



**TUGAS AKHIR – RE 141581**

**PENERAPAN MODEL *GENERAL FINITE LINE SOURCE* (GFLS) UNTUK MEMPREDIKSI KONSENTRASI POLUTAN UDARA DARI KEGIATAN TRANSPORTASI**

**BAGUS WICAKSANA  
3311100038**

**DOSEN PEMBIMBING  
Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**



**FINAL PROJECT – RE 141581**

**Application of a General Finite Line Source Model  
for Predicting Air Pollutant Concentration from  
Transportation Sources**

**BAGUS WICAKSANA  
3311100038**

**SUPERVISOR  
Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM**

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Institut Teknologi Sepuluh Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**

## HALAMAN PENGESAHAN

### PENERAPAN MODEL GENERAL FINITE LINE SOURCE UNTUK MEMPREDIKSI KONSENTRASI POLUTAN UDARA DARI KEGIATAN TRANSPORTASI

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana  
Pada

Pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**BAGUS WICAKSANA**  
NRP 3311 100 038

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, S.T., MEPM

NIP. 19820119 200501 1 001



# **PENERAPAN MODEL *GENERAL FINITE LINE SOURCE* (GFLS) UNTUK MEMPREDIKSI KONSENTRASI POLUTAN DARI KEGIATAN TRANSPORTASI**

Nama Mahasiswa : Bagus Wicaksana  
NRP : 3311100038  
Jurusan : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei,  
ST., MEPM

## **ABSTRAK**

Kota Surabaya mengalami perkembangan setiap tahunnya. Tingginya mobilitas barang dan manusia di Kota Surabaya menjadikan sektor transportasi berperan penting di dalamnya. Faktor ini meningkatkan potensi pencemaran udara akibat dari emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Di sisi lain pemantauan kualitas udara memerlukan biaya yang besar terkait pengadaan sarana dan prasarana, diperlukan alternatif lain untuk menganalisa konsentrasi polutan, yaitu dengan menggunakan model. Salah satu model matematika untuk menganalisa konsentrasi polutan adalah Model *General Finite Line Source* (GFLS). Model ini menggunakan pendekatan teori berdasarkan pengamatan di lapangan, dari pemodelan kemudian dibandingkan dengan hasil pemantauan dari stasiun pemantau kualitas udara

Penelitian dilakukan di Jalan Dr. Ir. H Soekarno yang dekat dengan stasiun pemantau dan jumlah kendaraan bermotor yang melintasi jalan cukup tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana performa model GFLS dalam memprediksi konsentrasi polutan udara dengan data pemantauan di lapangan. Tahap pertama penelitian adalah melakukan perhitungan atau *counting* kendaraan. Setelah mendapatkan jumlah kendaraan maka dikalikan dengan faktor emisi kendaraan sesuai jenisnya masing masing. Lalu dihitung konsentrasi polutan dengan menggunakan model GFLS. Hasil perhitungan di verifikasi dengan data pengukuran ISPU untuk mendapatkan nilai korelasinya. Hasil perhitungan di verifikasi dengan data pengukuran ISPU untuk mengetahui performa model tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian model ini tidak sesuai untuk memprediksi polutan udara dikarenakan nilai  $d$  dan  $R^2$  yang kecil.

**Kata kunci : model GFLS, polusi udara, transportasi**

# **Application of a General Finite Line Source Model for Predicting Air Pollutant Concentration from Transportation Sources**

Name of Student : Bagus Wicaksana  
NRP : 3311100038  
Study Programme : Teknik Lingkungan  
Supervisor : Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei,  
ST., MEPM

## **ABSTRACT**

Surabaya city has developed every year, it makes the transport sector plays an important role in it. This resulted in the potential for air pollution resulting from the emissions produced by motor vehicles. Air quality monitoring activities require huge costs related to procurement of facilities and infrastructure, so it requires alternative method to analyze the concentration of pollutants, by using the model. One of the mathematical models to analyze the concentration of pollutants is General Finite Line Source Model (GFLS). This modeling approach is based on observations in the field.

Research location is at Dr. Ir. H Sukarno road, the location has been chosen because this location is close to the monitoring station, another reason to choose this road because the number of vehicles that cross the street is high. The purpose of this research is to know GFLS model performance in forecasting the concentration of air pollutants with the data monitoring in the field. The first stage of the research is counting vehicles. After obtaining the amount of vehicles then it's multiplied by a factor of vehicle emissions according to its type. The result of calculation is verified by using data from ISPU to knowing the performances of the model.

Based on the research results, this model is not suitable to predict the concentration of air pollutants because the value of  $d$  and  $R$  square are too low.

**Keywords : GFLS model, air pollution, transportation**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas selesainya tugas akhir yang berjudul “**Penerapan Model General Finite Line Source (GFLS) untuk Memprediksi Konsentrasi Polutan Dari Kegiatan Transportasi**”. Tugas akhir ini digunakan untuk mendapat gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak **Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, S.T., MEPM** selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar membimbing dan memberikan masukan kepada penulis.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem M.Sc selaku dosen wali yang telah banyak membantu penulis selama menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Lingkungan ITS
3. Bapak Dr. Ir. Rachmad Boedisantoso, M.T., Ibu Bieby Voijant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D , Bapak Abdu Fadli Assomadi, S. Si, M.T., selaku dosen penguji yang telah memberi saran dan kritik yang membangun agar Tugas Akhir ini semakin baik.
4. Teman-teman mahasiswa Teknik Lingkungan ITS khususnya angkatan 2011 yang selalu memberikan semangat untuk berjuang menuju wisuda.
5. Pak Yudi dan Pak Ifan selaku pegawai Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya yang telah memberikan waktunya dan membantu penulis dalam pengumpulan data untuk penyelesaian tugas akhir ini.

**Penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam penyusunan tugas akhir ini, dan penulis juga mengharapkan saran agar tugas akhir ini menjadi lebih baik. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang memerlukan.**

Surabaya, Juni 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

JUDUL TUGAS AKHIR.....	
HALAMAN PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK.....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup .....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Pencemaran Udara .....	5
2.1.1 Sumber Pencemar Udara .....	5
2.1.2 Dampak Pencemaran Udara .....	6
2.2 Baku Mutu Kualitas Udara.....	6
2.3 Karbon Monoksida (CO).....	8
2.3.1 Sumber Karbon Monoksida .....	8
2.4 Partikulat (PM <sub>10</sub> ).....	8
2.5 Nitrogen Oksida (NO <sub>x</sub> ).....	9
2.5.1 Sumber Nitrogen Oksida (No <sub>x</sub> ) .....	9
2.6 Faktor Emisi Kendaraan Bermotor .....	10
2.7 General Finite Line Source.....	10

BAB 3 METODE PENELITIAN .....	13
3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian .....	13
3.2 Kerangka Penelitian .....	15
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	15
3.3.1 Ide Penelitian.....	15
3.3.2 Studi Literatur .....	15
3.3.3 Pengumpulan Data .....	15
3.3.4 Pengolahan Data.....	19
3.3.5 Kesimpulan dan Saran .....	22
3.3.6 Penyusunan Laporan.....	22
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Jumlah Kendaraan Tiap Waktu Sampling .....	23
4.2 Perhitungan Laju Emisi .....	23
4.3 Perhitungan Konsentrasi Polutan .....	24
4.3.1 Stabilitas Atmosfer.....	25
4.3.2 Kecepatan dan Arah Angin.....	26
4.3.3 Koefisien Dispersi Vertikal ( $\sigma_z$ ).....	28
4.3.4 Tinggi Efektif Sumber ( $H_0$ ) .....	30
4.3.5 Koefisien Dispersi ( $\sigma_y$ ).....	31
4.4 Validasi Data .....	34
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA .....	38
LAMPIRAN A.....	41
LAMPIRAN B.....	5
LAMPIRAN C .....	12

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Baku Mutu Kualitas Udara.....	7
Tabel 2. 2	Faktor `Emisi kendaraan di Hanoi, Vietnam .....	10
Tabel 2. 3	Faktor Emisi kendaraan di Indonesia .....	10
Tabel 3. 1	Klasifikasi Atmosfer .....	21
Tabel 3. 2	Nilai Parameter untuk Model GFLS .....	21
Tabel 4. 1	Data Arah Angin .....	24
Tabel 4. 2	Penentuan Kelas Stabilitas Atmosfer .....	25
Tabel 4. 3	Nilai Kecepatan Angin Efektif .....	28
Tabel 4. 4	Nilai Koefisien Dispersi Vertikal .....	29
Tabel 4. 5	Nilai $H_0$ (tinggi sumber) .....	31
Tabel 4. 6	Nilai $\lambda$ , $\sigma_y$ , $\sigma_{zt}$ , $\sigma_{yt}$ .....	32
Tabel 4. 7	Nilai $\sigma_y$ .....	32
Tabel 4. 8	Konsentrasi CO, NO <sub>x</sub> , dan PM <sub>10</sub> .....	34

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Lokasi SUF 6 Dilihat dari Google Maps .....	14
Gambar 3. 2 Stasiun Monitoring Udara Ambien di Wonorejo	14
Gambar 3. 3 Kerangka Penelitian .....	16
Gambar 3. 4 Kerangka Penelitian Lanjutan .....	17
Gambar 3. 5 Lokasi Sampling Kendaraan .....	18
Gambar 3. 6 Lokasi Sampling Titik 1 .....	18
Gambar 3. 7 Lokasi Sampling Titik 2 .....	19
Gambar 4. 1 Penentuan Arah Angin Terhadap Jalan .....	27

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pencemaran udara adalah suatu kondisi dimana kualitas udara menjadi rusak dan terkontaminasi oleh zat-zat, baik yang tidak berbahaya maupun yang membahayakan kesehatan tubuh manusia, sehingga dikarenakan turunnya kualitas udara akan mempengaruhi kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya (EPA, 2014). Zat yang menyebabkan pencemaran udara disebut juga dengan polutan. Polutan yang mencemari udara atau disebut juga sumber pencemar udara berasal dari sumber tidak bergerak yaitu industri, pemukiman rumah tangga, dan pembakaran sampah. Untuk sumber pencemaran udara sumber bergerak, adalah dari kendaraan bermotor.

Jumlah kendaraan bermotor yang berada di Indonesia setiap tahunnya menunjukkan kenaikan yang sangat pesat. Pada tahun 2013 total jumlah kendaraan yang terdata oleh Dinas Perhubungan di Kota Surabaya adalah 1.800.415 kendaraan (BLH, 2013). Berdasarkan laporan SLHD Kota Surabaya tahun 2012, penambahan kendaraan bermotor tiap tahunnya mencapai angka 30%. Semakin meningkatnya jumlah kendaraan bermotor maka akan mengakibatkan semakin meningkatnya buangan sisa pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor tersebut.

Gas buangan dari kendaraan bermotor mempunyai kontribusi terhadap polusi udara yang besar. Setiap liter bahan bakar yang dibakar akan mengemisikan sekitar 100 gram Karbon Monoksida: 30 gram Oksida Nitrogen: 2,5 Kg , Karbon Dioksida dan berbagai senyawa lainnya termasuk senyawa sulfur (Hickman, 1999).

Pemerintah Kota Surabaya sudah berupaya untuk mengurangi laju pencemaran udara yang ditimbulkan akibat transportasi kendaraan bermotor di Surabaya. Upaya-upaya tersebut antara lain penerapan hari bebas kendaraan bermotor setiap hari minggu. Pemerintah Kota Surabaya juga sudah mengupayakan untuk memantau pencemaran udara ini dengan

membangun beberapa stasiun pemantauan kualitas udara ambien atau juga memasang Public Data Display yang berisi informasi ISPU (Indeks Standar Pencemar Udara) di sejumlah titik untuk menunjukkan besar pencemar di kawasan Surabaya.

Sebagai upaya untuk mengetahui besar konsentrasi polutan dari sektor transportasi di Kota Surabaya, maka diperlukan analisa lebih lanjut mengenai tingkat emisi pencemar dari kendaraan bermotor. Salah satu metode yang digunakan dalam penentuan penyebaran konsentrasi polutan adalah melalui model matematis. Pemodelan matematis penyebaran polutan sumber garis (transportasi) adalah model *General Finite Line Source Model* (GFLS). Model ini dipilih dikarenakan menurut Shukla (2011) Model GFLS dapat memprediksi polutan NO<sub>2</sub> dengan baik dimana hasil validasi R<sup>2</sup> sebesar 0,7066. Hal yang melatarbelakangi penelitian ini adalah karena belum adanya penelitian yang menggunakan model GFLS untuk memprediksi mengenai konsentrasi polutan di Kota Surabaya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana performa model *General Finite Line Source* dalam memprediksi konsentrasi polutan udara di Kota Surabaya.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Menentukan performa model *General Finite Line Source* dengan membandingkan hasil prediksi dengan hasil pengukuran kualitas udara dari Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya.

## **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang Lingkup dalam tugas akhir ini adalah :

1. Lokasi sampling jumlah dan jenis kendaraan terletak di dekat Stasiun Pemantau Kualitas Udara yang terletak di Wonorejo

2. Sampling dilakukan pada hari Senin, Jumat, Sabtu, dan Minggu
3. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada jam 06.00 sampai dengan 09.00 dan jam 15.30 sampai dengan 18.30
4. Kegiatan transportasi yang diteliti adalah kegiatan transportasi darat dengan jenis kendaraan berupa sepeda motor, mobil berbahan bakar bensin, mobil berbahan bakar solar (mesin diesel), truk, bus, dan angkutan umum.
5. Tahun kendaraan bermotor diabaikan
6. Pengambilan sampel transportasi menggunakan *counter*, yaitu alat untuk menghitung jumlah kendaraan bermotor yang melintasi ruas jalan pengambilan sampling dan tabel *traffic counting* untuk pendataan
7. Data faktor emisi yang digunakan adalah faktor emisi dari Hanoi, Vietnam yang dibuat oleh Schipper tahun 2008 dan Suhadi tahun 2008
8. Parameter polutan yang diteliti adalah CO, NO<sub>x</sub>, dan PM<sub>10</sub>
9. Emisi pencemar dari sektor lain diabaikan.
10. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model GFLS.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pencemaran Udara**

Pencemaran udara menurut Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, atau energi, dan/atau komponen lain kedalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

Menurut Hutagalung (2008) pencemaran udara adalah peristiwa masuknya senyawa, bahan, atau energi ke dalam lingkungan udara akibat dari kegiatan alam dan manusia sehingga temperatur dan karakteristik udara tidak sesuai lagi untuk tujuan pemanfaatan yang paling baik atau nilai lingkungan udara tersebut telah menurun.

##### **2.1.1 Sumber Pencemar Udara**

Sumber Pencemaran udara menurut Soedomo (2001) bersumber dari kegiatan alami dan kegiatan antropogenik. Contoh sumber alami adalah akibat letusan gunung berapi, kebakaran hutan, dekomposisi biotik, debu dan spora. Pencemaran udara dari kegiatan antropogenik (kegiatan manusia contohnya adalah aktivitas transportasi, industri dan dari persampahan.

Sumber pencemar di udara dapat dibagi menjadi beberapa jenis menurut sumbernya yaitu:

1. *Point source*, digunakan untuk mengidentifikasi cerobong di industri. Karakter dari sumber titik ini adalah volume emisinya, ketinggian cerobong dan diameter cerobong.
2. *Line source*, biasa untuk mendefinisikan kendaraan bermotor dari jalan. Sumber ini merupakan satu dimensi emisi udara.
3. *Area source*, adalah sumber dua dimensi emisi udara. Di perkotaan, sumber ini digunakan untuk mengidentifikasi emisi yang berasal dari rumah tangga.

4. *Volume source* adalah sumber tiga dimensi emisi udara. Sumber ini menggambarkan emisi yang berasal dari pertambangan (misal pertambangan batu kapur).

### **2.1.2 Dampak Pencemaran Udara**

Menurut Soedomo (2001) Pencemaran udara yang tercemar oleh partikel (debu aerosol dan timah hitam) dan gas (CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S, Hidrokarbon) dapat menyebabkan gangguan kesehatan tergantung dari macam, ukuran dan komposisi kimiawinya. Contoh dampak dari pencemaran udara adalah :

1. Pencemaran udara karena partikel debu menyebabkan penyakit pernafasan kronis seperti bronchitis, emfiesma paru dan kanker paru
2. Udara yang mengandung kadar timah yang tinggi dapat mengganggu pembentukan sel darah merah.
3. Udara yang mengandung gas CO yang berlebih dapat menurunkan kadar oksigen dalam darah menurun sehingga dapat menyebabkan sesak napas dan kematian

## **2.2 Baku Mutu Kualitas Udara**

Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 10 tahun 2009 tentang baku mutu udara ambien dan emisi sumber tidak bergerak di Jawa Timur terdapat dua pengertian mengenai baku mutu yaitu

1. Baku mutu udara ambien adalah ukuran batas atau kadar zat, energi dan/atau komponen yang ada atau seharusnya ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien;
2. Baku mutu emisi sumber tidak bergerak adalah batas kadar maksimum dan/atau laju Emisi maksimum yang diperbolehkan masuk atau dimasukkan ke dalam udara ambien;

Provinsi Jawa Timur memiliki standar baku mutu untuk kualitas udara. Tabel 2.1 menunjukkan baku mutu kualitas udara yang berlaku di provinsi Jawa Timur

Tabel 2. 1 Baku Mutu Kualitas Udara

No	Parameter	Waktu Pemancaran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
1	Sulfur dioksida (SO <sub>2</sub> )	24 jam	0,1 ppm (262 µg/Nm <sup>3</sup> )	Pararosa nilin	-Spectro photometer -SO <sub>2</sub> Analyzer
2	Karbon Monoksida (CO)	8 jam	20,00 ppm (22,600 µg/Nm <sup>3</sup> )	NDIR	CO Analyzer
3	Oksida Nitrogen (NO <sub>x</sub> )	24 jam	0,05 ppm (92,5 µg/Nm <sup>3</sup> )	Salzman, NIDR	-Spectro photometer -NO <sub>2</sub> Analyser
4	Oksidan (O <sub>3</sub> )	1 jam	0,10 ppm (200 µg/Nm <sup>3</sup> )	Neutral Buffer Potasium Yodida	Spectro photometer
5	Debu	24 jam	0,26 mg/ Nm <sup>3</sup>	Gravimetrik	Hi-Vol
6	Timah Hitam (Pb)	24 jam	0,06 mg/ Nm <sup>3</sup>	Gravimetrik, Ekstraktif, Pengabuan	- Hi – Vol -AAS
7	Hidrogen Sulfida (H <sub>2</sub> S)	30 menit	0,03 ppm (42 µg/Nm <sup>3</sup> )	Methylen Blue	Spectro photometer
8	Amonia (NH <sub>3</sub> )	24 jam	2,00 ppm (1360 µg/Nm <sup>3</sup> )	Indophenol	Spectro photometer
9	Hidrokarbon (HC)	3 jam	0,24 ppm (160 µg/Nm <sup>3</sup> )	Flame Ionization	- GC / FID -HC Analyzer

Sumber : Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 10 Tahun 2009

## 2.3 Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida adalah gas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar fosil yang bersifat tidak berwarna dan tidak berbau (USEPA, 2014). Gas karbon monoksida mempunyai sifat yaitu tidak berwarna, tidak berbau, tidak mempunyai rasa, titik didih  $-192^{\circ}\text{C}$ , tidak larut dalam air dan beratnya 96,5% dari berat udara. Karbon monoksida dapat membunuh makhluk hidup termasuk manusia. Gas karbon monoksida ini akan mengganggu pengikatan oksigen pada darah karena karbon monoksida lebih mudah terikat oleh darah dibandingkan dengan oksigen dan gas-gas lainnya.

### 2.3.1 Sumber Karbon Monoksida

Sumber gas karbon monoksida sebagian besar berasal dari pembakaran bahan bakar fosil yang bereaksi dengan udara menghasilkan gas buangan, salah satunya adalah karbon monoksida. Daerah dengan tingkat populasi yang tinggi dengan jalur lalu lintas yang padat akan memiliki kadar karbon monoksida yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah pedesaan.

Secara alami gas karbon monoksida terbentuk dari proses meletusnya gunung berapi, proses biologi, dan oksidasi hidrokarbon seperti metana yang berasal dari tanah basah dan kotoran makhluk hidup. Selain itu, secara alami karbon monoksida juga diemisikan dari laut, vegetasi, dan tanah

## 2.4 Partikulat ( $\text{PM}_{10}$ )

*Particulate Matter* ( $\text{PM}_{10}$ ) adalah padatan atau *liquid* di udara dalam bentuk asap, debu dan uap, yang dapat tinggal di atmosfer dalam waktu yang lama (partikel yang mempunyai diameter  $10\mu\text{m}$ ). Ukuran dari partikel ini memiliki diameter berkisar pada 0,002 mikron sampai dengan 500 mikron. Pada ukuran tersebut partikel memiliki umur dalam bentuk tersuspensi di udara dalam hitungan detik sampai beberapa bulan. Faktor –faktor yang mempengaruhi umur partikel tersebut adalah kecepatan pengendapan yang ditentukan dari turbulensi udara, ukuran, dan densitas partikel.

Sumber partikulat berasal dari letusan gunung berapi sehingga terjadi penyebaran di atmosfer. Partikulat juga berasal dari *kegiatan* manusia seperti debu dari proses pembangunan dan juga partikulat berasal dari proses pembakaran tidak sempurna.

Sumber polusi PM<sub>10</sub> yang alami disebabkan oleh letusan gunung berapi sehingga terjadi penyebaran di atmosfer, dan hembusan debu serta tanah oleh angin. Dalam aktivitas manusia PM<sub>10</sub> berasal dari aktivitas manusia sehingga partikel-partikel debu dari bahan bangunan, abu terbang dari proses peleburan baja, asap dari proses pembakaran tidak dan proses-proses industri. Debu partikulat ini juga terutama dihasilkan dari emisi gas buangan kendaraan. Sekitar 50% - 60% dari partikel melayang merupakan debu berdiameter 10 µm atau dikenal dengan PM<sub>10</sub>

## **2.5 Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>)**

Nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) adalah kelompok gas yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari gas nitrik oksida dan nitrogen dioksida. Jumlah NO di udara lebih banyak daripada NO<sub>2</sub>. Pembentukan NO dan NO<sub>2</sub> mencakup reaksi nitrogen dan oksigen di udara sehingga membentuk NO, kemudian reaksi selanjutnya antara NO dengan lebih banyak oksigen membentuk NO<sub>2</sub>.

Konsentrasi NO<sub>x</sub> di udara khususnya daerah perkotaan biasanya 10 sampai 100 kali lebih tinggi daripada di udara di daerah pedesaan. Seperti halnya CO, emisi NO<sub>x</sub> dipengaruhi oleh kepadatan manusia karena sumber utamanya adalah dari pembakaran dan kebanyakan pembakaran disebabkan oleh kendaraan produksi energi dan pembuangan sampah (Fardiaz, 1992)

### **2.5.1 Sumber Nitrogen Oksida (No<sub>x</sub>)**

jumlah NO<sub>x</sub> yang terbanyak di dalam atmosfer, adalah dal bentuk NO yang diproduksi oleh bakteri, polusi NO dari sumber alami ini tidak merupakan masalah besar karena tersebar secara merata. sumber polutan NO<sub>x</sub> selain dari alam juga dari kegiatan manusia yaitu dari pembakaran suhu tinggi. Hal ini dikarenakan gas nitrogen dan gas oksigen hanya akan bereaksi pada suhu tinggi yaitu 1210°C membentuk nitrik oksida (NO)

## 2.6 Faktor Emisi Kendaraan Bermotor

Faktor emisi adalah berat tertentu polutan yang dihasilkan oleh proses pembakaran sejumlah bahan bakar selama kurun waktu tertentu. Dari definisi tersebut dapat diketahui jika faktor emisi suatu polutan diketahui, maka banyaknya polutan yang lolos dari proses pembakarannya dapat diketahui jumlahnya persatuan waktu.

Tabel 2. 2 Faktor Emisi kendaraan di Hanoi, Vietnam

Kategori	CO	NOX	PM10
	g/kendaraan. km	g/kendaraan. km	g/kendaraan. km
Mobil	3,07	0,71	0,95
Truk	18	31,6	42,66
Bis	6,9	11,5	15,53
Sepeda Motor	8,72	0,34	0,46

Sumber : Schipper, 2008

Tabel 2. 3 Faktor Emisi kendaraan di Indonesia

Kategori	CO	Nox	PM10
	g/kendaraan. km	g/kendaraan.k m	g/kendaraan .km
Sepeda Motor	14	0,29	0,24
Mobil Penumpang (bensin)	40	2	0,01
Mobil Penumpang (solar)	2,8	3,5	0,53
Bis	11	11,9	1,4
Truk	8,4	17,7	1,4
Angkot	43,1	2,1	0,006

Sumber : Suhadi, 2008

## 2.7 Model

Model adalah tiruan sebuah sistem yang disusun untuk mempelajari karakteristik sistem nyatanya. Oleh karena tiruan,

maka karakteristik sistem yang digambarkan dalam model biasanya tidak menyeluruh, melainkan disesuaikan dengan kebutuhan tujuan studi. Dengan demikian, model memiliki sejumlah asumsi yang berkaitan dengan proses/struktur sistem maupun input/output dalam sistem, atau konsep, yang seringkali diselesaikan dalam bentuk penyederhanaan.

Menurut Sach (2009) model dibagi menjadi tiga jenis yaitu

1. Model Fisik
2. Model Matematik
3. Model Komputer

## 2.8 General Finite Line Source

Model *General Finite Line Source* (GFLS) adalah model untuk memprediksi polutan dari sumber garis. Model ini merupakan pengembangan dari model *Gaussian*. Model ini dapat diterapkan untuk semua arah angin dan tidak terbatas oleh panjang dari line source (Luhar dan Patil, 1989). Prinsip yang digunakan dalam pengembangan model ini adalah bahwa jalan dibagi menjadi serangkaian dari unsur-unsur yang nantinya dihitung dan dijumlahkan. Model ini menggunakan data-data meteorologi seperti arah angin, radiasi matahari dan kecepatan angin untuk memprediksi konsentrasi polutan.

Kelebihan model ini terdapat pada aplikasinya yang mudah jika dibandingkan model lain. Rumus persamaan model dapat dilihat pada persamaan 2.2

$$C = \frac{Q}{\sqrt{2\pi} U_e \sigma_z} \times \left\{ \frac{\exp[-1/2(z+h_0)^2]}{\sigma_z^2} + \frac{\exp[-1/2(z-h_0)^2]}{\sigma_z^2} \right\} \times \left\{ \operatorname{erf} \left[ \sin\theta \left( \frac{L}{2} - y \right) - x \cos\theta \right] \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2}} + \operatorname{erf} \left[ \sin\theta \left( \frac{L}{2} + y \right) + x \cos\theta \right] \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2}} \right\} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

- C = konsentrasi polutan (g/m<sup>3</sup>)
- Q = laju emisi (g/m/s)
- U<sub>e</sub> = kecepatan angin efektif (m/s)
- H<sub>0</sub> = tinggi sumber (m)
- θ = arah angin

$z$  = tinggi stasiun pemantau (m)  
 $\sigma_z$  = koefisien dispersi arah vertical (m)

## **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Metode penelitian adalah tahapan-tahapan yang akan dilakukan selama penelitian. Penyusunan metode penelitian bertujuan untuk mendapatkan gambaran awal mengenai tahapan penelitian secara sistematis. Dengan adanya kerangka penelitian ini, diharapkan penelitian yang dilakukan dapat berjalan dengan baik dan terarah sehingga memperkecil kemungkinan terjadinya kesalahan-kesalahan selama penelitian

Penelitian ini bertujuan menghitung konsentrasi polutan di Jalan Soekarno-Hatta yang dihasilkan dari kegiatan transportasi. Secara garis besar penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu pengumpulan data primer dan sekunder kemudian tahap kedua adalah pengolahan data.

### **3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di ruas jalan Dr. Ir. H Soekarno yang terletak di sekitar Stasiun Pemantau Kualitas Udara 6 dan berada di Kelurahan Penjaringan Sari, Kecamatan Rungkut, Surabaya Timur. Di sekitar wilayah penelitian merupakan tempat pemukiman, universitas dan pertokoan. Dengan adanya berbagai macam aktivitas masyarakat di sekitar wilayah tersebut mengakibatkan jumlah kendaraan yang melintasi jalan Dr. Ir. H Soekarno semakin ramai.

Wilayah Kelurahan Penjaringan Sari memiliki batasan wilayah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Kecamatan Sukolilo
- Sebelah Selatan : Kelurahan Rungkut Kidul
- Sebelah Barat : Kelurahan Kedung Baruk
- Sebelah Timur : Kelurahan Wonorejo

Stasiun Monitoring Kualitas Udara 6 terletak di Jalan Kendal Sari, tepatnya terletak pada koordinat  $7^{\circ} 18' 44,32''$  LS dan  $112^{\circ} 47' 20,25''$  BT. Stasiun ini digunakan untuk mengukur kondisi kualitas udara di lokasi sekitarnya. Kondisi kualitas udara yang

dapat diukur adalah konsentrasi CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, dan PM<sub>10</sub> serta kecepatan angin, arah angin, global radiasi, kelembaban dan suhu. Gambar lokasi dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 1 Lokasi Stasiun Monitoring Kualitas Udara 6



Gambar 3. 2 Stasiun Monitoring Udara Ambien di Wonorejo

## **3.2 Kerangka Penelitian**

Penyusunan kerangka penelitian ini dimaksudkan sebagai pedoman untuk mengetahui tahapan-tahapan dalam melaksanakan penelitian ini sehingga diharapkan penelitian ini nantinya sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dan berjalan sebagaimana yang diharapkan. Kerangka penelitian untuk tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 3. 3

## **3.3 Pelaksanaan Penelitian**

### **3.3.1 Ide Penelitian**

Ide studi penelitian ini didapatkan dari perumusan masalah yang telah dijelaskan pada bab 1. Penelitian ini berjudul “Penerapan Model *General Finite Line Source* (GFLS) Untuk Memprediksi Polutan Udara dari Kegiatan Transportasi”

### **3.3.2 Studi Literatur**

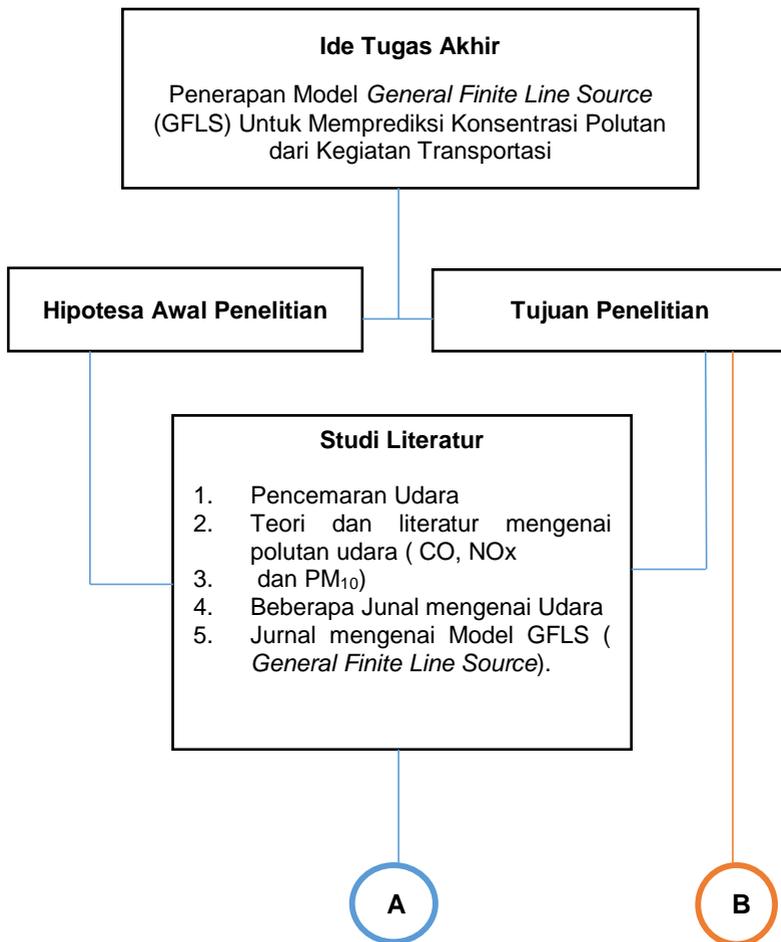
Studi literatur dilakukan untuk mencari informasi yang berkaitan dengan polutan yang timbul akibat kegiatan transportasi, literatur mengenai model GFLS dan literatur lain yang menunjang bagi penelitian ini. Studi literatur dilakukan dari tahap awal penelitian sampai penarikan kesimpulan.

### **3.3.3 Pengumpulan Data**

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu data sekunder dan data primer. Beberapa pengumpulan data sekunder dapat dilakukan sebelum maupun pada saat melakukan penelitian. Untuk pengumpulan data primer dilakukan pada saat penelitian berlangsung.

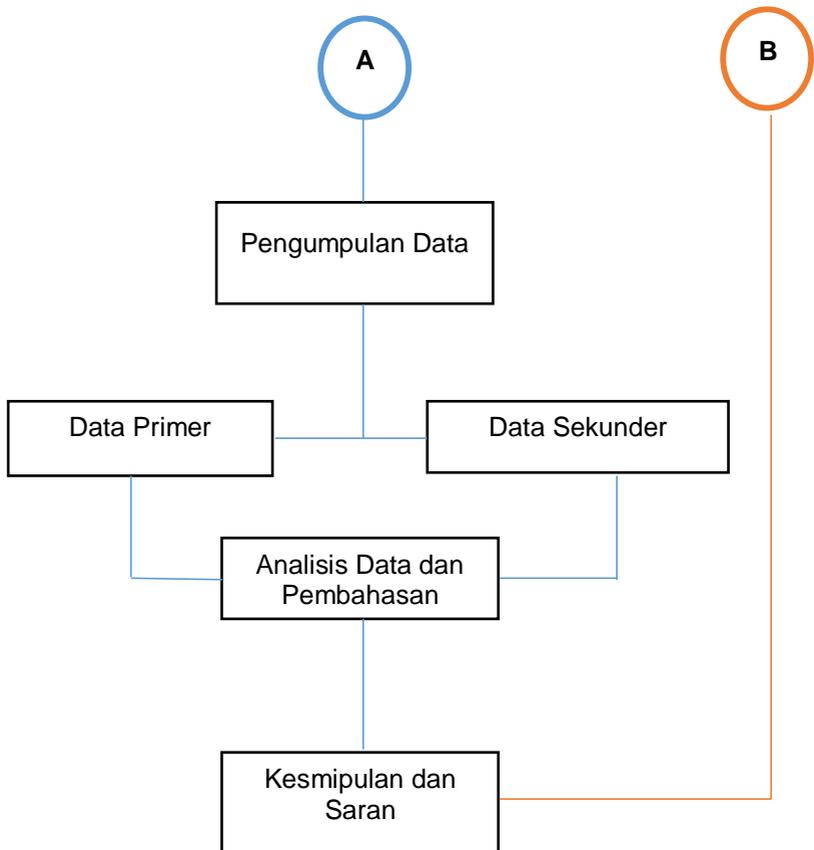
#### **3.3.3.1 Data Primer**

Penelitian tugas akhir ini dilakukan di ruas jalan Dr. Ir. H Soekarno yang berupa pengamatan terhadap jumlah kendaraan yang melintasi jalan tersebut. Jalan ini dipilih sebagai lokasi sampling karena jalan ini masih berada pada jangkauan stasiun pemantau udara ambien yang terletak di kebun bibit wonorejo yaitu sejauh 5 km. Titik sampling ditentukan dua titik dikarenakan jalan yang dijadikan sebagai lokasi sampling merupakan jalan dua arah sehingga diperlukan titik sampling yang lebih dari satu.



Gambar 3. 3 Kerangka Penelitian

Lokasi dilakukan pengamatan terletak pada koordinat koordinat 7° 18' 53,03" LS, 112° 46' 50,64" BT sampai 7° 19' 14,70" LS, 112° 46' 51,62" BT, dengan panjang 382,4 m. Jumlah lokasi titik sampling yang diambil pada tugas akhir ini sebanyak 2 titik, yaitu pada ruas kanan dan kiri.

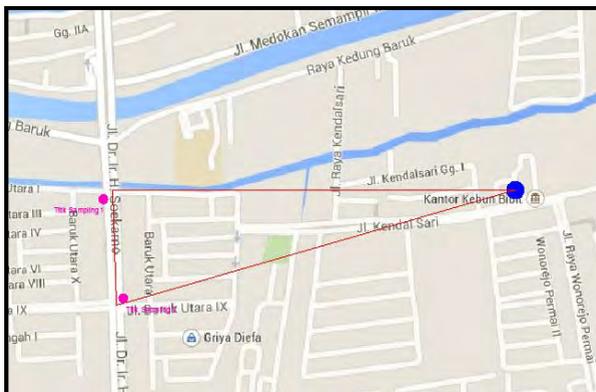


Gambar 3. 4 Kerangka Penelitian Lanjutan

Penentuan lokasi sampling ditetapkan dengan ketentuan berikut

1. Dilakukan pada ruas jalan yang lurus dengan arus lalu lintas berupa aliran konstan, pengaruh akibat adanya persimpangan dan gangguan lainnya dibuat sekecil mungkin.
2. Lalu lintas yang melewati lokasi bervariasi dalam hal jenis, kecepatan dan ukuran kendaraan (kendaraan ringan dan berat).

Perhitungan jumlah kendaraan dilakukan selama empat hari yaitu, pada hari senin, jumat, sabtu dan minggu. Penentuan hari dilakukannya sampling berdasarkan perbedaan volume kendaraan pada hari kerja dan hari libur. Waktu dilakukan sampling pada jam Jam 06.00 sampai dengan jam 09.00, dan pada jam 15.30 sampai dengan jam 18.30. Untuk lebih jelasnya letak titik lokasi sampling dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 3. 5 Lokasi Sampling Kendaraan



Gambar 3. 6 Lokasi Sampling Titik 1



Gambar 3. 7 Lokasi Sampling Titik 2

### 3.3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang digunakan untuk mendukung data primer yang telah ada. Data sekunder didapatkan dari instansi pemerintah atau badan organisasi lainnya seperti : Badan Lingkungan Hidup Kota. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah :

- Data laporan harian pemantauan kualitas udara ambien dari stasiun pemantau pencemar udara dari Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya (BLH).

### 3.3.4 Pengolahan Data

- a. Data primer yang diperoleh dilakukan pengolahan agar didapatkan suatu laju emisi dengan satuan (g/km/jam). Untuk menghitung laju Emisi ini menggunakan rumus:

$$Q = n \times FE \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

Q = laju emisi (gram/km/jam)

n = Jumlah kendaraan (kendaraan/jam)

FE = Faktor Emisi (gram/km.kendaraan)

- b. Dari hasil perhitungan laju Emisi, dapat dihitung konsentrasi polutan dengan menggunakan rumus persamaan dari model GFSL, rumusnya adalah:

$$C = \frac{Q}{\sqrt{2\pi}\bar{U}e\sigma_z} \times \left\{ \frac{\exp[-1/2(z+h_0)^2]}{\sigma_z^2} + \frac{\exp[-1/2(z-h_0)^2]}{\sigma_z^2} \right\} \beta \dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

- C = konsentrasi pencemar di udara ambien (gram/m<sup>3</sup>)  
Q = laju emisi (gram/m/detik)  
 $\bar{U}e$  = kecepatan angin efektif (m/detik)  
z = tinggi penerima (m)  
h<sub>0</sub> = tinggi efektif sumber (m)  
 $\theta$  = arah angin  
 $\sigma_z$  = koefisien disepersi arah vertical (m)

Pada persamaan 3.2 terdapat variabel  $\sigma_z$  yang dapat dihitung menggunakan rumus.

$$\sigma_z = (a + b \left[ \frac{x}{\sin \theta} \right]^c) \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan :

- a, b, c = parameter yang ditentukan dalam stabilitas atmosfer.  
x = jarak antara stasiun pemantau dengan *line source* (m).

Untuk mendapatkan nilai dari masing-masing persamaan, terlebih dahulu dilihat dari kecepatan angin yang ada. Tabel 3.1 berikut adalah tabel klasifikasi udara yang menggunakan metode Pasquill Stability Categories (Khaled *et al*, 2006) yang berdasarkan kombinasi kecepatan angin dan kondisi atmosfer.

**Tabel 3. 1 Klasifikasi Atmosfer**

Kecepatan Angin (m/s)	Siang				1 jam sebelum matahari terbit/ setelah matahari tenggelam
	Intensitas Radiasi Matahari				
	Kuat	Sedang	Lemah	Mendung	
	>600 W/m <sup>2</sup>	300-600 W/m <sup>2</sup>	<300 W/m <sup>2</sup>		
<2	A	A-B	B	C	D
2-3	A-B	B	C	C	D
3-5	B	B-C	C	C	D
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

**Sumber : Khaled *et al*, (2006)**

Untuk mengetahui kecepatan angin dan intensitas matahari di lapangan, penelitian ini menggunakan data dari Badan Lingkungan Hidup. Sehingga dari data sekunder tersebut dapat dikategorikan kecepatan angin dan intensitas matahari pada stasiun. Setelah diketahui kecepatan angin dan huruf intensitas matahari, maka dapat dilanjutkan dengan mengaplikasikan parameter dalam tabel 3.2

**Tabel 3. 2 Nilai Parameter untuk Model GFLS**

Parameter	Stabil (E-F)	Netral (C-D)	Tidak Stabil (A-B)
a	1.49	1.14	1.14
b	0.15	0.1	0.05
c	0.77	0.97	1.33
$\alpha$	20.7	11.1	11.1
$\beta$	5.82	3.46	3.46
$\gamma$	3.57	3.5	3.5
U1	0.18	0.27	0.27
U0	0.23	0.38	0.63

**Sumber : Chock, 1978**

Setelah mendapatkan semua parameter, maka dapat dihitung konsentrasinya dengan rumus GFLS.

- c. Hasil perhitungan menggunakan persamaan diatas dibandingkan dengan data konsentrasi polutan dari laporan harian stasiun pemantau udara untuk validasi. Validasi menggunakan  $R^2$  dan *index of agreement* excel dimana data yang dibandingkan adalah hasil prediksi dan hasil observasi. Jika data yang divalidasikan tidak valid maka dapat ditarik kesimpulan bahwa model GFLS tidak dapat digunakan untuk memprediksi polutan udara di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno.

### **3.3.5 Kesimpulan dan Saran**

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka akan didapatkan suatu kesimpulan yang menyatakan hasil ringkasan dari penelitian yang menjawab tujuan penelitian. Kesimpulan merupakan langkah terakhir dalam penulisan tugas akhir ini. Saran diberikan untuk mengevaluasi serta memberikan perbaikan penelitian dan pelaksanaan penelitian lebih lanjut.

### **3.3.6 Penyusunan Laporan**

Tahap ini adalah tahap terakhir dimana dalam tahap ini akan dilaporkan seluruh hasil dari penelitian ini.

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Jumlah Kendaraan Tiap Waktu Sampling**

Jumlah kendaraan yang dihitung dibedakan menurut faktor emisinya sesuai dengan faktor emisi pada Tabel 2. 2 dan Tabel 2. 3. Data jumlah kendaraan pada waktu sampling dapat dilihat pada lampiran A.

#### **4.2 Perhitungan Laju Emisi**

Laju emisi adalah suatu jumlah total emisi yang dihasilkan dari suatu kegiatan transportasi dari titik tertentu, sehingga nantinya dapat dihitung dengan menggunakan rumus GFLS. Besarnya laju emisi tergantung pada volume jumlah kendaraan yang melewati jalan raya.

Dalam penelitian ini, laju emisi yang dihitung adalah Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>), dan Partikulat (PM<sub>10</sub>) yang dihasilkan dari kegiatan transportasi dengan titik di jalan raya sesuai dengan jenis kendaraan yang disurvei.

Perhitungan laju emisi yang dihasilkan pada tiap jenis kendaraan dihitung dengan menggunakan persamaan 3. 1. Data yang dibutuhkan pada perhitungan dengan persamaan ini adalah data jumlah kendaraan yang melewati jalan dengan panjang 520 meter (kendaraan/30 menit), faktor emisi (g/km.kendaraan). Nilai faktor emisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah nilai faktor emisi dari Schipper (2008) dan Suhadi (2008) untuk dijadikan sebagai pembanding. Untuk faktor emisi dapat dilihat pada tabel 2. 2 dan Tabel 2. 3.

Contoh perhitungan laju emisi dari kendaraan sepeda motor hari sabtu, pukul 07-00 – 07.30 adalah

- Jumlah kendaraan (n = 3080 kendaraan/30 menit)
- Faktor emisi untuk kategori polutan PM<sub>10</sub> untuk sepeda motor = 8,72 g/kendaraan/km
- Jumlah laju emisi rata – rata  
= n x FE

$$\begin{aligned}
&= 3080 \text{ kendaraan/30 menit} \times 8,72 \text{ g/km.kendaraan 30} \\
&\quad \text{menit/1800 detik} \\
&= 14,92 \text{ g/km/detik} \\
&= 0,0015 \text{ g/m/detik}
\end{aligned}$$

Tabel hasil perhitungan laju emisi secara lengkap dapat dilihat pada lampiran B.

### 4.3 Perhitungan Konsentrasi Polutan

Setelah diketahui jumlah laju emisi dari masing masing jenis kendaraan, maka dari data perhitungan tersebut akan dimasukkan ke dalam rumus pemodelan GFLS. Pada proses perhitungan, ada beberapa faktor yang diperhatikan yaitu faktor-faktor seperti arah angin, kecepatan angin, dan stabilitas atmosfer yang didapatkan dari data sekunder yang berasal dari Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. Dengan menggunakan data sekunder tersebut, arah angin dan kecepatan angin di sekitar stasiun pemantau dapat diketahui.

Data sekunder yang digunakan untuk menghitung konsentrasi polutan adalah data sekunder yang mempunyai arah angin dari sudut  $45^\circ$  sampai dengan  $77^\circ$ , penentuan arah angin ini dikarenakan jika berdasarkan lokasi survey, arah angin tersebut adalah arah angin yang mengarah menuju stasiun pemantau. Data yang dipakai dapat dilihat pada tabel 4. 1.

Tabel 4. 1 Data Arah Angin

Hari	Waktu Sampling	Arah Angin
Jumat	07.00-07.30	50,25
	07.30-08.00	71,61
	08.00-08.30	58,69
	08.30-09.00	76,76
Sabtu	16.30-17.00	49,46
	17.00-17.30	32,05
Minggu	17.30-18.00	76,63
	18.00-18.30	73,74
Senin	08.00-08.30	65,95
	15.30-16.00	55,09

Hari	Waktu Sampling	Arah Angin
	16.00-16.30	46,79
	16.30-17.00	64,50
	17.00-17.30	72,29
	17.30-18.00	64,70
	18.00-18.30	75,32

Sumber: Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya, 2015

Untuk menentukan besar konsentrasi polutan, hal hal yang perlu diperhatikan adalah stabilitas atmosfer, kecepatan arah angin, koefisien dispersi vertikal dan tinggi efektif sumber. Penjelasan secara lengkap dijelaskan sebagai berikut

#### 4.3.1 Stabilitas Atmosfer

Dalam menentukan tingkat stabilitas atmosfer model GFSL menggunakan bilangan Richardson. Bilangan Richardson membagi tingkat kestabilan atmosfer menjadi 3 jenis yaitu stabil, netral, dan tidak stabil. Untuk menentukan kondisi kestabilan atmosfer dapat menggunakan nilai Pasquill-Gifford. Klasifikasi stabilitas atmosfer dapat dilihat pada tabel 3.1. Penentuan ini berdasarkan nilai kecepatan angin dan intensitas radiasi matahari. Setelah didapatkan tingkat kestabilan atmosfer kemudian menentukan nilai Pasquill-Gifford menggunakan tabel 3.2.

Tabel 4.4 merupakan tabel penentuan kelas stabilitas atmosfer berdasarkan kecepatan angin dan intensitas matahari.

Tabel 4. 2 Penentuan Kelas Stabilitas Atmosfer

Hari	Waktu Sampling	Arah Angin	Kecepatan Angin	Globa l Radiasi	Pasquill	Ri
		o	m/s	W/m <sup>2</sup>		
Jumat	07.00-07.30	53,25	0,23	201,6	B	Tidak Stabil
	07.30-08.00	74,61	0,49	301,8	B	Tidak Stabil
	08.00-08.30	61,69	0,67	362,1	B	Tidak Stabil

Hari	Waktu Sampling	Arah Angin	Kecepatan Angin	Globa I Radiasi	Pasquill	Ri
	08.30-09.00	79,76	1,15	295,8	B	Tidak Stabil
Sabtu	16.30-17.00	52,46	1,54	22,1	B	Tidak Stabil
	17.00-17.30	35,05	1,12	0,2	B	Tidak Stabil
Minggu	17.30-18.00	79,63	0,78	0,0	D	Netral
	18.00-18.30	76,74	0,90	0,0	D	Netral
Senin	08.00-08.30	68,95	0,10	116,6	B	Tidak Stabil
	15.30-16.00	58,09	1,45	178,0	B	Tidak Stabil
	16.00-16.30	49,79	1,20	60,9	B	Tidak Stabil
	16.30-17.00	67,50	1,18	42,9	B	Tidak Stabil
	17.00-17.30	75,29	1,01	24,3	B	Tidak Stabil
	17.30-18.00	67,70	0,80	8,9	D	Netral
	18.00-18.30	78,32	0,42	0,2	D	Netral

#### 4.3.2 Kecepatan dan Arah Angin

Data kecepatan angin dan arah angin berupa data sekunder yang didapatkan dari Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya yang diambil dari stasiun monitoring udara ambien. Persamaan yang digunakan untuk menentukan kecepatan angin adalah persamaan berikut:

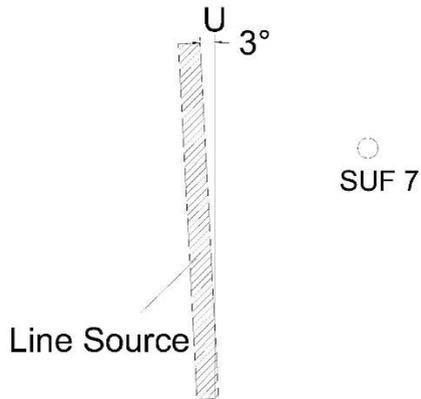
$$\bar{U}_e = (u \sin \theta + U_0) \dots \dots \dots (4.1)$$

dimana,

$\bar{U}_e$  = kecepatan angin efektif (m/detik)

- $u$  = kecepatan angin dari data BLH
- $\sin \theta$  = arah angin atau sudut angin terhadap jalan
- $U_0$  = Kecepatan angin terkoreksi (Tabel 3.2)

Diketahui sudut arah jalan terhadap arah utara adalah  $3^\circ$ . Maka sudut arah angin (dari BLH) juga harus dijumlah dengan  $3^\circ$ .



Gambar 4. 1 Penentuan Arah Angin Terhadap Jalan

Untuk mendapatkan kecepatan efektif menggunakan persamaan 4.1. Contoh perhitungan kecepatan angin efektif hari jumat, pukul 07-00–07.30 adalah

- $u = 0,23 \text{ m/s}$
- $\Theta = 50,25$
- $U_0 = 0,63$
- Kecepatan angin efektif
  - $= u \times \sin \Theta + U_0$
  - $= 0,23 \times \sin (50,25+3) + 0,63$
  - $= 0,808 \text{ m/s}$

Pada Tabel 4.5 dapat dilihat nilai kecepatan angin efektif pada tiap waktu sampling.

Tabel 4. 3 Nilai Kecepatan Angin Efektif

Hari	Waktu Sampling	Arah Angin	Kecepatan Angin	U <sub>o</sub>	U <sub>e</sub>
		°	m/s		
Jumat	07.00-07.30	53,25	0,23	0,63	0,808
	07.30-08.00	74,61	0,49	0,63	1,093
	08.00-08.30	61,69	0,67	0,63	1,203
	08.30-09.00	79,76	1,15	0,63	1,749
Sabtu	16.30-17.00	52,46	1,54	0,63	1,797
	17.00-17.30	35,05	1,12	0,63	1,222
Minggu	17.30-18.00	79,63	0,78	0,38	1,137
	18.00-18.30	76,74	0,90	0,38	1,244
Senin	08.00-08.30	68,95	0,10	0,63	0,722
	15.30-16.00	58,09	1,45	0,63	1,819
	16.00-16.30	49,79	1,20	0,63	1,506
	16.30-17.00	67,50	1,18	0,63	1,693
	17.00-17.30	75,29	1,01	0,63	1,593
	17.30-18.00	67,70	0,80	0,38	1,100
	18.00-18.30	78,32	0,42	0,38	0,782

### 4.3.3 Koefisien Dispersi Vertikal ( $\sigma_z$ )

Dalam menghitung koefisien dispersi vertikal bergantung pada tingkat kestabilan atmosfer dan jarak sumber ke reseptor berdasarkan arah angin ( $x$ ). Koefisien dispersi vertikal dihitung dengan menggunakan persamaan berikut, untuk mendapatkan nilai  $a$ ,  $b$  dan  $c$  yang digunakan pada persamaan 4.2 dapat didapatkan dari tabel 2.2

$$\sigma_z = \left( a + b \left[ \frac{x}{\sin \theta} \right] \right)^c \dots \dots \dots (4.2)$$

Contoh perhitungan koefisien dispersi vertikal hari jumat, pukul 07-00–07.30 adalah sebagai berikut

- Berdasarkan nilai stabilitas atmosfer, kelas stabilitas atmosfer pada hari Sabtu jam 07.00-07.30 adalah tidak stabil sehingga nilai  $a=1,14$ ,  $b= 0,05$ ,  $c=1,33$
- Berdasarkan arah angin nilai  $\sin \Theta$  adalah 0.82

- nilai x adalah jarak antara stasiun pemantau dengan sumber yang berdasarkan arah angin yaitu = 1138.18 m
- $\sigma z = (1.14 + 0.05 \left[ \frac{1138.18}{0.8012} \right])^{1.33}$
- $\sigma z = 275.95$  m

Dalam menghitung  $\sin \theta$  disesuaikan dengan kondisi stabilitas atmosfer. Pada kondisi atmosfer stabil nilai  $\sin \theta$  diubah menjadi  $0,1466 + 0,8534 \sin \theta$ . Sedangkan pada kondisi atmosfer tidak stabil dan netral, nilai  $\sin \theta$  diubah menjadi  $0,244 + 0,7758 \sin \theta$ .

Pada Tabel 4.4 dapat dilihat nilai koefisien dispersi vertikal pada tiap waktu sampling.

Tabel 4. 4 Nilai Koefisien Dispersi Vertikal

Hari	Waktu Sampling	a	b	c	$\sin \theta$ ( $\sigma z$ )	x (m)	$\sigma z$ ( m)
Jumat	07.00-07.30	1,14	0,05	1,33	0,85	1138,18	275,95
	07.30-08.00	1,14	0,05	1,33	0,97	946,11	180,84
	08.00-08.30	1,14	0,05	1,33	0,91	1036,07	222,73
	08.30-09.00	1,14	0,05	1,33	0,99	936,22	174,77
Sabtu	16.30-17.00	1,14	0,05	1,33	0,84	1151,16	282,89
	17.00-17.30	1,14	0,05	1,33	0,67	1142,76	376,66
Minggu	17.30-18.00	1,14	0,1	0,97	0,99	924,54	82,68
	18.00-18.30	1,14	0,05	1,33	0,98	932,67	175,84
Senin	08.00-08.30	1,14	0,05	1,33	0,95	1006,37	202,43
	15.30-16.00	1,14	0,05	1,33	0,88	1072,38	241,41
	16.00-16.30	1,14	0,05	1,33	0,82	1198,34	309,04

Hari	Waktu Sampling	a	b	c	sin $\Theta$ ( $\sigma_z$ )	x (m)	$\sigma_z$ (m)
	16.30-17.00	1,14	0,05	1,33	0,94	944	188,14
	17.00-17.30	1,14	0,05	1,33	0,97	985,41	190,07
	17.30-18.00	1,14	0,1	0,97	0,94	934,46	87,38
	18.00-18.30	1,14	0,1	0,97	0,98	957,21	85,76

#### 4.3.4 Tinggi Efektif Sumber (Ho)

Tinggi sumber adalah jumlah dari tinggi sumber atau tinggi knalpot setinggi 30 cm dan tinggi plume rise (Hp). Untuk menghitung ketinggian plume rise dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$H_p = \left( \frac{F'}{2 \beta L U^3} \right)^{1/2} \dots\dots\dots(4.3)$$

$$F' = \frac{g L W m w (T_s - T_a)}{T_s} \dots\dots\dots(4.4)$$

Sedangkan untuk mencari tinggi sumber digunakan persamaan sebagai berikut

$$h_o = \text{tinggi sumber pencemar} + H_p \dots\dots\dots(4.5)$$

Dimana :

- g = gravitasi = 9.81 (m/s<sup>2</sup>)
- L = panjang line source (m)
- Wm = lebar line source (m)
- u = kecepatan angin rata-rata
- Ts = temperatur pada knalpot (80<sup>0</sup>C) (353 K)
- Ta = temperatur pada udara ambient (K)

Contoh perhitungan tinggi sumber pada hari sabtu, pukul 07-00–07.30 adalah sebagai berikut :

Pada Tabel 4.5 dapat dilihat nilai Ho pada tiap waktu sampling.

Tabel 4. 5 Nilai Ho (tinggi sumber)

Hari	Waktu Sampling	Suhu Udara (K)	F'	Ho (m)
Jumat	07.00-07.30	301,00	108014,6	17,94
	07.30-08.00	302,27	104936,2	17,69
	08.00-08.30	302,92	103376,7	17,56
	08.30-09.00	303,42	102168,8	17,46
Sabtu	16.30-17.00	301,58	106599,5	17,83
	17.00-17.30	301,28	107330,7	17,89
Minggu	17.30-18.00	301,73	106230,9	17,80
	18.00-18.30	301,47	106873,8	17,85
Senin	08.00-08.30	302,14	105238,3	17,72
	15.30-16.00	302,42	103504,2	17,57
	16.00-16.30	302,38	104569,2	17,66
	16.30-17.00	302,17	104656,1	17,67
	17.00-17.30	302,00	105182,7	17,71
	17.30-18.00	301,77	105584,2	17,75
	18.00-18.30	301,52	106148,5	17,79

#### 4.3.5 Koefisien Dispersi ( $\sigma_y$ )

Dalam menghitung koefisien dispersi bergantung pada arah angin, kecepatan angin dan jarak sumber ke reseptor berdasarkan arah angin (x). Koefisien dispersi dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\sigma_y = \sqrt{\sigma_{yt}^2 + \sigma_{ya}^2} \dots\dots\dots(4.6)$$

$$\sigma_{yt} = 2 \sigma_{zt} \dots\dots\dots(4.7)$$

$$\sigma_{zt} = 3.57 - 0.53 U \dots\dots\dots(4.8)$$

$$\sigma_{ya} = \frac{1000 x \sin \lambda}{2.15 \cos \lambda} \text{ (x dalam km)} \dots\dots\dots(4.9)$$

$$\lambda = \begin{cases} (18.33 - 1.8096 \ln x) / 57.2958 & \text{untuk tidak stabil} \\ (14.33 - 1.7706 \ln x) / 57.2958 & \text{untuk netral} \quad \dots(4.10) \\ (12.5 - 1.0857 \ln x) / 57.2958 & \text{untuk stabil} \end{cases}$$

Pada Tabel 4. 6 dan 4. 7 dapat dilihat nilai  $\sigma_y$  pada tiap waktu sampling.

Tabel 4. 6 Nilai  $\lambda$ ,  $\sigma_{ya}$ ,  $\sigma_{zt}$ ,  $\sigma_{yt}$

Hari	Waktu Sampling	u (m/s)	x (km)	$\lambda$	$\sigma_{ya}$	$\sigma_{zt}$	$\sigma_{yt}$
Jumat	07.00-07.30	0,23	1,14	0,22	116,00	3,45	6,89
	07.30-08.00	0,49	0,95	0,22	98,04	3,31	6,62
	08.00-08.30	0,67	1,04	0,22	106,49	3,21	6,43
	08.30-09.00	1,15	0,94	0,22	97,11	2,96	5,92
Sabtu	16.30-17.00	1,54	1,15	0,22	117,20	2,76	5,51
	17.00-17.30	1,12	1,14	0,22	116,42	2,98	5,96
Minggu	17.30-18.00	0,78	0,92	0,22	96,00	3,16	6,31
	18.00-18.30	0,90	0,93	0,22	96,77	3,09	6,19
Senin	08.00-08.30	0,10	1,01	0,22	103,71	3,52	7,03
	15.30-16.00	1,45	1,07	0,22	109,88	2,80	5,60
	16.00-16.30	1,20	1,20	0,21	121,56	2,93	5,87
	16.30-17.00	1,18	0,94	0,22	97,84	2,95	5,89
	17.00-17.30	1,01	0,99	0,22	101,74	3,03	6,07
	17.30-18.00	0,80	0,93	0,22	96,94	3,15	6,30
	18.00-18.30	0,42	0,96	0,22	99,09	3,35	6,70

Tabel 4. 7 Nilai  $\sigma_y$

Hari	Waktu Sampling	$\sigma_y$
Jumat	07.00-07.30	116,205
	07.30-08.00	98,2651
	08.00-08.30	106,688
	08.30-09.00	97,2882
Sabtu	16.30-17.00	117,332

Hari	Waktu Sampling	$\sigma_y$
	17.00-17.30	116,577
Minggu	17.30-18.00	96,2112
	18.00-18.30	96,9699
Senin	08.00-08.30	103,95
	15.30-16.00	110,027
	16.00-16.30	121,703
	16.30-17.00	98,0198
	17.00-17.30	101,924
	17.30-18.00	97,1458
	18.00-18.30	99,3149

Setelah mendapatkan semua nilai variabel maka langkah selanjutnya memasukkan semua variabel ke dalam rumus GFLS. rumus model GFLS adalah sebagai berikut :

$$C = \frac{Q}{\sqrt{2\pi} U_e \sigma_z} \times \left\{ \frac{\exp[-1/2(z+h_0)^2]}{\sigma_z^2} + \frac{\exp[-1/2(z-h_0)^2]}{\sigma_z^2} \right\} \beta \dots\dots\dots(4.8)$$

Keterangan :

- C = konsentrasi pencemar (g/m<sup>3</sup>)
- Q = laju emisi (gr/m/detik)
- $\bar{U}_e$  = kecepatan angin efektif (m/detik)
- z = tinggi reseptor atau penerima (m)
- h<sub>0</sub> = tinggi sumber (m)
- $\theta$  = arah angin
- $\sigma_z$  = koefisien dispersi arah vertical (m)

Contoh perhitungan Konsentrasi Polutan PM10 pada hari jumat, pukul 07-00–07.30 adalah sebagai berikut:

- Q (laju emisi) = 0,0201 g/m/detik
- $\bar{U}_e$  = 0,808 m/s
- z = 5 m
- h<sub>0</sub> = 17,94 m
- $\theta$  = 50,25°
- $\sigma_z$  = 277,06 m
- $\beta$  = 0,0012

$$C = \frac{0,0201}{\sqrt{2} \cdot 3,14 \cdot Ue \cdot \sigma z} \times \left\{ \frac{\exp[-1/2(5 + 17,94)^2]}{277,06^2} + \frac{\exp[-1/2(5 - 17,94)^2]}{277,06^2} \right\} 0,0012$$

$$C = 0,00000008 \text{ g/m}^3$$

$$C = 0,008 \text{ } \mu\text{g/m}^3$$

Tabel 4.8 merupakan tabel besar konsentrasi CO, NOx, dan PM<sub>10</sub> yang dihitung dengan menggunakan model GFLS

**Tabel 4. 8 Konsentrasi CO, NOx, dan PM<sub>10</sub>**

Hari	Waktu Sampling	C (CO) (mg/m <sup>3</sup> )	C (PM <sub>10</sub> ) (μg/m <sup>3</sup> )	C (NO <sub>x</sub> ) (μg/m <sup>3</sup> )
Jumat	07.00-07.30	0,000086	0,008	0,006
	07.30-08.00	0,00020	0,019	0,014
	08.00-08.30	0,00010	0,010	0,007
	08.30-09.00	0,00012	0,014	0,011
Sabtu	16.30-17.00	0,00002	0,002	0,002
	17.00-17.30	0,00001	0,001	0,001
Minggu	17.30-18.00	0,00029	0,030	0,023
	18.00-18.30	0,00028	0,042	0,031
Senin	08.00-08.30	0,00025	0,024	0,018
	15.30-16.00	0,00003	0,006	0,004
	16.00-16.30	0,00003	0,004	0,003
	16.30-17.00	0,00012	0,013	0,010
	17.00-17.30	0,00013	0,014	0,011
	17.30-18.00	0,00026	0,043	0,032
	18.00-18.30	0,00064	0,057	0,042

#### 4.4 Validasi Data

Setelah menghitung konsentrasi polutan pencemar, langkah selanjutnya yaitu validasi data. Validasi data yang digunakan adalah dengan menggunakan data sekunder dari BLH Kota

Surabaya. Hal ini bertujuan untuk mengetahui hasil dari model GFLS ini bisa diaplikasikan untuk menghitung konsentrasi pencemar yang dikeluarkan dari aspek transportasi. Validasi data ini menggunakan persamaan IOA dan  $R^2$ .

Perbandingan nilai konsentrasi polutan hasil prediksi dengan observasi dapat dilihat pada Lampiran D. Untuk parameter CO dan NO<sub>x</sub> terdapat beberapa data yang tidak divalidasi dikarenakan data dari BLH yang tidak lengkap atau ada beberapa data yang hilang.

Menurut Wilmott (1981) salah satu cara untuk melakukan validasi model adalah menggunakan *Index of Agreement* dan  $R^2$ . Persamaan validasi yang digunakan pertama adalah menggunakan metode IOA. Hasil prakiraan dari model yang baik ditunjukkan dengan nilai IOA mendekati 1. Rumus IOA adalah

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N (|P_i - O_{mean}| + |O_i - O_{mean}|)^2}$$

Keterangan

O = Konsentrasi dari data sekunder BLH

P = Konsentrasi hasil prediksi

Dari tabel di lampiran D didapatkan nilai d sebesar 0,396 yang menunjukkan bahwa model GFLS tidak bisa digunakan untuk memperkirakan nilai konsentrasi CO. Nilai d sebesar 39,6% berarti bahwa 39,6% data dalam model telah mewakili kondisi lapangan atau 39,6% data adalah benar. Begitu juga dengan NO<sub>x</sub> dan PM<sub>10</sub> yang menghasilkan nilai d adalah 0,376 dan 0,374

Validasi kedua adalah dengan menggunakan  $R^2$ . Grafik validasi  $R^2$  dapat dilihat pada lampiran D. Dari ketiga grafik  $R^2$  pada lampiran dapat ditarik kesimpulan bahwa model GFLS adalah model yang buruk untuk memprediksi PM<sub>10</sub> dikarenakan nilai  $R^2$  adalah sebesar 0,142, begitu juga dengan CO dan NO<sub>x</sub> yaitu sebesar 0,00005 dan 0,101.

Setelah didapatkan hasil validasi model menggunakan IOA dan  $R^2$  maka dibandingkan hasil perhitungan. Selain itu digunakan faktor emisi lain yaitu menggunakan faktor emisi yang

dibuat oleh suhadi tahun 2008 untuk mengetahui performa dari model. Tabel 4. 9 merupakan tabel perbandingan hasil validasi antara faktor emisi Schipper dan faktor emisi Suhadi. Dari hasil perbandingan dapat diketahui bahwa model GFLS tidak bisa digunakan untuk memprediksi konsentrasi ( $PM_{10}$ ,  $NO_x$ , dan  $CO$ ) dikarenakan nilai  $R^2$  dan  $d$  yang buruk (dibawah 0.6)

Hasil validasi yang tidak sesuai ini disebabkan karena pada data sekunder BLH, stasiun pemantau kualitas udara tidak hanya menerima polutan dari transportasi namun terdapat kemungkinan menerima gas pencemar dari sumber lain seperti sumber titik (point source), dan pencemar dari pemukiman. Selain itu model juga tidak memperhatikan reaksi reaksi kimia yang terjadi di atmosfer sehingga mengakibatkan hasil validasi yang tidak sesuai.

**Tabel 4. 9 Perbandingan Hasil Validasi**

Polutan	Faktor Emisi (Schipper, 2008)		Faktor Emisi (Suhadi, 2008)	
	d	$R^2$	d	$R^2$
CO	0,396	0,0142	0,288	0,0043
$NO_x$	0,376	0,00005	0,247	0,00024
$PM_{10}$	0,374	0,101	0,363	0,0801

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Performa model GFLS dalam memprediksi konsentrasi polutan udara (CO, NO<sub>x</sub>, dan PM<sub>10</sub>) sangat tidak sesuai. Hal ini ditunjukkan dengan nilai  $d$  dan  $R^2$  untuk PM<sub>10</sub> adalah 0,344 dan 0,101. untuk polutan CO nilai  $d$  dan  $R^2$  adalah 0,396 dan 0,0142 dan untuk polutan NO<sub>x</sub> adalah 0,376 dan 0,00005.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut adalah

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk faktor faktor lain yang diasumsikan dalam model sehingga hasil yang didapatkan memiliki hasil validasi yang baik.
2. Perlu adanya pengukuran kualitas udara secara langsung sebagai pembanding data primer dan stasiun di Surabaya untuk mengurangi kemungkinan terjadinya data yang hilang atau error.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. 2012. **Pelaporan Status Lingkungan Hidup (PSLHD) Kota Surabaya Tahun 2012**. Surabaya: Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya.
- Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. 2013. **Pelaporan Status Lingkungan Hidup (PSLHD) Kota Surabaya Tahun 2013**. Surabaya: Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya.
- Chock, D. P. 1978. **A Simple Line Source Model For Dispersion Near Roadways**. Atmospheric Environment. 12, 823-829.
- Ganguly, R., Broderick, B. M. 2008. **Assessment of a General Finite Line Source Model and CALINE4 for Vehicular Pollution Prediction in Ireland**. Environ Model Assess Vol. 14, 113-125.
- Gupta, N. C., Sambi, S. S., Qutebha, M. T. 2011. **Prediction Of Spatial Concentration Distribution Of Carbon Monoxide On Urban Street In Delhi : A Comparative Study**. Journal Of Environmental Research and Development Vol. 5 No. 3, January-March 2011. Delhi
- Environmental Protection Agency Victoria. 2014. **Definition of Air Pollution**. <http://www.epa.vic.gov.au/air/aq4kids/pollution.asp> diakses tanggal 19 Januari 2015
- Fardiaz, S. 1992. **Polusi Air & Udara**. Yogyakarta: Kanisius
- Hickman, A.J. 1999. **Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption**. Transport Research Laboratory
- Hutagalung, M. 2008. **Teknologi Pengelolaan Limbah Gas**. <http://majarimagazine.com/2008/2008/01/teknologi-pengolahan-limbah-gas> diakses tanggal 15 Januari 2015
- Khaled, S. M., Essa. M., Embaby. A, M. Kozae. Fawzia, M. dan Ibrahim, K. 2006. **Estimation of Seasonal Atmospheric**

**Stability and Mixing Height by Using Different Scheme.**  
Radiation Physics & Protection Conference.

- Luhar, A., Patil, S. 1989. A General Finite Line Source Model for vehicular pollution prediction. *Atmospheric Environment* 23, 555-562.
- Novianto, S dan Drijejana. 2009. **Pengaruh Karakteristik Faktor Emisi Terhadap Estimasi Beban Emisi Oksida Nitrogen (NOx) dari Sektor Transportasi.** Bandung: Teknik Lingkungan ITB.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 10 tahun 2009 tentang Baku Mutu Udara Ambien dan Emisi Sumber Tidak Bergerak di Jawa Timur. Surabaya.
- Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Jakarta.
- Schipper, L. 2008. **Quantifying Emissions Reductions from Transport Solutions Hanoi Case Study.** Hanoi: World Research Institute.
- Shukla, A. K. 2011. **Prediction Of Vehicular Pollutants SO<sub>2</sub> And NO<sub>x</sub> By General Finite Line Source Model For Medium Sized Metropolitan City.** *International Journal of Advanced Engineering Technology*. 2, 27-36.
- Soedomo, M. 2001. **Kumpulan Karya Ilmiah Pencemaran Udara.** Bandung: ITB Press.
- Suhadi, D. R. 2008. **Penyusunan Petunjuk Teknis Perkiraan Beban Pencemaran Udara dari Kendaraan Bermotor Di Indonesia.** Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- United States Environmental Protection Agency. 2014. **Carbon Monoxide.** <http://www.epa.gov/airquality/carbonmonoxide/> diakses tanggal 18 Januari 2015.

Wilmott, C. J. 1981 **On the Validation of Models.** Physical Geography 2, 184-194

## **LAMPIRAN A**



**Lampiran A**  
**Form Traffic Counting**

<b>FORMULIR PERHITUNGAN JUMLAH KENDARAAN</b>						
Nama Lokasi : Jalan Dr. Ir. H Soekarno						
Hari, Tanggal : 27 Maret 2015						
<b>Waktu Sampling</b>	<b>Jumlah Kendaraan</b>					
	<b>Mobil (bensin)</b>	<b>Mobil (solar)</b>	<b>Motor</b>	<b>Truk</b>	<b>Angkutan umum</b>	<b>Bis</b>
06.00-06.30	864	155	3080	6	2	0
06.30-07.00	1033	145	3144	9	6	1
07.00-07.30	1202	191	3637	12	3	1
07.30-08.00	1201	190	3617	11	4	0
08.00-08.30	1170	183	3298	12	1	1
08.30-09.00	1125	194	3183	24	3	0
15.30-16.00	1034	227	3747	11	0	0
16.00-16.30	1064	223	3786	11	0	0
16.30-17.00	1012	206	4084	20	3	0
17.00-17.30	998	200	3921	5	0	1
17.30-18.00	1041	222	3706	16	2	0
18.00-18.30	994	213	3712	6	0	0
<b>Total</b>	<b>12738</b>	<b>2349</b>	<b>42915</b>	<b>143</b>	<b>24</b>	<b>4</b>

Sumber : Hasil Survey, 2015

**FORMULIR PERHITUNGAN JUMLAH KENDARAAN**

Nama Lokasi : Jalan Dr. Ir. H Soekarno

Hari, Tanggal : 28 Maret 2015

Waktu Sampling	Jumlah Kendaraan					
	Mobil (bensin)	Mobil (solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis
06.00-06.30	405	47	985	5	3	2
06.30-07.00	413	75	1174	9	5	0
07.00-07.30	521	74	1504	14	4	0
07.30-08.00	428	108	1815	6	0	0
08.00-08.30	621	128	2156	20	2	2
08.30-09.00	733	142	1726	28	1	1
15.30-16.00	932	185	1756	3	2	0
16.00-16.30	975	180	1839	5	4	0
16.30-17.00	1019	208	1878	0	1	0
17.00-17.30	1015	126	1547	0	0	0
17.30-18.00	1094	172	1688	10	0	0
18.00-18.30	1119	169	1751	10	0	0
<b>Total</b>	<b>9275</b>	<b>1614</b>	<b>19819</b>	<b>110</b>	<b>22</b>	<b>5</b>

Sumber : Hasil Survey, 2015

**FORMULIR PERHITUNGAN JUMLAH KENDARAAN**

Nama Lokasi : Jalan Dr. Ir. H Soekarno

Hari, Tanggal : 29 Maret 2015

Waktu Sampling	Jumlah Kendaraan					
	Mobil (bensin)	Mobil (solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis
06.00-06.30	594	113	1528	14	0	2
06.30-07.00	723	123	1840	5	2	0
07.00-07.30	629	108	1491	3	3	0
07.30-08.00	590	107	1412	4	1	0
08.00-08.30	712	114	1627	18	1	0
08.30-09.00	1010	214	1974	10	6	0
15.30-16.00	991	185	2016	21	1	1
16.00-16.30	987	209	2102	2	2	0
16.30-17.00	748	87	1499	2	4	1
17.00-17.30	837	139	1732	4	0	0
17.30-18.00	953	147	1825	25	3	1
18.00-18.30	9340	1660	20516	115	28	6
<b>Total</b>	<b>18114</b>	<b>3206</b>	<b>39562</b>	<b>223</b>	<b>51</b>	<b>11</b>

Sumber : Hasil Survey, 2015

**FORMULIR PERHITUNGAN JUMLAH KENDARAAN**

Nama Lokasi : Jalan Dr. Ir. H Soekarno

Hari, Tanggal : 30 Maret 2015

Waktu Sampling	Jumlah Kendaraan					
	Mobil (bensin)	Mobil (solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis
06.00-06.30	1129	170	4132	9	2	0
06.30-07.00	1316	213	4313	8	5	0
07.00-07.30	1172	183	4859	19	4	1
07.30-08.00	934	174	3988	19	4	0
08.00-08.30	881	199	2343	26	1	0
08.30-09.00	1037	192	1701	40	5	0
15.30-16.00	1002	222	3748	40	0	0
16.00-16.30	948	206	4056	28	5	0
16.30-17.00	972	194	3781	27	4	0
17.00-17.30	971	202	3554	11	1	0
17.30-18.00	928	209	3594	9	3	0
18.00-18.30	12226	2331	43724	245	34	1
<b>Total</b>	<b>23516</b>	<b>4495</b>	<b>83793</b>	<b>481</b>	<b>68</b>	<b>2</b>

Sumber : Hasil Survey, 2015

## **LAMPIRAN B**



## Lampiran B

### A. Laju emisi menggunakan Faktor Emisi (Schipper, 2008)

Hari Jumat Tanggal 27 Maret 2015

Tabel B.1 Laju Emisi CO Hari Jumat (g/m/detik)

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
06.00-06.30	0,00147	0,000264	0,0149	0,000060	0,000003	0,000000	0,0167
06.30-07.00	0,00176	0,000247	0,0152	0,000090	0,000010	0,000004	0,0173
07.00-07.30	0,00205	0,000326	0,0176	0,000120	0,000005	0,000004	0,0201
07.30-08.00	0,00205	0,000324	0,0175	0,000110	0,000007	0,000000	0,0200
08.00-08.30	0,00200	0,000312	0,0160	0,000120	0,000002	0,000004	0,0184
08.30-09.00	0,00192	0,000331	0,0154	0,000240	0,000005	0,000000	0,0179
16.00-16.30	0,00176	0,000387	0,0182	0,000110	0,000000	0,000000	0,0204
16.30-17.00	0,00181	0,000380	0,0183	0,000110	0,000000	0,000000	0,0206
17.00-17.30	0,00173	0,000351	0,0198	0,000200	0,000005	0,000000	0,0221
17.30-18.00	0,00170	0,000341	0,0190	0,000050	0,000000	0,000004	0,0211
18.00-18.30	0,00178	0,000379	0,0180	0,000160	0,000003	0,000000	0,0203
18.30-19.00	0,00170	0,000363	0,0180	0,000060	0,000000	0,000000	0,0201

Tabel B.2 Laju Emisi NOx Hari Jumat (g/m/detik)

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
06.00-06.30	0,00034	0,000061	0,00058	0,00011	0,0000008	0,0000000	0,0011
06.30-07.00	0,00041	0,000057	0,00059	0,00016	0,0000024	0,0000064	0,0012
07.00-07.30	0,00047	0,000075	0,00069	0,00021	0,0000012	0,0000064	0,0015
07.30-08.00	0,00047	0,000075	0,00068	0,00019	0,0000016	0,0000000	0,0014
08.00-08.30	0,00046	0,000072	0,00062	0,00021	0,0000004	0,0000064	0,0014
08.30-09.00	0,00044	0,000077	0,00060	0,00042	0,0000012	0,0000000	0,0015
16.00-16.30	0,00041	0,000090	0,00071	0,00019	0,0000000	0,0000000	0,0014
16.30-17.00	0,00042	0,000088	0,00072	0,00019	0,0000000	0,0000000	0,0014
17.00-17.30	0,00040	0,000081	0,00077	0,00035	0,0000012	0,0000000	0,0016
17.30-18.00	0,00039	0,000079	0,00074	0,00009	0,0000000	0,0000064	0,0013
18.00-18.30	0,00041	0,000088	0,00070	0,00028	0,0000008	0,0000000	0,0015
18.30-19.00	0,00039	0,000084	0,00070	0,00011	0,0000000	0,0000000	0,0013

Tabel B.3 Laju Emisi PM<sub>10</sub> Hari Jumat (g/m/detik)

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
06.00-06.30	0,00046	0,000082	0,00079	0,0001	0,000001	0,000000	0,0015
06.30-07.00	0,00055	0,000077	0,00080	0,0002	0,000003	0,000009	0,0017

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
07.00-07.30	0,00063	0,000101	0,00093	0,0003	0,000002	0,000009	0,0020
07.30-08.00	0,00063	0,000100	0,00092	0,0003	0,000002	0,000000	0,0019
08.00-08.30	0,00062	0,000097	0,00084	0,0003	0,000001	0,000009	0,0019
08.30-09.00	0,00059	0,000102	0,00081	0,0006	0,000002	0,000000	0,0021
16.00-16.30	0,00055	0,000120	0,00096	0,0003	0,000000	0,000000	0,0019
16.30-17.00	0,00056	0,000118	0,00097	0,0003	0,000000	0,000000	0,0019
17.00-17.30	0,00053	0,000109	0,00104	0,0005	0,000002	0,000000	0,0022
17.30-18.00	0,00053	0,000106	0,00100	0,0001	0,000000	0,000009	0,0018
18.00-18.30	0,00055	0,000117	0,00095	0,0004	0,000001	0,000000	0,0020
18.30-19.00	0,00052	0,000112	0,00095	0,0001	0,000000	0,000000	0,0017

Hari Sabtu Tanggal 28 Maret 2015

Tabel B.4 Laju Emisi CO Hari Sabtu (g/m/detik)

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
06.00-06.30	0,00069	0,000080	0,0048	0,000050	0,000005	0,000008	0,0056
06.30-07.00	0,00070	0,000128	0,0057	0,000090	0,000009	0,000000	0,0066
07.00-07.30	0,00089	0,000126	0,0073	0,000140	0,000007	0,000000	0,0084
07.30-08.00	0,00073	0,000184	0,0088	0,000060	0,000000	0,000000	0,0098

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
08.00-08.30	0,00106	0,000218	0,0104	0,000200	0,000003	0,000008	0,0119
08.30-09.00	0,00125	0,000242	0,0084	0,000280	0,000002	0,000004	0,0101
16.00-16.30	0,00159	0,000316	0,0085	0,000480	0,000003	0,000000	0,0109
16.30-17.00	0,00166	0,000307	0,0089	0,000000	0,000007	0,000000	0,0109
17.00-17.30	0,00174	0,000355	0,0091	0,000000	0,000002	0,000000	0,0112
17.30-18.00	0,00173	0,000215	0,0075	0,000000	0,000000	0,000000	0,0094
18.00-18.30	0,00187	0,000293	0,0082	0,000000	0,000000	0,000000	0,0103
18.30-19.00	0,00191	0,000288	0,0085	0,000000	0,000000	0,000000	0,0107

Tabel B. 5 Laju Emisi NOx Hari Sabtu (g/m/detik)

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
06.00-06.30	0,00016	0,0000185	0,00019	0,00009	0,0000012	0,0000128	0,0005
06.30-07.00	0,00016	0,0000296	0,00022	0,00016	0,0000020	0,0000000	0,0006
07.00-07.30	0,00021	0,0000292	0,00028	0,00025	0,0000016	0,0000000	0,0008
07.30-08.00	0,00017	0,0000426	0,00034	0,00011	0,0000000	0,0000000	0,0007
08.00-08.30	0,00024	0,0000505	0,00041	0,00035	0,0000008	0,0000128	0,0011
08.30-09.00	0,00029	0,0000560	0,00033	0,00049	0,0000004	0,0000064	0,0012
16.00-16.30	0,00037	0,0000730	0,00033	0,00005	0,0000008	0,0000000	0,0008

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
16.30-17.00	0,00038	0,0000710	0,00035	0,00009	0,0000016	0,0000000	0,0009
17.00-17.30	0,00040	0,0000820	0,00035	0,00000	0,0000004	0,0000000	0,0008
17.30-18.00	0,00040	0,0000497	0,00029	0,00000	0,0000000	0,0000000	0,0007
18.00-18.30	0,00043	0,0000678	0,00032	0,00018	0,0000000	0,0000000	0,0010
18.30-19.00	0,00044	0,0000667	0,00033	0,00018	0,0000000	0,0000000	0,0010

Tabel B.6 Laju Emisi PM<sub>10</sub> Hari Sabtu (g/m/detik)

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
06.00-06.30	0,00021	0,000025	0,00025	0,0001	0,000002	0,000017	0,0006
06.30-07.00	0,00022	0,000040	0,00030	0,0002	0,000003	0,000000	0,0008
07.00-07.30	0,00027	0,000039	0,00038	0,0003	0,000002	0,000000	0,0010
07.30-08.00	0,00023	0,000057	0,00046	0,0001	0,000000	0,000000	0,0009
08.00-08.30	0,00033	0,000068	0,00055	0,0005	0,000001	0,000017	0,0014
08.30-09.00	0,00039	0,000075	0,00044	0,0007	0,000001	0,000009	0,0016
16.00-16.30	0,00049	0,000098	0,00045	0,0001	0,000001	0,000000	0,0011
16.30-17.00	0,00051	0,000095	0,00047	0,0001	0,000002	0,000000	0,0012
17.00-17.30	0,00054	0,000110	0,00048	0,0000	0,000001	0,000000	0,0011
17.30-18.00	0,00054	0,000067	0,00040	0,0000	0,000000	0,000000	0,0010

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
18.00-18.30	0,00058	0,000091	0,00043	0,0002	0,000000	0,000000	0,0013
18.30-19.00	0,00059	0,000089	0,00045	0,0002	0,000000	0,000000	0,0014

**Hari Minggu Tanggal 29 Maret 2015**

Tabel B.7 Laju Emisi CO Hari Minggu (g/meter/detik)

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
06.00-06.30	0,00097	0,000194	0,0071	0,000070	0,000009	0,000004	0,0084
06.30-07.00	0,00101	0,000193	0,0074	0,000140	0,000000	0,000008	0,0088
07.00-07.30	0,00123	0,000210	0,0089	0,000050	0,000003	0,000000	0,0104
07.30-08.00	0,00107	0,000184	0,0072	0,000030	0,000005	0,000000	0,0085
08.00-08.30	0,00101	0,000182	0,0068	0,000040	0,000002	0,000000	0,0081
08.30-09.00	0,00121	0,000194	0,0079	0,000180	0,000002	0,000000	0,0095
16.00-16.30	0,00172	0,000365	0,0096	0,000100	0,000010	0,000000	0,0118
16.30-17.00	0,00169	0,000316	0,0098	0,000210	0,000002	0,000004	0,0120
17.00-17.30	0,00168	0,000356	0,0102	0,000020	0,000003	0,000000	0,0122

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
17.30-18.00	0,00128	0,000148	0,0073	0,000020	0,000007	0,000004	0,0087
18.00-18.30	0,00143	0,000237	0,0084	0,000040	0,000000	0,000000	0,0101
18.30-19.00	0,00163	0,000251	0,0088	0,000250	0,000005	0,000004	0,0110

Tabel B.8 Laju Emisi NOx Hari Minggu (g/meter/detik)

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
06.00-06.30	0,00022	0,0000450	0,00028	0,00012	0,0000020	0,0000064	0,0007
06.30-07.00	0,00023	0,0000446	0,00029	0,00025	0,0000000	0,0000128	0,0008
07.00-07.30	0,00029	0,0000485	0,00035	0,00009	0,0000008	0,0000000	0,0008
07.30-08.00	0,00025	0,0000426	0,00028	0,00005	0,0000012	0,0000000	0,0006
08.00-08.30	0,00023	0,0000422	0,00027	0,00007	0,0000004	0,0000000	0,0006
08.30-09.00	0,00028	0,0000450	0,00031	0,00032	0,0000004	0,0000000	0,0009
16.00-16.30	0,00040	0,0000844	0,00037	0,00018	0,0000024	0,0000000	0,0010
16.30-17.00	0,00039	0,0000730	0,00038	0,00037	0,0000004	0,0000064	0,0012
17.00-17.30	0,00039	0,0000824	0,00040	0,00004	0,0000008	0,0000000	0,0009
17.30-18.00	0,00030	0,0000343	0,00028	0,00004	0,0000016	0,0000064	0,0007

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
18.00-18.30	0,00033	0,0000548	0,00033	0,00007	0,0000000	0,0000000	0,0008
18.30-19.00	0,00038	0,0000580	0,00034	0,00044	0,0000012	0,0000064	0,0012

Tabel B.9 Laju Emisi PM<sub>10</sub> Hari Minggu (g/meter/detik)

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
06.00-06.30	0,00030	0,000060	0,00038	0,0002	0,000003	0,000009	0,0009
06.30-07.00	0,00031	0,000060	0,00039	0,0003	0,000000	0,000017	0,0011
07.00-07.30	0,00038	0,000065	0,00047	0,0001	0,000001	0,000000	0,0010
07.30-08.00	0,00033	0,000057	0,00038	0,0001	0,000002	0,000000	0,0008
08.00-08.30	0,00031	0,000056	0,00036	0,0001	0,000001	0,000000	0,0008
08.30-09.00	0,00038	0,000060	0,00042	0,0004	0,000001	0,000000	0,0013
16.00-16.30	0,00053	0,000113	0,00050	0,0002	0,000003	0,000000	0,0014
16.30-17.00	0,00052	0,000098	0,00052	0,0005	0,000001	0,000009	0,0016
17.00-17.30	0,00052	0,000110	0,00054	0,0000	0,000001	0,000000	0,0012
17.30-18.00	0,00039	0,000046	0,00038	0,0000	0,000002	0,000009	0,0009
18.00-18.30	0,00044	0,000073	0,00044	0,0001	0,000000	0,000000	0,0011

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
18.30-19.00	0,00050	0,000078	0,00047	0,0006	0,000002	0,000009	0,0016

**Hari Senin Tanggal 30 Maret 2015**

Tabel B.10 Laju Emisi CO Hari Senin (g/meter/detik)

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
06.00-06.30	0,00160	0,000285	0,0177	0,000090	0,000000	0,000000	0,0197
06.30-07.00	0,00193	0,000290	0,0200	0,000090	0,000003	0,000000	0,0223
07.00-07.30	0,00224	0,000363	0,0209	0,000080	0,000009	0,000000	0,0236
07.30-08.00	0,00200	0,000312	0,0235	0,000190	0,000007	0,000004	0,0261
08.00-08.30	0,00159	0,000297	0,0193	0,000190	0,000007	0,000000	0,0214
08.30-09.00	0,00150	0,000339	0,0114	0,000260	0,000002	0,000000	0,0135
16.00-16.30	0,00177	0,000327	0,0082	0,000400	0,000009	0,000000	0,0107
16.30-17.00	0,00171	0,000379	0,0182	0,000400	0,000000	0,000000	0,0206
17.00-17.30	0,00162	0,000351	0,0196	0,000280	0,000009	0,000000	0,0219
17.30-18.00	0,00166	0,000331	0,0183	0,000270	0,000007	0,000000	0,0206

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
18.00-18.30	0,00166	0,000345	0,0172	0,000110	0,000002	0,000000	0,0193
18.30-19.00	0,00158	0,000356	0,0174	0,000090	0,000005	0,000000	0,0194

Tabel B.11 Laju Emisi NOx Hari Senin (g/meter/detik)

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
06.00-06.30	0,00037	0,0000659	0,00069	0,00016	0,0000000	0,0000000	0,0013
06.30-07.00	0,00045	0,0000671	0,00078	0,00016	0,0000008	0,0000000	0,0015
07.00-07.30	0,00052	0,0000840	0,00081	0,00014	0,0000020	0,0000000	0,0016
07.30-08.00	0,00046	0,0000722	0,00092	0,00033	0,0000016	0,0000064	0,0018
08.00-08.30	0,00037	0,0000686	0,00075	0,00033	0,0000016	0,0000000	0,0015
08.30-09.00	0,00035	0,0000785	0,00044	0,00046	0,0000004	0,0000000	0,0013
16.00-16.30	0,00041	0,0000757	0,00032	0,00070	0,0000020	0,0000000	0,0015
16.30-17.00	0,00040	0,0000876	0,00071	0,00070	0,0000000	0,0000000	0,0019
17.00-17.30	0,00037	0,0000813	0,00077	0,00049	0,0000020	0,0000000	0,0017
17.30-18.00	0,00038	0,0000765	0,00071	0,00047	0,0000016	0,0000000	0,0016
18.00-18.30	0,00038	0,0000797	0,00067	0,00019	0,0000004	0,0000000	0,0013
18.30-19.00	0,00037	0,0000824	0,00068	0,00016	0,0000012	0,0000000	0,0013

Tabel B.12 Laju Emisi PM<sub>10</sub> Hari Senin (g/meter/detik)

Waktu Sampling	Mobil (bensin)	Mobil (Solar)	Motor	Truk	Angkutan umum	Bis	Total
	gram/meter/detik						
06.00-06.30	0,00049	0,000088	0,00093	0,0002	0,000000	0,000000	0,0017
06.30-07.00	0,00060	0,000090	0,00106	0,0002	0,000001	0,000000	0,0020
07.00-07.30	0,00069	0,000112	0,00110	0,0002	0,000003	0,000000	0,0021
07.30-08.00	0,00062	0,000097	0,00124	0,0005	0,000002	0,000009	0,0024
08.00-08.30	0,00049	0,000092	0,00102	0,0005	0,000002	0,000000	0,0021
08.30-09.00	0,00046	0,000105	0,00060	0,0006	0,000001	0,000000	0,0018
16.00-16.30	0,00055	0,000101	0,00043	0,0009	0,000003	0,000000	0,0020
16.30-17.00	0,00053	0,000117	0,00096	0,0009	0,000000	0,000000	0,0026
17.00-17.30	0,00050	0,000109	0,00104	0,0007	0,000003	0,000000	0,0023
17.30-18.00	0,00051	0,000102	0,00097	0,0006	0,000002	0,000000	0,0022
18.00-18.30	0,00051	0,000107	0,00091	0,0003	0,000001	0,000000	0,0018
18.30-19.00	0,00049	0,000110	0,00092	0,0002	0,000002	0,000000	0,0017

## **LAMPIRAN C**



**Tabel C.1 Validasi Model menggunakan IOA dengan faktor emisi (Schipper, 2008) polutan CO**

Hari/Jam	O (Data BLH) (mg/m <sup>3</sup> )	P (Prediksi) (mg/m <sup>3</sup> )	(Pi-Oi) <sup>2</sup>	P-Omean a	O-Omean b	(a+b) <sup>2</sup>
<b>Jumat</b>						
07.00-07.30	0,93	0,000086	0,865	0,35	0,578	0,86
07.30-08.00	0,46	0,000202	0,211	0,35	0,108	0,21
08.00-08.30	0,2	0,000097	0,040	0,35	0,152	0,25
08.30-09.00	0,18	0,000124	0,032	0,35	0,172	0,27
<b>Sabtu</b>						
16.30-17.00	0,05	0,000020	0,002	0,35	0,302	0,43
<b>Minggu</b>						
17.30-18.00	0,02	0,000292	0,000	0,35	0,332	0,47
18.00-18.30	0,02	0,000276	0,000	0,35	0,332	0,47
<b>Senin</b>						
08.00-08.30	1,7	0,000251	2,889	0,35	1,348	2,89
15.30-16.00	0,19	0,000030	0,036	0,35	0,162	0,26
16.00-16.30	0,2	0,000034	0,040	0,35	0,152	0,25
16.30-17.00	0,18	0,000123	0,032	0,35	0,172	0,27
17.00-17.30	0,2	0,000131	0,040	0,35	0,152	0,25

Hari/Jam	O (Data BLH) (mg/m <sup>3</sup> )	P (Prediksi) (mg/m <sup>3</sup> )	(Pi-Oi) <sup>2</sup>	P-Omean a	O-Omean b	(a+b) <sup>2</sup>
17.30-18.00	0,34	0,000263	0,115	0,35	0,012	0,13
18.00-18.30	0,26	0,000642	0,067	0,35	0,092	0,20
Total	3,16	0,00257	4,372			7,24
Rata-Rata	0,352	0,00018				
					<b>d</b>	<b>0,396</b>

**Tabel C.2 Validasi Model menggunakan IOA dengan faktor emisi (Schipper, 2008) polutan NO<sub>x</sub>**

Hari/Jam	O (Data BLH) (µg/m <sup>3</sup> )	P (Prediksi) (µg/m <sup>3</sup> )	(Pi-Oi) <sup>2</sup>	P-Omean a	O-Omean b	(a+b) <sup>2</sup>
<b>Jumat</b>						
07.00-07.30	28,35	0,006	803,37	7,89	20,45	803,37
07.30-08.00	7,98	0,014	63,45	7,88	0,08	63,45
08.00-08.30	0,95	0,007	0,89	7,89	6,95	220,06
08.30-09.00	0,96	0,011	0,90	7,89	6,94	219,66
<b>Sabtu</b>						
16.30-17.00	0,08	0,002	0,01	7,89	7,82	246,81
17.00-17.30	1,8	0,001	3,24	7,90	6,10	195,75

Hari/Jam	O (Data BLH) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	P (Prediksi) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$(P_i - O_i)^2$	P-Omean a	O-Omean b	$(a+b)^2$
<b>Minggu</b>						
17.30-18.00	0,35	0,023	0,11	7,87	7,55	237,75
18.00-18.30	0,98	0,031	0,90	7,87	6,92	218,47
<b>Senin</b>					7,90	
08.00-08.30	47,62	0,018	2265,96	7,88	39,72	2265,96
17.00-17.30	0,14	0,011	0,02	7,89	7,76	244,65
17.30-18.00	2,99	0,032	8,75	7,86	4,91	163,06
18.00-18.30	2,55	0,042	6,29	7,85	5,35	174,22
Total	56,51	0,197	3153,88			5053,20
Rata-Rata	7,90	0,016				
					<b>d</b>	<b>0,376</b>

Tabel C.3 Validasi Model menggunakan IOA dengan faktor emisi (Schipper, 2008) polutan  $\text{PM}_{10}$

Hari/Jam	O (Data BLH) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	P (Prediksi) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$(P_i - O_i)^2$	P-Omean a	O-Omean b	$(a+b)^2$
<b>Jumat</b>						
07.00-07.30	45,06	0,008	2029,65	35,00	10,053	2029,65

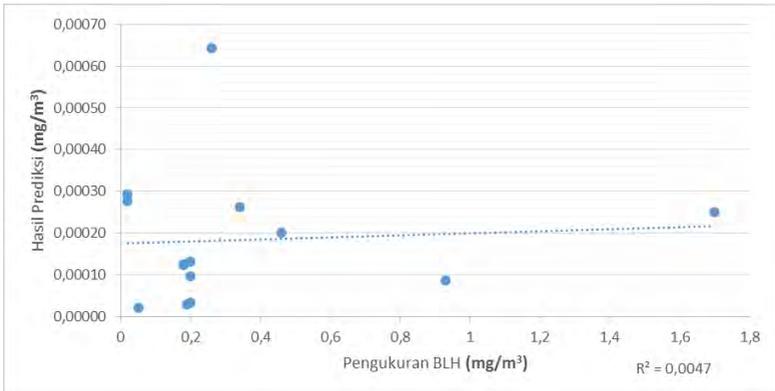
Hari/Jam	O (Data BLH)	P (Prediksi)	(Pi-Oi) <sup>2</sup>	P-Omean	O-Omean	(a+b) <sup>2</sup>
	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		a	b	
07.30-08.00	49	0,019	2399,10	34,99	13,993	2399,10
08.00-08.30	49	0,010	2400,04	35,00	13,993	2400,04
08.30-09.00	49	0,014	2399,58	34,99	13,993	2399,58
<b>Sabtu</b>						
16.30-17.00	43,65	0,002	1905,15	35,01	8,643	1905,15
17.00-17.30	37	0,001	1368,93	35,01	1,993	1368,93
<b>Minggu</b>						
17.30-18.00	25	0,030	623,48	34,98	10,007	2023,58
18.00-18.30	24,69	0,042	607,55	34,97	10,317	2050,56
<b>Senin</b>						
08.00-08.30	61,96	0,024	3836,06	34,98	26,953	3836,06
15.30-16.00	31,87	0,006	1015,33	35,00	3,137	1454,58
16.00-16.30	24	0,004	575,80	35,00	11,007	2116,96
16.30-17.00	23,79	0,013	565,34	34,99	11,217	2135,52
17.00-17.30	20	0,014	399,43	34,99	15,007	2500,05
17.30-18.00	20,09	0,043	401,88	34,96	14,917	2488,16
18.00-18.30	21	0,057	438,60	34,95	14,007	2396,83

Hari/Jam	O (Data BLH)	P (Prediksi)	(Pi-Oi)2	P-Omean	O-Omean	(a+b) <sup>2</sup>
	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		a	b	
Total	333,05	0,289	20965,91			33504,75
Rata-Rata	35,01	0,019				
					<b>d</b>	<b>0,374</b>

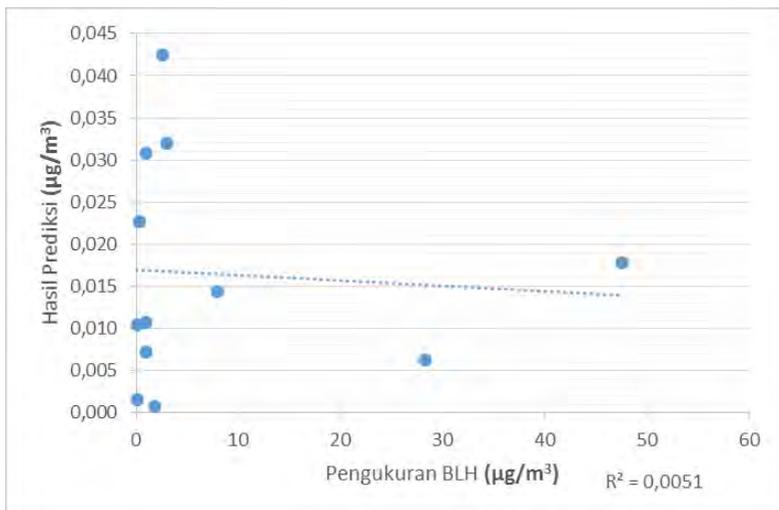
**LAMPIRAN D**



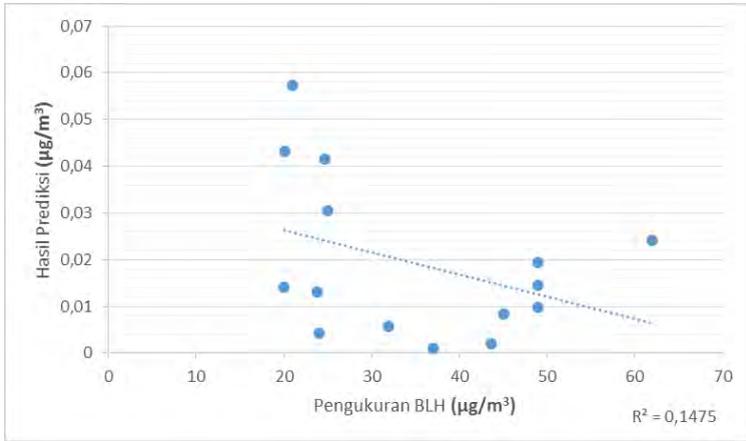
A. Grafik R<sup>2</sup> Hasil Prediksi menggunakan faktor emisi (Schipper, 2008)



**Gambar D.1 Hasil Perhitungan R<sup>2</sup> Polutan CO**



**Gambar D.2 Hasil Perhitungan R<sup>2</sup> Polutan NO<sub>x</sub>**



**Gambar D.3 Hasil Perhitungan  $R^2$  Polutan  $PM_{10}$**

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Dumai, 02 Agustus 1994, merupakan anak pertama dari 3 (tiga) bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Tunas Harapan II, SD 3 YKPP, SMPN 2 DUMAI, SMAN 1 DUMAI. Pada Tahun 2011, penulis melanjutkan kuliah di Teknik Lingkungan FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Penulis pernah aktif sebagai anggota Himpunan Mahasiswa

Teknik Lingkungan (HMTL) pada tahun 2012-2013 dan 2013-2014. Penulis pernah mengikuti beberapa seminar dan pelatihan yang diselenggarakan di Jurusan ataupun Institut. Pada Tahun 2014, penulis melaksanakan Kerja Praktik di Badak LNG Bontang Kalimantan Timur. Penulis bisa dihubungi via email [baguswicaksana03@gmail.com](mailto:baguswicaksana03@gmail.com).