat radioaktif yang sangat mengganggu kesehatan.

2.2.5. Faktor Pencemar Udara

Faktor pencemaran udara di atmosfer diantaranya adalah: (Muzayyid, 2015)

1. Suhu, contohnya adalah pembentukan karbon monoksida (CO) yang berasal dari karbon dioksida (CO2), jika kondisi suhu tinggi maka proses pembentukan CO akan cepat.

2. Kelembapan, kelembapan udara atau konsentrasi uap air di udara dapat melarutkan beberapa jenis polutan dengan karakteristik waktu dan tempat yang berbeda.

3. Kecepatan angin, hal ini memiliki pengaruh besar terhadap penyebaran di udara, seperti CO akan tersebar dari wilayah satu ke wilayah lain sesuai dengan arah angin sehingga dapat mengetahui sampai mana gas CO tersebar.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.2.6. Dampak Pencemaran Udara

Dampak yang dihasilkan dari pencemaran udara dari berbagai aspek seperti : (Muzayyid, 2015)

1. Atmosfer, contohnya seperti adanya pengaruh struktur awan, *global warming*, keasaman air hujan, gangguan jarak pandang *(visibility)*.
2. Kegiatan Ekonomi, contohnya seperti meningkatnya biaya rehabilitasi dan pemeliharaan karena kerusakan bahan olah industri.
3. Kehidupan Vegetasi, contohnya seperti perubahan morfologi dan pigmen, mempengaruhi produksi tanaman, dan lain sebagainya.
4. Kehidupan Hewan, contohnya seperti hewan dapat keracunan bahan berbahaya dan mempengaruhi proses bioakumulasi seperti migrasi burung karena udara ambien yang telah terpapar dengan banyak gas polutan.
5. Kesehatan Manusia, efek yang ditimbulkan bergantung pada berapa lama seorang individu terpapar polusi dan kerentanan individu tersebut. Contoh yang ditimbulkan seperti mengalami gangguan pernapasan, mengalami vertigo, kejang mendadak, hilang kesadaran, mengaktifkan sel kanker dalam tubuh, bahkan dapat mengakibatkan kematian.

2.3. Karbon Monoksida (CO)

2.3.1. Pengertian Karbon Monoksida (CO)

Komponen pencemar udara berupa senyawa gas yang tak terlihat, tidak memiliki warna, tidak berbau dan tidak berasa disebut dengan Karbon Monoksida (CO). Hasil dari pembakaran karbon zat arang dan bahan organik baik dari industri

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

maupun rumah tangga, dan merupakan proses pembakaran tak sempurna dari Karbon Dioksida (NO2) (Aprilina dkk, 2016). Bentuk gas Karbon Monoksida (CO) pada suhu dan titik didih yang tinggi dapat menggabungkan senyawa oksigen dan karbon sehingga membentuk senyawa CO, dimana CO adalah hasil pembakaran tidak sempurna. Contoh lainnya CO berasal dari sumber antropogenik, menujukan angka 78,5% hasil pembakaran fosil dan 55,3% dari pembakaran bensin mesin otomotif . Karbon Monoksida (CO) bersifat racun dan berbahaya bagi kesehatan tubuh karena dapat membentuk pigmen dalam darah (Ilmiawan, 2019).

Karbon Monoksida (CO) pada udara ambien akan membentuk kadar karboksi hemoglobin (HbCO) dalam darah, terbentuk 4 sampai 12 jam untuk tercapainya keseimbangan antar kadar CO (Rahmadani and Tualeka, 2016). Sumber utama polusi Karbon Monoksida (CO) di udara adalah asap kendaraan bermotor, hal ini terbukti bahwa perkotaan memiliki paparan CO lebih tinggi dibanding dengan pedesaan. Kasus lainnya terdapat pada asap rokok yang ternyata mengandung CO, faktanya adalah sesorang perokok pasif biasanya akan terbentuk karboksi hemoglobin tidak lebih dari 1% dan pada seseorang perokok aktif lebih tinggi 2%-4% hanya pada sebatang rokok (Diza dkk, 2017).

2.3.2. Proses Pembentukan Karbon Monoksida (CO)

Proses pembakaran secara kimia senyawa karbon dengan temperatur suhu tinggi, yang memicu terjadinya CO akan dijelaskan dengan reaksi kimia seperti dibawah ini : (Aprilina dkk, 2016)

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{(s)} + Panas$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pembentukan senyawa kimia diatas bahwa atom karbon dioksidasi oleh Oksigen (O2) kemudian menghasilkan gas karbon monoksida (CO) dan panas yang dikeluarkan sebagai hasil pembakaran tidak sempurna. Gas Karbon Dioksida (CO2) adalah proses pembakaran sempurna dari CO sehingga aman bagi lingkungan karena tidak beracun. Apabila pembakaran terjadi dengan jumlah udara yang tidak cukup maka akan bereaksi seperti reaksi kimia di bawah ini:

$$2C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(s)} + 247kJ$$

Dari reaksi kimia dua karbon tersebut akan bereaksi menghasilkan pembakaran yang tidak sempurna dan menghasilkan gas Karbon Monoksida (CO) yang menjadi polusi lingkungan karena menjadi gas berbahaya dan beracun (Khaeulani dan Qasim, 2019).

2.3.3. Dampak Karbon Monoksida

1. Dampak Positif

   Karbon monoksida (CO) digunakan sebagai alat modifikasi kemasan di Amerika Serikat (AS) untuk pengemasan olahan daging babi dan kerbau. Saat CO bercampur denfan myoglobin akan membentuk karboksimioglobin, pigmen tersebut berwarna merah dinamakan oksimioglobin yang dioksidasi berwarna coklat (metmioglobin). Warna merah pada daging yang tahan lama akan memberikan efek kesegaran, kadar CO yang digunakan sekitar 0,4% - 0,5%. Manfaat baik lain Karbon Monoksida (CO) adalah *bulk chemical* untuk tenaga industri yang digunakan untuk proses pemurnian nikel (Khaeulani dan Qasim, 2019).

2. Dampak Negatif

   Karbon Monoksida (CO) dikatakan memiliki dampak negatif karena

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

merupakan hasil pembakaran yang tidak sempurna dari Karbon Dioksida (CO2). CO juga dikatakan sebagai intermediat yang merupakan produk akhir dari jumlah oksigen (O2) yang tidak dapat bereaksi. Dampak yang sangat bahaya pada saat paparan CO telah tercampur pada darah manusia, disebabkan apabila ruangan tertutup seperti rumah yang dibiarkan terbuka dalam satu hari, otomatis gas Karbon Monoksida (CO) akan masuk dalam ruangan. Apabila gas tersebut dihirup oleh manusia dan masuk ke dalam paru-paru maka oksigen dalam tubuh akan berkurang dan CO dengan mudah akan diikat oleh hemoglobin menjadi senyawa karboksihemoglobin. Reaksi kimia akan dijelaskan di bawah ini: (Hazsya dkk, 2018)

$$CO_{(g)} + Hb_{(aq)} \rightarrow HbCO_{(aq)}$$

Reaksi diatas memiliki nilai Hb dan CO 250 kali lipat dibanding oksigen, hal ini mengakibatkan CO sulit terlepas dari Hb. Sedangkan fungsi Hb adalah membawa oksigen ke dalam aliran darah, bila telah tercampur dengan CO maka aliran akan tersumbat dan tubuh akan mengalami kekurangan oksigen, hal ini dapat mengakibatkan kematian. Beberapa gejala atau dampak yang ditimbulkan dari paparan Karbon Monoksida dalam tubuh adalah : (Damara dkk, 2017)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 2.2 Pengaruh Konsentrasi HbCO Dalam Darah Terhadap Kesehatan Manusia

No.	Konsentrasi COHb dalam darah (%)	Gejala
1.	< 1.0	Tidak ada pengaruh
2.	1.0 - 2.0	Penampilan agak tidak normal
3.	2.0 - 5.0	Pengaruhnya terhadap sistem syaraf sentral, reaksi panca indra tidak normal, benda terlihat agak kabur
4.	> 5.0	Perubahan fungsi jantung dan pulmonari
5.	10.0 - 80.0	Kepala pening, mual, berkunang-kunang, pingsan, kesukaran bernafas, kematian

Sumber : (Damara dkk, 2017)

2.3.4. Pengendalian Karbon Monoksida (CO)

1. Pencegahan (Kevin, 2020)

   a. Sumber bergerak, contohnya seperti perawatan mesin kendaraan bermotor, melakukan uji KIR seacar berkala, dan memasang filter pada knalpot kendaraan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Sumber tidak bergerak, contohnya seperti mengganti peralatan yang rusak, memasang scuber pada cerobong asap, dan menggunakan bahan bakar minyak atau batu bara dengan kadar Karbon Monoksida (CO) rendah.

c. Manusia, apabila kadar CO telah melebihi 10.000 $\mu g/Nm^3$ dengan waktu pengukuran 24 jam maka kita harus menggunkan Alat Pelindung Diri (APD) atau paling tidak menggunakan masker dan menutup atau menghindari tempat yang terdeteksi banyak CO seperti lalu lintas perkotaan.

2. Penanggulangan (Kevin, 2020)

a. Mengatur pertukaran udara didalam ruangan menggunakan *exhaust-fan*.

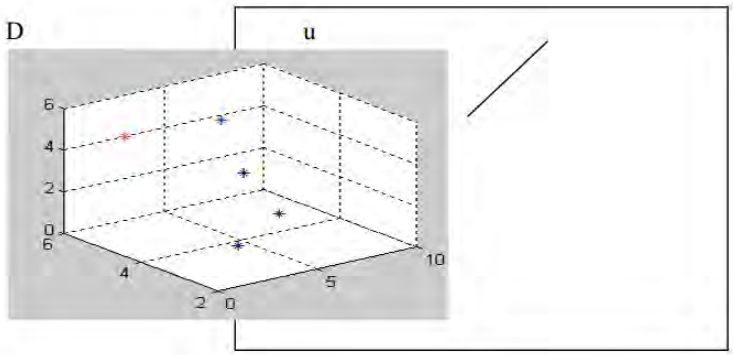
b. Bila terjadi korban keracunan dengan gejala-gejala yang sudah ada maka harus dengan cepat diberi nafas tambahan dan dikirim ke rumah sakit terdekat.

Dari penjelasan diatas maka penelitian ini akan berfokus pada masalah pencemaran udara dari beberapa pencemaran-pencemaran lainnya dibumi, dengan jenis polutan yang digunakan adalah Karbon Monoksida (CO) karena termasuk jenis gas polutan yang sangat berbahaya bagi kesehatan mahluk hidup di bumi. Karbon Monoksida (CO) ini bahkan tidak memiliki warna dan bau sehingga akan sulit dideteksi jika kita menghirupnya, karna itu disebut polutan beracun dan disebut juga *silent killer* atau pembunuh diam-diam, dengan dampak yang sangat berbahaya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.4. Data Spasial

Terdapat dua jenis data yang dapat mempresentasikan fenomena yang ada di dunia nyata, salah satunya adalah jenis data yang dapat memperesentasikan aspek keruangan seperti data-data posisi, data koordinat dan data spasial. Data spasial adalah bentuk data yang disajikan berupa letak geografis yang berhubungan dengan ruang dan bumi, meliputi atas dan bawah permukaan atmosfer (Wahyudi dkk, 2016). Data spasial dapat berupa data diskrit dan *continue*. Data diskrit adalah data yang diperoleh dengan cara menghitung, tidak berupa data pecahan atau rataan, sedangkan data *continue* adalah data yang mempunyai nilai yang terletak di dalam satu interval. Penyajian data pada geografik berbentuk data titik, garis dan luasan yang memiliki dua lokasi spasial beraturan *(regular)* dan tak beraturan *(irregular)* (Fauzi, 2018). Dikatakan pula data spasial memiliki bentuk lokasi beraturan *regular* dan tak beraturan *irregular* dapat dibedakan berdasarkan letak posisi dengan nilai jarak yang sama besar atau berbeda, diilustrasikan sebagai berikut : (Aini, 2016)



Gambar 2.1 Ilustrasi Data Spasial

Gambar diatas menjelaskan simbol D adalah domain, dengan $D \subset R^d$ untuk sembarang dimensi d. $D \subset R^d$ adalah lokasi dimensional ruang *euclidean* dari dara generik dan $Z(u)$ merupakan vektor random lokasi data generik $u \in D$. Sehingga

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

data spasial dapat dirumuskan dengan $Z(u) : uD \subset R^d$ (Aini, 2016).

Data spasial memiliki dua bagian terpenting agar terlihat berbeda yaitu dengan informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (atribut), berikut penjelasannya : (Aini, 2016)

1. Informasi lokasi (spasial)

   Informasi yang berkaitan dengan penggunaan data geografis seperti koordinat lintang dan bujur suatu wilayah serta koordinat 3 dimensi yaitu koordinat x sebagai absis, y sebagai ordinat dan z sebagai elevasi/ketinggian.

2. Informasi deskriptif (atribut)

   Informasi yang memiliki penjelasan atau keterangan yang berkaitan. contohnya adalah vegetasi (macam-macam jenis tumbuhan dalam satu wilayah), populasi, luasan, kode pos, dll.

Data spasial adalah contoh data tak bebas *dependent* karena data dikumpulkan dari lokasi yang berbeda- beda. Pernyataan Cressie menyatakan bahwa berdasarkan jenis data terdapat 3 tipe mendasar data spasial yaitu data geostatistik *(geostatistical data)*, data area *(lattice area)* dan pola titik *(point pattern)* (Rozalia, 2016).

2.4.1. Data Geostatistika

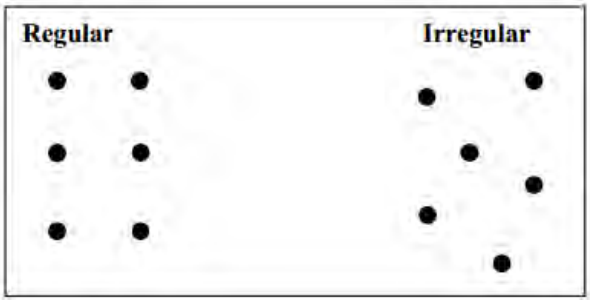
Perkembangan geostatistika telah dikaji oleh De Wijs, D. Kringe dan G. Matheron pada awal tahun 1940, menyatakan bahwa awal mula geostatistik berkembang pada saat terdapat tambang emas di Afrika Selatan yang terkenal sebagai tambang terbesar dan terdalam di dunia pada tahun 1960an, dengan kedalaman penggalian berkisar 3000 m. Kemudian dikembangkan cara lain seperti mekanika bantuan dan geodinamika yang khusunya dikembangkan untuk

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

mengevaluasi masalah gejala geologi, yang digunakan dalam mengestimasi keberadaan mineral dan perminyakan (Fauzi, 2018).

Menurut G. Matheron *Geostatistic is the application of the formalism random function to the reconnaissance and estimation of natural phenomena*. Artinya adalah geostatistik digunakan sebagai aplikasi hubungan atau aturan fungsi acak (random) dalam penelaan dan memperkirakan gejala alam. Geostatistik berusaha menilai suatu benda dengan menggunakan variabel dalam sampel secara matematis dengan variabel bersifat terikat oleh posisi, jarak dan arah (vektor) (Hamil, 2018).

Kelebihan geostatistik pada masalah pertambangan jika dibandingkan dengan model pendekatan klasik adalah dapat memodelkan kecenderungan spasial *spacial trend* dengan korelasi spasial *spacial correlation* (Wahyudi dkk, 2016). Prinsip geostatistika adalah jika area memiliki kedekatan jarak maka akan memiliki nilai bobot tak jauh beda dengan area yang berjauhan, mengarah pada data sampel berupa pola titik, pola beraturan *regular* dan tak beraturan *irregular*. Ilustrasi pola titik pada data geostatistik seperti dibawah ini: (Aini, 2016)



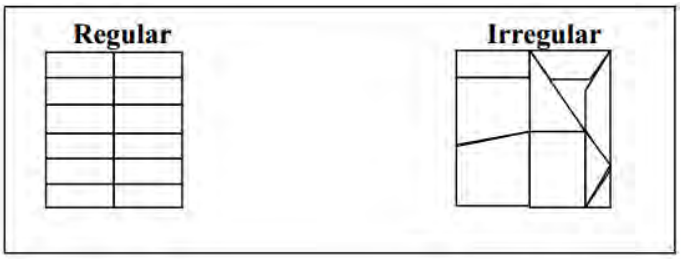
Gambar 2.2 Ilustrasi Data Geostatistik

2.4.2. Data Area *(Lattice Data)*

Sama halnya dengan data geostatistik, pada data area *(lattice data)* mempunyai dua bentuk pola data yaitu data beraturan *(regular)* dan tak beraturan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(irregular) yang didukung dengan informasi batas wilayah spasial yang disebut dengan data atribut diskrit dan garis tepi di persekitaran *(neighbor)*. Data area dapat diilustrasikan seperti dibawah ini: (Aini, 2016)



Gambar 2.3 Ilustrasi Data Area

Data area secara umum banyak digunakan pada kasus epidemilogi. Contohnya adalah dapat mengetahui pertumbuhan penyakit di suatu wilayah dengan pembagian area menjadi beberapa bagian, selain iu tidak hanya pada masalah kesehatan, data area dapat digunakan pada permasalahan kependudukan, contohnya adalah dapat mengetahui seberapa besar tingkat pertumbuhan penduduk pada area-area sebuah wilayah (Rozalia, 2016).

2.4.3. Pola Titik *(Point Pattern)*

Menurut Cressie pola titik *(point pattern)* merupakan pola yang muncul pada variabel lokasi kejadian dengan sampel tak beraturan *(irregular)* karena mempunyai nilai jarak yang berbeda. Pola titik juga didapat dari hasil pengukuran yang diamati yaitu koordinat kartesius (x,y) dan diperoleh dari informasi atribut yang sesuai (Wahyudi dkk, 2016). Seperti contoh permasalahan adalah penentuan posisi tumbuh pohon dengan ukuran tertentu, analisis ketersediaan dan pemanfaatan sumber daya, dan lain sebagainya. Dalam menganalisis pola titik *(point pattern)* adalah mengetahui hubungan ketergantungan antar titik, bertujuan apakah lokasi pengamatan akan dapat membentuk suatu klaster, sehingga ada atau

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tidaknya suatu ketergantungan (Rozalia, 2016).

2.5. *Kriging*

Istilah *kriging* diambil dari nama seorang ahli atau seorang insinyur pertambangan asal Afrika Selatan yaitu D. G. Kringe, setelah itu dikembangkan oleh G. Matheron pada tahun 1960 terlebih pada bidang geostatsitika. *Kriging* merupakan metode interpolasi spasial dengan analisis geostatistika yang bertujuan untuk menduga besarnya nilai titik tidak tersampel dengan titik yang telah tersampel dengan model semivariogram. Model semivariogram dipresentasikan dengan perbedaan spasial dan nilai diantara semua pasangan sampel pada data (Yendra dan Risman, 2019).

Kriging juga dapat mempresentasikan dan menujukkan metode khusus yang dapat meminimalkan nilai variansi dari hasil pendugaan Georges Matheron. *Kriging* dibawah asumsi kestasioneran dan data bebas dari pencilan atau *outlier*, sehingga jika asumsi tersebut dilanggar akan meghasilkan hasil yang kurang akurat dengan nilai prediksi presisif. *Kriging* yang umum digunakan diantaranya adalah *ordinary kriging* karena data tidak diakomodir dan tidak mengandung pencilan *(outlier)* (Lubis dan Fauziah, 2018). Metode *kriging* dapat dibedakan menjadi 3 berdasarkan diketahui atau tidaknya nilai rata-rata *(mean)* dari populasi yaitu *simple kriging, ordinary kriging* dan *universal kriging*. Penjelasan ketiga metode tersebut dapat dilihat dibawah ini: (Rozalia, 2016)

1. *Simple Kriging*

   Simple kriging memiliki asumsi jika rata-rata populasi atau *mean* telah diketahui dan bernilai konstan, pendugaan data spasial akan dipartisi menjadi beberapa bagian atau bisa disebut dengan *sequential kriging*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. *Ordinary Kriging*

   Ordinary kriging disebut metode paling sederhana pada data geostatistika. Metode ini memiliki asumsi bahwa nilai rata-rata populasi *(mean)* tidak diketahui tetapi bernilai konstan dan data spasial yang digunakan tidak mengandung *trend* dan pencilan *(outlier) (outlier)*.

3. *Universal Kriging*

   Universal kriging biasa disebut juga dengan *kriging with a trend* karena data memiliki kecenderungan *trend*, dimaksut data *trend* karena data memiliki kecenderungan naik dan turun dalam jangka waktu panjang. Metode *universal kriging* juga merupakan bentuk umum dari *simple kriging* digunakan untuk mengangani masalah kestasioneran dari data yang digunakan.

2.6. Jarak *Euclidean*

Jarak *Euclidean* merupakan tipe pengukuran jarak dalam analisis klaster yang digunakan untuk mengukur jarak dari objek data ke pusat klaster yang mempunyai skala data kontinu dan merupakan jarak geometris dari dua objek data. Semakin dekat jaraknya maka semakin mirip dua objek data tersebut (Miftahuddin dkk, 2020). Kelebihan menggunakan jarak *euclidean* ini adalah dapat digunakan untuk mencerminkan ketidaksamaan dua data dan dapat digunakan untuk mengevaluasi kedekatan objek dalam satu sampai tiga dimensi, sedangkan kekurangannya adalah sensitif terhadap besarnya nilai sampel dan sebaran varians, jika memiliki nilai varian yang berbeda maka jarak yang dihasilkan menjadi tidak akurat (Nishom, 2019). Pengukuran jarak lain yang dapat digunakan, contohnya seperti jarak manhattan/city block, minkowski,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

cheybe, dll dengan tujuan yang sama. Bentuk persamaan umum jarak *euclidean* ditulis seperti dibawah ini: (Miftahuddin dkk, 2020)

$$d_{i,j} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \tag{2.1}$$

Atau bisa dituliskan ke bentuk persamaan seperti dibawah ini: (Nishom, 2019)

$$d_{i,j} = \sqrt{\Sigma_{i=1}^{n}(x_{ik} - y_{jk})^2} \tag{2.2}$$

Keterangan:

$i = 1, 2, 3, , m$

$j = 1, 2, 3, , n$

$d_{(i,j)}$= Jarak euclidean objek data ke-i dan objek data ke-j

n = Banyaknya data yang digunakan

x_{ik} = Objek data ke-i pada peubah ke-k

y_{jk} = Objek data ke-j pada peubah ke-k

2.7. Pendeteksian Pencilan Spasial *(Spatial Outlier)*

Pencilan spasial dapat didefinisikan sebagai nilai ketidakstabilan lokasi observasi atau objek observasi dengan gambaran nilai atribut non-spasial memiliki nilai berbeda secara signifikan, dengan nilai tidak konstan atau menyimpang terhadap lokasi observasi lainnya dalam lingkup ketetanggaan (Wahyudi dkk, 2016). Pendeteksian pencilan dalam analisis statistika biasanya dapat menggunakan *spatial statistic Z test* didefinisikan sebagai berikut: (Rozalia, 2016)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$Z_{hitung} = |\frac{s_{x(i)} - \mu_{x(i)}}{\alpha_{(x(i)}}| > Z_{\alpha/2} \tag{2.3}$$

Keterangan:

$i = 1, 2, 3, ..., n$

$s_{x(i)}$ = Selisih antara nilai amatan dari lokasi $x(i)$

$\mu_{x(i)}$ = Nilai mean dari $x(i)$

$\alpha_{x(i)}$ = Standar deviasi dari $x(i)$

$Z_{(\alpha/2)}$ = Nilai Z tabel untuk menentukan tingkat signifikansi tertentu.

Sehingga, terdapat nilai $Z_{hitung} > Z_{(\alpha/2)}$, disimpulkan bahwa nilai amatan dari lokasi ke-i terdeteksi sebagai data pencilan *(outlier)*. Maka pendeteksian dapat dilakukan dengan uji hipotesis, seperti berikut: (Rozalia, 2016)

a. Pengajuan Hipotesis

   H_0 = x bukan pencilan

   H_1 = x merupakan pencilan

b. Taraf Signifikasi, dengan alpha sebesar $\alpha = 0,05$

c. Uji Statistik, dengan menggunakan persamaan (2.3) yaitu $Z_{(hitung)}$ atau $Z_{s(x)}$ adalah $Z_{s(x)} = \dfrac{s_{x(i)} - \mu_{x(i)}}{\alpha_{(x(i)}}$

d. Uji Kriteria, dengan syarat apabila H_0 ditolak jika $Z_{s(x)} > Z_{\alpha/2}$

2.8. Variogram dan Semivariogram

Perangkat dasar dalam ilmu geostatistika yang bertujuan untuk memvisualisasikan, memodelkan dan mengeksploitasi adanya autokorelasi spasial

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dari variabel yang teregionalisasi, yang biasa dikenal dengan semivariogram. Besarnya nilai semivariogram adalah setengah dari variogram, semivariogram disimbolkan dengan γ. Variogram sendiri merupakan nilai variansi data pengamatan yang tidak berkorelasi, disimbolkan dengan 2γ bertujuan mengukur korelasi spasial berupa variansi error pada lokasi s dan lokasi $s + h$ (Rory dan Diana, 2019). Simbol dari variogram (2γ) didefinisikan sebagai berikut: (Aini, 2016)

$$2\gamma(h) = E[Z(s) - Z(s+h)]^2 \tag{2.4}$$

Sedangkan semivariogram dapat didefinisikan sebagai berikut: (Aini, 2016)

$$\gamma(h) = \frac{1}{2}E[Z(s) - Z(s+h)]^2 \tag{2.5}$$

Keterangan:

h = Rentang jarak antara dua lokasi

$Z(s)$ = Nilai pengamatan pada lokasi

$Z(s+h)$ = Nilai pengamatan pada lokasi dengan penambahan jarak h.

2.8.1. Variogram dan Semivariogram Eksperimental

Nilai dugaan yang diperoleh dari penarikan sampel dari data amatan atau data hasil pengukuran di lapangan disebut variogram eksperimntal, dibuat berdasarkan nilai korelasi antar dua variabel dengan jarak tertentu sebesar h. Variogram eksperimental didefinisikan sebagai berikut: (Aini, 2016)

$$2\gamma(h) = \frac{1}{N(h)2}\Sigma_{i=1}^{N(h)}(Z(s_i) - Z(s_i+h))^2 \tag{2.6}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sehingga nilai semivariogram eksperimental, yang berasal dari persamaan rumus variogram, didapat seperti dibawah ini:

$$2\gamma(h) = var[Z(s) - Z(s+h)] \tag{2.7}$$

Terdapat sifat stasionaritas, oleh karena itu $E[Z(s)] = E[Z(s+h)]$, sehingga menjadi:

$$2\gamma(h) = [Z(s) - Z(s+h)]^2 \tag{2.8}$$

Dari persamaan rumus diatas diperoleh rumus yang lebih praktis sehingga semivariogram eksperimental dituliskan sebagai berikut: (Puspitasari dkk, 2019)

$$\gamma(h) = \frac{1}{N(h)2}\Sigma_{i=1}^{N(h)}(Z(s_i) - Z(s_i+h))^2 \tag{2.9}$$

Bukti:

$2\gamma(h) = [Z(s) - Z(s+h)]^2$

Misalkan V adalah $[Z(s) - Z(s+h)]^2$ dan diketahui bahwa $E(V) = m$ sehingga diperoleh:

$$2\gamma(h) = E[V]$$
$$2\gamma(h) = \frac{1}{N(h)}\Sigma_{i=1}^{N(h)}V$$
$$2\gamma(h) = \frac{1}{N(h)}\Sigma_{i=1}^{N(h)}[Z(s) - Z(s+h)]^2$$
$$2\gamma(h) = \frac{1}{N(h)}\Sigma_{i=1}^{2N(h)}[Z(s) - Z(s+h)]^2$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Keterangan:

$2\gamma(h)$ = Nilai variogram dengan jarak h

$\gamma(h)$ = Nilai semivariogram dengan jarak h

$Z(s)$ = Nilai pengamatan pada lokasi

$Z(s+h)$ = Nilai pengamatan pada lokasi dengan penambahan jarak h

$N(h)$ = Banyaknya pasangan titik yang mempunyai jarak h

Analisis lebih lanjut semivariogram, banyak data akan dibagi menjadi beberapa bagian atau kelas sehingga akan membentuk suatu klaster, dengan menggunakan persamaan *sturge* seperti dibawah ini: (Rozalia, 2016)

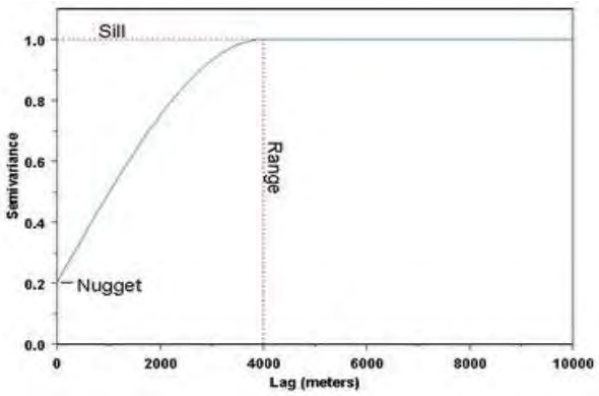
$$k = 1 + 3,3 \cdot log \cdot n \tag{2.10}$$

Keterangan:

k = Banyaknya interval kelas

n = Ukuran sampel

Berikut adalah ilustrasi semivariogram eksperimental:



Gambar 2.4 Ilustrasi Semivariogram Eksperimental

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Setelah diperoleh nilai atau parameter-parameter dari semivariogram eksperimental, maka selanjutnya akan dianalisis lebih lanjut pada pergantian semivariogram eksperimental menjadi teoritis dengan parameter-parameter yang berpengaruh.

2.8.2. Semivariogram Teoritis

Parameter yang digunakan untuk mencari nilai dalam semivariogram teoritis seperti *nugget effect* (Co), *sill* (Co+C) dan *range* (a) (Puspitasari dkk, 2019). Berikut penjelasan masing-masing parameter:

1. *Nugget Effect* (Co)

   Nugget effect adalah sebuah pendekatan dari nilai semivariogram pada jarak sekitar nol (0).

2. *Sill* (Co+C)

   Sill merupakan nilai semivariogram yang memiliki nilai stabil, nilainya sama dengan varian data spasial.

3. *Range* (a)

   Range merupakan jarak pada saat semivariogram mencapai *sill*. Nilai *sill* diperoleh dengan cara mengambil batas tengah dari nilai semivariogram yang paling mendekati nilai varian data spasial.

Setelah memperoleh nilai dari setiap parameter diatas, selanjutnya mengubah semivariogram eksperimental menjadi model semivariogram teoritis. Nilai tersebut digunakan untuk analisis struktural, yaitu dengan membandingkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) antara semivariogram eksperimental dengan semivariogram teoritis. Dari perbandingan tersebut akan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dipilih satu model terbaik dengan melihat nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) atau nilai kesalahan terkecil, yang nantinya model tersebut digunakan untuk melakukan pendugaan data spasial.

Terdapat tiga model semivariogram teoritis yang digunakan sebagai pembanding pada penelitian ini: (Puspitasari dkk, 2019)

1. Model Bola *(Spherical Model)*

   Semivariogram untuk model *spherical* dirumuskan seperti dibawah ini:

$$\gamma(h) = \begin{cases} Co+C\left[\left(\frac{3h}{2a}\right)-\left(\frac{h}{2a}\right)^3\right] \\ Co+C \end{cases} \tag{2.11}$$

   dengan syarat $Co + C\left[\left(\frac{3h}{2a}\right) - \left(\frac{h}{2a}\right)^3\right.$ untuk $h \leq a$ atau $h > a$.

2. Model Eksponensial *(Eksponential Model)*

   Pada model ini terjadi peningkatan semivariogram yang sangat suram dan nilai *sill* semakin besar mencapai asimtotik. Semivariogram untuk model *eksponential* dirumuskan seperti dibawah ini:

$$\gamma(h) = Co + C\left[1 - exp\left(-\frac{h}{a}\right)\right] \tag{2.12}$$

3. Model Gauss *(Gaussian Model)*

   Model Gaussian dikatakan bentuk kuadrat dari model eksponensial, pada jarak dekat akan menghasilkan bentuk parabolik. Semivariogram untuk model *gaussian* dirumuskan sebagai berikut:

$$\gamma(h) = Co + C\left[1 - exp\left(-\frac{h^2}{a^2}\right)\right] \tag{2.13}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

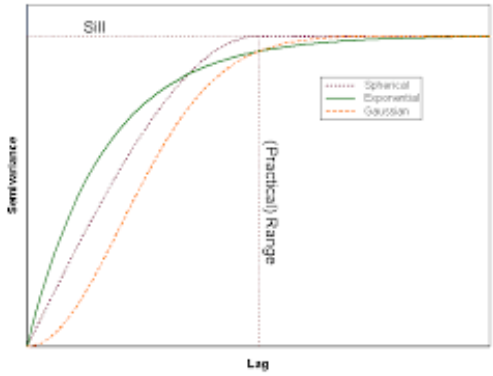
Keterangan:

h = Jarak lokasi sampel

$Co + C$ = Sill

a = Range

Berikut ilustrasi dari tiga model semivariogram teoritis sebagai berikut:



Gambar 2.5 Ilustrasi Semivariogram Teoritis

2.9. *Mean Absolute Percent Error* (MAPE)

Menurut Hayami, dkk MAPE atau rata-rata persentasi kesalahan mutlak merupakan metode perhitungan kesalahan dengan mencari presentasi dari setiap model prediksi, kemudian membaginya dengan jumlah data atau periode yang digunakan, dengan persamaan seperti berikut: (Hayami. dkk, 2021)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{|x_t - y_t|}{x_t}}{n} 100\% \tag{2.14}$$

Keterangan:

n = Jumlah data

t = Periode peramalan

x_t = Data aktual atau data asli pada periode ke-t

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

y_t = Nilai peramalan periode ke-t

Persamaan diatas menyatakan semakin rendah nilai MAPE, maka kemampuan model peramalan dapat dikatakan baik dan memiliki *range* nilai yang dapat dijadikan patokan dalam pengukuran model peramalan, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.3 *Range* Nilai MAPE

Nilai MAPE	Akurasi Prediksi
$MAPE < 10\%$	$KemampuanModelPeramalanSangatBaik$
$10\% < MAPE \leq 20\%$	$KemampuanModelPeramalanBaik$
$20\% < MAPE \leq 50\%$	$KemampuanModelPeramalanLayak$
$MAPE \geq 50\%$	$KemampuanModelPeramalanBuruk$

2.10. Pendugaan Parameter *Ordinary Kriging*

Menurut Issaks dan Srivastava, pendugaan *kriging* $\widehat{z}(s)$ merupakan perpaduan dari kombinasi linier. Kombinasi linier adalah sitem penjumlahan hasil kali anggota dari himpunan pasangan berurutan. Pendugaan *kriging* $\widehat{z}(s)$ merupakan kombinasi linier dari variabel sampel $Z(s_i)$ yang diketahui (Yendra dan Risman, 2019). Dapat ditulis dengan persamaan matematis seperti:

$$Z(s_i) = \Sigma_{i=1}^{n} w_i Z(s_i) \tag{2.15}$$

Keterangan:

$\widehat{z}(s)$ = Nilai pendugaan pada lokasi titik tidak tersampel

w_i = Koefisien bobot dari $Z(s_i)$ dengan $\Sigma_{i=1}^{n} w_i = 1$

$Z(s_i)$ = Nilai pada lokasi tersampel

n = Banyak sampel

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Misalkan suatu pendugaan $(\widehat{Z}(s))$ diperoleh pada titik P dari 3 titik observasi yang diketahui, yaitu Z_1, Z_2, Z_3 dengan nilai bobot masing-masing dengan model *ordinary kriging* adalah w_1, w_2, w_3 . Nilai tersebut akan dibentuk menjadi sebuah persamaan simultan dengan ditambahkan satu persyaratan persamaan yaitu, penjumlahan semua bobot bernilai 1 (Rozalia, 2016). Sehingga akan dijabarkan seperti persamaan dibawah ini:

$$w_1\gamma(h_{11}) + w_2\gamma(h_{12}) + w_3\gamma(h_{13}) = \gamma(h_{1p}) \tag{2.16}$$

$$w_1\gamma(h_{21}) + w_2\gamma(h_{22}) + w_3\gamma(h_{23}) = \gamma(h_{2p}) \tag{2.17}$$

$$w_1\gamma(h_{31}) + w_2\gamma(h_{32}) + w_3\gamma(h_{33}) = \gamma(h_{3p}) \tag{2.18}$$

$$w_1 + w_2 + w_3 = 1 \tag{2.19}$$

Untuk menghasilkan solusi yang memiliki galad penduga minimum akan ditambahkan satu variabel *slack* λ atau variabel basis pada persamaan (2.14), (2.15) dan (2.16). Sehingga keempat persamaan diatas menjadi:

$$w_1\gamma(h_{11}) + w_2\gamma(h_{12}) + w_3\gamma(h_{13}) + \lambda = \gamma(h_{1p}) \tag{2.20}$$

$$w_1\gamma(h_{21}) + w_2\gamma(h_{22}) + w_3\gamma(h_{23}) + \lambda = \gamma(h_{2p}) \tag{2.21}$$

$$w_1\gamma(h_{31}) + w_2\gamma(h_{32}) + w_3\gamma(h_{33}) + \lambda = \gamma(h_{3p}) \tag{2.22}$$

$$w_1 + w_2 + w_3 + 0 = 1 \tag{2.23}$$

Sistem persamaan (2.18), (2.19), (2.20) dan (2.21) akan diubah kedalam

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

bentuk matriks sehingga persamaan berubah menjadi:

$$\begin{bmatrix} \gamma(h_{11}) & \gamma(h_{12}) & \gamma(h_{13}) & 1 \\ \gamma(h_{21}) & \gamma(h_{22}) & \gamma(h_{23}) & 1 \\ \gamma(h_{31}) & \gamma(h_{32}) & \gamma(h_{33}) & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \lambda \end{bmatrix} = n \cdot \begin{bmatrix} \gamma(h_{1p}) \\ \gamma(h_{2p}) \\ \gamma(h_{3p}) \\ 1 \end{bmatrix} \tag{2.24}$$

Model matriks diatas dapat disederhanakan kedalam bentuk persamaan seperti dibawah ini yang termasuk dalam persamaan bentuk matriks:

$$A.w = B \tag{2.25}$$

Untuk mencai koefisien nilai bobot, maka dari model matriks diatas dapat diubah menjadi bentuk invers seperti dibawah ini:

$$w = A^{-1}.B \tag{2.26}$$

Terdapat n (banyaknya sampel) pada data hasil pengukuran, yaitu $Z(s_1), Z(s_2),\ Z(s_3), ..., Z(s_n)$. Akan dihitung $Z(s)$ pada lokasi tidak tersampel berdasarkan data tersempel disekitarnya yang telah diketahui, dinyatakan dengan $Z(s_0)$. Berdasarkan persamaan (2.13) diatas akan diperoleh penduga error sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \widehat{e}(s_0) &= \widehat{Z}(s_0) - Z(s_0) \\ &= \Sigma_{i=1}^{n}(w_i Z(si) - Z(s_0)) \end{aligned} \tag{2.27}$$

Ordinary kriging akan menghasilkan pedugaan yang tak bias *(unbiased*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

estimator) oleh karena itu, berdasarkan persamaan (2.13) diperoleh pendugaan tak bias seperti berikut: (Budhiprameswari dkk, 2019)

$$E(\widehat{e}(s_0)) = E(\Sigma_{i=1}^{n}(wiZ(s_i) - Z(s_0)))$$

$$= \Sigma_{i=1}^{n}(wiZ(s_i) - Z(s_0))) \tag{2.28}$$

Dengan asumsi bahwa metode *ordinary kriging* bersifat stasioner, maka setiap nilai ekspetasi dapat dituliskan sebagai $E(Z)$, sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut: (Aini, 2016)

$$E(\widehat{e}(s_0)) = \Sigma_{i=1}^{n}(wiE(Z) - E(Z)) \tag{2.29}$$

Karena nilai dari $E(\widehat{e}(s_0)) = 0$ maka,

$$E(\widehat{e}(s_0)) = \Sigma_{i=1}^{n}(wiE(Z) - E(Z))$$

$$0 = \Sigma_{i=1}^{n}(wiE(Z) - E(Z))$$

$$\Sigma_{i=1}^{n}(w_iE(Z)) = E(Z)$$

$$\Sigma_{i=1}^{n}w_i = 1 \tag{2.30}$$

Sehingga didapatkan,

$$E\big(\widehat{Z}(s)\big) = E\big(\Sigma_{i=1}^{n}w_iZ(s)\big)$$

$$E\big(\widehat{Z}(s)\big) = \Sigma_{i=1}^{n}w_iE\big(Z(s)\big)$$

$$E\big(\widehat{Z}(s)\big) = E\big(Z(s)\big)\Sigma_{i=1}^{n}W_i$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$E\left(\widehat{Z}(s)\right) = Z(s) \tag{2.31}$$

Berdasarkan penjabaran persamaan diatas didadapatkan kesimpulan bahwa metode *ordinary kriging* menghasilkan penduga yang tak bias (Budhiprameswari dkk, 2019).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berdasarkan data hasil pengukuran oleh Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Surabaya yang dilakukan pada bulan Februari hingga Agustus tahun 2020. Lokasi pengukuran dilakukan pada 40 lokasi titik kota Surabaya.

3.2. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah mengetahui jumlah kandungan atau kadar gas polutan Karbon Monoksida (CO) Kota Surabaya, apakah kadar Karbom Monoksida (CO) berada diatas atau dibawah baku mutu udara ambien nasional yang telah ditetapkan oleh PP. RI No. 41 Tahun 1999 yaitu senilai 10000 $\mu g/Nm^3$.

3.3. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder atau data yang berasal dari sumber yang sudah ada. Berasal dari Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Surabaya. Data tersebut berjumlah 40 data, terdiri dari 3 parameter yaitu (X,Y) sebagai titik koordinat bujur serta lintang lokasi pengukuran dan kandungan gas polutan Karbon Monoksida (CO) di udara Kota Surabaya. Pada penelitian ini data yang digunakan yaitu rata-rata hasil pengukuran kualitas udara ambien tahun 2020.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.4. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari 3 parameter yaitu:

X = Titik koordinat lokasi pengukuran (Bujur)

Y = Titik koordinat lokasi pengukuran (Lintang)

CO = Kandungan gas polutan CO di udara ($\mu g/Nm^3$)

Contoh variabel penelitian dapat diilustrasikan seperti tabel dibawah ini:

Tabel 3.1 Model Struktur Data

X	Y	CO
X_1	Y_1	CO_1
X_2	Y_2	CO_2
X_3	Y_3	CO_3
...	....	...
X_n	Y_n	CO_n

3.5. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian untuk mencapai tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis data secara deskriptif.
2. Mencari titik-titik lokasi yang saling berdekatan atau bertetangga menggunakan persamaan jarak *euclidean*.
3. Menguji apakah data yang digunakan mengandung pencilan *(outlier)* atau tidak, karena pada metode *ordinary kriging* dapat digunakan jika data yang dipakai tidak mengandung pencilan *(outlier)*. Jika data mengandung

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pencilan, data tersebut harus dibuang atau tidak diikutsertakan pada pengolahan data dan analisis.

4. Membagi data yang tidak menggandung pencilan menjadi beberapa kelas dengan jarak atau interval yang telah ditentukan sehingga membentuk suatu klaster.

5. Menghitung nilai semivariogram eksperimental dengan persamaan yang telah terbentuk. Nilai semivariogram eksperimental diperoleh dari titik tersampel.

6. Menghitung nilai semivariogram teoritis menggunakan parameter yang dibutuhkan, seperti *sill* dan *range* yang didapat dari semivariogram eksperimental.

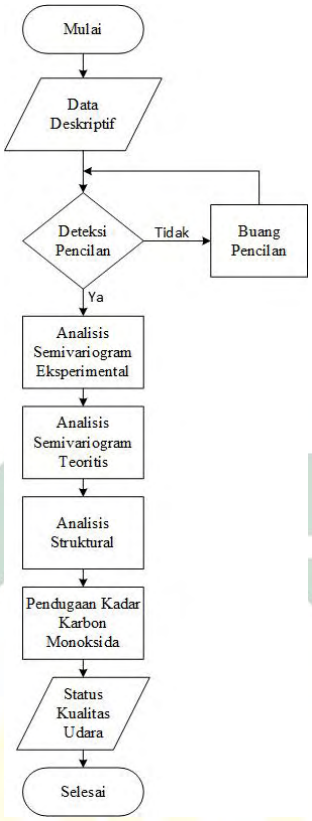
7. Melakukan analisis struktural, dengan membandingkan nilai semivariogram ketiga model semivariogram teoritis seperti, model semivariogram *spherical*, model semivariogram *gaussian* dan model semivariogram *eksponensial*. Penentuan model terbaik dilihat dari nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang terkecil, artinya dengan nilai kesalahan model sedikit atau baik.

8. Menghitung nilai bobot untuk lokasi yang belum tersampel dengan menggunakan satu model semivariogram teoritis yang terbaik.

9. Pengukuran penaksiran atau pendugaan kadar gas polutan Karbon Monoksida (CO) dengan metode *ordinary kriging*.

10. Diagram alir *(Flowchart)* yang menggambarkan keseluruhan langkah-langkah analisis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

3.5.1. Data Deskriptif

Pada tahap pertama yang dilakukan adalah memahami karakteristik data yang digunakan pada penelitian dan memahami konsep penggunaan metode yang digunakan seperti *ordinary kriging*. Pada penelitian menggunakan 3 jenis data sebagai peramternya yaitu koordinat lokasi pengukuran dengan X sebagai bujur, Y sebagai lintang dan data kandungan karbon monoksida (CO) itu sendiri. Pengukuran dilakukan di 40 titik Kota Surabaya, kemudian dianalisis deskriptif dengan mencari nilai minimal, maksimal, standart deviasi, rata-rata *(mean)* yang digunakan untuk mengukur pusat data, dan varian untuk mengukur ukuran penyebaran dari data karbon monoksida (CO).

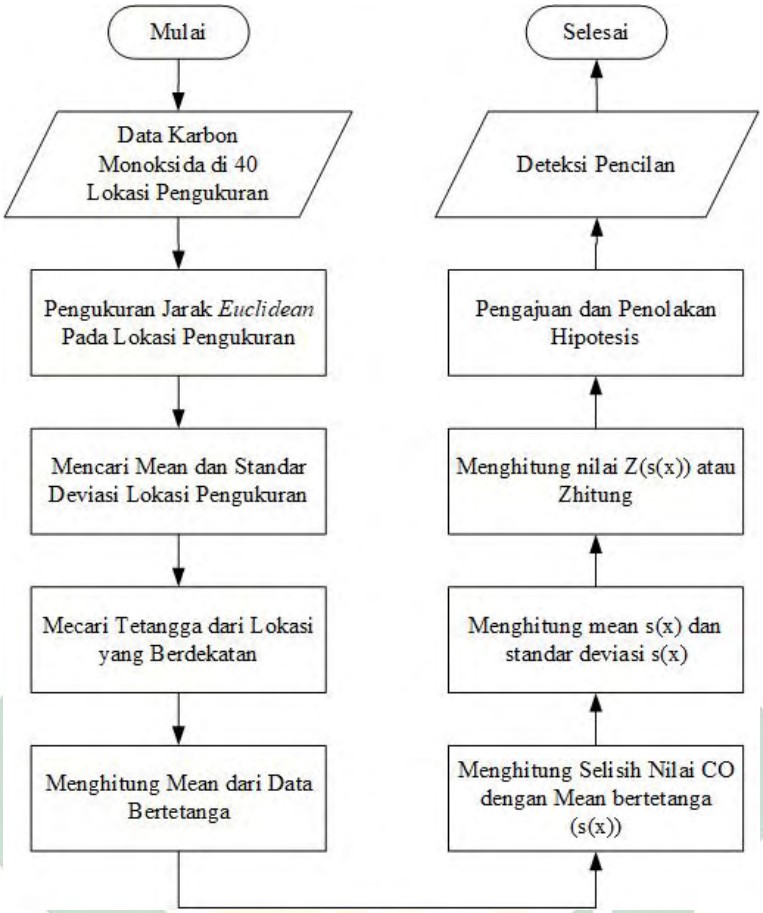
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.5.2. Deteksi Pencilan

Adapun langkah-langkah untuk mendeteksi pencilan pada data yaitu:

1. Pengukuran jarak *euclidean* untuk menentukan titik-titik lokasi yang saling berdekatan atau bertetangga menggunakan persamaan (2.1).
2. Perhitungan rata-rata *(mean)* dan standart deviasi untuk setiap titik lokasi pengukuran.
3. Mencari titik lokasi yang bertetangga dari setiap titik lokasi yang berdekatan, dengan asumsi dikatakan bertetangga jika nilai selisih dari *mean* (μ) dan standart deviasi (σ) kurang dari nilai tersebut.
4. Menghitung nilai mean dari data yang bertetangga saja.
5. Menghitung nilai $s(x)$ yaitu nilai selisih dari data CO yang dilakukan penggukuran dengan *mean* tetangga dari langkah ke-4.
6. Kemudian dihitung kembali untuk nilai mean dari $s(x)$ dan standart deviasi dari $s(x)$
7. Menghitung nilai $Z_{s(x)}$ dengan persamaan (2.3).
8. Pengajuan hipotesis, dengan H_o adalah x bukan merupakan pencilan dan H_1 adalah x merupakan pencilan, dengan syarat jika H_o ditolak apabila $Z_{(hitung)}$ atau $Z_{s(x)} > Z_{(\alpha=0,05)}$
9. Jika terdapat data *outlier* maka data tersebut akan dibuang atau tidak diikut sertakan dalam perhitungan, karena metode *ordinary kriging* menggunakan data yang tidak mengandung *outlier*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.2 Flowchart Deteksi Pencilan

3.5.3. Analisis Semivariogram Eksperimental

Adapun langkah-langkah analisis semivariogram eksperimental adalah:

1. Pembagian data menjadi beberapa kelas sesuai n data dengan menggunakan persamaan (2.10).
2. Pembagian interval kelas menggunakan nilai jarak terjauh antar pos dibagi dengan jumlah kelas yang telah terbentuk berdasarkan langkah 1.
3. Perhitungan nilai semivariogram untuk tiap kelas dengan persamaan (2.9).
4. Membuat hasil kesimpulan hasil perhitungan semvariogram berupa tabel dengan jumlah kelas yang terbentuk, jarak $(N(h))$ dan nilai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

semivariogramnya.

Gambar 3.3 Flowchart Analisis Semivariogram Eksperimental

3.5.4. Analisis Semivariogram Teoritis

Adapun langkah-langkah analisis semivariogram teoritis adalah:

1. Perhitungan nilai *sill* dan *range*, nilai *sill* diperoleh dari varian data sedangkan nilai *range* diperoleh dari nilai tengah jarak dengan nilai semivariogramnya mendekati nilai *sill*.

2. Setelah mendapatkan nilai *sill* dan *range*, kemudian melakukan perhitungan semivariogram teoritis menggunakan 3 model yaitu model semivariogram spherical, eksponensial dan gaussian uantuk setiap kelas yang telah terbentuk. Menggunakan persamaan (2.11), (2.12) dan (2.13).

3. Membuat tabel hasil perhitungan semivariogram teoritis dengan jumlah kelas,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

jarak $(N(h))$, nilai model spherical, nilai model eksponensial dan nilai model gaussian.

4. Pemilihan model terbaik dari ketiga model yang digunakan, dilihat dari nilai MAPE yang paling kecil atau memiliki nilai kesalahan sedikit, dengan menggunakan persamaan (2.14).

5. Membandingkan antara nilai semivariogram eksperimental dengan ketiga model semivariogram teoritis, manakah yang memiliki MAPE terkecil.

6. Mendapatkan satu model terbaik dari semivariogram teoritis yang akan digunakan untuk pendugaan kadar karbon monoksida (CO) di langkah berikutnya.

Gambar 3.4 Flowchart Analisis Semivariogram Teoritis

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.5.5. Analisis Struktural

Analisis struktural pada tahap ini adalah menganalisa dan mengetahui bagaimana hasil perbandingan antara semivariogram eksperimental dan semivariogram teoritis terhadap tiga model yang digunakan, dengan memperhatikan nilai MAPE. Setelah itu model terbaik tersebut akan digunakan untuk menduga atau menaksir jumlah kandungan kadar karbon monoksida (CO) disuluruh kelurahan Kota Surabaya.

3.5.6. Penaksiran Kadar Karbon Monoksida (CO)

Adapun langkah-langkah untuk menaksirkan kadar karbon monoksida (CO) adalah:

1. Melakukan pendugaan konsentrasi CO, misalkan pendugaan disimbolkan dengan $\hat{Z}_s$ sejumlah n yang digunakan dengan titik observasi yang diketahui adalah $Z_1, Z_2, Z_3, ..., Z_n$ dan nilai bobot adalah $W_1, W_2, W_3, ..., W_n$.
2. Untuk memperoleh nilai bobot (W) terlebih dahulu harus mengetahu nilai A^{-1}, yaitu nilai invers dari A. A adalah nilai semivariogram teoritis yang terbaik tiap pasangan tersampel.
3. Mencari nilai A yaitu dengan mencari jarak dari masing-masing titik tersampel dengan titik P (lokasi yang dicari atau pada kelurahan pertama).
4. Nilai A berupa matriks dicari dengan menggunakan rumus model terbaik semivarogram teoritis.
5. Setelah mengetahui nilai matriks A kemudian diubah ke bentuk A^{-1}.
6. Menghitung vektor B, yang merupakan nilai semivariogram teoritis satu

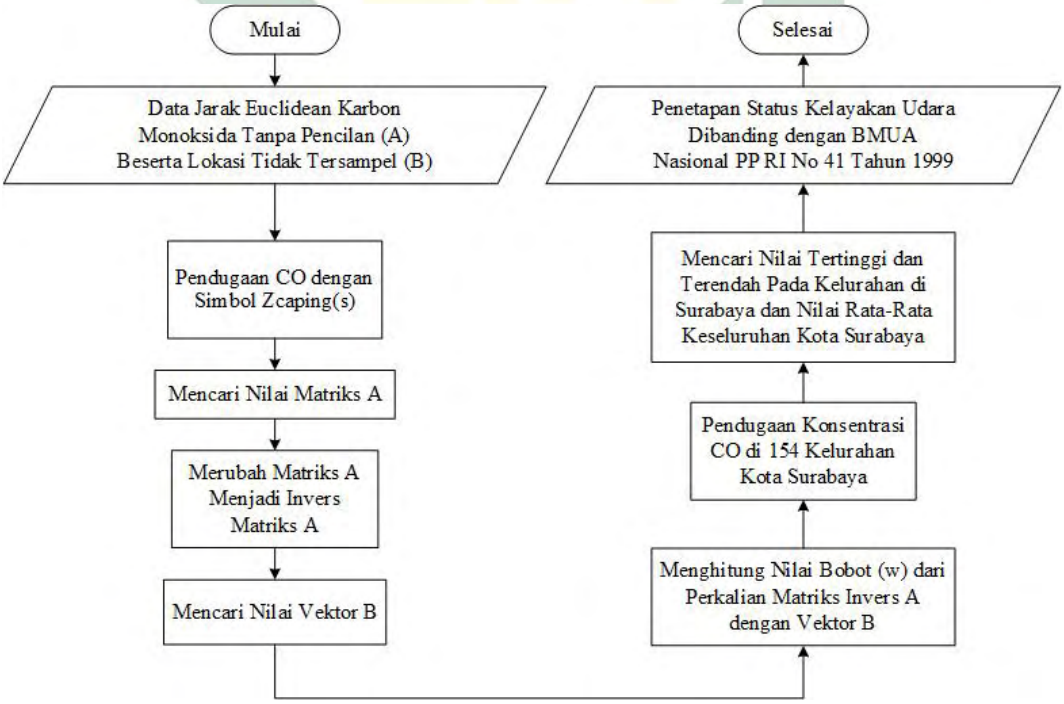
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

model terbaik antara titik tersampel dengan titik pengukuran P.

7. Menghitung nilai bobot (W) dengan persamaan (2.26) yang akan digunakan untuk melakukan pendugaan CO terhadap lokasi P. Asumsinya adalah kandungan CO didapat dari perkalian nilai CO lokasi P dengan bobot.

8. Membuat tabel prediksi atau pendugaan konsentrasi CO per kelurahan dengan koordinat X (bujur), Y (lintang dan kandungan CO berjumlah 154 kelurahan Kota Surabaya.

9. Menarik kesimpulan yaitu mencari nilai yang tertinggi, terendah dan rata-rata pada data kandungan CO yang terdapat di kelurahan mana, serta memberi status kelayakan dengan membandingkan Baku Mutu Udara Ambien (BMUA) nasional yang telah ditetapkan oleh pemerintah pada PP. RI. No. 41 Tahun 1999.



Gambar 3.5 Flowchart Penaksiran Kadar Karbon Monoksida (CO)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data pencemaran udara Kota Surabaya Tahun 2020 yaitu jenis kandungan gas polutan Karbon Monoksida (CO) yang telah dilakukan pengukuran dibeberapa titik atau pos pengukuran. Sekitar 40 pos lokasi yang tersebar di Kota Surabaya, berikut data yang telah diperoleh dapat dilihat pada Tabel dibawah ini:

Tabel 4.1 Data Kandungan Co di Kota Surabaya 40 Titik Pengukuran

Pos	**Lokasi**	**Koordinat**		**Kandungan CO ($\mu g/m^3$)**
		Bujur (X)	**Lintang (Y)**	
1.	Kec. Gubeng	112,755	7,271	1762,267
2.	Kec. Pakal	112,625	7,239	3338,975
3.	Kec. Asemrowo	112,715	7,252	3659,740
4.	Hotel Ciputra World	112,719	7,293	2461,833
5.	Kec. Genteng	112,740	7,256	1762,267
6.	Kec. Benowo	112,609	7,237	2913,667
7.	Kec. Bubutan	112,734	7,251	2332,546
8.	BPN Sambikerep	112,649	7,276	2555,308

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

9.	Kel. Wonorejo	112,795	7,311	2223,986
10.	PMK Rungkut	112,734	7,272	1862,641
11.	Kec. Wiyung	112,695	7,314	2737,405
12.	Kec. Tegalsari	112,740	7,287	2564,342
13.	PT Salim Invomas	112,735	7,235	2119,276
14.	Kec. Mulyorejo	112,784	7,261	1934,012
15.	Kec. Kenjeran	112,775	7,226	1920,824
16.	Kec. Semampir	112,744	7,225	3714,59
17.	Kec. Rungkut	112,770	7,322	2006,305
18.	Kec. Lakarsantri	112,632	7,303	1841,334
19.	Kec. Karangpilang	112,694	7,341	1479,696
20.	Kel. Lidahkulon	112,651	7,305	1866,262
21.	Kec. Wonokromo	112,733	7,302	2586,108
22.	RS Mitra Keluarga	112,691	7,266	3328,355
23.	Kel. Medoan Ayu	112,795	7,323	1775,703
24.	Kec. Tambaksari	112,755	7,257	1666,152
25.	Polsek Simokerto	112,746	7,238	2780,132
26.	Kec. Wonocolo	112,741	7,320	2174,349
27.	Kec. Jambangan	112,713	7,321	1897,214
28.	Kec. Sukomanunggal	112,712	7,260	1805,229
29.	RS Pura Raharja	112,752	7,283	2556,106
30.	Kec. Bulak	112,785	7,231	1682,266
31.	KUA Bulak	112,790	7,239	2080,818
32.	Kec. Tandes	112,678	7,259	2706,297
33.	Kec. Tenggilis mejoyo	112,757	7,320	1774,073

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

34.	Kec. Gayungan	112,724	7,334	1629,441
35.	Kec. Pabean cantikan	112,758	7,373	1943,113
36.	Kec. Semampir	112,745	7,225	3457,590
37.	Kec. Kebonsari	112,710	7,327	2016,337
38.	Kec. Gunung Anyar	112,780	7,338	2033,916
39.	Kec. Sukolilo	112,770	7,299	2765,427
40.	Kec. Sawahan	112,716	7,284	2075,570

Data diatas adalah data yang digunakan dalam penelitian ini yang meliputi 40 pos lokasi pengukuran kadar Karbon Monoksida (CO), Koordinat lokasi meliputi bujur dan lintang, dan kadar Karbon Monoksida (CO). Setelah mengetahui karakteristik data selanjutnya akan dilakukan analisis statistik deskriptif agar dapat mencapai tujuan penelitian yang dilakukan. Adapun tahapan pertama yang dilakukan adalah mencari nilai minimal, maksimal, mengukur pusat data dengan mencari nilai rata-rata (*mean*) dan mengukur ukuran penyebaran yang dinyatakan dengan varian. Adapun hasil pengukuran kadar Karbon Monoksida di seluruh pos pengukuran ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.2 Nilai Min, Max, Mean dan Varian Kadar Karbon Monoksida (CO)

Kriteria	**Nilai** ($\mu g/Nm^3$)
Minimum	1479,696
Maksimum	3714,590
Rata-Rata (Mean)	2294,787
Standart Deviasi	591,468
Varian	349834,304

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dapat dilihat pada Tabel 4.2 diatas bahwa konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) di 40 pos lokasi pengukuran, nilai minimum terdapat pada pos ke-20 yaitu pada pos Kec. Karangpilang dengan nilai 1479,696 $\mu g/Nm^3$, kemudian nilai maksimum terdapat pada pos ke-17 yaitu pos Kec. Semampir dengan nilai 3714,590 . Rata-rata (mean) konsentrasi CO senilai 2294,787 $\mu g/Nm^3$, nilai standart deviasi 591,468 $\mu g/Nm^3$, dan nilai varian 349834,304 $\mu g/Nm^3$, yang artinya konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) di Surabaya dari titik satu ketitik lainnya cukup bervariasi.

4.2. Pendeteksian Pencilan (*Outlier*) Spasial

Setelah mengetahui karakteristik data yang digunakan dalam penelitian dengan analisis statistik deskriptif dengan mencari nilai minimum, maksimum, rata-rata (*mean*), standart deviasi dan varians dari data kadar gas Karbon Monoksida (CO). Langkah kedua adalah mendeteksi apakah ada data yang mengandung pencilan atau *outlier*, karena penelitian menggunakan metode *ordinary kriging* maka data tersebut harus tidak memiliki pencilan. Jika dalam data mengandung pencilan atau *outlier* solusinya adalah data dihilangkan atau tidak diikutsertakan dalam pengolahan. Untuk mendeteksi adanya pencilan atau tidak dalam data dalam statistik dikenal dengan metode *spatial statistic Z test*, berikut tahapan-tahapan yang dilakukan:

1. Menentukan matriks jarak untuk titik-titik tersampel dengan menggunakan jarak *euclidean*, kemudian menentukan titik-titik yang saling berdekatan atau bertetangga. Contoh perhitungan jarak *euclidean* menggunakan persamaan 2.2 pada beberapa lokasi pos pengukuran seperti dibawah ini:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$
\begin{aligned}
d_{i,j} &= \sqrt{[(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]} \\
d_{1,2} &= \sqrt{[(112,756 - 112,625)^2 (7,272 - 7,239)^2]} \\
&= \sqrt{0,017 + 0,0018} \\
&= \sqrt{0,01805} \\
&= 0,134 \\
d_{1,3} &= \sqrt{[(112,756 - 112,715)^2 + (7,272 - 7,252)^2]} \\
&= \sqrt{0,0016 + 0,00037} \\
&= \sqrt{0,002043} \\
&= 0,042 \\
d_{1,4} &= \sqrt{[(112,756 - 112,719)^2 + (7,272 - 7,293)^2]} \\
&= \sqrt{0,0013 + 0,00045} \\
&= \sqrt{0,00176} \\
&= 0,042 \\
&\vdots \\
d_{39,40} &= \sqrt{[(112,77029 - 112,716)^2 + (7,299 - 7,284)^2]} \\
&= \sqrt{0,0029 + 0,00024} \\
&= \sqrt{0,003172} \\
&= 0,056 \\
d_{40,40} &= 0,000
\end{aligned}
$$

Perhitungan diatas bertujuan untuk mencari jarak terdekat antara lokasi pos pengukuran satu dengan lainnya, menggunakan jarak euclidean. Dapat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dilihat pada perhitungan pertama $(d_{1,2})$ yaitu pada lokasi pos pengkuran kec. Gubeng dan kec. Pakal, kemudian perhitungan kedua $(d_{1,3})$ pada pos pengukuran kec. Gubeng dan Kec. Asemrowo, selanjutnya perhitungan ketiga $(d_{1,4})$ yaitu pos pengukuran kec. Gubeng dan Hotel Ciputra World. Perhitungan yang sama dilanjutkan sejumlah data penelitian yang digunakan dengan rumus persamaan yang sama pula, kemudian pada $(d_{39,40})$ menyatakan pos pengukuran kec. Sukolilo dan kec. Sawahan, dan yang terakhir pada $(d_{40,40})$ menyatakan pos pengukuran di kec. Sawahan dengan kec. Sawahan itu sendiri. Hasil perhitungan jarak antar lokasi pos pegukuran secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1.

2. Melakukan perhitungan rata-rata (*mean*) dan standart deviasi antar titik lokasi pengukuran kadar Karbon Monoksida (CO). Berikut adalah salah satu contoh perhitungan pos 1 terhadap 40 pos lainnya yaitu pada kec. Gubeng dengan nilai:

   $mean(\mu) = 0,074$

   $Standart\ Deviasi(\sigma) = 0,040$

   Dapat dilihat dari nilai diatas bahwa pengukuran *mean* antar lokasi pengukuran akan digunakan untuk mencari tetangga atau nilai yang memiliki nilai yang hampir mendekati antara satu dengan yang lainnya. Perhitungan *mean* dan standart deviasi 40 titik pengukuran dapat dilihat pada Lampiran 2.

3. Mencari tetangga dari setiap titik yang saling berdekatan, diasumsikan bertetangga apabila selisih antara dua titik tersebut kurang dari nilai rata-rata (*mean*) dan standart deviasi yang telah dicari pada tahap ke-2. Contoh perhitungan pos pengukuran titik ke-1 yaitu pada kec. Gubeng dapat dilihat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

seperti dibawah ini:

$$
\begin{aligned}
tetangga &= |\mu - \sigma| \\
&= |0,074 - 0,040| \\
&= 0,034
\end{aligned}
$$

Tabel 4.3 Jarak Titik Pengukuran Pos ke-1 Terhadap 40 Pos Lainnya

Pos	Jarak	Kadar CO	Pos	Jarak	Kadar CO
1	0,000		21	0,039	
2	0,134		22	0,065	
3	0,045		23	0,065	
4	0,042		24	0,014	1666,152
5	0,022	1762,267	25	0,034	
6	0,150		26	0,051	
7	0,029	2332,546	27	0,066	
8	0,106		28	0,045	
9	0,057		29	0,012	2556,106
10	0,022	1862,641	30	0,050	
11	0,074		31	0,047	
12	0,023	2564,342	32	0,079	
13	0,042		33	0,049	

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

14	0,031	1934,012	34	0,070	
15	0,049		35	0,102	
16	0,048		36	0,047	
17	0,053		37	0,072	
18	0,127		38	0,071	
19	0,093		39	0,031	2765,427
20	0,110		40	0,042	
Rata-rata (*mean*)					2180,436

4. Rata-rata (*mean*) kadar konsentrasi CO yang bertetangga dengan pos 1 menghasilkan nilai 2180,436 yang telah dijelaskan pada langkah ke-3.

5. Menghitung nilai s(x) yaitu nilai dari selisih kadar konsentrasi CO pada pos ke-1 dengan *mean* konsentrasi yang bertetangga dengan pos ke-1, perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} s\,(x) &= kadar\ CO\ pos\ 1 - mean\ tetangga\ pos\ 1 \\ &= 1762,267 - 2180,436 \\ &= -418,169 \end{aligned}$$

Perhitungan sama dilakukan pula terhadap seluruh pos atau titik lokasi pengukuran yang berjumlah 40, perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 3.

6. Menghitung kembali nilai rata-rata (*mean*) dan standar deviasi dari $s(x)$ yang disimbolkan dengan $\mu_{s(x)}$ dan $\sigma_{s(x)}$ dengan nilai mean ($\mu_{s(x)}$) adalah 59,064 dan nilai standar deviasi ($\sigma_{s(x)}$) adalah 657,544, nilai tersebut ada pada Lampiran 3.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

7. Menghitung nilai $Z_{s(x)}$ atau Z hitung dalam analisis statistika, yang digunakan untuk mendeteksi suatu pencilan atau *outlier* dengan pengajuan hipotesis, perhitungan menggunakan Persamaan 2.3 yang dituliskan sebagai berikut pada Pos ke-1:

$$\begin{aligned} Z_{s(x)} &= \left| \frac{s_{x(i)} - \mu_{x(i)}}{\sigma_{x(i)}} \right| \\ &= \left| \frac{-418,169 - 59,064}{657,544} \right| \\ &= |-0,725| \\ &= 0,725 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama pula menggunakan Persamaan 2.3 pada 40 titik lokasi pengukuran dapat dilihat pada Lampiran 4.

8. Pengujian hipotesis untuk mendeteksi pencilan, dengan taraf signifikasi α = 0,05 atau 5%. Syarat apabila hipotesis (H_0) ditolak jika $Z_{s(x)} > Z_{\alpha/2}$, pada tabel Z signifikasi 5% nilai dari $Z_{/2}$ adalah 1,96. Pengajuan hipotesis sebagai berikut:

   $H_0 = x$ bukan merupakan pencilan

   $H_1 = x$ merupakan pencilan

   Dibawah ini adalah tabel keputusan dalam pengajuan hipotesis pada 40 titik lokasi pengukuran karbon monoksida (CO) di udara:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.4 Pendeteksian Pencilan atau Outlier Menggunakan Spatial Statistics Z Test

Pos	Kadar CO	*Mean* Tetangga	s_x	$Z_{s(x)}$	Keputusan
1.	1762,267	2180,436	-418,169	0,728	H_0 diterima
2.	3338,975	2913,667	425,308	0,557	H_0 diterima
3.	3659,740	2183,697	1476,043	2,155	H_0 ditolak
4.	2461,833	2218,358	243,474	0,280	H_0 diterima
5.	1762,267	2523,384	-761,117	1,247	H_0 diterima
6.	2913,667	3338,975	-425,308	0,736	H_0 diterima
7.	2332,546	2458,988	- 126,442	0,282	H_0 diterima
8.	2555,308	2137,964	417,343	0,544	H_0 diterima
9.	2223,986	2145,337	78,648	0,029	H_0 diterima
10.	1862,641	2293,832	-431,191	0,745	H_0 diterima
11.	2737,405	1963,770	773,635	1,086	H_0 diterima
12.	2564,342	2167,272	397,070	0,514	H_0 diterima
13.	2119,276	2767,573	-648,297	1,075	H_0 diterima
14.	1934,012	1797,875	136,1363	0,117	H_0 diterima
15.	1920,824	2743,079	-822,255	1,340	H_0 diterima
16.	3714,590	2291,255	1423,335	2,074	H_0 ditolak
17.	2006,305	2124,575	-118,270	0,269	H_0 diterima
18.	1841,334	2210,785	-369,451	0,651	H_0 diterima
19	1479,696	2070,099	-590,403	0,987	H_0 diterima
20.	1866,262	2198,321	-332,059	0,594	H_0 diterima
21.	2586,108	2102,190	484,917	0,647	H_0 diterima
22.	3328,355	2561,709	766,646	1,076	H_0 diterima
23.	1775,703	2088,069	-312,366	0,564	H_0 diterima

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

24.	1666,152	2440,524	-774,372	1,267	H_0 diterima
25.	2780,132	2424,749	355,382	0,450	H_0 diterima
26.	2174,349	2067,688	106,660	0,072	H_0 diterima
27.	1897,214	2155,024	-257,810	0,481	H_0 diterima
28.	1805,229	2497,564	-692,335	1,142	H_0 diterima
29.	2556,106	2138,457	417,648	0,545	H_0 diterima
30.	1682,266	1978,551	-296,285	0,540	H_0 diterima
31.	2080,818	1845,700	235,117	0,267	H_0 diterima
32.	2706,297	2941,831	-235,534	0,448	H_0 diterima
33.	1774,073	2313,221	-539,148	0,909	H_0 diterima
34.	1629,441	2030,740	-401,299	0,700	H_0 diterima
35.	1943,113	0,0	1943,113	2,865	H_0 ditolak
36.	3457,590	2327,969	1129,621	1,628	H_0 diterima
37.	2016,337	2084,035	-67,698	0,192	H_0 diterima
38.	2033,916	1945,016	88,899	0,045	H_0 diterima
39.	2765,427	2147,846	617,580	0,849	H_0 diterima
40.	2075,570	2609,749	-534,179	0,902	H_0 diterima

Berdasarkan kesimpulan Tabel 4.4 diatas, terdapat data pencilan atau *outlier* pada pos ke-3 yaitu pada titik Kec. Asemrowo, pos ke-16 yaitu titik Kec. Semampir dan pada pos ke-35 yaitu titik Kec. Pabean Cantikan. Analisis dilanjutkan dengan membuang atau tidak mengikut sertakan pos ke 3, 16 dan 35 karena tidak digunaka sebagai titik sampel pengukuran sehingga data yang digunakan berjumlah 37 titik lokasi pengukuran di Surabaya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.5 Data Kandungan Co di Kota Surabaya 37 Titik Pengukuran

Pos	Lokasi	Koordinat		Kandungan CO ($\mu g/m^3$)
		Bujur (X)	Lintang (Y)	
1.	Kec. Gubeng	112.756	7.271	1762.267
2.	Kec. Pakal	112.625	7.239	3338.975
4.	Hotel Ciputra World	112.719	7.293	2461.833
5.	Kec. Genteng	112.740	7.256	1762.267
6.	Kec. Benowo	112.609	7.237	2913.667
7.	Kec. Bubutan	112.734	7.251	2332.546
8.	BPN Sambikerep	112.649	7.276	2555.308
9.	Kel. Wonorejo	112.795	7.311	2223.986
10.	PMK Rungkut	112.734	7.272	1862.641
11.	Kec. Wiyung	112.695	7.314	2737.405
12.	Kec. Tegalsari	112.740	7.287	2564.342
13.	PT Salim Invomas	112.735	7.235	2119.276
14.	Kec. Mulyorejo	112.784	7.261	1934.012
15.	Kec. Kenjeran	112.775	7.226	1920.824
17.	Kec. Rungkut	112.770	7.322	2006.305
18.	Kec. Lakarsantri	112.632	7.303	1841.334
19.	Kec. Karangpilang	112.694	7.341	1479.696
20.	Kel. Lidahkulon	112.651	7.305	1866.262
21.	Kec. Wonokromo	112.733	7.302	2586.108

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

22.	RS Mitra Keluarga	112.691	7.266	3328.355
23.	Kel. Medoan Ayu	112.795	7.323	1775.703
24.	Kec. Tambaksari	112.755	7.257	1666.152
25.	Polsek Simokerto	112.746	7.238	2780.132
26.	Kec. Wonocolo	112.741	7.320	2174.349
27.	Kec. Jambangan	112.713	7.321	1897.214
28.	Kec. Sukomanunggal	112.712	7.260	1805.229
29.	RS Pura Raharja	112.752	7.283	2556.106
30.	Kec. Bulak	112.785	7.231	1682.266
31.	KUA Bulak	112.790	7.239	2080.818
32.	Kec. Tandes	112.678	7.259	2706.297
33.	Kec. Tenggilis mejoyo	112.758	7.320	1774.073
34.	Kec. Gayungan	112.724	7.334	1629.441
36.	Kec. Semampir	112.745	7.225	3457.59
37.	Kec. Kebonsari	112.710	7.327	2016.337
38.	Kec. Gunung Anyar	112.780	7.338	2033.916
39.	Kec. Sukolilo	112.770	7.299	2765.427
40.	Kec. Sawahan	112.716	7.284	2075.57

4.3. Analisis Semivariogram Eksperimental

Analisis semivariogram eksperimental diperoleh dari penarikan data hasil pengamatan dan pengukuran pada lapangan yang dibuat berdasarkan nilai korelasi spasial antar dua buah variabel yang dipisahkan oleh jarak tertentu sebesar h. Dalam analisis semivariogram eksperimental penelitian ini menggunakan data berjumlah 37 tanpa adanya data pencilan atau *outlier* maka dari itu jumlah titik tersampel

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang digunakan akan dipartisi menjadi beberapa kelas sehingga akan membentuk suatu klaster dengan menggunakan persamaan *sturge* pada Persamaan 2.10, berikut contoh perhitungannya:

$$\begin{aligned} k &= 1 + 3,3.log.n \\ &= 1 + 3,3.log.37 \\ &= 6,175 \\ &= 6 \end{aligned}$$

Sehingga banyak interval kelas yang akan terbentuk untuk analisis semivariogram eksperimental adalah 6 kelas, selanjutnya menentukan pasangan data mana saja yang masuk kedalam 6 kelas tersebut dengan cara menghitung jarak antar pos terjauh dapat dilihat pada jarak *euclidean* 37 data pada Lampiran 5. Sehingga berikut perhitungan interval kelas dan tabel interval kelas beserta jumlah datanya:

$$\begin{aligned} interval\ kelas &= \frac{jarak\ terjauh\ antar\ pos}{k} \\ &= \frac{0,205}{6} \\ &= 0,034 \end{aligned}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.6 Pembagian Kelas

Kelas	Interval Kelas	$N(h)$
1.	0,000 - 0,034	99
2.	0,034 – 0,068	218
3.	0,068 – 0,102	195
4.	0,102 – 0,136	99
5.	0,136 – 0,171	44
6.	0,171 – 0,205	11

Tabel 4.6 diatas merupakan hasil pembagian kelas beserta jarak atau interval kelas yang memiliki jumlah data yang disimbolkan *N(h)*, didapat dari jarak *euclidean* yang memiliki nilai kurang dari jarak atau interval tersebut, misalnya pada nilai interval 0,000 0,034 memiliki banyak data sebanyak 99, kemudian pada interval 0,034 - 0,068 memiliki 218 data, dan seterusnya sampai kelas ke 6. Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai semivariogram eksperimental untuk tiap kelasnya, menggunakan Persamaan 2.9 berikut adalah contoh perhitungan pada kelas 1 yang ditampilkan pada tabel dengan $Z(s_i)$ sebagai nilai CO pada pos asli dan $Z(s_i + h)$ sebagai nilai CO pada pos asli ditambahkan dengan 1 jarak, dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.7 Perhitungan Nilai Semivariogram Kelas 1

No.	Pasangan Data		$Z(s_i)$ (a)	$Z(s_i + h)$(b)	$(a - b)^2$
1.	1	4	1762.267	1762.267	0
2.	1	6	1762.267	2332.546	325218.138
3.	1	9	1762.267	1862.641	10074.939
4.	1	11	1762.267	2564.342	643324.306

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5.	1	13	1762.267	1934.012	29496.345
6.	1	22	1762.267	1666.152	9238.0932
7.	1	27	1762.267	2556.106	630180.358
8.	1	36	1762.267	2765.427	1006329.990
9.	2	5	3338.975	2913.667	180886.895
10.	3	9	2461.833	1862.641	359031.053
11.	3	10	2461.833	2737.405	75939.927
...	...	...	...	...	...
....	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
90.	24	32	2174.349	1629.441	296924.728
91.	24	34	2174.349	2016.337	24967.792
92.	25	32	1897.214	1629.441	71702.379
93.	25	34	1897.214	2016.337	14190.289
94.	26	37	1805.229	2075.570	73084.256
95.	27	36	2556.106	2765.427	43815.281
96.	28	29	1682.266	2080.818	158843.697
97.	31	35	1774.073	2033.916	67518.384
98.	31	36	1774.073	2765.427	982782.753
99.	32	34	1629.441	2016.337	149688.515
			Jumlah		41461851.5
			Semivariogram		209403.290

Perhitungan semivariogram eksperimental kelas 1 menggunakan persamaan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.9 dituliskan seperti dibawah ini:

$$\gamma(1)\,(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} \left(Z\left(s_i\right) - Z\left(s_i + h\right)\right)^2$$
$$= \frac{1}{2\,(99)}\; x\; 41461851,5$$
$$= 209403,290$$

Tabel 4.8 Perhitungan Nilai Semivariogram Kelas 2

No.	Pasangan Data		$Z(s_i)$ (a)	$Z(s_i+h)$(b)	$(a-b)^2$
1.	1	3	1762.267	2461.833	489392.588
2.	1	8	1762.267	2223.986	213184.435
3.	1	12	1762.267	2119.276	127455.426
4.	1	14	1762.267	1920.824	25140.322
5.	1	15	1762.267	2006.305	59554.545
6.	1	19	1762.267	2586.108	678713.993
7.	1	20	1762.267	3328.355	2452631.624
8.	1	21	1762.267	1775.703	180.526
9.	1	23	1762.267	2780.132	1036049.158
10.	1	24	1762.267	2174.349	169811.574
11.	1	25	1762.267	1897.214	18210.692
...	...	...	...	...	...
....	...	...	...	...	...
209.	31	34	1774.073	2016.337	58691.845

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

210.	31	37	1774.073	2075.570	90900.441
211.	32	35	1629.441	2033.916	163600.025
212.	32	36	1629.441	2765.427	1290464.192
213.	32	37	1629.441	2075.570	199031.084
214.	33	37	3457.590	2075.570	1909979.280
215.	34	36	2016.337	2765.427	561135.828
216.	34	37	2016.337	2075.570	3508.548
217.	35	36	2033.916	2765.427	535108.343
218.	36	37	2765.427	2075.570	475902.680
			Jumlah		100003929.3
			Semivariogram		229366.810

Perhitungan semivariogram eksperimental kelas 2 menggunakan persamaan 2.9 dituliskan seperti dibawah ini:

$$\gamma(2)\,(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} \left(Z\left(s_i\right) - Z\left(s_i + h\right)\right)^2$$

$$= \frac{1}{2\,(99)}\; x\; 100003929.3$$

$$= 229366.810$$

Perhitungan yang sama pula dilakukan terhadap kelas 3 sampai 6 dengan persamaan 2.9 semivariogram eksperimental, perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 8. sampai dengan Lampiran 11. sehingga didapatkan hasil seperti tabel dibawah ini:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.9 Perhitungan Nilai Semivariogram Eksperimental

Kelas	Interval Kelas	$N(h)$	Semivariogram Eksperimental
1.	0,000 - 0,034	99	209403,290
2.	0,034 – 0,068	218	229366,810
3.	0,068 – 0,102	195	229346,224
4.	0,102 – 0,136	99	384742,434
5.	0,136 – 0,171	44	360849,450
6.	0,171 – 0,205	11	543171,513

4.4. Penentuan Model Semivariogram Teoritis

Penentuan model semivariogram teoritis pada penelitian ini akan membandingkan dengan model eksperimental yang telah diketahui nilainya, selanjutnya penentuan model semivariogram teoritis harus terlebih dahulu mengetahui parameter sill dan *range*. Nilai *sill* merupakan nilai semivariogram yang memiliki kecenderungan stabil diperoleh dari nilai varian data bertujuan untuk mengetahui ukuran penyebaran, sedangkan *range* merupakan jarak semivariogram mencapai *sill* diperoleh dari batas tengah, sehingga perhitungan *sill* dan *range* dituliskan sebagai berikut:

Tabel 4.10 Perhitungan Nilai *Sill*

No.	Pos	x	$\overline{x}$	$x-\overline{x}$	$(x-\overline{x})^2$
1.	kec. Gubeng	1762.267	2229.028	-466.761	217865.654
2.	kec. Pakal	3338.975	2229.028	1109.947	1231982.343
3.	hotel ciputra world	2461.833	2229.028	232.805	54198.1680
4.	kec. Genteng	1762.267	2229.028	-466.761	217865.831

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5.	kec. Benowo	2913.667	2229.028	684.639	468730.560
6.	kec. Bubutan	2332.546	2229.028	103.518	10715.976
...	...	...	...	...	...
....	...	...	...	...	...
31.	kec. Tenggilis mejoyo	1774.073	2229.028	-454.955	206984.052
32.	kec. Gayungan	1629.441	2229.028	-599.587	359504.570
33.	kec. Semampir	3457.59	2229.028	1228.562	1509364.588
34.	kel. Kebonsari	2016.337	2229.028	-212.691	45237.461
35.	kec. Gunung anyar	2033.916	2229.028	-195.112	38068.692
36.	kec. sukolilo	2765.427	2229.028	536.399	287723.887
37.	kec. sawahan	2075.57	2229.028	-153.458	23549.357
Jumlah					9480927.792

Perhitungan nilai sill menggunakan persamaan rumus varian dituliskan seperti dibawah ini:

$$sill = var = s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}{n-1}$$
$$= \frac{9480927.792}{37-1}$$
$$= 263359.105$$

Perhitungan nilai *range* diperoleh dari nilai *sill* sebesar 263359.105 yang mendekati nilai semivariogram eksperimental pada Tabel 4.9 yaitu pada kelas ke-2 yaitu dengan interval 0.034 0,068 sehingga didapat:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$range = \frac{0,034 + 0,068}{2}$$
$$= 0,051$$

Setelah kedua parameter diketahui, selanjutnya adalah melakukan perhitungan tiga model semivariogram teoritis yaitu model *spherical*, *eksponential* dan *gaussian* menggunakan persamaan 2.11, 2.12 dan 2.13 dapat dilihat seperti dibawah ini:

Perhitungan semivariogram teoritis *spherical* kelas 1:

$$\gamma spherical1(h) = C_0 + C\left[\left(\frac{3h}{2a}\right) - 0,5\left(\frac{h}{a}\right)^3\right]$$
$$= 263359,105\left[\left(\frac{3(0,034)}{2(0,051)}\right) - 0,5\left(\frac{0,034}{0,051}\right)^3\right]$$
$$= 224342.946$$

Perhitungan semivariogram teoritis *eksponential* kelas 1:

$$\gamma eksponential1\,(h) = C_0 + C\left[1 - \exp\frac{-3h^2}{a^2}\right]$$
$$= 263359.105\left[1 - \exp\left(\frac{-3(0,0342)^2}{(0.0513)^2}\right)\right]$$
$$= 193938.402$$

Perhitungan semivariogram teoritis *gaussian* kelas 1:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$\gamma teoritis1\,(h) = C_0 + C\left[1 - \exp\frac{-3h^2}{a^2}\right]$$
$$= 263359.1053\left[1 - \exp\left(\frac{-3(0,034)^2}{(0.051)^2}\right)\right]$$
$$= 193938.402$$

Perhitungan semivariogram teoritis *spherical* kelas 2:

$$\gamma spherical2\,(h) = C_0 + C$$
$$= 263359.110$$

Perhitungan semivariogram teoritis *eksponential* kelas 2:

$$\gamma eksponential2\,(h) = C_0 + C\left[1 - \exp\left(-\frac{3h}{a}\right)\right]$$
$$= 263359.105\left[1 - \exp\left(-\frac{3\,(0.068)}{(0.051)}\right)\right]$$
$$= 258535.519$$

Perhitungan semivariogram teoritis *gaussian* kelas 2:

$$\gamma gaussian2\,(h) = C_0 + C\left[1 - \exp\frac{-3h^2}{a^2}\right]$$
$$= 263359.105\left[1 - \exp\left(\frac{-3(0.068)^2}{(0.051)^2}\right)\right]$$
$$= 262087.620$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Perhitungan sama pula dilakukan terhadap ke tiga model semivariogram teoritis pada kelas ke-3 sampai 6, sehingga didapat hasil :

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Semivariogram Teoritis

Kelas	Jarak (h)	*Spherical*	*Eksponensial*	*Gaussian*
1.	0.034	224342.945	227717.330	193938.402
2.	0,068	263359.110	258535.519	262087.625
3.	0,102	263359.110	262706.308	263357.492
4.	0.136	263359.110	263270.763	263359.110
5.	0.171	263359.110	263347.153	263359.110
6.	0.205	263359.110	263357.492	263359.110

Setelah diperoleh nilai dari masing-masing model semivariogram teoritis, selanjutnya akan dibandingkan antara semivariogram eksperimental dengan teoritis, dengan tujuan dipilih satu dari ketiga model terbaik yang digunakan untuk pendugaan kadar CO diseluruh kelurahan surabaya, dengan melihat nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) paling kecil artinya memiliki tingkat kesalahan terkecil dengan menggunakan persamaan 2.14, dapat dilihat pada Tabel dibawah ini:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.12 Perbandingan Semivariogram Eksperimental dengan Model *Spherical*

Kelas	Eksperimental	*Spherical*	*Error* 100%
1.	209403.290	224342.945	-6.659
2.	229366.810	263359.110	-12.907
3.	229346.224	263359.110	-12.915
4.	384742.434	263359.110	46.090
5.	360849.450	263359.110	37.018
6.	543171.513	263359.110	106.247
Jumlah			156.874
MAPE			26.145

Tabel 4.13 Perbandingan Semivariogram Eksperimental dengan Model *Eksponential*

Kelas	Eksperimental	*Eksponential*	*Error* 100%
1.	209403.290	227717.330	-8.042
2.	229366.810	258535.519	-112.901
3.	229346.224	262706.308	-12.698
4.	384742.434	263270.763	46.139
5.	360849.450	263347.153	37.024
6.	543171.513	263357.492	106.248
Jumlah			55.769
MAPE			9.294

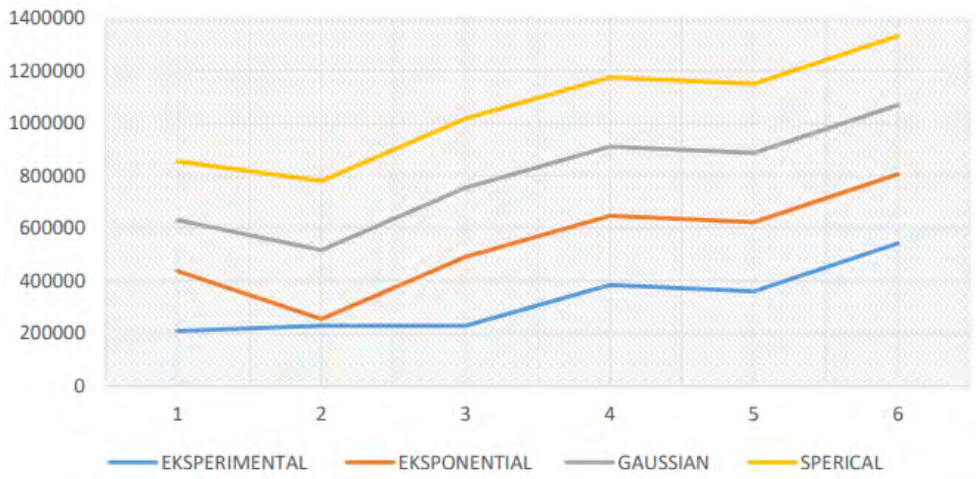
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.14 Perbandingan Semivariogram Eksperimental dengan Model *Gaussian*

Kelas	Eksperimental	*Gaussian*	*Error* %
1.	209403.290	193938.402	7.974
2.	229366.810	262087.625	-12.484
3.	229346.224	263357.492	-12.914
4.	384742.434	263359.110	46.090
5.	360849.450	263359.110	37.018
6.	543171.513	263359.110	106.247
Jumlah			171.930
MAPE			28.655

Dari ketiga tabel diatas diketahui bahwa setiap model memiliki nilai MAPE yang berbeda dengan interpretasi bahwa model *spherical* memiliki nilai MAPE sebesar 26.145% yang artinya memiliki model peramalan layak atau *reasonable*, kemudian pada model *eksponential* memiliki tingkat akurasi MAPE sebesar 9.294% yang artinya pada model tersebut memiliki kemampuan peramalan sangat baik dibawah dari 10% dan pada model *gaussian* memiliki nilai MAPE sebesar 28.655% dengan artian peramalan yang dihasilkan layak atau *reasonable*. kesimpulannya adalah dari ketiga model yang memiliki hasil sangat baik dan memiliki peramalan tinggi adalah model *eksponential* dengan nilai MAPE sebesar 9.294%. Dibawah ini adalah hasil grafik yang dihasilkan dari data aktual dengan pendekatan 3 model teoritis:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.1 Grafik Data Aktual dengan Data Peramalan 3 Model

Disimpulkan dari Gambar 4.1 bahwa dari grafik yang dihasilkan adalah model *eksponential* memiliki nilai dengan jarak yang mendekati data aktual atau pada semivariogram eksperimental dibanding model *spherical* dan *gaussian* yang artinya model tersebut cocok dipadukan dengan metode *ordinary kriging*.

4.5. Pendugaan Titik Tidak Tersampel Menggunakan Metode *Ordinary Kriging*

Pendugaan kadar CO dilakukan berdasarkan seluruh kelurahan pada Kota Surabaya ditujukan agar setiap titik terkecil dapat diketahui secara menyeluruh, menggunakan data tersampel yakni berjumlah 37 pos yang telah mewakili seluruh kecamatan suarabaya, dari titik tersampel tersebut dapat digunakan untuk mengetahui nilai titik tidak tersampel yakni 154 total kelurahan Kota Surabaya. Titik pertama yang akan dilakukan pendugaan adalah pada kelurahan ke-2 sebagai contoh perhitungan yaitu kelurahan Genting Kalianak berada pada koordinat bujur 112.70273 dan lintang 7.22935 yang dilambangkan dengan titik P.

Untuk memperoleh suatu penduga yang dilambangkan dengan $z^{(}s)$ pada

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

titik P (112.70273 ; 7.222935) dari 37 titik tersampel yang telah diketahui dilambangkan dengan $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, ..., Z_{35}, Z_{36}, Z_{37}$ dimana pada metode ordinary kriging juga menggunakan nilai bobot yang dilambangkan dengan $w_1, w_2, w_3, w_4, ..., w_{35}, w_{36}, w_{37}$. Agar memperoleh solusi dengan mencapai tujuan yang diinginkan, diperlukan 37 persamaan simultan yang telah dituliskan pada Persamaan (2.16), (2.17) dan (2.18) yang ditambahkan dengan 1 persamaan persyaratan, yakni penjumlah semua bobot dengan nilai sama dengan 1 telah dituliskan pada Persamaan (2.19).

Berdasarkan Persamaan (2.28) untuk memperoleh nilai bobot di tiap titik tersampel, terlebih dahulu harus mengetahui nilai semivariogram teoritis model eksponensial dimana merupakan model terbaik dari 3 metode yang dibandingkan yang dilambangkan dengan matrika A, kemudian matriks A akan diubah menjadi matriks A^{-1}. Berikut langkah pertama yang dilakukan untuk mencari titik tersampel dengan lokasi titik P:

Tabel 4.15 Jarak *Euclidean* 37 Titik Tersampel dengan Titik P Tidak Tersampel

	1	2	3	…	36	37	P
1	0.000	0.134	0.042	…	0.031	0.041	0.067
2	0.134	0.000	0.108	…	0.156	0.100	0.078
3	0.042	0.108	0.000	…	0.050	0.009	0.065
4	0.022	0.115	0.042	…	0.053	0.036	0.045
5	0.150	0.016	0.123	…	0.172	0.116	0.093
…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…
34	0.071	0.121	0.035	…	0.065	0.043	0.0981

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

35	0.070	0.183	0.075	...	0.039	0.084	0.133
36	0.031	0.156	0.050	...	0.000	0.056	0.097
37	0.041	0.100	0.009	...	0.056	0.000	0.056

Selanjutnya menentukan nilai dari matriks A yang diperoleh berdasarkan semivariogram teoritis yang terbaik yaitu model eksponensial dari tiap titik tersampel menggunakan Persamaan (2.12) seperti berikut:

$$\begin{aligned}
\gamma(0.134) &= C_0 + C\left[1 - \exp\left(-\frac{3h}{a}\right)\right] \\
&= 263359.105\left[1 - \exp\left(-\frac{3(0.1344)}{(0.053)}\right)\right] \\
&= 263257.45 \\
\gamma(0.042) &= C_0 + C\left[1 - \exp\left(-\frac{3h}{a}\right)\right] \\
&= 263359.105\left[1 - \exp\left(-\frac{3(0.042)}{(0.051)}\right)\right] \\
&= 240772.03 \\
\gamma(0.0222) &= C_0 + C\left[1 - \exp\left(-\frac{3h}{a}\right)\right] \\
&= 263359.105\left[1 - \exp\left(-\frac{3(0.0222)}{(0.051)}\right)\right] \\
&= 191459.35
\end{aligned}$$

Perhitungan sama pula dilanjutkan untuk jarak euclidean titik lokasi ke 4 sampai 37 dan terhadap titik tidak tersampel yaitu titik P dengan menggunakan semivariogram

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

model eksponensial sehingga akan membentuk matriks A seperti dibawah ini:

$$A = \begin{bmatrix} 0.000 & 263257.45 & 240772.03 & \dots & 221621.06 & 240372.26 & 1 \\ 263257.45 & 0.00 & 262891.36 & \dots & 263331.52 & 262638.07 & 1 \\ 240772.03 & 262891.36 & 0.00 & \dots & 249936.91 & 114012.91 & 1 \\ 191459.35 & 263057.44 & 240903.73 & \dots & 251488.05 & 232744.67 & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 259382.08 & 263147.95 & 229937.89 & \dots & 257710.48 & 242547.58 & 1 \\ 259167.15 & 263353.39 & 260193.12 & \dots & 237670.87 & 261421.92 & 1 \\ 221621.06 & 263331.52 & 149936.91 & \dots & 0.00 & 253571.46 & 1 \\ 240372.27 & 262638.07 & 114012.91 & \dots & 153571.47 & 0.00 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 & 0.00 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya matriks A akan diubah ke dalam bentuk matriks A^{-1}seperti dibawah ini:

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} -606.2E-08 & 3.807E-08 & \dots & 19.84E-08 & -1.77E-08 \\ 3.807E-08 & -436.5E-08 & \dots & 6.847E-08 & 4.369E-08 \\ -0.117E-08 & 3.763E-08 & \dots & -0.288E-08 & 306.4E-08 \\ 36.43E-08 & 1.737E-08 & \dots & -1.43E-08 & -1.20E-08 \\ 4.310E-08 & 186.8E-08 & \dots & 7.747E-08 & 5.085E-08 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.8811E-08 & 3.181E-08 & \dots & 1.786E-08 & 0.569E-08 \\ 3.340E-08 & 10.87E-08 & \dots & 0.616E-08 & 4.057E-08 \\ 19.84E-08 & 6.847E-08 & \dots & -446.0E-08 & 1.703E-08 \\ -1.77E-08 & 4.369E-08 & \dots & 1.703E-08 & -604.5E-08 \end{bmatrix}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Setelah diperoleh nilai matriks A^{-1} selanjutnya dibutuhkan nilai B berupa vector, yakni nilai semivariogram teoritis eksponensial antara titik tersampel dengan titik tidak tersampel yaitu titik P, seperti dibawah ini:

$$\begin{aligned}
\gamma\left(0.067\right) &= C_0 + C\left[1 - \exp\left(-\frac{3h}{a}\right)\right] \\
&= 263359.105\left[1 - \exp\left(-\frac{3\left(0.067\right)}{\left(0.051\right)}\right)\right] \\
&= 258421.36 \\
\gamma\left(0.0781\right) &= C_0 + C\left[1 - \exp\left(-\frac{3h}{a}\right)\right] \\
&= 263359.105\left[1 - \exp\left(-\frac{3\left(0.078\right)}{\left(0.051\right)}\right)\right] \\
&= 260623.740 \\
\gamma\left(0.065\right) &= C_0 + C\left[1 - \exp\left(-\frac{3h}{a}\right)\right] \\
&= 263359.105\left[1 - \exp\left(-\frac{3\left(0.065\right)}{\left(0.051\right)}\right)\right] \\
&= 257808.710 \\
\gamma\left(0.045\right) &= C_0 + C\left[1 - \exp\left(-\frac{3h}{a}\right)\right] \\
&= 263359.105\left[1 - \exp\left(-\frac{3\left(0.045\right)}{\left(0.051\right)}\right)\right] \\
&= 245483.090
\end{aligned}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sehingga didapat nilai dari vector B sebagai berikut:

$$B = \begin{bmatrix} 258421.357 \\ 260623.739 \\ 257808.713 \\ 245483.091 \\ 262254.122 \\ 236123.843 \\ 259264.072 \\ 263175.600 \\ 251626.086 \\ 261531.958 \\ \cdots \\ \cdots \\ 261281.094 \\ 261878.829 \\ 235803.432 \\ 262839.435 \\ 262877.478 \\ 242302.748 \\ 262509.793 \\ 263253.203 \\ 262479.464 \\ 253571.465 \end{bmatrix}$$

Perhitungan diatas merupakan contoh perhitungan jarak pada titik tidak tersampel

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pada jarak ke-1 sampai ke-4 menggunakan model semivarogram teoritis eksponensial, perhitungan yang sama pula dilakukan pada jarak ke-5 sampai 37 sehingga nantinya akan memperoleh nilai dari vector B, nilai keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 12.

Berdasarkan persamaan (2.26) maka perhitungan bobot metode *ordinary kriging* adalah seperti berikut:

$$w = A^{-1}.\,B$$

$$w = \begin{bmatrix} -606.2E-08 & 3.807E-08 & \dots & -1.77E-08 \\ 3.807E-08 & -436.5E-08 & \dots & 4.369E-08 \\ -0.117E-08 & 3.763E-08 & \dots & 306.4E-08 \\ 36.43E-08 & 1.737E-08 & \dots & -1.20E-08 \\ 4.310E-08 & 186.8E-08 & \dots & 5.085E-08 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 2.830E-08 & 8.761E-08 & \dots & 2.316E-08 \\ 2.432E-08 & 9.288E-08 & \dots & 3.308E-08 \\ 88.11E-08 & 3.181E-08 & \dots & 0.569E-08 \\ 3.340E-08 & 10.87E-08 & \dots & 4.057E-08 \\ 19.84E-08 & 6.847E-08 & \dots & 1.703E-08 \\ -1.77E-08 & 4.369E-08 & \dots & -604.0E-08 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 258421.357 \\ 260623.739 \\ 257808.713 \\ 245483.091 \\ 262254.122 \\ \dots \\ \dots \\ 262877.478 \\ 242302.748 \\ 262509.793 \\ 263253.203 \\ 262479.464 \\ 253571.465 \end{bmatrix}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$w = \begin{bmatrix} 0.009 \\ 0.039 \\ 0.009 \\ -0.004 \\ 0.038 \\ 0.050 \\ 0.029 \\ 0.025 \\ 0.005 \\ 0.022 \\ \cdots \\ \cdots \\ 0.015 \\ 0.022 \\ 0.100 \\ 0.014 \\ 0.023 \\ 0.051 \\ 0.008 \\ 0.029 \\ 0.018 \\ 0.004 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan hasil diatas bahwa bobot yang diperoleh dari perkalian matriks dengan vector adalah bobot pada titik keluarahan Genting Kalianak, selanjutnya pendugaan pada kadar karbon monoksida (CO) di titik kelurahan Genting Kalianak

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

berada pada koordinat P (112.702 ; 7.222) dituliskan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.16 Pendugaan Kandungan Karbon Monoksida (CO) Pada Titik P (112.702 ; 7.222) Kelurahan Genting Kalianak

No.	Koordinat		Kandungan CO ($\mu g/m^3$)	w (Bobot)	$(CO)(w)$
	Bujur (X)	Lintang (Y)			
1.	112.756	7.271	1762.267	0.009	17.411
2.	112.625	7.239	3338.975	0.039	132.989
3.	112.719	7.293	2461.833	0.009	22.966
4.	112.740	7.256	1762.267	-0.004	-8.025
5.	112.609	7.237	2913.667	0.038	110.981
6.	112.734	7.251	2332.546	0.050	117.132
7.	112.649	7.276	2555.308	0.029	75.617
8.	112.795	7.311	2223.986	0.025	55.800
9.	112.734	7.272	1862.641	0.005	9.843
10.	112.695	7.314	2737.405	0.022	60.235
11.	112.740	7.287	2564.342	7.33E-03	18.785
12.	112.735	7.235	2119.276	0.126	269.008
13.	112.784	7.261	1934.012	0.027	52.289
14.	112.775	7.226	1920.824	0.0223	42.868
15.	112.770	7.322	2006.305	0.011	22.167
16.	112.632	7.303	1841.334	0.035	64.719
17.	112.694	7.341	1479.696	0.034	51.519
18.	112.651	7.305	1866.262	0.027	50.596
19.	112.733	7.302	2586.108	0.010	26.962
20.	112.691	7.266	3328.355	0.058	193.806

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

21.	112.795	7.323	1775.703	0.021	38.960
22.	112.755	7.257	1666.152	0.007	11.875
23.	112.746	7.238	2780.132	-0.010	-28.077
24.	112.741	7.320	2174.349	0.015	33.129
25.	112.713	7.321	1897.214	0.007	13.967
26.	112.712	7.260	1805.229	0.126	228.516
27.	112.752	7.283	2556.106	0.009	25.525
28.	112.785	7.231	1682.266	0.015	26.271
29.	112.790	7.239	2080.818	0.022	46.318
30.	112.678	7.259	2706.297	0.100	271.534
31.	112.758	7.320	1774.073	0.014	25.076
32.	112.724	7.334	1629.441	0.023	39.075
33.	112.745	7.225	3457.59	0.051	179.142
34.	112.710	7.327	2016.337	0.008	17.695
35.	112.780	7.338	2033.916	0.029	60.543
36.	112.770	7.299	2765.427	0.018	51.805
37.	112.716	7.284	2075.570	0.004	10.136
Jumlah					2439.173

Berdasarkan hasil dari tabel diatas, disimpulkan bahwa pada titik kelurahan Genting Kalianak berada pada koordinat P (112.702 ; 7.222) memiliki kandungan karbon monoksida sebesar 2439.173 $\mu g/Nm^3$. Perhitungan pendugaan akan dilanjutkan pada 154 kelurahan Kota Surabaya dengan langkah yang sama, dengan pendugaan masing-masing nilai matriks A^{-1} dan vector B yang berbeda. Sehingga akan menghasilkan bilai bobot yang berbeda tiap titik lokasi pengukurannya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berikut hasil pendugaan 154 kelurahan tertulis pada tabel dibawah ini:

No.	Nama Kelurahan	Koordinat		Kadar Karbon Monoksida (CO)
		X (Bujur)	Y (Lintang)	
1.	Asemrowo	112.715	7.251	2099.249
2.	Genting Kalianak	112.702	7.229	2439.173
3.	Tambak Sarioso	112.665	7.225	2551.162
4.	Kandangan	112.653	7.251	2652.744
5.	Romokalisari	112.646	7.198	2518.069
6.	Sememi	112.645	7.253	2699.203
7.	Tambak Osowilangun	112.659	7.218	2553.923
8.	Alun-Alun Contong	112.731	7.222	2614.729
9.	Bubutan	112.733	7.253	2240.877
10.	Gundih	112.725	7.247	2217.548
11.	Jepara	112.720	7.240	2258.934
12.	Tembok Dukuh	112.719	7.253	2078.367
13.	Bulak	112.773	7.233	2007.864
14.	Kedungcowek	112.775	7.213	2258.633
15.	Kenjeran	112.795	7.240	2130.929
16.	Sukolilo Baru	112.797	7.242	2164.074
17.	Dukuh Kupang	112.716	7.281	2087.694
18.	Dukuh Pakis	112.712	7.286	2255.567
19.	Gunung Sari	112.719	7.299	2456.425

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

20.	Pradah Kalikendal	112.688	7.283	2702.140
21.	Dukuh Menanggal	112.726	7.345	1945.954
22.	Gayungan	112.728	7.334	1779.465
23.	Ketintang	112.725	7.309	2358.929
24.	Menanggal	112.722	7.341	1821.334
25.	Embong Kaliasin	112.747	7.263	1760.084
26.	Genteng	112.738	7.256	1853.941
27.	Kapasari	112.751	7.248	2112.755
28.	Ketabang	112.751	7.256	1775.196
29.	Peneleh	112.743	7.252	1981.213
30.	Airlangga	112.759	7.276	2123.728
31.	Barata Jaya	112.759	7.298	2544.484
32.	Gubeng	112.755	7.271	1762.267
33.	Kertajaya	112.758	7.283	2425.190
34.	Mojo	112.762	7.271	1961.937
35.	Pucang Sewu	112.752	7.287	2574.935
36.	Gunung Anyar	112.804	7.339	2187.664
37.	Gunung Anyar Tambak	112.813	7.336	2257.285
38.	Rungkut Menanggal	112.768	7.337	2072.774
39.	Rungkut Tengah	112.777	7.3231	2052.050
40.	Jambangan	112.712	7.321	1946.797
41.	Karah	112.713	7.310	2319.269
42.	Kebonsari	112.713	7.328	1928.127

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

43.	Pagesangan	112.708	7.334	1898.757
44.	Karang Pilang	112.694	7.342	1571.095
45.	Kebraon	112.699	7.333	1881.317
46.	Kedurus	112.709	7.317	2194.121
47.	Waru Gunung	112.673	7.350	2193.658
48.	Bulak Banteng	112.762	7.212	2552.882
49.	Tambak Wedi	112.774	7.21	2306.944
50.	Tanah Kalikedinding	112.775	7.226	1922.708
51.	Sidotopo Wetan	112.761	7.226	2560.555
52.	Dupak	112.720	7.243	2236.290
53.	Kemayoran	112.728	7.237	2224.3406
54.	Krembangan Selatan	112.738	7.235	2340.040
55.	Morokrembangan	112.722	7.235	2294.113
56.	Perak Barat	112.726	7.230	2369.670
57.	Bangkingan	112.653	7.325	2204.368
58.	Jeruk	112.637	7.304	1914.635
59.	Lakarsantri	112.633	7.303	1845.494
60.	Lidah Kulon	112.661	7.307	2169.440
61.	Lidah Wetan	112.665	7.307	2252.409
62.	Sumur Welut	112.671	7.325	2256.519
63.	Dukuh Sutorejo	112.791	7.260	2078.689
64.	Kalijudan	112.777	7.255	1983.720
65.	Kalisari	112.794	7.258	2133.581

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

66.	Kejawan Putih Tambak	112.809719	7.278686	2133.581103
67.	Manyar Sabrangan	112.781581	7.282326	2337.271697
68.	Mulyorejo	112.785364	7.262099	1962.4515
69.	Bongkaran	112.740173	7.240109	2398.946143
70.	Krembangan Utara	112.735311	7.229085	2548.16941
71.	Nyamplungan	112.739572	7.231138	2690.634812
72.	Perak Timur	112.733554	7.22385	2663.486846
73.	Perak Utara	112.73308	7.221762	2681.085737
74.	Babat Jerawat	112.630412	7.242013	3102.87445
75.	Benowo	112.609436	7.237391	2913.667
76.	Pakal	112.625402	7.239948	3338.975
77.	Sumberejo	112.610001	7.229247	2817.31572
78.	Kali Rungkut	112.768635	7.337462	2072.774397
79.	Kedung Baruk	112.776162	7.314717	2210.258398
80.	Medokan Ayu	112.795565	7.323735	1775.703
81.	Penjaringan Sari	112.783928	7.314797	2177.463336
82.	Rungkut Kidul	112.776405	7.327364	2024.920522
83.	Wonorejo	112.734398	7.289166	2462.038772
84.	Bringin	112.646879	7.260278	2643.946004
85.	Made	112.63742	7.276982	2467.547703
86.	Lontar	112.67135	7.277227	2637.991312
87.	Sambikerep	112.653841	7.27426	2566.848989
88.	Banyu urip	112.721278	7.270524	1986.927112
89.	Kupang Krajan	112.72802	7.269487	1937.132333
90.	Pakis	112.715127	7.286882	2209.182784

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

91.	Patemon	112.719	7.627	2456.233
92.	Putat Jaya	112.717	7.280	2087.026
93.	Sawahan	112.727	7.265	1943.894
94.	Ampel	112.746	7.228	3208.031
95.	Pegirian	112.752	7.226	3046.970
96.	Sidotopo Wetan	112.746	7.228	3200.152
97.	Ujung	112.744	7.224	3305.002
98.	Wonokusumo	112.753	7.214	2794.930
99.	Kapasan	112.748	7.240	2654.731
100.	Sidodadi	112.747	7.237	2791.078
101.	Simokerto	112.754	7.236	2646.979
102.	Simolawang	112.748	7.234	2870.834
103.	Tambakrejo	112.75	7.248	2108.634
104.	Gebang Putih	112.788	7.283	2339.591
105.	Keputih	112.814	7.288	2376.693
106.	Klampis Ngasem	112.780	7.287	2419.718
107.	Medokan Semampir	112.782	7.306	2366.629
108.	Menur Pumpungan	112.768	7.289	2526.339
109.	Nginden Jangkungan	112.769	7.301	2667.427
110.	Semolowaru	112.779	7.301	2498.124
111.	Putat Gede	112.698	7.285	2563.191
112.	Simomulyo	112.711	7.264	1975.3884
113.	Simomulyo Baru	112.706	7.270	2326.292
114.	Sono Kwijenan	112.705	7.276	2406.574
115.	Sukomanunggal	112.699	7.266	2730.257

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

116.	Tanjungsari	112.691	7.260	2937.277
117.	Dukuh Setro	112.778	7.240	1975.604
118.	Gading	112.778	7.248	2009.566
119.	Kapas Madya Baru	112.768	7.237	2181.269
120.	Pacar Kembang	112.766	7.255	1938.619
121.	Pacar Keling	112.762	7.257	1858.880
122.	Ploso	112.761	7.251	1972.028
123.	Rangkah	112.765	7.248	2055.235
124.	Tambaksari	112.754	7.253	1872.403
125.	Balongsari	112.678	7.257	2705.910
126.	Banjar Sugihan	112.657	7.253	2632.338
127.	Karang Poh	112.681	7.262	2853.227
128.	Manukan Kulon	112.669	7.260	2652.511
129.	Manukan Wetan	112.672	7.258	2662.746
130.	Tandes	112.684	7.262	2927.629
131.	Dr. Sutomo	112.736	7.277	2095.668
132.	Kedungdoro	112.736	7.263	1876.541
133.	Keputran	112.741	7.276	2123.865
134.	Tegalsari	112.727	7.274	1997.423
135.	Wonorejo	112.797	7.311	2221.288
136.	Kendangsari	112.744	7.329	2041.513
137.	Kutisari	112.747	7.334	2047.048
138.	Panjang Jiwo	112.764	7.309	2301.119

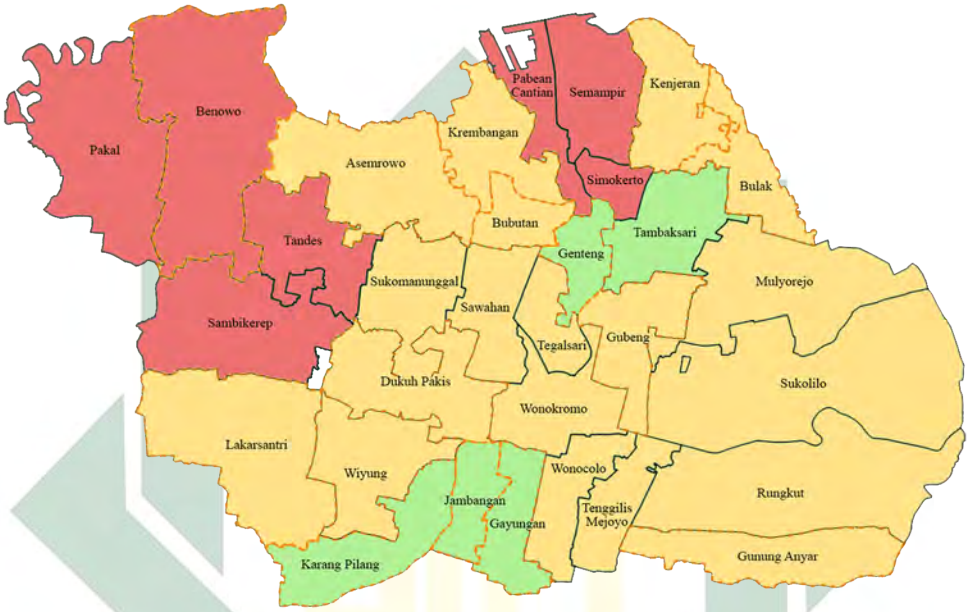
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

139.	Tenggilis Mejoyo	112.734	7.289	2462.038
140.	Babatan	112.674	7.309	2384.523
141.	Balas Klumprik	112.690	7.331	2015.053
142.	Jajar Tunggal	112.699	7.314	2559.710
143.	Wiyung	112.697	7.314	2669.950
144.	Bendul Merisi	112.745	7.309	2336.267
145.	Jemur Wonosari	112.739	7.320	2164.569
146.	Margorejo	112.737	7.316	2241.310
147.	Sidosermo	112.750	7.310	2257.980
148.	Siwalankerto	112.736	7.340	1985.150
149.	Darmo	112.731	7.291	2465.496
150.	Jagir	112.741	7.306	2443.125
151.	Ngagel	112.745	7.278	2211.483
152.	Ngagelrejo	112.743	7.297	2549.069
153.	Sawunggaling	112.727	7.293	2471.490
154.	Wonokrono	112.728	7.303	2496.339

Berdasarkan hasil tabel diatas dapat diketahui bahwa pendugaan yang telah dilakukan pada 154 kelurahan Kota Surabaya menyatakan bahwa pada titik ke-44 yaitu kelurahan Karang Pilang dengan koordinat (112.694786 ; 7.342898) memiliki nilai CO terendah sebesar 1571.095 $\mu g/Nm^3$ dan titik ke-76 yaitu kelurahan Pakal dengan koordinat (112.625402 ; 7.239948) sebesar 3338.975 $\mu g/Nm^3$ tertinggi dibandingkan dengan nilai CO antara kelurahan lainnya, dan memiliki nilai rata-rata keseluruhan Kota Surabaya sebesar 2315.865 $\mu g/Nm^3$. Nilai tersebut dapat dilihat pada peta wilayah kota surabaya berdasarkan lokasi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kecamatan dengan keterangan status berwarna hijau menandakan wilayah aman paparan karbon monoksida, warna kuning menandakan wilayah tersebut terdeteksi sedang adanya polutan karbon monoksida dan warna merah menandakan wilayah tersebut parah paparan karbon monoksida, dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Telah diketahui pada Peraturan Pemerintah PP. RI. No. 41 Tahun 1999 yang telah tercatat pada Baku Mutu Udara Ambien (BMUA) Nasional bahwa pengukuran karbon monoksida (CO) memiliki kadar 30.000 $\mu g/Nm^3$ dengan waktu pengukuran 1 jam dan 10.000 $\mu g/Nm^3$ dengan waktu pengukuran 24 jam, sehingga disimpulkan bahwa kandungan karbon monoksida (CO) di Kota Surabaya memiliki status aman karena nilai kandungan CO dibawah nilai Baku Mutu Udara Ambien (BMUA). Hal ini selaras dengan firman Allah SWT pada QS Baqarah surat ke-1 ayat ke-11 yang berbunyi:

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا۟ فِى ٱلْأَرْضِ قَالُوٓا۟ إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ ﴿١١﴾

Sehingga sebagai manusia kita wajib menjaga lingkungan dengan sungguh-

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sungguh, sesungguhnya itupun merupakan suatu ibadah. Adanya perhitungan kadar CO seperti ini, meskipun Kota Surabaya memiliki status aman dari paparan polutan CO hendaknya kita sebagai manusia mahluk paling sempurna didunia lebih peduli lagi terhadap kesehatan lingkungan agar menciptakan lingkungan yang lebih aman dan sehat.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan di sejumlah 37 titik tersampel terhadap 154 titik tidak tersampel menggunakan metode *ordinary kriging* disimpulkan bahwa:

1. Model terbaik dari tiga model semivariogram teoritis yang paling mendekati model data kandungan karbon monoksida (CO) setelah dilakukannya perbandingan yang dilihat dari nilai MAPE terkecil adalah model eksponensial sebesar 9.294% yang artinya memiliki akurasi peramalan sangat baik atau tinggi.

2. Kandungan karbon monoksida (CO) pada titik ke-44 yaitu kelurahan Karang Pilang dengan koordinat (112.694786 ; 7.342898) memiliki nilai CO terendah sebesar 1571.095 $\mu g/Nm^3$ dan titik ke-76 yaitu kelurahan Pakal dengan koordinat (112.625402 ; 7.239948) sebesar 3338.975 $\mu g/Nm^3$ tertinggi dibandingkan dengan nilai CO antara kelurahan lainnya, dan memiliki nilai rata-rata keseluruhan Kota Surabaya sebesar 2315.865 $\mu g/Nm^3$.

3. Tercatat pada Peraturan Pemerintah tertait nilai Baku Mutu Udara Ambien (BMUA) PP. RI. No. Tahun 1999 bahwa baku mutu untuk karbon monoksida (CO) sebesar 30000 $\mu g/Nm^3$ per jamnya dan sebesar 10000

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$\mu g/Nm^3$ per harinya, sehingga dapat disimpulkan bahwa Kota Surabaya memiliki nilai rata-rata sebesar 2315.865 $\mu g/Nm^3$ dengan status aman paparan karbon monoksida (CO).

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis ingin menyampaikan saran yaitu:

1. Penulis diharapkan lebih teliti dan mengenal jenis data yang akan digunakan karena akan mempengaruhi pada metode yang akan digunakan dalam pendugaan kadar suatu polutan.
2. Menganalisis adanya korelasi dari varibel independen dan dependen terlebih dahulu sebelum melakukan prediksi
3. Penulis juga diharapkan dapat menggunakan persamaan statistik yang lain dalam pembagian kelas, seperti contoh adalah menggunakan persamaan *average based* dan metode *scott* karena pembagian akan dipartisi menjadi lebih banyak sehingga akan menghasilkan jumlah kelas yang banyak pula, hal ini akan berpengaruh pada keakuratan model yang akan dibentuk.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Abidin. Jainal and Hasibuan. Ferawati Artauli. (2019) *Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Bahaya Dari Polusi Udara*. Pekanbaru: Prosding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau IV. ISBN: 978-979-792-691-5.

Aini, Noviana. E. N. (2016). *Metode Robust Kriging dan Penerapannya Pada Data Geostatistika*. Departemen Pendidikan Matematika. Yogyakarta. Tidak Diterbitkan.

Andarini, Nungki Dwi. (2017). *Pendekatan Interpolasi Co-Kriging Dengan Robust Kriging dan Pemetaan Wilayah Curah Hujan (Studi Kasus pada Data Curah Hujan Kota Pasuruan)*. Departemen Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya. Tidak Diterbitkan.

Aprilina, K. Badriyah, Imelda U. Aldrian, Edvin. (2016). *Hubungan Antara Konsentrasi Karbon Monoksida dan Suhu Udara Terhadap Intervensi Anthropologi (Studi Kasus Nyepi Tahun 2015 Di Provinsi Bali)*.Jurnal Meteorologi dan Geofisika. Vol (17). No (1). Hal: 53-59.

Ardani, F. (2016). *Jumlah Kendaraan di Indonesia*.http://otomotif.kompas.com/read/2016/08/20/1031 si.Kendran.di.Indonesia.

Al Aswant, Ilham. (2016) *Analisis Perbandingan Metode Interpolasi Untuk Pemetaan pH Pada Sumur Bor Di Kabupaten Aceh Besar Berbasis SIG*. Aceh.

Azmi, Ulul., Hadi, Z. N., Soraya, Siti. (2020). *ARDL Method: Forecasting Data*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Jumlah Hari Terjadinya Hujan di NTB. Jurnal Varian. Vol (3). No (2). Hal: 73-82. e-ISSN: 2581-2017.

Budhiprameswari, Tania. D., Rachmatin, D., Lukman. (2019). *Estimasi Kandungan CBM Tertinggi Dengan Metode Ordinary Kriging Di Daerah Mangunjaya dan Sekitarnya Provinsi Sumatra Selatan*. Jurnal EurekaMatika. Vol (7). No (1). Hal: 24-33.

Damara, Dikn. D. Wardhana, Wisnu. I. Sutrisno, Endro. (2017) *Analisis Dampak Kualitas Udara Karbon Monoksida (CO) Di Sekitar Jl. Pemuda Akibat Kegiatan Car Free Day Menggunakan Program Caline4 Dan Surfer (Studi Kasus: Kota Semarang)*. Jurnal Teknik Lingkungan. Vol (6). No (1).

Diza, Aulia Mestika. S.Huboyo, Haryono. Muhlisin, Z. (2017). *Penyisihan Emisi CO Pada Asap Rokok Kretek Filter Dengan Variasi Tegangan Listrik Menggunakan Teknologi Plasma* . Jurnal Teknik Lingkungan.

Fauzy, Ary. R. (2018). *Interpolasi Spasial Cokriging Menggunakan Semivariogram Anisotropik Exponential, Stable Exponential dan Gaussian Pada Kadar NO2 Dan SO2 Di Jawa Timur*. Departemen Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya. Tidak Diterbitkan

Fauzi, Ihwan. (2018). *Analisis Geostatistik dalam Menentukan Keseragaman Nilai Kepadatan Tanah Liat*. Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil. Vol (25). No (3). ISSN: 0853-2982.

Ferdinan. Marsius. (2016) *Analisis Uji Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Lingkungan di Kota Balikpapan (Kalimantan Timur)*. Jurnal Transmisi. Vol (2). No (1).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gunawan, Safri. Hasan, Hanafi. Lubis, R.D.W. (2020). *Pemanfaatan Adsorben dari Tongkol Jagung sebagai Karbon Aktif untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor*. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi. Vol (3). No (1). Hal:38-47. ISSN: 2622-7398.

Ghozali and Imam. (2005). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan SPSS*. Semarang: Badan Penerbit UNDIP.

Hamil, KAD. (2018). *Analysis of Data of Different Spatial Support A Multivariate Process Approach*. A Dissertation Faculty of Purde Unversity.

Haruna, Lahming, dkk. (2019). *Pencemaran Udara Akibat Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. UNM Environmental Journals. Vol (2). No (2). Hal:57-61. p-ISSN: 2598-6090. e-ISSN: 2599-2902.

Hastutiningrum, Sri. Pratiwi, Yuli. Gurusinga, Jefriyadi. (2018).*Perbandingan Efektivitas Penyerapan Pb dan CO Di Udara Pada Tanaman Angsana (Pterocarpus Indicus) Dan Glodokan Tiang (Polyalthia Longifera) Sebagai Upaya Biofilter Udara (Studi Kasus di Jalan Affandi Yogyakarta)* . Jurnal Teknologi Technoscientia. Vol (10). No (2). ISSN: 1979-8415.

Hayami. Regiolina, Sunanto, Oktaviandi. Irfa. (2021).*Penerapan Metode Single Exponential Smoothing Pada Prediksi Penjualan Bed Sheet*. Jurnal Computer Science And Information Technology (CoSciTech). Vol (2). No (1). hal (32-29). p-ISSN: 2723-567X. e-ISSN: 2723-5661.

Hazsya, Mutia, and Nurjazuli. (2018). *Hubungan Konsentrasi Karbon Monoksida Monoksida (CO) dan Faktor-faktor Resiko dengan Konsentrasi COHb dalam Darah pada Masyarakat Beresiko di Sepanjang Jalan Setiabudi Semarang*. E-Jurnal Kesehatan Masyarakat. 6(6). ISSN: 2356-3346, FKM UNDIP.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Ilmiawan, Dwiki. F. (2019). *Proyeksi Penurunan Beban Emisi CO Sumber Transportasi di Beberapa Ruas Jalan Kota Medan Dengan Skenario Sistem Bus Rapod Transit (BRT)*. Sumatra Utara. Departemen Teknik Lingkungan. Tidak Diterbitkan.

Jaya, Zairipan. (2017). *Analisis Pengaruh Lalu Lintas Kendaraan Bermotor Di Jalan Pelabuhan Terhadap Mutu Udara Ambien*. Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-UNAND). Vol (13). No (1). e-ISSN: 2477-3484. p-ISSN: 1858-2133.

Kementrian Agama Republik Indonesia (KEMENAG). (2018). *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Surah Al-Baqarah. http: quran.kemenag.go.id

Kevin, Andrian. (2020) *Waspadai Keracunan Karbon Monoksida yang Sulit Terdeteksi*. ALODOKTER. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. https://www.alodokter.com/waspadai-keracunan-karbon-monoksida-yang-sulit-terdeteksi.

Khaerulani, and Qosim, N. (2019) *Sintesis Membran Zeolit ZSM-5 Dengan Penyangga Kasa Aisi 316-180 Berdasarkan Variasi Perlakuan sebagai Catalytic Converter Gas CO pada Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor*. Undergraduate Thesis. Semarang: University Muhammadiyah.

Lubis, Deltha. A., Fauziah, S. (2018). *Metode Ordinary Point Kriging Untuk Memprediksi Inflasi di Kabupaten/Kota Yang Tidak Tersampel*. Jurnal Litbang Sukowati. Vol (2). No (1). Hal: 36-48. ISSN: 2580-541X. e-ISSN: 2614-3356.

Makbul, Ghina Fauziah. (2020). *Analisis Konsentrasi CO Dan NO2 Dalam Menentukan Kualitas Udara Di Kawasan Perumahan Bumi Tamalanre Permai*. Departemen Teknik Lingkungan Hasanudin. Tidak Diterbitkan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Miftahuddin, Y., Umaroh, S., Karim, Fahmi, R. (2020). *Perbandingan Metode Perhitungan Jarak Euclidean, Haversine, dan Manhattan dalam Penentuan Posisi Karyawan (Studi Kasus: Institut Teknologi Nasional Bandung)*. Jurnal Tekno Insentif. Vol (14). No (2). Hal: 69-77. p-ISSN: 1907-4964. e-ISSN: 2655-089X

Mubarok, Said. (2016). *Hadist Tentang Peduli Lingkungan*. Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan. Vol (8). No (1). p-ISSN: 2087-9490. e-ISSN: 2597-940X.

Muzayyid. (2015). *Studi Konsentrasi Kadar Karbon Monoksida (CO) di Jalan A. P Pettarani Kota Makassar Tahun 2014*, Fakultas Ilmu Kesehatan. Makassar UINLAM. Skripsi.

Nishom, M. (2019). *Perbandingan Akurasi Euclidean Distance, Minkowski Distance, dan Manhattan Distance pada Algoritma K-Means Clustering Berbasis Chi-Square*. Jurnal Pengembangan IT (JPIT). Vol (4). No (1). p-ISSN:2477-5126. e-ISSN: 2548-9356.

Nurhayati, A., Ummah, A.I., and Shobron, S. (2018). *Kerusakan Lingkungan dalam Al-Qur'an*. Jurnal SUHUF. 30(2): 194-220.

Pinto, J.A., Kumar, P., Alonso, M.F., et al. (2002) *Kriging Method Application and Traffic Behavior Profiles from Local Radar Network Database: A Proposal to Support Traffic Solutions and Air Pollution Control Strategies*. Elsevier Ltd. Contents lists available at ScienceDirect. Journal homepage: www.elsevier.com/locate/scs. Publish 30 January 2020.

Purwanta, Wahyu. (2018). *Pemenuhan Baku Mutu Udara Emisi dan Penangananya: Tinjauan Atas Polutan Pertikulat, NOx dan SO2*. Prosiding Seminar Nasional dan Konsultasi Teknologi Lingkungan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Purnama, P.M., Sukarsa, K.G., Dharmawan, K. (2015). *Interpolasi Spasial Dengan Metode Ordinary Kriging Menggunakan Semivariogram Isotropik Pada Data Spasial (Studi Kasus: Curah Hujan Di Kabupaten Karangasem)*. E-Jurnal Matematika. 4(1):26-30.

Puspitasari, C.D. Lepong, Piter. Natalisanto, A. I. (2019). *Analisis Penyebaran Sifat Fisis Batuan Reservoir Dengan Metode Geostatistik (Studi Kasus: Lapangan Boonsville, Texas, Amerika Serikat)*. Jurnal Geosains Kutai Basin. Vol (2). No (1). e-ISSN: 2645-5176.

Prabowo, Kuat. Muslim, Burhan (2018) *Penyehatan Udara*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia: Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan Edisi Tahun 2018.hal 8.

Rahmadani and Tualeka, Abdul. R., (2016) *Karakteristik Risiko Kesehatan Akibat Paparan Polutan Udara Pekerja Sol Sepatu (Di Sekitar Jalan Raya Bubutan Kota Surabaya)*. Jurnal Kesehatan Lingkungan. Vol(8) No(2) Hal:164-171.

Robbi, Moh. Da'i. (2016). *Pendidikan Pelestarian Lingkungan Hidup Dalam Islam (Keseimbangan Ekosistem Persepektif Hadis*. Al-Ibtida'. Vol (4). No (2). Hal: 55-85.

Rohmatullah, T. (2016). *6,5 Juta Per Tahun Meninggal Karena Polusi Udara*. http://www.pikiran-rakyat.com/luar-negeri/2016/07/06/65-juta-orang-tahun-meninggal-karena-polusi-udara.

Rory. dan Diana, Rita. (2019). *Prediksi Geostatistik Area Kecil Pada Data Survei Berbasis Blok Sensus (Studi Kasus: Prediksi Rata-Rata Lama Sekolah Tingkat Nagari di Kabupaten Padang Pariaman)*. Seminar Nasional Official Statistic. BPS Sumatra Barat.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Rozalia, Gera. Yasin, H. Ispriyanti, D. (2016) *Penerapan Metode Ordinary Kriging Pada Pendugaan Kadar NO2 Di Udara (Studi Kasus: Pencemaran Udara di Kota Semarang*. Jurnal Gaussian. Vol (5). No (1). Hal: 113-121. Diponegoro.

Sada, Heru Juabdin. (2016). *Alam Semesta Dalam Persepektif Al-Qur'an Dan Hadist*. Al-Tadzkiyyah: Jurnal Pendidikan Islam. Vol (7). P-ISSN: 20869118. E-ISSN: 2528-2476.

Sejati, Sadea. P. (2019). *Perbandingan Akurasi Metode IDW dan Kriging Dalam Pemetaan Muka Air Tanah*. Majalah Geografi Indonesia. Vol (33). No (2). Hal:49-57. ISSN: 0125-1790. e-ISSN: 2540-945X.

Shihab, Quraish, M. (2015) *TafsirQ*, TafsirQ.com,https://tafsirq.com/7-al-araf/ayat-56tafsir-quraish-shihab, https://tafsirq.com/2-al-baqarah/ayat-11tafsir-quraish-shihab, https://tafsirq.com/30-ar-rum/ayat-41tafsir-quraish-shihab.

Wahyudi, Anjan, W., Sugito, Ispiyanti, D. (2016). *Metode Robust Kriging Untuk Mengestimasi Data Spasial Berpencilan (Studi Kasus: Pencemaran Udara Gas NO2 di Kota Semarang*.Jurnal Gaussian. Vol (5). No (3), Hal: 321-330. ISSN: 2339-2541.

World Health Organization (WHO). (2014). *Ambient (Outdoor) Air Quality and Health*. Global Update.

Yendra, Rado dan Risman, Rif'a. (2019). *Penerapan Metode Ordinary Kriging pada Pendugaan Kriminalitas di Kota Pekan Baru*. Jurnal Sains Matematika dan Statistika. Vol (5). No (1). ISSN: 2460-4542. e-ISSN: 2615-8663.

Zaini, Muhammad. (2018). *Alam Semesta Menurut Al-Qur'an*. Journal of Qur'anic Studies. Vol(2) No (2). Hal: 30-46.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

...

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id