



TESIS- RE142541

**STRATEGI PENGENDALIAN PENCEMARAN GAS KARBON
MONOKSIDA (CO) OLEH AKTIVITAS TRANSPORTASI
DI KOTA PADANG, SUMATERA BARAT**

**DEDY TRY YULIANDO
3315 201 011**

**DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT**

**PROGRAM MAGISTER
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



THESIS- RE142541

**GAS POLLUTION CONTROL STRATEGY OF CARBON
MONOXIDE (CO) BY TRANSPORTATION ACTIVITIES IN
PADANG, WEST SUMATRA**

**DEDY TRY YULIANDO
3315 201 011**

**SUPERVISOR
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT**

**MAGISTER PROGRAM
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Teknik (MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh :

Dedy Try Yuliando

NRP. 3315 201 011

Tanggal Ujian : 09 Januari 2017

Periode Wisuda : Maret 2017

Disetujui Oleh :


1. Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT
NIP : 19660116 199703 1 001

(Pembimbing)


2. Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.ScES
NIP : 19540824 198403 1 001

(Penguji)


3. Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST, MEPM
NIP : 19820119 200501 1 001

(Penguji)


4. Arseto Yekti Bagastyo, ST, MT, Mphil, Ph.D
NIP : 19820804 200501 1 001

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana,

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, MSc., PhD
NIP. 19601202 198701 1 001

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Teknik (MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh :

Dedy Try Yuliando

NRP. 3315 201 011

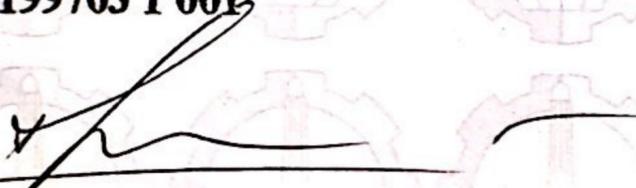
Tanggal Ujian : 09 Januari 2017

Periode Wisuda : Maret 2017

Disetujui Oleh :


1. Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT
NIP : 19660116 199703 1 001

(Pembimbing)


2. Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.ScES
NIP : 19540824 198403 1 001

(Penguji)


3. Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST, MEPM
NIP : 19820119 200501 1 001

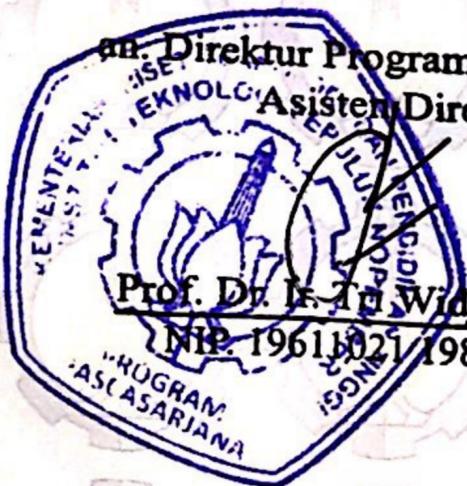
(Penguji)


4. Arseto Yekti Bagastyo, ST, MT, Mphil, Ph.D
NIP : 19820804 200501 1 001

(Penguji)

Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng.
NIP. 19611021/198603 1 001

Direktur Program Pascasarjana,


Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng.
NIP. 19611021/198603 1 001

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, MSc., PhD
NIP. 19601202 198701 1 001

STRATEGI PENGENDALIAN PENCEMARAN GAS KARBON MONOKSIDA (CO) OLEH AKTIVITAS TRANSPORTASI DI KOTA PADANG, SUMATERA BARAT

Nama Mahasiswa : Dedy Try Yuliando
NRP : 3315 201 011
Pembimbing : Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT

ABSTRAK

Kota Padang merupakan ibukota Provinsi Sumatera Barat yang berfungsi sebagai pusat kegiatan perdagangan, jasa, pendidikan, pariwisata, transportasi, dan industri. Hal ini diikuti dengan pertumbuhan transportasi yang menyebabkan kepadatan lalu lintas di jalan-jalan Kota Padang. Jumlah kendaraan bermotor di Kota Padang mengalami peningkatan dari 224.514 unit pada tahun 2004 menjadi 427.235 unit pada tahun 2014 (BPS, 2014). Peningkatan jumlah kendaraan berdampak terhadap kualitas udara Kota Padang yang salah satunya adalah meningkatnya konsentrasi gas karbonmonoksida (CO) di Kota Padang. Tingkat pencemaran dan sebaran emisi udara di suatu kota perlu dilakukan dengan sebuah model. Tujuan penelitian ini yaitu menentukan tingkat konsentrasi, dispersi gas CO serta merekomendasikan strategi pengendalian yang sesuai untuk Kota Padang

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan persamaan *Box model* serta *Gaussian model* yang dapat disusun berdasarkan mekanisme transport polutan dengan mempertimbangkan input sub-model meteorologi, sub-model emisi serta sub-model dispersi, berdasarkan kategori jalan pada jalan dua arah dan searah. Konsentrasi yang didapatkan dari kedua persamaan tersebut divalidasi dengan konsentrasi pengukuran langsung di lapangan. Konsentrasi yang telah divalidasi selanjutnya divisualisasi guna menggambarkan sebaran gas CO pada masing-masing ruas jalan. Analisis data berupa strategi yang dapat diterapkan dalam pengendalian gas CO di Kota Padang berdasarkan aspek teknis, lingkungan serta aspek kelembagaan yang dilakukan dengan analisa SWOT.

Persamaan Gaussian model dinilai lebih akurat dalam mendapatkan konsentrasi gas CO, hal ini terlihat dari hasil validasi sebesar 88,9 %, sedangkan box model hanya sebesar 30,6 %. Konsentrasi gas CO terbesar terdapat pada kategori jalan arteri dua arah tanpa adanya pohon sebesar 3.403,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan konsentrasi terendah sebesar 2.923,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ terdapat pada ruas jalan arteri searah yang memiliki pohon pelindung. Strategi pengendalian berdasarkan aspek lingkungan difokuskan dengan penanaman pohon di sepanjang jalan yang belum terdapat pohon pelindung, sedangkan aspek kelembagaan dengan memperkuat kapasitas, organisasi serta regulasi dalam menyelenggarakan pengelolaan pencemaran udara yang efektif dan efisien.

Kata kunci : Gas CO, Konsentrasi, Kota Padang, Model, Pengendalian, Strategi

GAS POLLUTION CONTROL STRATEGY OF CARBON MONOXIDE (CO) BY TRANSPORTATION ACTIVITIES IN PADANG, WEST SUMATRA

Name : Dedy Try Yuliando
Student Identity Number : 3315 201 011
Supervisor : Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT

ABSTRACT

Padang is the capital city of West Sumatra Province which serves as a center of trade, services, education, tourism, transportation, and industry. The growth of transportation has caused the density of traffic on the streets in Padang city. The number of vehicles in the city of Padang increased from 224,514 vehicles in 2004 to 427,235 vehicles in 2014 (BPS, 2014). The increase in the number of vehicles have an impact on air quality of Padang, one of which is the increasing concentration of carbon monoxide gas (CO) in City of Padang. Pollution levels and distribution of air emissions in the city needs to be done with a single model. The purpose of this study is to determine the concentration levels, CO gas dispersion and recommend appropriate control strategy for the city of Padang.

The method used in this study was the equation box and Gaussian models that can be compiled based on the mechanism of transport of pollutants by considering the input sub-meteorological models, sub-models as well as sub-emission dispersion modeling, based on the category of the road on two-way street and direction. The concentration obtained from the equation is validated by direct measurement of concentration in the field. The concentration that has been validated and further visualized to illustrate the distribution of CO gas in each of the roads. Analysis of data is a strategy that can be applied in the control of CO gas in Padang based on the technical, environmental and institutional aspects are done with SWOT analysis.

Equations Gaussian models considered more accurate in getting the CO gas concentration, as seeing from the results of validation of 88.9%, while the box model of only 30.6%. The concentration of CO gas contained in the category of two-way arterial roads without trees of 3,403.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, while the lowest concentration of 2,923.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ found on one-way arterial roads that have shade trees. The control strategy is based on environmental aspects focused by planting trees along the road that is not in shade trees, while the institutional aspects by strengthening the capacity, organization and regulation of air pollution management in implementing an effective and efficient.

Keywords: Carbonmonoxide, Concentration, Control, Models, Padang City, Strategy.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur Penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tesis ini dengan judul **“STRATEGI PENGENDALIAN PENCEMARAN GAS KARBON MONOKSIDA (CO) OLEH AKTIVITAS TRANSPORTASI DI KOTA PADANG, SUMATERA BARAT”**. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Magister di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat perkenankanlah, Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT selaku Pembimbing yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan serta saran selama pelaksanaan dan penyusunan Tesis ini;
2. Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M. ScEs, Arseto Yekti Bagastyo, ST, MT, M.Phil, Ph.D, serta Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST, MEPM yang telah memberikan saran, masukan serta meluangkan waktu untuk Penulis selama seminar proposal, seminar progress hingga sidang ujian lisan;
3. Ibunda Ellyawati, SP, Ayahanda Mirwan, ST. MP, kakanda Elwansyah Wijaya Putra,, Wayan Hidayat ST, adinda EM Rezki Vernando, A.Md, Rivan Faredza, dan tercantik Mirselly Dewi Putri atas cinta, semangat, bantuan baik moril maupun materil serta doa yang tulus sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tesis ini dengan sebaik-baiknya;
4. Zilvia Wulandari, ST yang selalu ikhlas hadir di samping Penulis lewat semangat serta doa, terima kasih sudah menjadi bagian perjalanan hidup Penulis;
5. Teman-teman Inflight (*Infinity of Zero Eight*) yang telah memberikan motivasi, semangat, dukungan serta bantuan moril pada Penulis;

6. Bapak dan Ibu staf pengajar Jurusan Teknik Lingkungan ITS yang telah memberikan ilmu berharga selama perkuliahan;
7. Teman-teman Program Magister TL ITS Angkatan 2015 yang telah menjadi saudara bagi Penulis serta kebersamaannya selama ini;
8. Kakak Andry, Uda Elfis, Mr. Alie yang setiap waktu bersedia berbagi ilmu dan pengalaman bersama Penulis;
9. Seluruh Staf, karyawan dan karyawan pada Jurusan Teknik Lingkungan ITS atas semua bantuannya;
10. Seluruh pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu per satu dalam membantu dalam proses penyelesaian Tesis ini.

Akhirnya Penulis berharap tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Penulis menerima segala bentuk kritik dan saran demi kesempurnaan Tesis ini dan perbaikan dimasa yang akan datang. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dengan yang lebih baik, Amin ya Rabbil A'lamin.

Surabaya, Januari 2017

Wassalam,

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pencemaran Udara Akibat Aktivitas Transportasi.....	5
2.2 Klasifikasi Jalan dan Sistem Jaringan Jalan.....	7
2.3 Karbon Monoksida (CO)	8
2.3.1 Sumber-Sumber CO	8
2.3.2 Dampak Negatif Karbon Monoksida (CO)	10
2.3.3 Standar Baku Mutu Udara Ambien	12
2.3.4 Upaya Pengendalian Pencemaran CO dari Transportasi	13
2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Penyebaran Pencemar.....	17
2.5 Model Sebaran Gas Karbon Monoksida (CO).....	22
2.5.1 Box Model	24
2.5.2 Gaussian Model	28
2.6 Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas .	
Udara <i>Roadside</i> (SNI-19-7119-9-2005).....	31
2.7 Analisa SWOT	33
2.7.1 Pendekatan Kualitatif Matriks SWOT.....	33

2.7.2 Pendekatan Kuantitatif Matriks SWOT	34
2.8 Gambaran Umum Wilayah Studi	37
BAB 3 METODE PENELITIAN	43
3.1 Umum	43
3.2 Kerangka Penelitian	43
3.3 Tahapan Penelitian	43
3.3.1 Ide Penelitian	45
3.3.2 Studi Literatur	45
3.3.3 Survei Pendahuluan	45
3.3.3.1 Pengumpulan Data Sekunder	45
3.3.3.2 Penentuan Wilayah Studi	45
3.3.3.3 Identifikasi Strategi Pengendalian Pencemaran	48
3.3.4 Penentuan Model Matematika	48
3.3.4.1 Parameter.....	48
3.3.4.2 Pengambilan Data Primer.....	49
3.3.5 Analisis Data	50
3.3.5.1 Analisis Laboratorium.....	50
3.3.5.2 <i>Box Model</i>	51
3.3.5.3 <i>Gaussian Model</i>	51
3.3.6 Validasi Model	51
3.3.7 Visualisasi Model	52
3.3.8 Evaluasi Strategi Pengendalian Pencemaran	52
3.3.9 Pemilihan Strategi Pengendalian Pencemaran	53
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1 Umum	55
4.2 Kondisi Meteorologi	55
4.3 Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO)	59
4.3.1 Konsentrasi Gas CO Dari Impinger.....	59
4.3.2 Konsentrasi Gas CO Dengan <i>Box Model</i>	62
4.3.2.1 Hasil Sampling <i>Traffic Counting</i>	62
4.3.2.2 Laju Emisi Gas Karbon Monoksida (CO).....	67
4.3.2.3 Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO)	69

4.3.3 Konsentrasi Gas CO Dengan <i>Gaussian Line Source Model</i>	72
4.4 Validasi Model	76
4.4.1 <i>Box Model</i>	76
4.4.2 <i>Gaussian Model</i>	77
4.3.4 Validasi Model	70
4.5 Visualisasi Model	82
4.6 Evaluasi Strategi Pengendalian Pencemaran Udara.....	88
4.6.1 Identifikasi Faktor Pendorong (Kekuatan dan Peluang).....	88
4.6.2 Identifikasi Faktor Penghambat (Kelemahan dan Ancaman)	90
4.7 Strategi Pengendalian Pencemaran Udara.....	94
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	97
5.1 Kesimpulan	97
5.2 Saran	98
DAFTAR PUSTAKA	xv
BIOGRAFI PENULIS	xix

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Pencemaran Udara	6
Gambar 2.2	Laju Emisi Karbon Monoksida (CO) Kendaraan Penumpang	10
Gambar 2.3	<i>Box Model</i> Sederhana	24
Gambar 2.4	<i>Gaussian Plume Model</i> Pada Dispersi Polutan	28
Gambar 2.5	Acuan Penentuan Lokasi Pemantauan Kualitas Udara <i>Roadside</i>	32
Gambar 2.6	Posisi Organisasi Menurut Analisis SWOT	36
Gambar 2.7	Peta Administrasi Kota Padang	38
Gambar 3.1	Diagram Alir Kerangka Penelitian	44
Gambar 3.2	Lokasi Sampling Masing-Masing Ruas Jalan	47
Gambar 4.1	<i>Windrose</i> Lokasi Sampling Di Ruas Jalan Lokal	58
Gambar 4.2	Grafik Konsentrasi Gas CO Dari Impinger	60
Gambar 4.3	Grafik Rekapitulasi Jumlah Kendaraan Pada Lokasi Sampling .	65
Gambar 4.4	Contoh Pembagian Kawasan/ grid Ruas Jalan	67
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan Laju Emisi Berdasarkan Klasifikasi Ruas Jalan.....	69
Gambar 4.6	Grafik Konsentrasi Gas CO Dengan Persamaan <i>Box model</i>	70
Gambar 4.7	Validasi Konsentrasi Persamaan <i>Box model</i> vs Laboratorium....	77
Gambar 4.8	Validasi Konsentrasi Persamaan <i>Gaussian</i> vs Laboratorium.....	78
Gambar 4.9	Validasi Konsentrasi Gas CO Berdasarkan Persamaan <i>Gaussian</i> Modifikasi vs Laboratorium.....	81
Gambar 4.10	Grafik Konsentrasi Gas CO Berdasarkan Persamaan <i>Gaussian Model</i> Modifikasi vs Laboratorium	82
Gambar 4.11	Sebaran Konsentrasi Gas CO Tertinggi	85
Gambar 4.12	Posisi Pengelolaan Pencemaran Udara Kota Padang	93

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Efek Gas CO Pada Manusia.....	12
Tabel 2.2	Baku Mutu Udara Ambien.....	13
Tabel 2.3	Hasil Kemampuan Serapan Berbagai Jenis Tanaman Percobaan	17
Tabel 2.4	Klasifikasi Stabilitas Atmosfer	20
Tabel 2.5	Klasifikasi Kendaraan	21
Tabel 2.6	Penentuan <i>Mixing Height</i>	26
Tabel 2.7	Faktor Emisi Gas Buang Kendaraan untuk Kota Metropolitan dan Kota Besar di Indonesia.....	27
Tabel 2.8	Persamaan Empirik Koefisien Dispersi Untuk Kota.....	31
Tabel 2.9	Matriks SWOT Kearns.....	33
Tabel 2.10	Tabel Pendekatan Kuantitatif Analisa SWOT	35
Tabel 2.11	Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis.....	39
Tabel 2.12	Nama Jalan Berdasarkan Klasifikasi/ Ruas Jalan Jalan di Kota Padang	39
Tabel 2.13	Volume Lalu Lintas pada Beberapa Ruas Jalan di Kota Padang	40
Tabel 4.1	Data Kondisi Meteorologi Saat Sampling.....	56
Tabel 4.2	Klasifikasi Serta Jumlah Kendaraan di Jln. Khatib Sulaiman.....	63
Tabel 4.3	Rekapitulasi Hasil <i>Traffic Counting</i>	63
Tabel 4.4	Laju Emisi Berdasarkan Luas Kawasan Masing-Masing Jalan	68
Tabel 4.5	Perhitungan Konsentrasi Gas CO Dengan <i>Box Model</i>	69
Tabel 4.6	Perhitungan Laju Emisi Lokasi Sampling.....	72
Tabel 4.7	Persamaan Empirik Koefisien Dispersi Untuk Wilayah Studi	73
Tabel 4.8	Perhitungan Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Persamaan Gaussian	75
Tabel 4.9	Perbandingan Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) <i>Box Model</i> vs Laboratorium.....	76
Tabel 4.10	Perbandingan Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) <i>Gaussian</i> vs Laboratorium	78
Tabel 4.11	Konsentrasi Gas CO Dari Persamaan <i>Gaussian Model</i> , <i>Gaussian Model</i> Modifikasi serta Laboratorium	81
Tabel 4.12	Analisa SWOT Pengelolaan Pencemaran Udara Kota Padang	91
Tabel 4.13	Konsentrasi Gas CO Modifikasi Dengan Satuan ppm	95

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Padang merupakan ibukota Provinsi Sumatera Barat yang berfungsi sebagai pusat kegiatan perdagangan, jasa, pendidikan, pariwisata, transportasi, dan industri. Berbagai fasilitas dengan sarana dan prasarana harus disediakan diantaranya yang telah ada adalah pelabuhan udara, pelabuhan laut, pasar, pertokoan, terminal, pergudangan, perbankan, perkantoran, jalan dan jembatan, dan sebagainya. Salah satu sarana yang cukup besar peranannya di Kota Padang adalah sarana transportasi. Sarana transportasi sangat dibutuhkan untuk menjamin terselenggaranya mobilitas penduduk maupun barang sehingga dengan adanya ketersediaan sistem transportasi dapat menunjang berbagai aktivitas ekonomi dalam suatu pembangunan (Yanismai, 2003).

Salah satu misi dari pemerintah daerah Kota Padang yaitu “Menciptakan Kota Padang Yang Aman, Bersih, Tertib, Bersahabat dan Menghargai Kearifan Lokal” hal ini tertuang di dalam rencana pembangunan jangka menengah daerah (RPJMD) Kota Padang periode 2014-2019, misi ini menjelaskan bahwa pembangunan yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan merupakan isu yang tidak kalah pentingnya dalam upaya mewujudkan masyarakat kota yang sejahtera dalam jangka panjang. Kualitas lingkungan hidup yang baik dan menyenangkan akan dapat diwujudkan melalui pencegahan polusi udara, pengotoran air, mengupayakan lingkungan yang bersih dan segar, serta menerapkan rencana tata-ruang secara konsekuen. Adapun kebijakan dan program pembangunan untuk capaian misi di atas salah satunya dengan intensifikasi pengawasan dan pentaatan peraturan lingkungan hidup dalam pengelolaan pencemaran udara dan air, dimana program peningkatan pengendalian polusi menjadi fokus pemerintah Kota Padang dalam merealisasikan misi tersebut.

Jumlah kendaraan bermotor menurut jenis di Kota Padang mengalami peningkatan dari 224.514 unit pada tahun 2004 menjadi 427.235 unit pada tahun 2014 (BPS Kota Padang, 2015). Peningkatan jumlah kendaraan berdampak

terhadap kualitas udara Kota Padang yang salah satunya adalah meningkatnya konsentrasi gas CO di Kota Padang, oleh karena itu diperlukan suatu konsep penanganan yang tepat, seperti strategi pengendalian pencemaran gas karbon monoksida (CO) dengan cara menghitung emisi karbon monoksida (CO) akibat pembakaran bahan bakar fosil (minyak bumi) untuk sektor transportasi di Kota Padang. Strategi pengendalian yang dilakukan berupa pembuatan kebijakan-kebijakan yang mendukung tercapainya konsep pengendalian pencemaran.

Konsentrasi gas karbon monoksida (CO) didapatkan dari pengukuran langsung dengan menggunakan alat *impinger* serta dengan menggunakan persamaan *box model* dan *gaussian model*, konsentrasi yang didapatkan akan divalidasi untuk mendapatkan nilai yang sah dari realitas yang dikaji, dimana dihasilkan kesimpulan yang meyakinkan. Konsentrasi gas karbon monoksida (CO) yang telah divalidasi selanjutnya divisualisasikan untuk menggambarkan sebaran konsentrasi CO di wilayah Kota Padang dengan variasi warna yang menunjukkan perbedaan tingkat konsentrasi gas CO.

1.2 Rumusan Masalah

Upaya dalam mereduksi pencemaran karbon monoksida (CO) dari aktivitas transportasi akan efektif apabila mengetahui potensi dan masalah pada kawasan studi. Potensi serta masalah tersebut menjadi landasan dalam menentukan strategi atau upaya penanganan yang sesuai dalam rangka mengurangi dampak pencemaran. Bentuk upaya penanganan permasalahan pencemaran CO yaitu mengetahui seberapa jauh penyebaran/paparan gas CO tersebut secara spasial, sehingga dari pola sebaran tersebut diketahui zona kawasan yang perlu diperhatikan lebih lanjut guna upaya penanganan yang tepat untuk mereduksi pencemaran gas CO yang diakibatkan oleh kegiatan transportasi sebagai salah satu wujud pembangunan perkotaan berkelanjutan, dari uraian di atas maka permasalahan yang timbul yaitu:

1. Bagaimana tingkat konsentrasi gas CO dari model box serta Gaussian yang dibedakan berdasarkan ruas serta lajur jalan di Kota Padang?
2. Bagaimana pola sebaran konsentrasi gas CO dari aktivitas transportasi di Kota Padang?

3. Alternatif strategi seperti apa yang dapat digunakan dalam pengendalian pencemaran gas CO di Kota Padang?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan sebelumnya, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menentukan konsentrasi gas CO dari aktivitas transportasi di Kota Padang yang dibedakan berdasarkan ruas serta lajur jalan.
2. Menentukan dispersi konsentrasi gas CO di sekitar ruas jalan Kota Padang dari aktivitas transportasi.
3. Menentukan strategi yang dapat diterapkan dalam upaya pengendalian pencemaran gas CO oleh aktivitas transportasi di Kota Padang.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai, maka manfaat dalam penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kepada pemerintah Kota Padang mengenai konsentrasi serta sebaran gas CO dari aktivitas transportasi di daerah studi;
2. Menjadi masukan kepada pihak terkait mengenai strategi pengendalian pencemaran gas CO yang dapat diterapkan dalam upaya meningkatkan pengelolaan kualitas udara di Kota Padang.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup memiliki tujuan untuk membatasi masalah yang akan dibahas pada penelitian ini. Penelitian Tesis ini memiliki ruang lingkup sebagai berikut:

1. Sumber pencemar yang diidentifikasi dan dianalisis hanya berasal dari sumber bergerak (transportasi) di Kota Padang yaitu berupa gas karbon monoksida (CO) di udara ambien.
2. Penelitian dilakukan pada sumber pencemar dari transportasi darat yaitu: sepeda motor, mobil penumpang (berbahan bakar bensin dan solar), angkot, *pick up*, bus serta truk.

3. Wilayah studi untuk penelitian ini dilakukan pada beberapa kecamatan di Kota Padang yang memiliki kepadatan lalu lintas yang kendaraan yang tinggi, yaitu Kecamatan Padang Utara, Kecamatan Padang Barat, serta Kecamatan Padang Selatan.
4. Pengambilan data meteorologi (suhu udara, tekanan udara, kelembaban udara, kecepatan angin, dan arah angin) yang diperoleh dari pengukuran langsung menggunakan alat kondisi meteorologi (*pocket weatherman*, kompas dan anemometer);
5. Penentuan titik sampling untuk data primer dibagi menjadi 2 jenis, yaitu:
 - a. Data jumlah kendaraan didapatkan pada ruas jalan arteri, kolektor serta lokal dengan menggunakan peralatan *manual counter* dengan klasifikasi:
 1. 1 (satu) titik di lajur searah yang memiliki jalur hijau jalan;
 2. 1 (satu) titik lajur dua arah searah yang memiliki jalur hijau jalan;
 3. 1 (satu) titik di lajur searah yang tidak memiliki jalur hijau jalan;
 4. 1 (satu) titik di lajur dua arah yang tidak memiliki jalur hijau jalan.
 - b. Sampling gas karbon monoksida (CO) dilakukan dengan menggunakan alat *impinger*.
6. Periode pengambilan jumlah kendaraan dilakukan selama selang waktu 3 jam dari masing-masing titik sampling, sedangkan sampling gas CO dengan *impinger* dilakukan selama 1 jam pada jam puncak.
7. Strategi pengendalian pencemaran gas karbon monoksida (CO) yang dilakukan berdasarkan analisis aspek teknis, aspek lingkungan serta aspek kelembagaan.

BAB 2

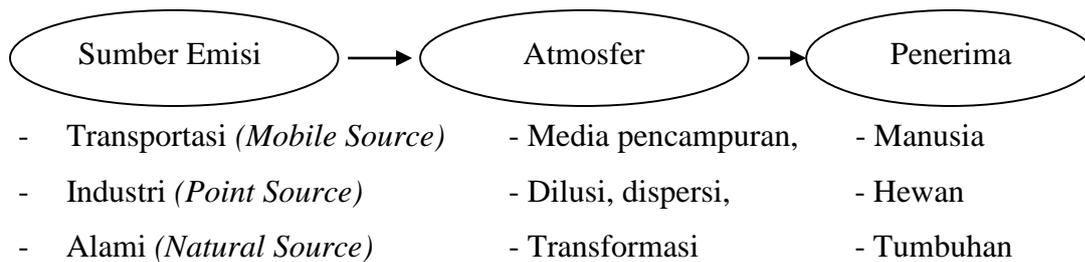
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara Akibat Aktivitas Transportasi

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, “Pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.” Peraturan pemerintah ini juga menggolongkan sumber pencemaran udara atas lima, yakni:

1. Sumber bergerak yaitu sumber emisi yang bergerak atau tetap pada suatu tempat yang berasal dari kendaraan bermotor;
2. Sumber bergerak spesifik serupa dengan sumber bergerak namun berasal dari kereta api, pesawat terbang, kapal, laut dan kendaraan berat lainnya;
3. Sumber tidak bergerak yaitu sumber emisi yang tetap pada suatu tempat;
4. Sumber tidak bergerak spesifik serupa dengan sumber tidak bergerak namun berasal dari kebakaran hutan dan pembakaran sampah;
5. Sumber gangguan yaitu sumber pencemar yang menggunakan media udara atau padat untuk penyebarannya, sumber ini berupa dari kebisingan, getaran, kebauan dan gangguan lain.

Pencemaran udara umumnya terjadi pada daerah perkotaan, hal ini disebabkan karena banyaknya aktivitas manusia dan sektor-sektor penunjang terjadinya pencemaran udara. Sumber polutan penyebab terjadinya perubahan kualitas udara tersebut berasal dari berbagai sektor seperti sektor industri, limbah rumah tangga, pembakaran sampah dan sektor transportasi (Sabki, 2002). Mekanisme pencemaran udara merupakan suatu sistem yang terdiri atas tiga komponen dasar, yaitu sumber emisi, atmosfer, dan penerima. Hubungan antara ketiga komponen dasar tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema Pencemaran Udara
 Sumber: Nevers, 1995

Gambar 2.1 memperlihatkan bahwa pencemaran udara diawali dengan hadirnya sumber emisi. Secara garis besar, terdapat tiga sumber emisi utama dalam pencemaran udara, yaitu aktivitas transportasi, proses industri, dan dari sumber alami yaitu berupa proses pembakaran, letusan gunung, dan sebagainya. Polutan yang dihasilkan akan mengalami proses *dilusi* (pengenceran), *transport* (pengangkutan), *dispersi* (penyebaran), dan transformasi, baik secara fisik maupun kimia dalam atmosfer. Kehadiran bahan pencemar tersebut dapat dideteksi dengan alat pengukur atau melihat pengaruhnya terhadap manusia, hewan, tumbuhan atau material (sebagai penerima). Respon yang ditunjukkan oleh penerima dapat berupa iritasi, timbulnya penyakit, kerusakan material, dan lainnya yang tergantung oleh tingkat konsentrasi pencemar dan sensitivitas penerima (Nevers, 1995).

Polusi udara dapat disebabkan oleh aktivitas manusia yaitu antara lain oleh industri, transportasi, *power plant*, aktivitas rumah tangga, dan perkantoran. Di antara sumber polutan tersebut kendaraan bermotor merupakan sumber polutan terbesar, dimana pada kota besar 98% polutan udara berasal dari kendaraan bermotor (Santi, 2001). Menurut BPLHD Jawa Barat (2009) faktor-faktor yang menyebabkan tingginya polusi yang disebabkan oleh sektor transportasi yaitu sebagai berikut (perkembangan jumlah kendaraan yang cepat/eksponensial):

1. Tidak seimbangnya prasarana transportasi dengan jumlah kendaraan yang ada;
2. Pola lalu lintas perkotaan yang berorientasi memusat, akibat terpusatnya kegiatan-kegiatan perekonomian dan perkantoran di pusat kota;
3. Masalah turunan akibat pelaksanaan kebijakan pengembangan kota yang ada, misalnya daerah pemukiman penduduk yang semakin menjauhi pusat kota;

4. Kesamaan waktu aliran lalu lintas;
5. Jenis, umur dan karakteristik kendaraan bermotor;
6. Faktor perawatan kendaraan;
7. Jenis bahan bakar yang digunakan;
8. Jenis permukaan jalan;
9. Siklus dan pola mengemudi (*driving pattern*).

2.2 Klasifikasi Jalan dan Sistem Jaringan Jalan

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 34 Tahun 2006 tentang Jalan, klasifikasi jalan menurut fungsinya terbagi menjadi empat jalan yaitu:

1. Jalan arteri

Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanannya jarak jauh, dengan kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk ke jalan ini sangat dibatasi.

2. Jalan kolektor

Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

3. Jalan lokal

Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak pendek, kecepatan rata-rata rendah dan jalan masuk tidak dibatasi.

4. Jalan lingkungan

Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak pendek, kecepatan rata-rata rendah dan jalan masuk dibatasi.

Menurut peranan pelayanan jasa distribusinya, jaringan jalan diklasifikasikan dalam 2 sistem, yaitu (PP No. 34 Tahun 2006):

1. Sistem jaringan jalan primer

Sistem jaringan jalan primer disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di

tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan sebagai berikut:

- a. Menghubungkan secara terus menerus pusat kegiatan nasional, pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan lokal sampai ke pusat kegiatan lingkungan;
 - b. Menghubungkan antar pusat kegiatan nasional.
2. Sistem jaringan jalan sekunder
- Sistem jaringan jalan sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan kota tersebut.

Adapun implementasi pengelompokan jalan menurut fungsinya dalam sistem jaringan jalan, dibedakan sebagai berikut:

1. Sistem jaringan jalan primer, meliputi: jaringan jalan arteri primer, jaringan jalan kolektor primer dan jaringan jalan lokal primer.
2. Sistem jaringan jalan sekunder, meliputi: Jaringan jalan arteri sekunder, jaringan jalan kolektor sekunder dan jaringan jalan lokal sekunder.

2.3 Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah gas beracun, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Karena sifatnya yang tidak berbau, CO biasanya bercampur dengan gas-gas lain yang berbau sehingga CO dapat terhirup secara tidak sadar bersamaan dengan terhirupnya gas lain yang berbau. CO merupakan salah satu polutan yang terdistribusi paling luas di udara. Setiap tahun, CO dilepaskan ke udara dalam jumlah yang paling banyak di antara polutan udara yang lain, kecuali karbon dioksida (CO₂). Di daerah dengan populasi tinggi, rasio *mixing* CO bisa mencapai 1 hingga 10 ppm (LAPAN, 2010).

2.3.1 Sumber-Sumber CO

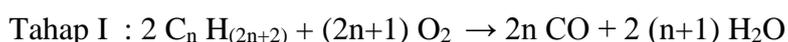
Karbon monoksida berupa gas dan merupakan komponen esensial untuk kehidupan organisme, dan juga merupakan unsur pokok minor atmosfer sekitar 0,4 %. Bertambahnya gas CO pada umumnya terjadi karena pembakaran batu bara, minyak, dan gas dalam skala besar. Akibat dari pembakaran yang berlebihan maka terjadi akumulasi CO₂ di atmosfer sehingga suhu bumi meningkat. Distribusi gas

karbon dioksida adalah atmosfer, teresfer dalam lautan, sebagai bahan bakar dalam fosil dan dalam lautan bersifat hidup dan sedimen (Sunu, 2001).

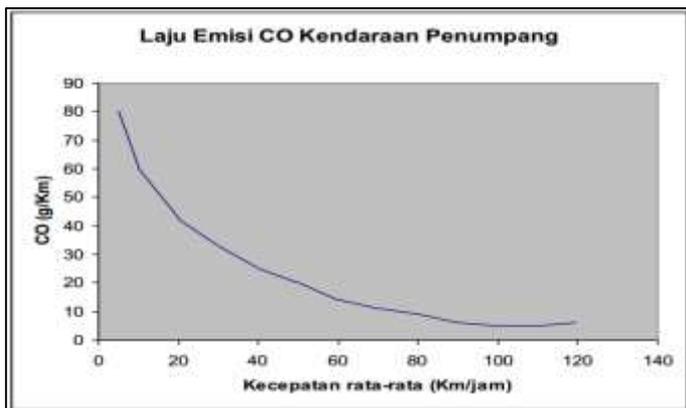
Karbon monoksida berasal dari pembakaran tidak sempurna bensin di dalam mobil, pembakaran di perindustrian, pembangkit listrik, pemanas timah, pembakaran di pertanian, dan sebagainya (Sastrawijaya, 2000).

Semakin tinggi suhu hasil pembakaran maka jumlah gas CO yang terdisosiasi menjadi CO dan O akan semakin banyak, suhu tinggi merupakan pemicu terjadinya gas CO. Sumber pencemaran gas CO terutama berasal dari pembakaran bahan bakar fosil (minyak maupun batubara) pada mesin- mesin penggerak transportasi. Penyebaran gas CO di udara tergantung pada keadaan lingkungan, untuk daerah perkotaan yang banyak kegiatan industrinya dan lalu lintasnya padat, udaranya sudah banyak tercemar oleh gas CO, sedangkan daerah pinggiran kota atau desa, cemaran CO di udara relatif sedikit. Ternyata tanah yang masih terbuka dimana belum ada bangunan di atasnya, dapat membantu penyerapan gas CO, karena mikroorganisme yang ada di dalam tanah mampu menyerap gas CO yang terdapat di udara. Angin dapat mengurangi konsentrasi gas CO pada suatu tempat karena dipindahkan ke tempat lain (Muliando, 2005).

Menurut Kusminingrum (2008) pada mesin kendaraan bermotor, bensin yang teroksidasi dengan sempurna akan menghasilkan H₂O dan CO₂, reaksi oksidasi bensin adalah sebagai berikut:



Namun apabila jumlah O₂ dari udara tidak cukup atau tidak tercampur baik dengan bensin, maka pada pembakaran ini akan selalu terbentuk gas CO yang tidak teroksidasi, di bawah ini disajikan hubungan antara gas CO yang dihasilkan dengan kecepatan kendaraan:



Gambar 2.2 Laju Emisi Karbon Monoksida (CO) Kendaraan Penumpang
 Sumber: *Environmental Assessment, DOT, UK., 1994*

2.3.2 Dampak Negatif Karbon Monoksida (CO)

Pengaruh beracun CO terhadap tubuh terutama disebabkan oleh reaksi antara CO dengan hemoglobin (Hb) di dalam darah. Hemoglobin di dalam darah secara normal berfungsi dalam sistem transport untuk membawa oksigen dalam bentuk Oksihemoglobin (O_2Hb) dari sel- sel tubuh ke paru- paru. Dengan adanya CO dalam hemoglobin dapat membentuk karboksihemoglobin. Jika reaksi demikian terjadi, maka kemampuan darah untuk mentranspor oksigen menjadi berkurang. Faktor penting yang menentukan pengaruh CO terhadap tubuh manusia adalah konsentrasi COHb yang terdapat di dalam darah, dimana semakin tinggi persentase hemoglobin yang terikat dalam bentuk COHb, semakin parah pengaruhnya terhadap kesehatan manusia (Fardiaz, 2010).

Estimasi dosis pemajanan sangat tergantung kepada tinggi rendahnya pencemar yang dikaitkan dengan kondisi lalu lintas pada saat tertentu, pengaruh yang merugikan mulai dari meningkatnya kematian akibat adanya *episode smog* sampai pada gangguan estetika dan kenyamanan. Gangguan kesehatan lain seperti kanker pada paru-paru atau organ tubuh lainnya, penyakit pada saluran tenggorokan yang bersifat akut maupun kronis, dan kondisi yang diakibatkan karena pengaruh bahan pencemar terhadap organ lain seperti paru-paru dan sistem saraf. Karena setiap individu akan terpajan oleh banyak senyawa secara bersamaan, sering kali sangat sulit untuk menentukan senyawa atau kombinasi senyawa mana yang paling berpengaruh membahayakan kesehatan (Tugaswati, 2000).

Gas CO dalam jumlah banyak (konsentrasi tinggi) dapat menyebabkan gangguan kesehatan bahkan juga dapat menimbulkan kematian, karbon monoksida (CO) apabila terhirup ke dalam paru-paru akan ikut masuk ke peredaran darah dan menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh, hal ini dapat terjadi karena gas CO yang bersifat racun ikut bereaksi secara metabolis dengan darah. Ikatan karbon monoksida dengan darah (karboksihemoglobin) lebih stabil dari pada ikatan oksigen dengan darah (oksihemoglobin), keadaan ini menyebabkan darah menjadi lebih mudah menangkap gas CO dan menyebabkan fungsi vital darah sebagai pengangkut oksigen terganggu. Dalam keadaan normal konsentrasi CO di dalam darah berkisar antara 0,2 % sampai 1,0 % dan rata-rata sekitar 0,5 %. Di samping itu, kadar CO dalam darah dapat seimbang selama kadar CO di atmosfer tidak meningkat dan kecepatan pernafasan tetap konstan (Mukono, 2006).

Karbon monoksida dapat terikat lebih kuat dengan hemoglobin darah dan membentuk karboksihemoglobin (COHb) sehingga menyebabkan terhambatnya pasokan oksigen ke jaringan tubuh. Paparan CO diketahui dapat mempengaruhi kerja jantung (sistem kardiovaskuler), sistem saraf pusat, janin, dan semua organ tubuh yang peka terhadap kekurangan oksigen. Pengaruh CO terhadap sistem kardiovaskuler cukup nyata teramati walaupun dalam kadar rendah, penderita penyakit jantung dan penyakit paru merupakan kelompok yang paling peka terhadap paparan CO. Studi eksperimen terhadap pasien jantung dan penyakit paru menemukan adanya hambatan pasokan oksigen ke jantung selama melakukan latihan gerak badan pada kadar COHb yang cukup rendah 2,7 % (Tugaswati, 2000).

Pengaruh Karbon monoksida (CO) terhadap tubuh manusia tidak sama untuk manusia yang satu dengan yang lain. Daya tahan tubuh manusia ikut menentukan toleransi tubuh terhadap pengaruh adanya karbon monoksida (Wardhana, 2004). Keracunan gas monoksida (CO) dapat ditandai dari keadaan yang ringan berupa pusing, sakit kepala dan mual. Keadaan yang lebih berat dapat berupa menurunnya kemampuan gerak tubuh, gangguan pada sistem kardiovaskuler, serangan jantung sampai pada kematian (Mukono, 2006). Efek gas CO bagi tubuh manusia dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Efek Gas CO pada Manusia

% CO dalam Darah (dalam Bentuk COHb)	Efek Bagi Tubuh
0,3-0,7	Gangguan psikologi seperti pada perokok
2,5-3,0	Gangguan dan kerusakan fungsi jantung : aliran darah, tekanan darah dan perubahan konsentrasi sel darah merah
4,0-6,0	Gangguan penglihatan, berkurangnya kesiagaan, penurunan energi untuk kerja maksimum
6,0-8,0	Terjadinya gejala seperti pada perokok, perokok memproduksi lebih banyak sel darah merah dari pada bukan perokok untuk mengimbangnya
10,0-20,0	Sakit kepala yang berlebihan, lesu, tidak bertenaga, pembesaran sel darah pada kulit, penglihatannya yang tidak normal, potensi kerusakan pada janin
20,0-30,0	Sakit kepala, mual, ketidaknormalan keterampilan individu
30,0-40,0	Kelemahan otot, mual, muntah, pandangan mata gelap, sakit kepala hebat, mudah emosi, timbul sikap suka memberontak
40,0-60,0	Pingsan, tertawa yang berlebihan, koma
60,0-70,0	Koma, berhentinya aktifitas jantung dan pernapasan, beberapa terjadi kematian
Lebih dari 70,0	Kematian

Sumber : Nevers,2000

2.3.3 Standar Baku Mutu Udara Ambien

Menurut Edhyansyah (1991), baku mutu udara adalah batasan yang diijinkan mengenai hubungan antara kualitas udara atau kuantitas udara dengan variasi waktu berdasarkan pengaruhnya terhadap kesehatan dan keselamatan makhluk hidup dan benda-benda. Penetapan baku mutu dirumuskan dengan mempertimbangkan aspek-aspek sosial, ekonomi, dan teknologi, baku mutu udara yang telah ditetapkan dalam baku mutu lingkungan ada dua jenis:

1. Baku mutu udara emisi

Baku mutu udara emisi adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar untuk dikeluarkan dari sumber pencemar ke udara sehingga tidak mengakibatkan dilampauinya baku mutu udara ambien

2. Baku mutu udara ambien

Baku mutu udara ambien adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar yang terdapat di udara, namun tidak menimbulkan gangguan bagi makhluk hidup, tumbuh-tumbuhan, dan benda. Indonesia telah mengatur

baku mutu konsentrasi pencemar di udara ambien berdasarkan Peraturan Pemerintah No 41 Tahun 1999 seperti yang diperlihatkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Baku Mutu Udara Ambien

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	
1	SO ₂ (Sulfur dioksida)	1 Jam	900 µg/Nm ³	
		24 Jam	365 µg/ Nm ³	
		1 Tahun	60 µg/ Nm ³	
2	CO (Karbon monoksida)	1 Jam	30.000 µg/ Nm ³	
		24 Jam	10.000 µg/ Nm ³	
		1 Tahun	-	
3	NO ₂ (Nitrogen dioksida)	1 Jam	400 µg/ Nm ³	
		24 Jam	150 µg/ Nm ³	
		1 Tahun	100 µg/ Nm ³	
4	O ₃ (Oksidan)	1 Jam	235 µg/ Nm ³	
		1 Tahun	50 µg/ Nm ³	
5	HC (Hidrokarbon)	3 Jam	160 µg/ Nm ³	
6	PM ₁₀ (Partikel < 10 µm)	24 Jam	150 µg/ Nm ³	
		PM _{2,5} (Partikel < 2,5 µm)	24 Jam	65 µg/ Nm ³
		1 Tahun	15 µg/ Nm ³	
7	TSP (Debu)	24 Jam	230 µg/ Nm ³	
		1 tahun	90 µg/ Nm ³	
8	Pb (Timah Hitam)	24 Jam	2 µg/ Nm ³	
		1 Tahun	1 µg/ Nm ³	
9	Dustfall (Debu Jatuh)	30 Hari	10 Ton/km ² /bulan (pemukiman)	
			20 Ton/km ² /bulan (industri)	
10	Total Fluorides (F)	24 Jam	3 µg/ Nm ³	
		90 Hari	0,5 µg/ Nm ³	
11	Fluor Indeks	30 Hari	40 µg/cm ³ dari kertas lamed filter	
12	Khlorine & Khlorine dioksida	24 Jam	150 µg/ Nm ³	
13	Sulfat Indeks	30 Hari	1 mg SO ₂ /100 cm ³ dari lead peroksida	

Sumber : PP RI No. 41 Tahun 1999

2.3.4 Upaya Pengendalian Pencemaran CO dari Kendaraan Bermotor

Pengendalian pencemaran udara akibat kendaraan bermotor merupakan salah satu bagian dalam pengendalian pencemaran udara akibat sistem dan sarana transportasi. Kendaraan bermotor dalam hal ini merupakan salah satu sumber pencemar yang terkait dengan sistem dan sarana transportasi. Dalam dasar penetapan kebijakan pengendalian pencemaran udara pada dasarnya mencakup banyak pertimbangan, baik aspek teknis dan teknologi pengendalian itu sendiri, maupun aspek sosial dan ekonomi yang akan terkait dengan strategi pengendalian dan teknologi pengendalian yang diterapkan. Di negara-negara maju, pengendalian

polusi udara yang berasal dari kendaraan bermotor sudah dilakukan, sebagai usaha yang telah dilakukan untuk mengontrol polusi di udara kebanyakan ditujukan untuk mengurangi polusi CO dari kendaraan bermotor karena sebanyak 64% dari seluruh emisi CO dihasilkan dari transportasi terutama yang menggunakan bahan bakar (oli/bensin). Hasil pembakaran mesin ini selain mengandung CO juga mengandung campuran NO_x, HC dan partikel sehingga masalah yang harus dipecahkan juga kompleks (BPLHD, 2009).

Menurut Ryadi (1982), pengendalian pencemaran udara akibat kendaraan bermotor mencakup upaya-upaya pengendalian baik secara langsung maupun tidak langsung yang dapat menurunkan tingkat emisi gas buang yang berasal dari kendaraan bermotor secara efektif. Pendekatan-pendekatan strategis yang mungkin diterapkan adalah:

1. Penurunan laju emisi dari setiap kendaraan untuk setiap kilometer jalan yang ditempuh;
2. Penurunan jumlah dan kerapatan total kendaraan di dalam suatu daerah tertentu;
3. Melakukan pengujian kendaraan bermotor secara berkala terhadap setiap kendaraan wajib uji yang merupakan serangkaian kegiatan menguji dan memeriksa bagian-bagian kendaraan wajib uji dalam rangka pemenuhan persyaratan teknis dan layak jalan.

Integrasi yang baik antara tataguna lahan dan penataan transportasi merupakan kunci dalam mengendalikan pencemaran udara. Pembangunan pusat-pusat perbelanjaan, sekolah, rumah sakit yang tidak terkonsentrasi dalam suatu wilayah akan dapat mengurangi jarak perjalanan yang ditempuh sehingga emisi yang dihasilkan dari pergerakan kendaraan dapat ditekan. Tersedianya transportasi massal yang nyaman dan aman merupakan solusi untuk mengurangi penggunaan kendaraan pribadi serta mendorong penggunaan transportasi umum (Sunoko, 2011).

Menurut Tamin (2000), salah satu upaya dalam menurunkan laju emisi yaitu dengan penerapan rekayasa manajemen lalu lintas yang dilakukan dengan berbagai cara seperti:

A. Perbaikan Sistem Lalu Lintas dan Sistem Jaringan Jalan

Perbaikan sistem lalu lintas dapat dilakukan dengan beberapa langkah berikut ini:

- a. Pemasangan dan perbaikan sistem lalu lintas secara terisolasi yang dimaksudkan untuk mengikuti fluktuasi lalu lintas yang berbeda-beda dalam 1 jam, 1 hari maupun 1 minggu. Selain itu juga dilakukan secara terkoordinasi dalam mengatur seluruh lampu lalu lintas secara terpusat. Pengaturan ini dapat mengurangi tundaan atau kemacetan, sistem ini dikenal dengan nama *Area Traffic Control System (ATCS)*.
- b. Perbaikan perencanaan sistem jaringan jalan yang ada, termasuk jaringan jalan KA, jalan raya, bus yang dilaksanakan untuk menunjang Sistem Angkutan Umum Perkotaan Terpadu (SAUTPT).
- c. Penerapan manajemen transportasi antara lain dengan kebijakan parkir, perbaikan fasilitas pejalan kaki, serta jalur khusus bus. Semua ini memerlukan beberapa pertimbangan, yang lebih diutamakan pada kemungkinan membatasi kebutuhan akan transportasi dengan beberapa metode yang dikenal dengan pembatasan lalu lintas. Perlunya penerapan pembatasan lalu lintas terhadap kendaraan pribadi telah diterima oleh para pakar transportasi sebagai hal penting dalam menanggulangi masalah kemacetan di daerah perkotaan.

B. Prioritas Angkutan Umum

Sistem transportasi publik dapat mengangkut penumpang lebih banyak tetapi sumber daya yang dipakainya lebih sedikit (termasuk di dalamnya adalah lahan, bahan bakar, serta biaya lingkungan). Beberapa perencana pesimis atas pengembangan transportasi publik kota yang sangat memerlukan dana yang cukup besar. Manfaat paling penting dari sebuah transportasi publik yang baik adalah metode ini dapat mengurangi kebutuhan dan keinginan untuk memiliki kendaraan pribadi yang selanjutnya akan berdampak pada berkurangnya jumlah pengguna kendaraan bermotor (Parikesit, 2005).

Terdapat lima jenis ukuran agar pelayanan angkutan umum lebih baik:

- a. Perbaikan operasi pelayanan, frekuensi, kecepatan dan kenyamanan (misal: bus sekolah).

- b. Perbaiki sarana penunjang jalan, seperti:
1. Penentuan lokasi dan desain tempat pemberhentian dan terminal yang baik.
 2. Pemberian prioritas yang lebih tinggi pada angkutan umum, teknik yang sering digunakan adalah jalur khusus bus, prioritas bus, lampu lalu lintas, serta tempat berhenti taksi.
- c. Prioritas bus di persimpangan dengan lalu lintas
- Pada bus bisa dipasang alat detektor yang memberikan sinyal elektronik dan diterima oleh penerima sinyal di persimpangan jalan tersebut, yang melanjutkannya pada control lampu lalu lintas yang kemudian memberikan fase lampu hijau atau memperpanjang waktu lampu hijau, hal ini dapat mengurangi tundaan atau kemacetan di persimpangan jalan.
- d. Kemudahan pejalan kaki
- Untuk menimbulkan minat masyarakat menggunakan angkutan umum, hal yang perlu diperhatikan adalah pejalan kaki. Perjalanan dengan angkutan umum selalu diawali dan diakhiri dengan berjalan kaki, jika fasilitas pejalan kaki tidak tersedia dengan baik, bisa menimbulkan kurangnya minat masyarakat menggunakan angkutan umum, yang menjadi fokus perhatian yaitu kemudahan akses, kenyamanan serta keselamatan fasilitas.
- e. Jalur khusus bus
- Jika suatu jalan atau persimpangan mengalami kemacetan, angkutan umum dapat menggunakan satu jalur sendiri, dengan demikian bus tersebut bergerak lebih cepat dan tidak mengalami kemacetan. Hal ini menyebabkan kendaraan jenis lain (mobil penumpang, taksi, truk dan sepeda motor) yang mengalami kemacetan semakin dibatasi pergerakannya ke ruang yang lebih kecil sehingga meningkatkan kemacetan dan tundaan, akibatnya angkutan umum menjadi lebih menarik. Dengan alasan ini jalur khusus bus bisa digunakan hanya pada saat macet, yaitu pada saat keuntungan bisa didapatkan dengan meningkatnya kecepatan kendaraan umum (pada jam sibuk).

Upaya lain yang dapat digunakan dalam pengendalian pencemaran udara akibat aktivitas kendaraan bermotor dengan cara penanaman pohon (RTH) di sepanjang jalan ataupun di beberapa kawasan, karena kebutuhan akan pohon pelindung yang dapat menyerap gas CO₂ sebagai akibat proses oksidasi dari gas CO, hal ini juga dapat membantu mengurangi efek gas rumah kaca berupa kenaikan temperatur yang tinggi di sepanjang jalan.

Menurut Hermana (2003) dari hasil analisis kemampuan serapan masing-masing tanaman penghijauan kota dan tingkat kerusakan yang disebabkan oleh paparan pencemar, ada beberapa jenis tanaman penghijauan yang dapat digunakan sesuai kemampuannya dalam menyerap gas CO₂, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2.3 Hasil Kemampuan Serapan Berbagai Jenis Tanaman Percobaan

No	Jenis Tanaman	Serapan CO ₂ / daun (ppm)	Serapan CO ₂ / tajuk (ppm)
1	Angsana/ Sono (<i>Pterocarpus indica</i>)	0,65	4,26
2	Tanjung (<i>Mimusops elengi</i>)	0,29	1,89
3	Bungur	0,21	1,38
4	Mahoni	0,21	1,40
5	Johar	0,06	0,39
6	Beringin	0,09	0,60
7	Asam	0,13	0,84
8	Sawo Kecil	0,53	3,48
9	Mangga	0,64	4,18
10	Tabebuaya	0,21	1,40
11	Kupu	0,19	1,26
12	Glodokan	0,32	2,10
13	Akasia	0,20	1,29

Sumber: Hermana, 2003

Kemampuan daun untuk menyerap CO₂ dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satu faktor dominan yaitu luas daun dan luasan tutupan (kanopi) atau luas tajuk.

2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Penyebaran Pencemar

Kadar pencemar di udara selain dipengaruhi oleh jumlah sumber pencemar, parameter meteorologi juga mempengaruhi kadar pencemar di udara sehingga

kondisi lingkungan tidak dapat diabaikan. Aspek meteorologi sangat diperlukan dalam penelitian pencemaran udara untuk memperkirakan kemampuan udara menyebarkan zat pencemar. Perubahan-perubahan parameter meteorologi akan menentukan proses penyebaran gas yang diemisikan, baik dalam skala lokal maupun regional (Tjasyono, 1999). Adapun parameter meteorologi yang perlu diperhatikan dalam pencemaran udara adalah sebagai berikut:

1. Suhu udara

Suhu udara didefinisikan sebagai tingkat panas yang terjadi di udara, panas bergerak dari sebuah benda yang mempunyai suhu tinggi ke benda dengan suhu rendah (Tjasyono, 1999). Suhu udara yang mempunyai konsentrasi pencemar yang tinggi dapat menyebabkan udara semakin renggang sehingga konsentrasi pencemar menjadi makin rendah. Sebaliknya pada suhu yang dingin keadaan udara akan semakin padat sehingga konsentrasi pencemar di udara makin tinggi (Depkes RI, 1994).

2. Kelembaban relatif

Kelembaban yaitu massa jenis uap (massa air) yang terkandung dalam satu satuan volume udara, sedangkan kelembaban relatif yaitu perbandingan antara uap air yang benar-benar ada di udara dengan jumlah uap air dalam udara tersebut (Tjasyono, 1999). Kelembaban udara mempengaruhi konsentrasi pencemar di udara. Pada kelembaban yang tinggi maka kadar uap udara dapat bereaksi dengan pencemar udara menjadi zat lain yang tidak berbahaya atau menjadi pencemar sekunder (Depkes RI, 1999).

3. Tekanan udara

Tekanan udara adalah tekanan kolom udara di lapisan atmosfer bumi, besarnya tekanan udara tersebut dinyatakan dalam 1 atm. Tekanan udara tertentu dapat mempercepat atau menghambat terjadinya suatu reaksi kimia antara pencemar dengan zat pencemar di udara atau zat-zat yang ada di udara sehingga pencemar udara dapat bertambah ataupun berkurang (Junaidi, 2002).

4. Angin

Angin adalah udara yang bergerak dari suatu tempat dengan tekanan udara lebih tinggi akibat temperatur yang lebih rendah menuju tempat dengan tekanan udara yang lebih rendah akibat temperatur yang lebih tinggi. Pergerakan udara akan

mengakibatkan terjadinya proses penyebaran sehingga terjadi pengenceran dari bahan pencemar udara, akibatnya kadar suatu pencemar pada jarak tertentu dari sumber akan mempunyai konsentrasi pencemar yang berbeda (Supriyadi, 2009).

Arah dan kecepatan angin dapat mempengaruhi kadar pencemar setempat, konsentrasi bahan pencemar dari sumber secara terus menerus berhubungan dengan kecepatan angin, semakin tinggi kecepatan angin, penyebaran partikel atau molekul pencemaran udara semakin besar sehingga menyebabkan konsentrasi semakin kecil. Dengan kata lain angin kencang dan bergolak kuat menyebabkan konsentrasi pencemar menjadi semakin encer, sedangkan angin reda dan bergolak lemah menyebabkan konsentrasi pencemar menjadi pekat (Supriyadi, 2009).

5. Hujan

Hujan merupakan suatu partikel air di udara yang bergerak dari atas jatuh ke bumi yang dapat menyerap pencemar gas tertentu ke dalam partikel air, serta dapat menangkap partikel debu yang *inert* maupun partikel debu yang lain. Debu akan menempel pada partikel air dan dibawa jatuh ke bumi, dengan demikian pencemar dalam bentuk partikel dapat berkurang konsentrasinya akibat jatuhnya hujan (Junaidi, 2002).

6. Stabilitas Atmosfer

Stabilitas atmosfer merupakan kecenderungan atmosfer untuk menahan gerakan vertikal atau untuk menekan turbulensi yang ada, yang mempengaruhi kemampuan atmosfer untuk mendispersikan polutan-polutan yang teremisikan ke atmosfer. Menurut Soedomo (1999), stabilitas atmosfer merupakan indikator kapasitas dispersi, parameter ini adalah faktor penting yang mempengaruhi konsentrasi pencemar udara di atmosfer dan merupakan fungsi dari distribusi temperatur secara vertikal. Stabilitas atmosfer dipengaruhi oleh kecepatan angin, selain dipengaruhi radiasi sinar matahari (insolasi) pada siang hari dan penutupan awan (*night cloudiness*) pada malam hari. Penentuan stabilitas atmosfer suatu wilayah dapat ditentukan dengan menggunakan Tabel 2.4 berikut ini:

Tabel 2.4 Klasifikasi Stabilitas Atmosfer

Surface wind speed (m/s)	Day Incoming Solar Radiation			Night Cloudiness	
	Strong	Moderate	Slight	Cloudy $\geq 4/8$	Clear $\leq 3/8$
< 2	A	A-B	B	E	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

Sumber: Cooper & Alley, 1994 dalam Iestari dkk, 2003

7. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas dihitung berdasarkan jumlah kendaraan rata-rata yang lewat pada suatu titik di ruas jalan untuk kategori sepeda motor, kendaraan penumpang, dan kendaraan berat. Menurut Hoesodo (2004), volume lalu lintas menunjukkan tingkat kepadatan lalu lintas kendaraan bermotor pada suatu ruas jalan. Volume pada suatu jalan dapat bervariasi dari waktu ke waktu (bervariasi dari tahun ke tahun, minggu ke minggu, atau jam ke jam). Untuk mengetahui volume lalu lintas dilakukan penghitungan jumlah kendaraan yang melewati titik pengamatan pada interval waktu tertentu. Periode waktu yang diterapkan bervariasi, dapat dari 15 menit sampai dengan satu tahun, tergantung dari tujuan penggunaan data volume tersebut.

Pada proses penghitungan ini juga diidentifikasi mengenai kecepatan kendaraan, jenis kendaraan yang melintas, dan arah pergerakan. Satuan volume lalu lintas adalah satuan mobil penumpang (smp/jam) atau *passenger car unit* (pcu/hour), karena kendaraan yang lewat terdiri dari bermacam-macam tipe/kategori seperti sepeda motor (*motor cycle*), kendaraan penumpang (*light vehicle*), kendaraan berat (*heavy vehicle*), maka untuk memperoleh volume lalu lintas dalam satuan mobil penumpang per satuan waktu dilakukan normalisasi. Penentuan smp mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), satuan volume lalu lintas dalam satuan mobil penumpang per satuan waktu diperoleh dengan melakukan normalisasi dengan persamaan berikut (Hoesodo, 2004):

$$q = (n_{LV} \times f_{LV}) + (n_{HV} \times f_{HV}) + (n_{MC} \times f_{MC}) \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

q = volume lalu lintas (smp/jam)

n_{LV} = jumlah kendaraan yang lewat per jam untuk setiap jenis kendaraan *light vehicle*

n_{HV} = jumlah kendaraan yang lewat per jam untuk setiap jenis kendaraan *heavy vehicle*

n_{MC} = jumlah kendaraan yang lewat per jam untuk setiap jenis kendaraan *motor cycle*

f_{LV} = nilai ekuivalen mobil penumpang ($emp = 1$) untuk jenis kendaraan *light vehicle*

f_{HV} = nilai ekuivalen mobil penumpang ($emp = 1,2$) untuk jenis kendaraan *heavy vehicle*

f_{MC} = nilai ekuivalen mobil penumpang ($emp = 0,25$) untuk jenis kendaraan *motor cycle*.

Jumlah kendaraan dari hasil survei perhitungan dikonversikan ke dalam bentuk satuan mobil penumpang (smp) untuk memperoleh volume lalu lintas. Smp merupakan suatu metode yang diciptakan para ahli rekayasa lalu lintas dalam memberikan faktor-faktor yang memungkinkan adanya pokok tolak ukur besarnya ruang permukaan jalan yang terpakai oleh setiap pemakai jalan yang beraneka jenis. Setiap jenis kendaraan mempunyai karakteristik pergerakan yang berbeda karena dimensi, kecepatan, percepatan maupun kemampuan manuver masing-masing tipe kendaraan berbeda di samping pengaruh geometrik jalan (Widyani, 2004). Adapun klasifikasi kendaraan serta definisinya dapat dilihat ada Tabel 2.5 berikut ini:

Tabel 2.5 Klasifikasi Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Definisi	Contoh
1	Kendaraan Ringan (<i>Light Vehicles</i>)	Kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dengan jarak as 2,0-3,0 m.	Mobil penumpang, oplet, mikrobis dan <i>pick up</i> .
2	Kendaraan Berat (<i>Heavy Vehicles</i>)	Kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda.	Bus, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi dan truk kecil.
3	Sepeda Motor (<i>Motorcycle</i>)	Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda	Sepeda motor dan kendaraan roda 3

4	Kendaraan Tak Bermotor	Kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan	Sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong
---	------------------------	---	--

Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*

2.5 Model Sebaran Gas Karbon Monoksida (CO)

Pemodelan kualitas udara sangat penting karena membantu untuk memprediksi dampak dari pembangunan suatu kegiatan yang nantinya digunakan sebagai bahan/ dasar pertimbangan para stakeholder untuk membuat keputusan mengenai arahan pengembangan suatu daerah. Dampak pencemaran udara pada lingkungan perkotaan telah menjadi isu penelitian penting yang mengarah pada beberapa studi yang berhubungan dengan pengaruh bangunan dan struktur kota pada akumulasi polutan dan pola dispersi, dimana model yang digunakan pada penelitian ini yaitu model *street canyon* (Sotiris *et al*, 2003).

Hubungan antara emisi dan udara diartikan dengan model dispersi pencemaran, model dikembangkan berdasarkan teori statistik Taylor dengan pendekatan dispersi polutan sebagai fungsi nilai variable acak. Parameter utamanya adalah kondisi meteorologi serta konsentrasi polutan, dimana kondisi topografis serta efek bangunan jarang tergabung pada model. Ada empat model yang dikembangkan berdasarkan konsep ini, yaitu: model *Langrange*, model *K*, model *Box* dan model *Gaussian* (Baumbach, 1996).

Menurut Soedomo (1990), model yang dikembangkan terdiri atas beberapa sub model, yaitu:

1. Sub-model emisi pencemar

Data masukan untuk sub-model emisi adalah informasi sumber pencemar yang ditekankan pada penggunaan energi pada sektor transportasi, data masukan dalam sub-model ini akan menghasilkan *emission load* dari sumber emisi transportasi dan akan diolah datanya bersama-sama dengan hasil sub-model meteorologi untuk membuat dispersi pencemar.

2. Sub-model meteorologi

Data masukan untuk sub-model meteorologi meliputi data arah dan kecepatan angin, radiasi matahari, serta ketinggian lapisan pencampur. Sub-model ini digunakan untuk menghitung frekuensi distribusi dari data meteorologi selama 1

tahun, hasil keluaran sub-model ini akan menjadi masukan dalam sub-model dispersi bersama dengan data keluaran sub-model emisi.

3. Sub-model dispersi karbon monoksida (CO)

Sub-model dispersi dan difusi ini menggunakan metode *Eulerian Multi Box Model* (Model Multi Kotak Eulerian). Kalau model *Gaussian* pertama-tama dikembangkan untuk mengolah emisi dari sebuah sumber titik (plumes) dalam skala lokal, model multi kotak sengaja dikembangkan sebagai model regional (skala meso) untuk menangani pencemaran di daerah urban yang secara spesifik akan mengolah penyebaran pencemar di daerah berdasarkan distribusi emisi pencemarnya. Dalam model multi-kotak, atmosfer di atas daerah studi dibagi-bagi dalam grid (kotak) dan aliran pencemar ke dalam dan keluar setiap kotak dapat dihitung.

Setiap sub-model terdiri dari atas model akuisisi data, analisis statistik (untuk sub-model meteorologi), model prediksi (untuk sumber emisi) dan komputasi berbasis waktu yang memungkinkan perhitungan terhadap data yang masuk secara prediktif dalam horizon waktu yang ditentukan. Karena model ini dimaksudkan untuk melakukan perhitungan konsentrasi pencemar dan perubahan-perubahan yang berlangsung selama jangka waktu yang ditetapkan, diperlukan metoda disagregasi spasial terhadap sumber area yang mengemisikan pencemar. Sistem gridion akan memberi data emisi terpisah yang lebih baik sesuai untuk semua sektor sumber pada grid (kotak)-nya masing-masing sehingga memungkinkan perhitungan tingkat konsentrasi pencemar dalam setiap kotak. Dalam model ini kotak-kotak yang diperlukan dapat berukuran antara 1 hingga 3 kilometer persegi, dengan kemungkinan maksimum 200 grid (kotak), informasi gridion dinyatakan dengan:

$$A = N \times A_{i,j}$$

Dimana: A = luas area daerah studi (km²)

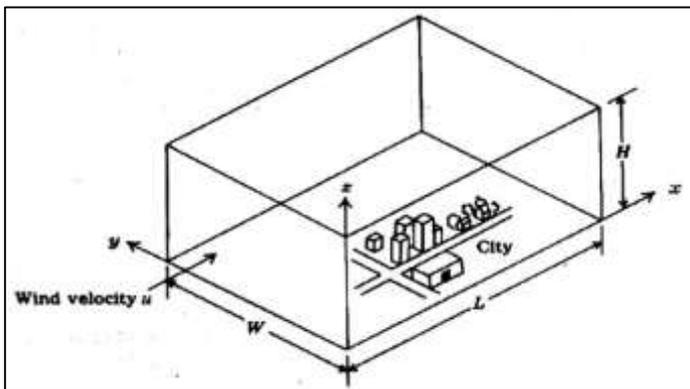
 N = jumlah grid (set) tanpa satuan

 A_{i,j} = luas area tiap grid (sel) (km²)

2.5.1 Box Model

Model kotak (*box*) secara konseptual adalah bentuk model paling sederhana, meskipun beberapa model yang relative kompleks telah dibangun di atas landasan model kotak (*box*). Model *plume* dan model *puff* adalah contoh model yang kompleks dibentuk dengan menggunakan konsep-konsep ini, selain itu beberapa model yang sangat kompleks telah dikembangkan untuk memecahkan persamaan fisik dasar gerak dari udara tanpa menggunakan perkiraan dari kotak, model *plume* ataupun model *puff* (McElroy, 1968, dalam Sasmita, 2011)

Box model digunakan untuk menduga rata-rata konsentrasi polutan di suatu daerah yang diasumsikan sebagai kotak, dimana sumber emisi tersebar merata di permukaan bawah kotak. Selanjutnya polutan dibawa dan disistribusikan dari daerah sumber oleh gerak lateral sesuai dengan arah angin dominan, model ini menganggap suatu wilayah dan kota sebagai kotak, model ini memperhitungkan faktor meteorologi berupa arah angin, kecepatan angin serta ketinggian *mixing height* (boundary layer). Untuk lebih jelasnya tentang gambaran dasar dari *box model* dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3 *Box Model* Sederhana
Sumber: Nevers, 1995

Dalam perhitungannya diberlakukan beberapa asumsi-asumsi, model ini mempunyai persamaan kesetimbangan sebagai berikut:

$$\text{Laju Akumulasi} = (L_{AM} - L_{AK}) + (L_{PB} - L_{PH}) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

L_{AM} = Laju semua aliran masuk

L_{AK} = Laju semua aliran keluar

L_{PB} = Laju pembentukan

L_{PH} = Laju penghilangan

Dalam model ini daerah studi diasumsikan sebagai sebuah kotak yang mempunyai panjang (p), lebar (l) yang sejajar dengan arah angin (U), dalam kotak zat pencemar diemisikan dengan laju konstan per unit waktu per unit area, Q ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{dt}$), Q merupakan laju emisi persatuan luas, jika dibagi dengan UZ , akan menghasilkan persamaan kesetimbangan konsentrasi C . *Box model* memiliki beberapa asumsi dalam penggunaannya, yaitu antara lain (Hasan dan Crowther, 1998, dalam Sasmita, 2011):

1. permukaan kota berukuran panjang (p) dan lebar (l);
2. laju emisi polutannya konstan (relatif tetap), udara yang bergerak dibatasi dari atas lapisan udara yang stabil pada ketinggian (h). udara yang bergerak juga dibatasi pada arah tegak lurus terhadap kecepatan angin.
3. Kondisi yang selalu tetap (*steady state*), baik emisi, kecepatan angin, serta karakteristik udara untuk pengenceran yang nilainya tidak bervariasi terhadap waktu, lokasi dan ketinggian tempat.
4. Tidak adanya polutan yang masuk dan keluar melalui bagian kedua sisi yang sejajar dengan arah angin.
5. Sifat polutan adalah stabil, tidak terurai selama berada di udara dalam kotak.

Asumsi aliran udara masuk dan laju emisi konstan menunjukkan kondisi *steady state*, implikasinya laju akumulasi adalah nol, laju pembentukan dan laju penghilangan sama dengan nol.

- a. laju aliran polutan yang masuk terdiri dari dua komponen: laju aliran polutan yang dibawa oleh angin melalui bidang masuk, besarnya u, l, h, C_o . bidang batas (sisi masuk) kotak per satuan waktu (m^3/dt), jika besaran ini dikalikan konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), akan diperoleh laju aliran massa ($\mu\text{g}/\text{dt}$). C_o sebagai konsentrasi *background*.

- b. Laju aliran yang dihasilkan oleh kota/kawasan yaitu Q, konsentrasi di seluruh kota/kawasan nilainya konstan, misalnya C polutan hanya dapat keluar kotak melalui satu sisi, yaitu sisi keluar, jadi laju aliran keluar adalah *u.l.h.C*.

Konsentrasi gas CO yang dilepaskan ke udara ambien dengan menggunakan *box model* diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut (McElroy, 1968, dalam Sasmita, 2011):

$$C = \frac{Q \times S}{U \times Z} \dots\dots\dots(2.2)$$

- Dimana: C = konsentrasi zat/gas (mg/m³)
 Q = laju emisi (g/m.dt)
 S = panjang zona searah angin (m)
 U = kecepatan angin (m/dt)
 Z = tinggi lapisan inversi/ *mixing height* (m)

Berdasarkan data stabilitas atmosfer (Tabel 2.3), dapat ditentukan nilai *mixing height*, yaitu dengan mencocokkan tipe stabilitas atmosfer dengan kecepatan angin horizontal, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut ini:

Tabel 2.6 Penentuan *Mixing Height*

Stabilitas Atmosfer	Kecepatan Angin Horizontal (m/s)	<i>Mixing Height</i> (m)
A	0,5-2	2000
B	0,5-2	1500
C	2-10	1000
D	3-10	750
E	2-5	300
F	0,5-3	250

Sumber: AIR-EIA, 2000

Untuk menentukan nilai konsentrasi dengan *box model*, perlu mendapatkan nilai laju emisi, penentuan laju emisi per satuan luas (Q') dengan menggunakan persamaan:

$$Q' = \frac{q \times \text{panjang jalan dalam kotak}}{A} \dots\dots\dots(2.3)$$

- Dimana: Q' = laju emisi per satuan luas (g/m².dt)
 q = laju emisi (g/m.dt)
 A = luas kotak/ *box* (m²)
 p = panjang jalan dalam kotak/*box* (m)

Kendaraan bermotor merupakan sumber langsung yang mengemisikan pencemar ke atmosfer, jumlah trip dan kendaraan per kilometer yang menentukan besaran emisi, lebih banyak ditentukan oleh faktor perkotaan dalam sistem transportasi yang ada. Emisi kendaraan bermotor di jalan disebabkan oleh tiga faktor yaitu volume total kendaraan bermotor; karakteristik kendaraan bermotor; kondisi umum lalu lintas saat itu. Formula untuk menentukan beban emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor terdapat pada persamaan berikut:

$$Q = n \times FE \times smp \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

- Q = laju emisi (gram/jam.km)
- n = jumlah kendaraan (smp/jam)
- FE = faktor emisi (gram/km)
- smp = satuan mobil penumpang

Faktor emisi yang merupakan data satuan massa polutan per jarak tempuh (g/km) diperlukan untuk mengkonversi data volume transportasi ke dalam bentuk laju emisi, data faktor emisi dapat dilihat pada Tabel 2.7 berikut ini:

Tabel 2.7 Faktor Emisi Gas Buang Kendaraan untuk Kota Metropolitan dan Kota Besar di Indonesia

Kategori untuk perhitungan beban pencemar udara*	CO (g/km)	HC (g/km)	NO (g/km)	PM10 (g/km)	CO ₂ (g/kg BBM)	SO ₂ (g/km)
Sepeda motor	14	5,9	0,29	0,24	3180	0,008
Mobil (bensin)	40	4	2	0,01	3180	0,026
Mobil (solar)	2,8	0,2	3,5	0,53	3172	0,44
Mobil	32,4	3,2	2,3	0,12	3178	0,11
Bis	11	1,3	11,9	1,4	3172	0,93
Truk	8,4	1,8	17,7	1,4	3172	0,82

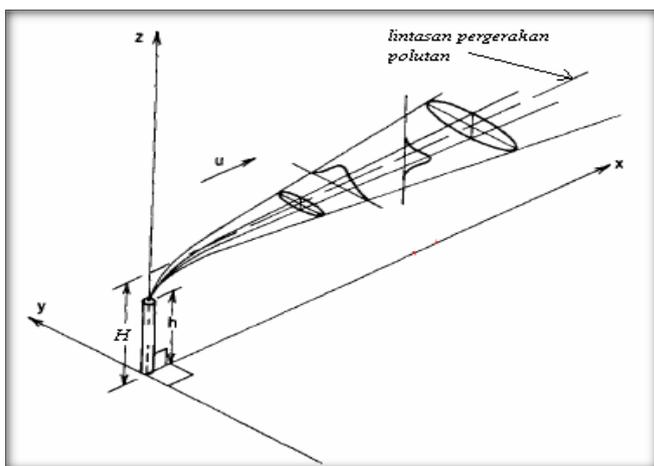
Sumber: PERMEN LH No. 12 Tahun 2010

Box model merupakan penyederhanaan dari model dengan sumber garis yang telah ada (model *gauss*), model ini model yang paling sederhana untuk memprediksi konsentrasi polutan pada sumber garis, salah satu contoh *model box* adalah model *street canyon*. Dengan mempertimbangkan sebuah volume kontrol yang digambarkan oleh sebuah “*street canyon*” dan mengaplikasikan prinsip

konservasi massa dari polutan yang ada di dalam volume kontrol, model ini tidak menjelaskan secara eksplisit proses fisik dan dinamik yang ada di atmosfer, tetapi hanya memperhitungkan aspek arah serta kecepatan angin, laju emisi, dimensi kotak dan juga parameter model empirik untuk memprediksi konsentrasi per jam dari polutan (Hassan dan Crowther, 1998, dalam Sasmita, 2011).

2.5.2 Gaussian Model

Model dispersi emisi karbon monoksida (CO) bisa dilakukan dengan menggunakan pendekatan modeling komputer untuk menentukan konsentrasi emisi pada titik tertentu. Modeling komputer yang paling umum digunakan untuk dispersi polutan adalah model *Gaussian* (Budisulistiorini, 2007). Model dispersi *Gaussian* didasari pada distribusi normal untuk mendeskripsikan pencampuran pencemar udara di atmosfer pada arah vertikal dan horizontal dari sumber yang disebabkan oleh turbulensi. Model *Gaussian* sangat bermanfaat untuk memprediksi dispersi senyawa nondeposit dari sumber tanpa memperhatikan perubahan fisik dan kimia saat transport. Penggunaan model *Gaussian* bisa digunakan untuk sumber lain seperti sumber garis, area, rural, urban dan sumber instan (Turner, 1994).



Keterangan:

h : tinggi fisik cerobong asap

H : tinggi efektif cerobong asap

Δh : plume rise ($H-h_0$)

u : kecepatan angin

Gambar 2.4. *Gaussian Plume Model* Pada Dispersi Polutan

Sumber: Turner, 1970

Gambar 2.4 memberikan ilustrasi tentang pemodelan dispersi polutan dengan *Gaussian Plume Model*. Polutan bergerak searah dengan arah angin yang

pada sumbu-x. Sumbu-y adalah arah yang tegak lurus horizontal dengan sumbu-x dan sumbu-z adalah arah vertikal dengan permukaan tanah pada $z = 0$. Pada proses dispersi polutan, terjadi difusi tiga dimensi karena molekul- molekul polutan berdifusi pada sumbu-x, sumbu-y, dan sumbu-z. Selain proses difusi, pada sumbu-x juga terjadi proses adveksi atau transportasi polutan yang diakibatkan oleh angin dengan kecepatan u , gambar di atas juga menunjukkan bahwa difusi pada sumbu-y dan sumbu-z mengikuti distribusi *Gaussian* sehingga terdapat parameter μ dan σ pada masing-masing sumbu. Konsentrasi maksimum molekul-molekul polutan pada sumbu-y dan sumbu-z terjadi pada $y = 0$ dan $z = H$, sementara itu pada *Gaussian Plume Model*, σ_y dan σ_z disebut juga dengan koefisien dispersi yang menunjukkan ukuran penyebaran polutan pada sumbu-y dan sumbu-z.

Koefisien dispersi adalah fungsi dari jarak sepanjang sumbu-x dan kelas stabilitas atmosfer. Semakin jauh jarak yang dipilih, kurva distribusi *Gaussian* pada sumbu-y dan sumbu-z akan semakin pipih karena molekul-molekul polutan akan semakin menyebar, dengan kata lain nilai σ_y dan σ_z akan semakin besar. Pada persamaan *Gaussian*, penyebaran pencemar pada arah vertikal dan horizontal diasumsikan terjadi secara difusi yang sederhana di sepanjang arah angin berhembus, perhitungan nilai konsentrasi karbon monoksida (CO) dengan *Gaussian model* menggunakan persamaan:

$$C_{(x,y,z)} = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \times \left[\exp\left\{-\left(\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right)\right\} F \right] \dots\dots\dots (2.5)$$

$$F = \left\{ \exp\left[-\frac{(z-He^2)}{2\sigma_z^2}\right] - \exp\left[-\frac{(z+He^2)}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan Persamaan:

C = konsentrasi pada titik sampling ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

X = jarak dari sumber ke titik perhitungan searah angin (m)

Y = jarak dari sumber ke titik perhitungan arah kanan atas dari arah angin

Z = tinggi pada titik perhitungan (m)

Q = laju emisi dari polutan (g/m.s)

U = kecepatan angin rata-rata (m/s)

He = tinggi *stack* efektif

$\sigma_{y,z}$ = koefisien difusi dalam arah y dan z (m)

Persamaan dasar *Gaussian* yang merupakan persamaan dalam menghitung konsentrasi dari sumber titik (*point source*), supaya dapat diterapkan juga dalam menghitung konsentrasi dari sumber garis (*line source*) memiliki asumsi yaitu pada saat sumber titik bergerak sepanjang garis secara kontinyu (kendaraan di jalan raya), sama dengan sumber garis (Colls, 2002). Khare (2007) mengatakan bahwa persamaan dasar *Gaussian* di atas diperoleh dengan menerapkan beberapa asumsi, yaitu:

1. Keadaan berada pada kondisi stabil, dimana dianggap emisi tersebut diperoleh dari sumber selalu konstan atau tetap.
2. Aliran seragam, dimana dianggap kecepatan angin konstan baik berdasarkan waktu maupun ketinggian.
3. Polutan bersifat konservatif serta tidak adanya kejatuhan akibat gravitasi.
4. Refleksi sempurna dari kepulan pada dasar permukaan, seperti tidak adanya penyerapan oleh tanah.
5. Difusi turbulen ke arah x diabaikan, karena relatif terhadap adveksi ke arah transportasi (x) yang berarti bahwa model bisa diterapkan untuk rata-rata kecepatan angin lebih dari 1 m/s.
6. Medan yang mendasari kepulan ini datar.
7. Sistem koordinat diarahkan dari dengan x-axis ke arah aliran, dan v (lateral) dan w (vertikal) komponen dari waktu rata-rata vektor angin diatur ke nol.

Banyaknya batasan yang muncul akibat asumsi-asumsi tersebut menyebabkan persamaan hanya bisa dipalokasikan untuk jarak pendek yaitu sebesar 10 km dengan waktu perjalanan polutan 2 jam, oeh karena itu dilakukan modifikasi terhadap persamaan *Gaussian* di atas untuk menghilangkan atau meminimalisir fungsi *error*. Adapun persamaan *Gaussian* yang dipakai dalam mendapatkan konsentrasi gas CO dari aktivitas transportasi dalam penelitian ini yaitu:

$$C = \frac{Q}{2\sqrt{2\pi}\sigma_z u} \times \left[\exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{z-h_0}{\sigma_z}\right)^2\right\} + \left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{z+h_0}{\sigma_z}\right)^2\right\}\right] \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

C = konsentrasi pada titik sampling ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

x = jarak dari sumber ke titik perhitungan searah angin (m)

y = jarak dari sumber ke titik perhitungan arah kanan atas dari arah angin

z = tinggi pada titik perhitungan (m)

Q = laju emisi dari polutan (g/m.s)

u = kecepatan angin rata-rata (m/s)

h_o = tinggi *stack* efektif

σ_z = koefisien difusi dalam arah z (m)

Menentukan nilai σ_z

Penentuan nilai σ_z berdasarkan persamaan empirik koefisien dispersi untuk suatu kota, berikut tabel persamaan empirik koefisien dispersi untuk kota:

Tabel 2.8 Persamaan Empirik Koefisien Dispersi Untuk Kota

Stabilitas	σ_y (m)	σ_z (m)
A-B	$0,32 \times (1 + 0,0004x)^{-1/2}$	$0,24 \times (1 + 0,0001x)^{1/2}$
C	$0,22 \times (1 + 0,0004x)^{-1/2}$	$0,20x$
D	$0,16 \times (1 + 0,0004x)^{-1/2}$	$0,14 \times (1 + 0,0003x)^{-1/2}$
E-F	$0,11 \times (1 + 0,0004x)^{-1/2}$	$0,08 \times (1 + 0,0015x)^{-1/2}$

Sumber: Heinshon, 1999

2.6 Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara *Roadside* (SNI 19-7119.9-2005)

Roadside adalah lokasi jalan yang akan dipantau. Adapun cara penentuan lokasi *sampling* pemantauan kualitas udara ambien dengan kriteria *roadside* berdasarkan SNI 19-7119.9-2005 tentang lokasi *sampling roadside* adalah:

1. Prinsip

Pemilihan lokasi dan titik *sampling* harus dapat mewakili daerah yang sedang dipantau sehingga data hasil pengukuran yang diperoleh menggambarkan kondisi kualitas udara di daerah itu.

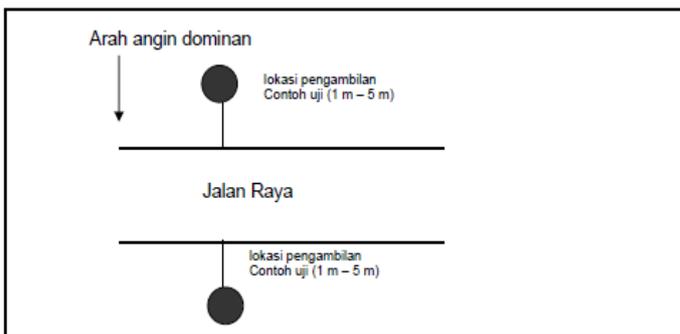
2. Persyaratan penempatan alat *sampling*

Persyaratan yang digunakan untuk pemilihan lokasi dan titik pengambilan contoh uji adalah:

- Pilih lokasi pengambilan *sampling* di stasiun *roadside*;
- Tempatkan alat *sampling* yang alirannya bebas;
- Tempatkan alat *sampling* pada lokasi yang tidak terpengaruh oleh peristiwa adsorpsi maupun absorpsi (dekat dengan gedung atau pepohonan);

- d. Tempatkan alat *sampling* di tempat yang bebas dari pengganggu kimia yang dapat merubah polutan yang akan diukur (jauh dari sungai yang tercemar berat, pedagang pinggir jalan);
- e. Tempatkan alat *sampling* di tempat yang aman dan bebas dari pengganggu fisika (jauh dari *incinerator*, jaringan listrik tegangan tinggi);
- f. Hindari daerah yang rawan kerusakan, bencana alam seperti banjir;
- g. Perhatikan tipe jalan (lebar, sempit, *canyon*, atau jalan tol, demikian juga persimpangan jalan, perhentian kendaraan);
- h. Hindari lokasi dengan arah angin dominan sepanjang jalan yang tidak akan membawa polutan masuk ke dalam *probe*.

Peta pedoman atau acuan dalam menentukan suatu lokasi pemantauan kualitas udara *roadside* dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut ini.



Gambar 2.5 Acuan Penentuan Lokasi Pemantauan Kualitas Udara *Roadside*

Sumber: SNI 19-7119.9-2005

3. Langkah-langkah pengambilan sampel:
 - a. Tempatkan peralatan pada lokasi yang mempunyai prasarana listrik;
 - b. Tempatkan peralatan di daerah terbuka (gedung atau bangunan yang rendah dan saling berjauhan);
 - c. Tempatkan peralatan berjarak 1-5 m dari pinggir jalan dan pada ketinggian 1,5-3 m dari permukaan jalan;
 - d. Ukur kepadatan lalu lintas dari jalan dan kategorikan kepadatan lalu lintas (kurang 2000, 2000-10000, dan lebih dari 10000 kendaraan per hari);
 - e. Ukur kecepatan rata-rata kendaraan

2.7 Analisa SWOT

Analisis SWOT adalah analisis kondisi internal maupun eksternal suatu organisasi yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar untuk merancang strategi dan program kerja. Analisis internal meliputi peniaian terhadap faktor kekuatan (*Strength*) dan kelemahan (*Weakness*), sementara itu analisis eksternal mencakup faktor peluang (*Opportunity*) dan tantangan (*Threats*), ada dua macam pendekatan dalam analisis SWOT, yaitu:

2.7.1 Pendekatan Kualitatif Matriks SWOT

Pendekatan kualitatif matriks SWOT sebagaimana dikembangkan oleh Kearns menampilkan delapan kotak, yaitu dua paling atas adalah kotak faktor eksternal (peluang dan tantangan) sedangkan dua kotak sebelah kiri adalah faktor internal (kekuatan dan kelemahan). Empat kotak lainnya merupakan kotak isu-isu strategis yang timbul sebagai hasil titik pertemua antara faktor-faktor internal dan eksternal, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.9 di bawah ini:

Tabel 2.9 Matriks SWOT Kearns

EKSTERNAL INTERNAL	OPPORTUNITY	TREATHS
STRENGHT	<i>Comparative Advantage</i>	<i>Mobilization</i>
WEAKNESS	<i>Divestment/ Investment</i>	<i>Damage Control</i>

Sumber: Hisyam , 1998

Keterangan:

Sel A: *Comparative Advantages*

Sel ini merupakan pertemuan dua elemen kekuatan dan peluang sehingga memberikan kemungkinan bagi suatu organisasi untuk bisa berkembang lebih cepat.

Sel B: *Mobilization*

Sel ini merupakan interaksi antara ancaman dan kekuatan, disini harus dilakukan upaya mobilisasi sumber daya yang merupakan kekuatan organisasi untuk *Comparative Advantage Divestment/ Investment Damage Control Mobilization* memperlunak ancaman dari luar tersebut, bahkan kemudian merubahancaman itu menjadi sebuah peluang.

Sel C: *Divestment/Investment*

Sel ini merupakan interaksi antara kelemahan organisasi dan peluang dari luar, situasi seperti ini memberikan suatu pilihan pada situasi yang kabur. Peluang yang tersedia sangat meyakinkan namun tidak dapat dimanfaatkan karena kekuatan yang ada tidak cukup untuk menggarapnya. Pilihan keputusan yang diambil adalah (melepas peluang yang ada untuk dimanfaatkan organisasi lain) atau memaksakan menggarap peluang itu (investasi).

Sel D: *Damage Control*

Sel ini merupakan kondisi yang paling lemah dari semua sel karena merupakan pertemuan antara kelemahan organisasi dengan ancaman dari luar, dan karenanya keputusan yang salah akan membawa bencana yang besar bagi organisasi. Strategi yang harus diambil adalah *Damage Control* (mengendalikan kerugian) sehingga tidak menjadi lebih parah dari yang diperkirakan.

2.7.2 Pendekatan Kuantitatif Analisis SWOT

Data SWOT kualitatif di atas dapat dikembangkan secara kuantitatif melalui perhitungan Analisis SWOT yang dikembangkan oleh Pearce dan Robinson (1998) agar diketahui secara pasti posisi organisasi yang sesungguhnya. Perhitungan yang dilakukan melalui tiga tahap, yaitu:

1. Melakukan perhitungan skor (a) dan bobot (b) point faktor seta jumlah total perkalian skor dan bobot ($c = a \times b$) pada setiap faktor S-W-O-T, yaitu dengan cara:
 - a. Menghitung skor (a) masing-masing point faktor dilakukan secara saling bebas (penilaian terhadap sebuah point faktor tidak boleh dipengaruhi atau mempengaruhi penilaian terhadap point faktor lainnya. Pilihan rentang besaran skor sangat menentukan akurasi penilaian namun yang lazim

digunakan adalah dari 1 sampai 10, dengan asumsi nilai 1 berarti skor yang paling rendah dan 10 berarti skor yang paling tinggi.

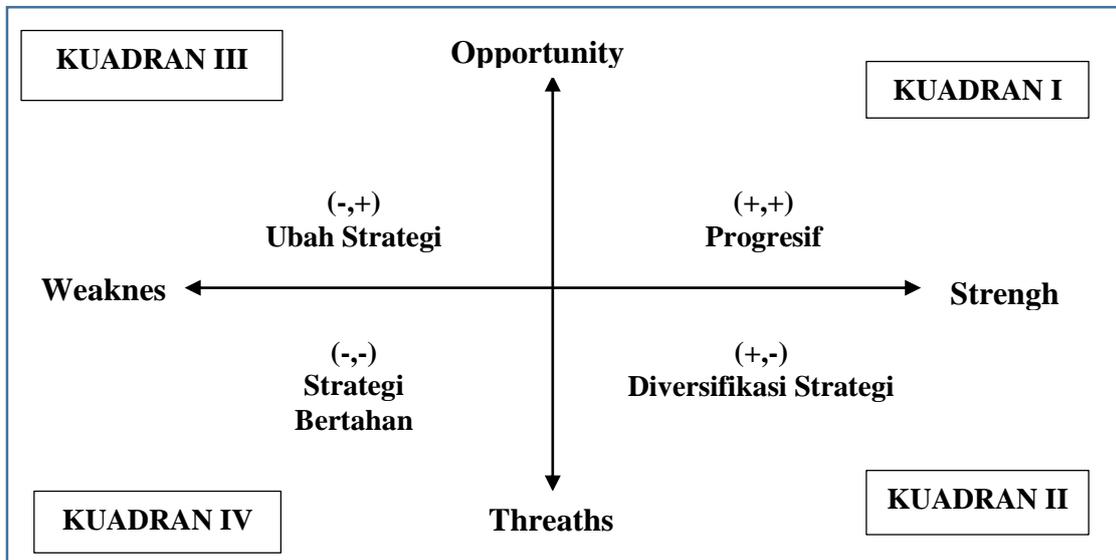
- b. Perhitungan bobot (b) masing-masing point faktor dilaksanakan secara saling ketergantungan. Artinya, penilaian terhadap satu point faktor adalah dengan membandingkan tingkat kepentingannya dengan point faktor lainnya. Sehingga formulasi perhitungannya adalah nilai yang telah didapat (rentang nilainya sama dengan banyaknya point faktor) dibagi dengan banyaknya jumlah point faktor).
2. Melakukan pengurangan antara jumlah total faktor S dengan W (d) dan faktor O dengan T (e); Perolehan angka (d = x) selanjutnya menjadi nilai atau titik pada sumbu X, sementara perolehan angka (e = y) selanjutnya menjadi nilai atau titik pada sumbu Y. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.10 berikut ini:

Tabel: 2.10 Tabel Pendekatan Kuantitatif Analisa SWOT

No	STRENGTH	SKOR	BOBOT	TOTAL
1				
2	Dst			
	Total Kekuatan			
No	WEAKNESS	SKOR	BOBOT	TOTAL
1				
2	Dst			
	Total Kelemahan			
Selisih Total Kekuatan – Total Kelemahan (S – W) = x				
No	OPPORTUNITY	SKOR	BOBOT	TOTAL
1				
2	Dst			
	Total Peluang			
No	THREATS	SKOR	BOBOT	TOTAL
1				
2	Dst			
	Total Ancaman			
Selisih Total Peluang – Total Ancaman (O – T) = y				

Sumber: Hisyam , 1998

3. Mencari posisi organisasi yang ditunjukkan oleh titik (x,y) pada kuadran SWOT



Gambar: 2.6 Posisi Organisasi Menurut Analisis SWOT
 Sumber: Hisyam, 1998

Kuadran I (positif, positif)

Posisi ini menandakan sebuah organisasi yang kuat dan berpeluang, Rekomendasi strategi yang diberikan adalah Progresif, artinya organisasi dalam kondisi prima dan mantap sehingga sangat dimungkinkan untuk terus melakukan ekspansi, memperbesar pertumbuhan dan meraih kemajuan secara maksimal.

Kuadran II (positif, negatif)

Posisi ini menandakan sebuah organisasi yang kuat namun menghadapi tantangan yang besar. Rekomendasi strategi yang diberikan adalah Diversifikasi Strategi, artinya organisasi dalam kondisi mantap namun menghadapi sejumlah tantangan berat sehingga diperkirakan roda organisasi akan mengalami kesulitan untuk terus berputar bila hanya bertumpu pada strategi sebelumnya. Oleh karena, organisasi disarankan untuk segera memperbanyak ragam strategi taktisnya.

Kuadran III (negatif, positif)

Posisi ini menandakan sebuah organisasi yang lemah namun sangat berpeluang. Rekomendasi strategi yang diberikan adalah Ubah Strategi, artinya organisasi disarankan untuk mengubah strategi sebelumnya. Sebab, strategi yang lama

dikhawatirkan sulit untuk dapat menangkap peluang yang ada sekaligus memperbaiki kinerja organisasi.

Kuadran IV (negatif, negatif)

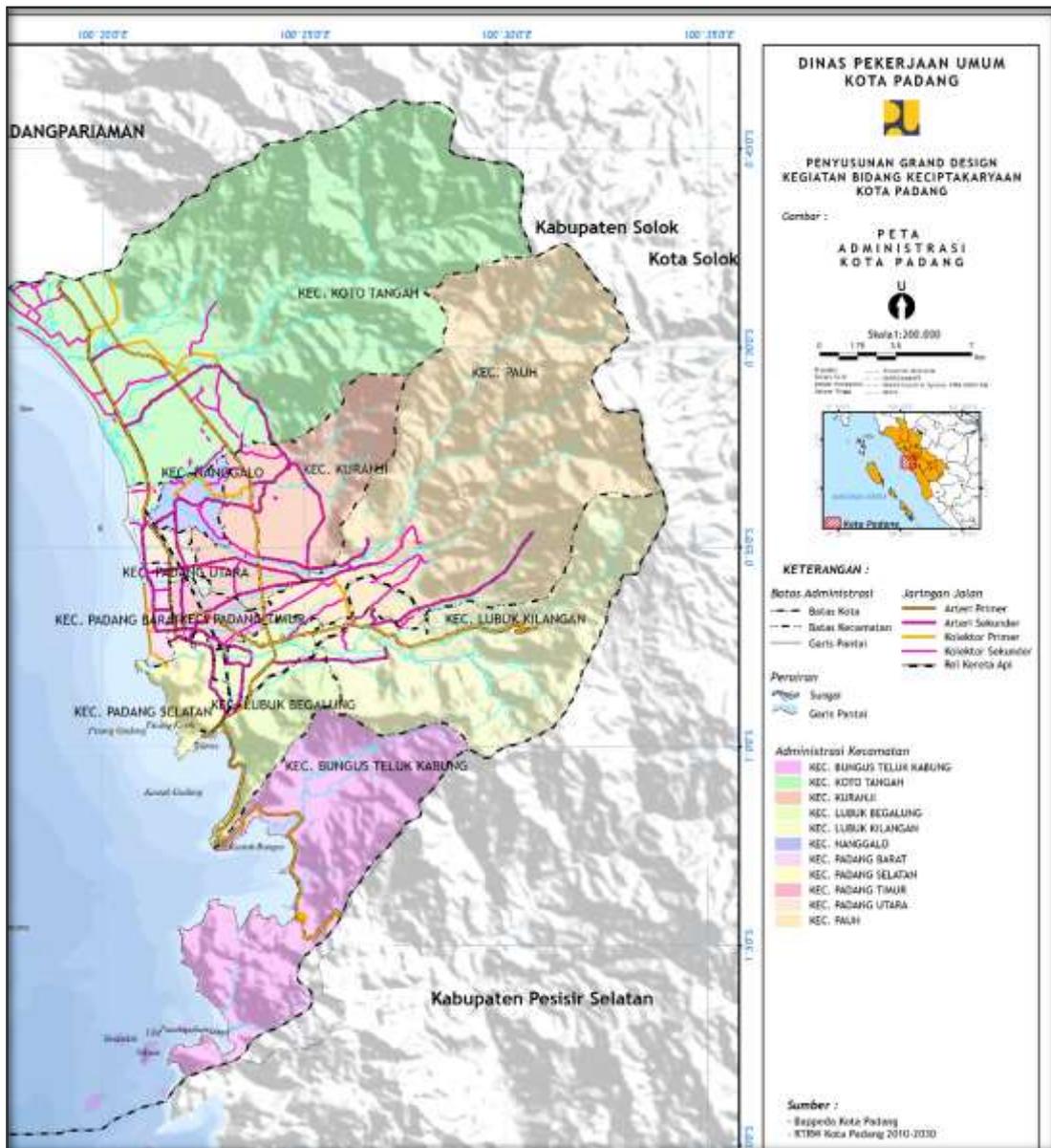
Posisi ini menandakan sebuah organisasi yang lemah dan menghadapi tantangan besar. Rekomendasi strategi yang diberikan adalah Strategi Bertahan, artinya kondisi internal organisasi berada pada pilihan dilematis. Oleh karenanya organisasi disarankan untuk menggunakan strategi bertahan, mengendalikan kinerja internal agar tidak semakin terperosok, strategi ini dipertahankan sambil terus berupaya membenahi diri.

2.8 Gambaran Umum Wilayah Studi

Kota Padang adalah ibukota Provinsi Sumatera Barat yang terletak di pantai barat Pulau Sumatera dan berada pada koordinat $0^{\circ}44'00''$ LS - $1^{\circ}08'35''$ LS dan $100^{\circ}05'05''$ BT - $100^{\circ}34'09''$ BT. Menurut PP No. 17 Tahun 1980, luas Kota Padang adalah $694,96 \text{ km}^2$ atau setara dengan 1,65% dari luas provinsi Sumatera Barat. Kota Padang terdiri dari 11 kecamatan dengan kecamatan terluas adalah Koto Tangah yang mencapai $232,25 \text{ km}^2$. Dari keseluruhan luas Kota Padang, sebagian besar atau 51,01% berupa hutan yang dilindungi oleh pemerintah. Luas bangunan dan perkarangan tercatat $51,08 \text{ km}^2$ atau 7,35% (BPS Kota Padang, 2015). Batas-batas administratif Kota Padang adalah:

- Sebelah Utara : berbatasan dengan Kabupaten Padang Pariaman
- Sebelah Timur : berbatasan dengan Kabupaten Solok
- Sebelah Selatan : berbatasan dengan Kabupaten Pesisir Selatan
- Sebelah Barat : berbatasan dengan Samudera Indonesia

Ketinggian wilayah daratan Kota Padang sangat bervariasi, yaitu antara 0 – 1853 m di atas permukaan laut dengan daerah tertinggi adalah kecamatan Lubuk Kilangan. Tingkat curah hujan Kota Padang selama tahun 2013 mencapai rata-rata 332 mm per bulan dengan rata-rata hari hujan 18 hari. Suhu udara Kota Padang yaitu $22,0^{\circ}\text{C}$ – $31,5^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban berkisar 79-87% (BPS Kota Padang, 2015). Peta administrasi Kota Padang dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut ini:



Gambar 2.7 Peta Administrasi Kota Padang

Menurut BPS Kota Padang (2015) jumlah penduduk Kota Padang sampai tahun 2014 mencapai 889.646 jiwa, naik sejumlah 12.968 jiwa dari tahun sebelumnya. Meningkatnya jumlah penduduk mempengaruhi penambahan jumlah kendaraan bermotor. Jumlah kendaraan bermotor mengalami peningkatan dalam waktu 10 tahun, data jumlah kendaraan bermotor dapat dilihat pada Tabel 2.11 berikut:

Tabel 2.11 Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis

Jenis Kendaraan	Jumlah (unit)		
	2004	2009	2014
Sedan	7.952	8.515	10.445
Jeep	4.794	5.642	7.572
Mini Bus	25.773	36.951	67.412
Micro Bus	495	501	507
Bus	175	142	143
Pick Up	9.154	9.242	16.279
Light Truck	1.176	5.586	7.542
Truck	9.362	6.198	6.650
Sepeda Motor	165.633	285.450	310.685
Jumlah	224.514	359.457	427.235

Sumber: BPS Kota Padang, 2015

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hidayat (2013), didapat informasi tentang jenis jalan di Kota padang berdasarkan ruas jalan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.12 berikut ini:

Tabel 2.12 Nama Jalan Berdasarkan Klasifikasi/ Ruas Jalan Jalan di Kota Padang

Titik Sampling	Nama Jalan	Jenis Jalan
Titik 1	Jl. Adinegoro	Arteri Primer
Titik 2	Jl. Prof Hamka	Arteri Primer
Titik 3	Jl. S. Parman	Arteri Sekunder
Titik 4	Jl. Ir. H. Juanda	Arteri Sekunder
Titik 5	Jl. Veteran	Kolektor Sekunder
Titik 6	Jl. Pemuda	Kolektor Sekunder
Titik 7	Jl. Belakang Olo	Lokal Sekunder
Titik 8	Jl. Permindo	Kolektor Primer
Titik 9	Jl. KH. Sulaiman	Arteri Primer
Titik 10	Jl. Rusuna Said	Arteri Primer
Titik 11	Jl. Sudirman	Arteri Primer
Titik 12	Jl. Bgd. Azis Chan	Kolektor Sekunder
Titik 13	Jl. Thamrin	Kolektor Primer
Titik 14	Jl. Hiligoo	Lokal Sekunder
Titik 15	Jl. M. Yamin	Arteri Sekunder
Titik 16	Jl. Proklamasi	Lokal Primer
Titik 17	Jl. Agus Salim	Lokal Sekunder
Titik 18	Jl. Jhoni Anwar	Arteri Sekunder
Titik 19	Jl. Raya Siteba	Arteri Sekunder

Titik Sampling	Nama Jalan	Jenis Jalan
Titik 20	Jl. Gajah Mada	Arteri Sekunder
Titik 21	Jl. Perintis Kemerdekaan	Lokal Sekunder
Titik 22	Jl. Sawahan	Arteri Primer
Titik 23	Jl. Andalas	Lokal Sekunder
Titik 24	Jl. M. Hatta	Arteri Sekunder
Titik 25	Jl. DR. Sutomo	Arteri Primer
Titik 26	Jl. Aru	Lokal Sekunder
Titik 27	Jl. Pasar Ambacang	Lokal Sekunder
Titik 28	Jl. Teluk Bayur	Arteri Primer
Titik 29	Jl. St. Syahrir	Lokal Sekunder
Titik 30	Jl. Imam Bonjol	Kolektor Primer
Titik 31	Jl. Ujung Gurun	Kolektor Sekunder
Titik 32	Jl. Aur Duri	Arteri Sekunder
Titik 33	Jl. DR. Wahidin	Arteri Sekunder
Titik 34	Jl. Damar	Kolektor Sekunder
Titik 35	Jl. By Pass	Arteri Sekunder
Titik 36	Jl. Cengkeh	Lokal Sekunder
Titik 37	Jl. Bandar Buat	Lokal Sekunder
Titik 38	Jl. Raya Padang Besi	Arteri Primer
Titik 39	Jl. Ratulangi	Lokal Primer
Titik 40	Jl. Pattimura	Arteri Sekunder

Sumber: Hidayat, 2013

Selain itu, penelitian yang dilakukan Hidayat (2013) juga mendapatkan volume lalu lintas di Kota Padang yang dapat dilihat pada Tabel 2.13 berikut ini:

Tabel 2.13 Volume Lalu Lintas pada Beberapa Ruas Jalan di Kota Padang

No	Nama Jalan	Volume Kendaraan (unit)			Volume Total (unit)
		Bensin	Solar	Motor	
1	Jl. Adinegoro	1049	538	672	2259
2	Jl. Prof. Hamka	865	442	585	1892
3	Jl. S. Parman	1391	663	694	2748
4	Jl. Ir. H. Juanda	1370	488	650	2508
5	Jl. Veteran	1213	432	536	2181
6	Jl. Pemuda	1105	321	508	1934
7	Jl. Belakang Olo	958	462	560	1980
8	Jl. Permindo	963	229	554	1746
9	Jl. K.H. Sulaiman	1427	539	793	2759
10	Jl. Rasuna Said	1334	688	788	2810
11	Jl. Sudirman	1124	429	566	2119

No	Nama Jalan	Volume Kendaraan (unit)			Volume Total (unit)
		Bensin	Solar	Motor	
12	Jl. Bagindo Aziz Chan	1284	331	645	2260
13	Jl. Thamrin	931	319	544	2064
14	Jl. Hiligoo	1142	421	358	1921
15	Jl. M. Yamin	1263	263	635	2161
16	Jl. Proklamasi	1148	321	624	2093
17	Jl. Agus Salim	1224	264	596	2084
18	Jl. Jhoni Anwar	1059	262	554	1875
19	Jl. Raya Siteba	1177	213	952	2324
20	Jl. Gajah Mada	1077	477	754	2308
21	Jl. Perintis Kemerdekaan	1107	161	820	2088
22	Jl. Sawahan	1549	630	612	2791
23	Jl. Andalas	1063	538	647	2248
24	Jl. M. Hatta	663	409	656	1728
25	Jl. Dr. Soetomo	949	456	449	1854
26	Jl. Aru	1077	399	449	1925
27	Jl. Pasar Ambacang	943	248	460	1651
28	Jl. Teluk Bayur	1858	610	524	2992
29	Jl. Sutan Syahrir	1043	455	654	2152
30	Jl. Imam Bonjol	1063	432	556	2051
31	Jl. Ujung Gurun	741	403	442	1586
32	Jl. Aur Duri	1220	742	822	2784
33	Jl. Dr. Wahidin	1109	612	674	2395
34	Jl. Damar	1202	205	660	2067
35	Jl. By Pass	2342	764	1223	4329
36	Jl. Cengkeh	1720	549	535	2804
37	Jl. Bandar buat	1654	506	515	2675
38	Jl. Raya Padang Besi	1867	548	466	2881
39	Jl. Ratulangi	708	512	762	1982
40	Jl. Pattimura	620	645	726	1991

Sumber: Hidayat, 2013

Dari Tabel 2.13 dapat dilihat bahwa tingkat volume lalu lintas yang paling tinggi berada pada Jl. By Pass. Hal ini terjadi karena Jl. By Pass merupakan jalan penghubung utama antarkota di Kota Padang.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

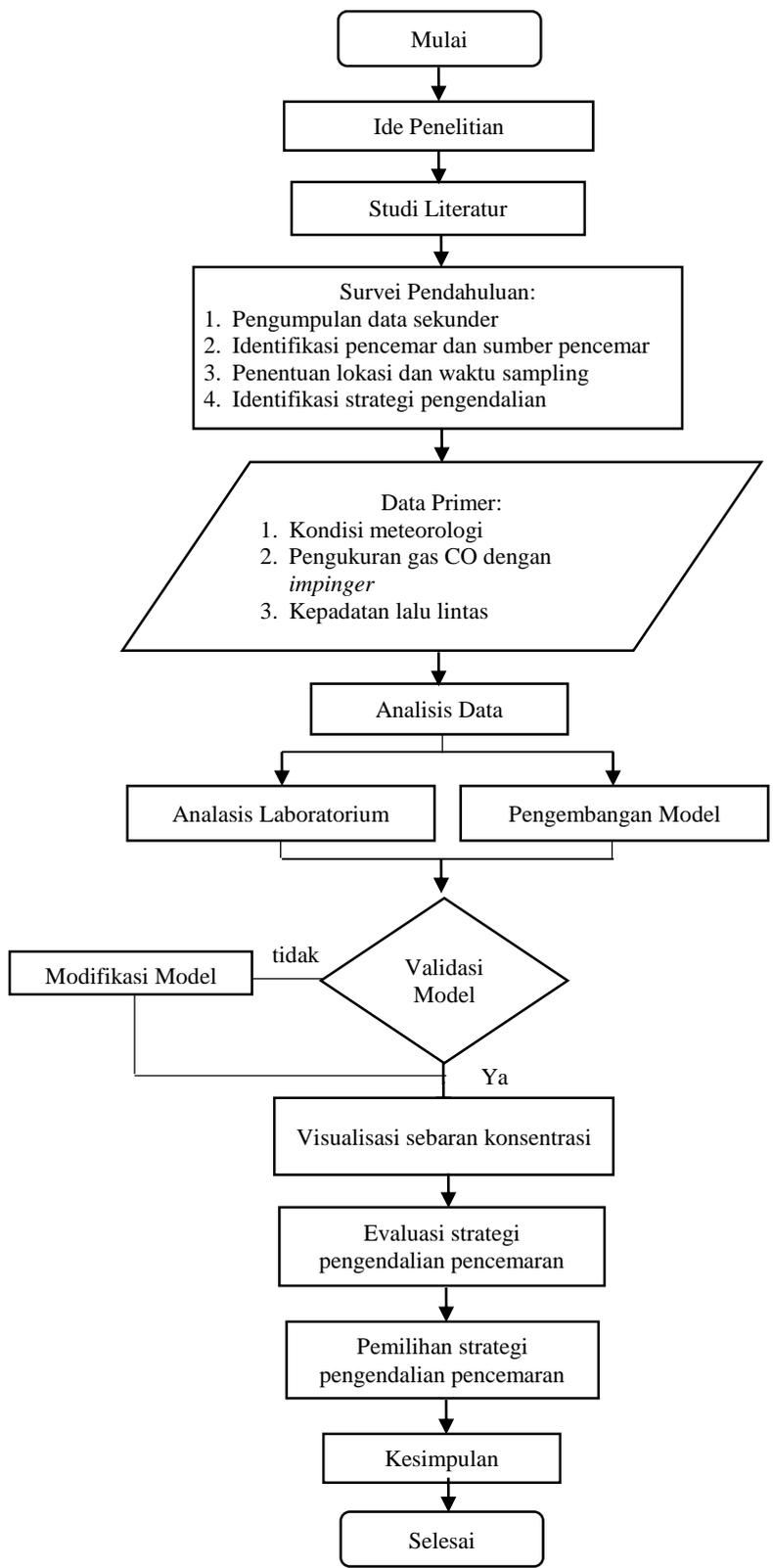
Metode penelitian merupakan rangkaian kegiatan dalam pelaksanaan penelitian. Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai konsentrasi gas karbon monoksida (CO) serta strategi pengendalian yang dilakukan dalam mereduksi pencemaran CO dari aktivitas transportasi di Kota Padang. Untuk mencapai hal tersebut, kerangka penelitian yang digunakan yaitu merumuskan ide studi, melakukan peninjauan pustaka, mengumpulkan data sekunder serta wilayah studi, pengambilan data primer, validasi model yang digunakan, evaluasi strategi yang telah berjalan, menyusun strategi pengendalian pencemaran yang dianalisis dari beberapa aspek, serta menarik kesimpulan.

3.2 Kerangka Penelitian

Kerangka alur penelitian berisi rangkaian yang akan dilakukan dalam penelitian, adanya kerangka penelitian diharapkan akan mempermudah dan mempercepat waktu pengerjaan penelitian. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini berisi tentang langkah-langkah yang dilakukan selama pelaksanaan penelitian. Langkah-langkah tersebut meliputi penjelasan tentang studi literatur, pengumpulan data, analisis dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran.



Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian

3.3.1 Ide Penelitian

Ide penelitian ini yaitu strategi pengendalian pencemaran gas karbon monoksida (CO) oleh aktivitas transportasi di Kota Padang.

3.3.2 Studi Literatur

Studi literatur adalah pengumpulan data pendukung yang didapatkan dari berbagai sumber seperti: jurnal penelitian, artikel, tugas akhir, tesis, panduan penyusunan rencana aksi, petunjuk teknis serta sumber lainnya. Studi literatur dilakukan secara terus menerus mulai dari tahap awal penelitian hingga pada analisis dan pembahasan hasil dari penelitian sehingga diperoleh kesimpulan.

3.3.3 Survei Pendahuluan

Survey pendahuluan ini meliputi pengumpulan data sekunder, lokasi dan waktu sampling, serta identifikasi strategi pengendalian pencemaran di Kota Padang.

3.3.3.1 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder merupakan semua data yang diperoleh dari instansi tertentu, jurnal atau penelitian sebelumnya, data sekunder yang diperlukan dalam mendukung penelitian ini yaitu:

1. Peta jaringan jalan Kota Padang yang diperoleh dari Laboratorium Survey dan Pemetaan Universitas Andalas;
2. Klasifikasi serta karakteristik jalan di Kota Padang yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bidang Bina Marga Kota Padang;
3. Rencana tata ruang dan tata wilayah (RTRW) Kota Padang yang diperoleh dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Padang;
4. Dokumen RENSTRA Dinas Kebersihan dan Pertamanan serta BAPEDALDA Kota Padang

3.3.3.2 Penentuan Wilayah Studi

Penelitian ini dilakukan di beberapa kecamatan di Kota Padang, adapun kecamatan yang menjadi lokasi penelitian yaitu: Kecamatan Padang Utara, Kecamatan Padang Barat, serta Kecamatan Padang Selatan. Penentuan lokasi dipilih berdasarkan kepadatan lalu lintas yang tinggi di Kota Padang, penentuan lokasi sampling ini diharapkan bisa mewaliki kondisi dari masing-masing ruas jalan. Lokasi sampling dilakukan pada setiap jenis ruas jalan, yaitu pada ruas jalan arteri, ruas jalan kolektor serta pada ruas jalan lokal. Untuk setiap ruas jalan dilihat berdasarkan jenis lajur (searah dan dua arah) serta adanya jalur hijau pada jalan tersebut. Lokasi sampling juga didukung dengan koordinat lokasi sampling, hal ini dilakukan sebagai data masukan dalam visualisasi sebaran polutan gas karbon monoksida (CO) nantinya, untuk lebih jelasnya terkait lokasi sampling, dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Sampling direncanakan dilakukan pada bulan September 2016, pengukuran dilakukan pada interval waktu pengukuran pada pukul 06:00 – 09:00 (pagi), hal ini mengacu pada PerMen LH no 12 tahun 2010 tentang pelaksanaan pengendalian pencemaran udara di daerah. Untuk pengambilan jumlah kendaraan, dilakukan selama 3 jam di setiap titik sampling yaitu pada:

- a. 1 jam sebelum jam puncak;
- b. 1 jam pada jam puncak;
- c. 1 jam setelah jam puncak;

Pengukuran konsentrasi gas CO dilakukan selama 1 jam pada kondisi jam puncak, lokasi sampling akan dipasang 1 *impinger* dengan memperhitungkan jarak titik pengambilan sampling dengan jalan, hal ini bertujuan untuk mewakili jarak penerima dari sumber polutan. Pengambilan sampel akan dihentikan jika kondisi tidak memungkinkan, yaitu pada saat hujan. Pada saat hujan terjadi proses pembilasan di udara sehingga kondisi udara ambien setelah hujan relatif bersih. Jika pengambilan sampel terhenti oleh hujan, maka data akan dilanjutkan pada hari yang sama dengan kondisi yang memungkinkan.



Gambar 3.2 Lokasi Sampling Masing-masing Ruas Jalan

3.3.3.3 Identifikasi Strategi Pengendalian Pencemaran di Kota Padang

Berdasarkan dokumen rencana strategis Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDALDA) Kota Padang tahun 2014-2019, strategi pengendalian pencemaran udara masih difokuskan pada aspek teknis, dimana pemilik kendaraan bermotor wajib melakukan perawatan rutin terhadap mesin kendaraan secara teratur. Dinas Perhubungan Kota Padang juga berupaya dalam melakukan pengendalian pencemaran udara, tetapi lebih fokus terhadap permasalahan lalu lintas dan sarana prasarana pendukungnya. Hal ini tertuang pada rencana strategis dari dinas tersebut. Adapun strategi pengendalian yang dibuat yaitu:

1. Meningkatkan penggunaan angkutan umum dalam rangka menekan penggunaan kendaraan pribadi dengan cara mengoperasikan dan menambah angkutan umum massal (trans Padang).
2. Penyediaan terminal bus dan terminal angkutan kota.
3. Mengurai penyebab kemacetan di titik-titik rawan kemacetan dengan cara penerapan sistem manajemen lalu lintas seperti pengalihan jalur transportasi, penerapan sistem jenis kendaraan yang boleh melewati jalan-jalan tertentu serta jam operasional dari beberapa jenis kendaraan.
4. Menjamin terciptanya kelayakan teknis kendaraan bermotor yang dioperasikan sebagai angkutan penumpang dan angkutan barang.

3.3.4 Penentuan Model Matematika

Model matematika yang akan digunakan pada perhitungan konsentrasi gas CO ditentukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

3.3.4.1 Parameter

Parameter yang dipilih untuk diteliti yaitu pencemar gas karbon monoksida (CO), pemilihan parameter ini berdasarkan pertimbangan bahwa gas CO merupakan gas yang paling dominan yang dihasilkan dari aktivitas transportasi, dimana gas CO dapat membahayakan karena sifatnya yang sangat beracun. Model matematika yang digunakan untuk menentukan pola penyebaran gas CO di wilayah

studi adalah persamaan *box model* serta persamaan *Gaussian model* untuk sumber garis (*Gaussian line source model*). Metode perhitungan ini berlandaskan pada perhitungan arus lalu lintas di wilayah studi.

Metode perhitungan arus lalu lintas:

- a. Perhitungan jumlah kendaraan pada ruas jalan searah maupun dua arah dilakukan dengan metode *manual count*, dengan menggunakan alat hitung kendaraan *traffic counter*.
- b. Pencatatan jumlah kendaraan diamati dalam berbagai jenis kendaraan mulai dari sepeda motor, kendaraan berbahan bakar bensin yang dikategorikan menurut jenisnya (mobil penumpang, angkot, bus kecil) serta berbahan bakar solar (mobil penumpang, bus, truk, *pick up*).

3.3.4.2 Pengambilan Data Primer

Pengambilan data primer dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data langsung yang diperoleh dari lokasi sampling, pengambilan data primer terdiri dari kondisi meteorologi lokasi sampling, pengukuran/ sampling konsentrasi gas CO serta menghitung jumlah kendaraan sesuai dengan jenis dan tipe kendaraan. Data kondisi meteorologi yang diukur pada setiap lokasi *sampling* yaitu:

1. Temperatur (°C), tekanan udara (mmHg), dan kelembaban udara dengan alat *digital pocket weatherman*;
2. Arah angin dengan kompas;
3. Kecepatan angin dengan alat anemometer;
4. Koordinat lokasi sampling dengan menggunakan alat GPS.

Semua parameter yang diukur di atas diambil setiap 10 menit selama 1 jam sampling dan dicatat secara manual pada form meteorologi sehingga diperoleh 7 data untuk satu titik. Kecepatan dan arah angin selalu berubah sehingga nilai kecepatan angin diambil dari kecepatan rata-rata dari 7 data tersebut. Arah angin diambil arah angin dominan selama 1 jam sampling. Data yang didapat kemudian diolah dengan menggunakan aplikasi *Wind Rose Plots for Meteorological* (WRPLOT) yang berguna sebagai pengolahan data meteorologi untuk

mendapatkan arah angin dominan atau *windrose* suatu lokasi ataupun suatu kawasan. Berdasarkan data stabilitas atmosfer dapat ditentukan nilai *mixing height*, yaitu dengan mencocokkan tipe stabilitas atmosfer dengan kecepatan angin horizontal, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Sampling dilakukan untuk pengambilan data primer yang dilakukan selama 1 jam pengukuran untuk masing-masing jenis ruas jalan. *Sampling* gas CO menggunakan alat *impinger*. Prinsip pengukuran pada *sampling* gas CO yaitu gas CO dari udara ambien diabsorpsi oleh larutan AgNO₃. Pengukuran gas CO dilakukan dengan jarak alat *sampling* dari pinggir jalan sesuai dengan standar *sampling* berdasarkan SNI no 19-7119.9 tahun 2005 mengenai tata cara standar *sampling* di pinggir jalan (*roadside*).

3.3.5 Analisis Data

3.3.5.1 Analisis Laboratorium

Analisis konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dilakukan setelah *sampling* dengan alat *impinger* pada titik *sampling*. Sampel yang telah diambil dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml, kemudian dipanaskan sampai berwarna kuning, kemudian dinginkan, setelah itu diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm. Pengukuran pada panjang gelombang tersebut akan diperoleh nilai absorban dari larutan sampel yang selanjutnya digunakan untuk mencari nilai konsentrasi CO dari larutan sampel tersebut, analisis konsentrasi CO terhadap hasil *sampling* ditentukan dengan persamaan berikut:

$$C = \frac{a \times V \times T \times 760 \text{ mmHg} \times \text{BM} \times 10^6}{F \times t \times P \times 298 \text{ }^\circ\text{K} \times 24,45 \text{ (L/mol)}} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

- C : konsentrasi gas di udara (mg/Nm³)
- V : volume larutan akhir (L)
- T : suhu (K)
- BM : berat molekul (gr/mol)
- F : laju aliran udara rata-rata (L/menit)

- t : waktu (menit)
 P : tekanan udara (mmHg)
 a : gas dari contoh uji berdasarkan kurva kalibrasi

3.3.5.2 Model Box

Perhitungan nilai konsentrasi karbon monoksida (CO) dengan *box model* menggunakan persamaan:

$$C = \frac{Q'S}{U.Z} \dots\dots\dots (3.2)$$

- Dimana: C = konsentrasi zat/gas (mg/m³)
 Q' = laju emisi (g/m.dt)
 S = panjang zona searah angin (m)
 U = kecepatan angin (m/dt)
 Z = tinggi lapisan inversi/ *mixing height* (m)

3.3.5.3 Model Gaussian

Adapun persamaan Gaussian yang dipakai dalam mendapatkan konsentrasi gas CO dari aktivitas transportasi dalam penelitian ini yaitu:

$$C = \frac{Q}{2\sqrt{2\pi}\sigma_z u} \times \left[\exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{z-h_0}{\sigma_z}\right)^2\right\} + \left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{z+h_0}{\sigma_z}\right)^2\right\} \right] \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

- C = konsentrasi pada titik sampling (µg/m³)
 x = jarak dari sumber ke titik perhitungan searah angin (m)
 y = jarak dari sumber ke titik perhitungan arah kanan atas dari arah angin
 z = tinggi pada titik perhitungan (m)
 Q = laju emisi dari polutan (g/m.s)
 u = kecepatan angin rata-rata (m/s)
 ho = tinggi *stack* efektif
 σ_z = koefisien difusi dalam arah z (m)

3.3.6 Validasi Model

Validasi model merupakan usaha dalam menyimpulkan apakah model sistem yang digunakan tersebut merupakan perwakilan yang sah dari realitas yang dikaji. Validasi model kualitas udara ambien dilakukan dengan membandingkan hasil pemodelan dengan pengukuran kualitas udara ambien yang didapatkan dari analisis laboratorium. Semakin tinggi persentase kesalahan/ signifikansi, maka hasil perhitungan model tersebut dianggap tidak valid. Jika persentasi kesalahan kecil atau nilai gas CO pada ambien mendekati nilai gas CO pada model, maka model dikatakan valid dan dapat dilakukan simulasi model. Dalam penelitian ini, dipakai tingkat probabilitas kesalahan sebesar 10 %, apabila tingkat probabilitas kesalahan yang didapatkan dari validasi model melebihi nilai yang ditetapkan, maka akan dilakukan modifikasi perhitungan dari persamaan matematis yang digunakan dengan menggunakan regresi linear sederhana (*simple linear regression*), yaitu:

$$Y = a + bX \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana :

Y = konsentrasi gas CO pengukuran *impinger*

X = konsentrasi gas CO menggunakan *box model/Gaussian model*

a = konstanta

b = koefisien regresi (kemiringan);

$$b = \frac{n \sum(xy) - (\sum x)(\sum y)}{n \sum(x^2) - (\sum x)^2} \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

Persamaan yang digunakan dalam menentukan nilai konsentrasi *dari box model* atau *Gaussian model* modifikasi akan ditambahkan dengan variabel *error*/nilai kesalahan yang didapatkan, sehingga persentase probabilitas kesalahan bisa kurang dari nilai yang diinginkan yaitu kecil dari 10 %. Pemilihan persamaan matematis yang akan dimodifikasi dilihat dari tingginya persentase validasi antara persamaan *box model* dan *Gaussian model*, sehingga hanya ada satu persamaan modifikasi untuk mendapatkan konsentrasi gas CO baru.

3.3.7 Visualisasi Model

Visualisasi hasil uji kualitas udara ambien diwujudkan dalam bentuk peta dengan menggunakan garis isopleth mengenai dispersi/ penyebaran polutan gas karbon monoksida (CO) pada kualitas udara ambien. Pola sebaran konsentrasi gas CO ditampilkan dengan *range* warna pada konsentrasi tertentu sehingga dapat terlihat perbedaan konsentrasi gas CO berdasarkan warna.

3.3.8 Evaluasi Strategi Pengendalian Pencemaran

Evaluasi ini bertujuan untuk melihat efektivitas dari strategi pengendalian pencemaran udara yang telah diupayakan oleh dinas terkait. Untuk menentukan strategi pengendalian pencemaran telah berjalan efektif, maka dipilih salah satu metode yaitu Analisis SWOT (*Strengths, Weakness, Opportunities, Threats*). Analisis SWOT merupakan alat bantu perencanaan strategi yang dapat membantu merencanakan penetapan arah pengembangan sarana dan prasarana pengendalian pencemaran udara dimasa mendatang. Keampuhan analisis SWOT ini terletak pada kemampuan para penentu strategi pengembangan pengelolaan pencemaran udara dalam memaksimalkan peranan faktor internal yaitu kekuatan (S) dan meminimalkan kelemahan (W), serta memanfaatkan faktor eksternal yaitu peluang (O) dan mampu menekan dampak tantangan (T) yang harus dihadapi. Analisis SWOT untuk peningkatan dan pengembangan sarana dan prasarana pengendalian pencemaran udara pada zona prioritas di permukiman terbangun, dilakukan dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Kondisi sistem pengelolaan pencemaran udara;
- b. Kondisi sosial ekonomi masyarakat;
- c. Kondisi kesehatan masyarakat;
- d. Kondisi prasarana lingkungan lainnya (jalan, jalur hijau, dan sebagainya).

Aspek-aspek tersebut kemudian dievaluasi terhadap faktor internal (SW) dan faktor eksternal (OT) dengan menggunakan metode pembobotan dan skoring. Hasil evaluasi ini kemudian diplotkan dalam matrik SWOT sesuai dengan besaran nilai perkalian bobot dan nilai untuk setiap faktor SWOT yang dianalisis. Evaluasi

ini juga menjadi landasan dalam menentukan strategi baru yang efektif untuk pengendalian pencemaran yang terjadi akibat aktivitas transportasi di setiap segmen jalan di Kota Padang.

3.3.9 Pemilihan Strategi Pengendalian Pencemaran

Rencana strategi pengendalian dilakukan berdasarkan pada evaluasi yang telah dilakukan dengan analisis SWOT sesuai dengan pengolahan data sekunder maupun data primer. Sesuai dengan jenis data yang dikumpulkan dan tujuan analisis, maka kegiatan analisis penelitian menggunakan analisis kuantitatif. Teknik analisis yang dilakukan antara lain:

1. Menentukan prioritas kawasan yang memiliki dampak besar dari penyebaran gas karbon monoksida (CO), dalam mendapatkan prioritas kawasan tahapan yang dilakukan adalah:
 - a. Mengidentifikasi penyebaran polutan gas karbon monoksida (CO) dengan analisis spasial
 - b. Mengidentifikasi penggunaan lahan serta kepadatan penduduk
2. Menentukan konsep penanganan dan strategi pengendalian kawasan

Analisis ini dilakukan untuk mencari upaya pengendalian serta penanganan dalam mengatasi pencemaran udara di wilayah kawasan studi dengan melakukan kajian terhadap studi literatur yang bisa diterapkan di Kota Padang, observasi lapangan, dan penyebaran pencemaran udara dari kegiatan transportasi di Kota Padang. Analisis upaya atau strategi pengendalian pencemaran karbon monoksida (CO) akibat aktivitas transportasi di Kota Padang dikaji berdasarkan aspek lingkungan yang dilakukan berdasarkan nilai konsentrasi gas CO yang didapatkan selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu udara ambien. Salah satu alternatif efisien dalam mereduksi konsentrasi gas CO yaitu dengan penanaman pohon-pohon atau ketersediaan lahan ruang terbuka hijau (RTH) yang berguna yang dapat menyerap polutan gas karbon monoksida (CO) tersebut.

Selain aspek lingkungan, strategi pengendalian pencemaran juga difokuskan pada aspek kelembagaan, penerapan aspek ini dilakukan agar mendapatkan arah kebijakan yang mendukung, seperti dengan cara:

1. Penerapan jam operasional jenis kendaraan tertentu yang melewati suatu kawasan;
2. Manajemen lalu lintas dalam upaya mengurangi kemacetan pada titik-titik rawan kemacetan;
3. Rekayasa sistem jalan dengan menerapkan jalan dengan lajur searah maupun dua arah.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Pada bab ini menampilkan data serta hasil yang didapatkan selama penelitian, dilanjutkan dengan pembahasan analisisnya. Pemaparan yang akan ditampilkan meliputi:

1. Analisis kondisi meteorologi;
2. Analisis konsentrasi gas CO yang didapatkan dari analisis laboratorium serta konsentrasi yang didapatkan dari hasil perhitungan dengan persamaan *box model* dan *gaussian model*;
3. Validasi hasil konsentrasi yang didapatkan dari perhitungan dengan *box model* serta *gaussian model* dengan konsentrasi gas CO yang didapatkan dari hasil analisis laboratorium;
4. Evaluasi strategi pengendalian pencemaran gas CO yang telah diterapkan, dengan menggunakan analisa SWOT, serta
5. Strategi pengendalian pencemaran konsentrasi gas CO meliputi aspek teknis, aspek lingkungan dan aspek kelembagaan

4.2 Kondisi Meteorologi

Kondisi meteorologi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam pengukuran kualitas udara ambien. Kondisi meteorologi sangat mempengaruhi besaran konsentrasi gas CO di lokasi pengukuran. Kondisi meteorologi yang diukur ketika pengukuran di lapangan meliputi: arah dan kecepatan angin (m/s), temperatur udara ($^{\circ}\text{C}$), tekanan udara (mmHg), dan kelembaban relatif udara (%). Arah dan kecepatan angin merupakan hal penting dalam distribusi, transpor, dan dispersi gas CO di udara, arah angin dominan ketika pengukuran di lapangan berasal dari barat pada siang hari. Hal itu dikarenakan Kota Padang adalah kota yang berada di pinggir pantai yang mempunyai siklus angin laut dan angin darat. Angin laut terjadi pada siang hari dan angin darat terjadi pada malam hari.

Tekanan udara di lokasi sampling sangat erat kaitannya dengan suhu udara di lokasi tersebut, apabila suhu udara naik maka udara akan memuai, udara yang memuai akan naik ke lapisan atas yang tekanan udaranya lebih rendah. Massa udara yang memuai akan berkurang sehingga tekanan udara akan turun, hal ini dapat kita lihat pada hasil pengukuran tekanan dan suhu udara di lokasi sampling. Suhu udara pada siang hari lebih tinggi yang menyebabkan tekanan udara pada siang hari akan selalu lebih rendah dibandingkan tekanan udara pada malam hari. Kelembaban udara relatif dapat diartikan sebagai banyaknya kadar uap air yang terkandung dalam udara yang dinyatakan dalam %, kadar uap air di lokasi sampling sangat beranekaragam, kelembaban ini sangat tergantung pada kondisi cuaca pada daerah tersebut. Kelembaban ini juga dipengaruhi oleh suhu, waktu suhu di lokasi sampling rendah maka akan terjadi kondensasi uap air yang ada di udara sehingga akan terjadi pengembunan. Pada kondisi ini kelembaban udara akan sangat tinggi, bahkan akan mencapai angka 100%, data meteorologi selama sampling berlangsung dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Kondisi Meteorologi Lokasi Sampling

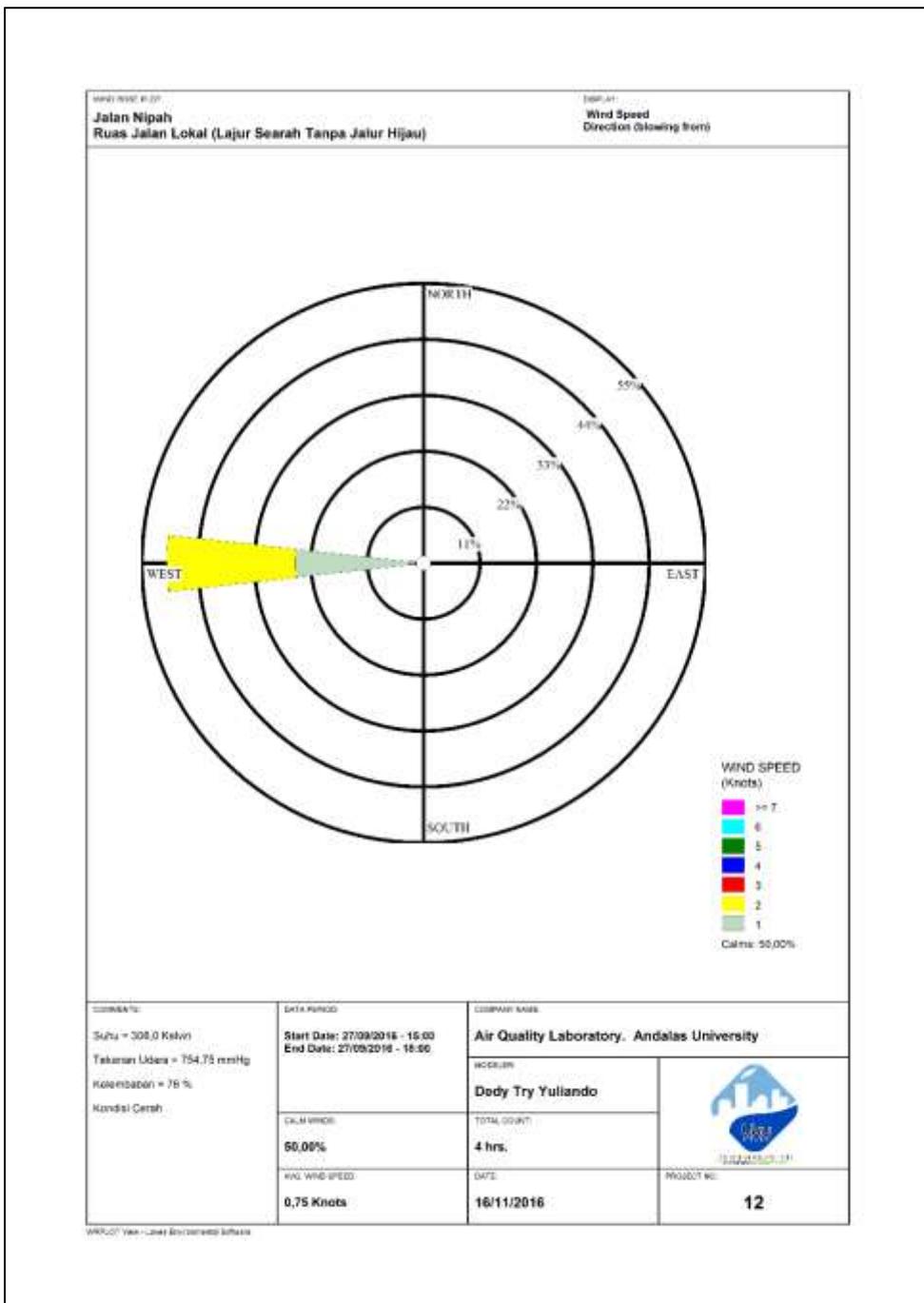
No	Klasifikasi dan Ruas Jalan		Jalur Hijau	Titik Sampling	Parameter Meteorologi					
					Suhu (°C)	Tek. Udara (mmHg)	Kec. Angin (m/s)	Arah Angin	RH (%)	Keterangan
1	Arteri	Dua Arah	Ada	Jln. Khatib Sulaiman	31,58	753,87	0,82	Barat	78,38	Cerah
2			Tidak	Jln. Jend. Sudirman			1,32	Barat Daya		
3		Searah	Ada	Jln. Pattimura			0,73	Barat		
4			Tidak	Jln. Pemuda			0,66	Barat Daya		
5	Kolektor	Dua Arah	Ada	Jln. Veteran	31,60	752,09	1,32	Barat Daya	85,25	Berawan
6			Tidak	Jln. S. Parman			0,96	Barat		
7		Searah	Ada	Jln. Permindo			1,08	barat		
8			Tidak	Jln. M. Yamin			0,82	Barat		
9	Lokal	Dua Arah	Ada	Jln. Perintis Kemerdekaan	33,08	755,65	0,35	Barat Laut	76,92	Cerah
10			Tidak	Jln. Alai Timur			1,87	Barat Laut		
11		Searah	Ada	Jln. Pancasila			1,38	Barat		
12			Tidak	Jln. Nipah			0,71	Barat		

Sumber: Hasil Pengukuran, 2016

Pada tabel di atas, dapat dilihat bahwa suhu rata-rata lokasi sampling berkisar antara 31 °C – 33 °C, terjadinya penurunan temperatur mengakibatkan kenaikan

pada tekanan udara, dimana tekanan udara pada lokasi sampling berkisar antara 752 mmHg – 755 mmHg. Untuk kelembaban udara, rata-rata lokasi sampling menunjukkan nilai antara 76 % - 85 % RH, perubahan ini bisa terjadi akibat uap air yang berada di atmosfer terkondensasi ataupun mengalami penguapan.

Berdasarkan hasil meteorologi di atas, menunjukkan adanya hubungan antara temperatur, tekanan udara dan kelembaban udara, dimana antara suhu dengan kelembaban udara berbanding terbalik, begitu juga antara suhu dengan tekanan, sedangkan antara nilai tekanan udara dengan kelembaban yang didapatkan berbanding lurus. Untuk kecepatan angin serta arah angin dominan, setiap lokasi sampling memiliki hasil yang relatif sama, karena topografi dari masing-masing lokasi sampling tidak jauh berbeda, hal ini terlihat dari ketinggian masing-masing lokasi sampling rata-rata $\pm 2-10$ m di atas permukaan laut. Untuk lebih jelasnya terkait arah dan kecepatan angin, dapat dilihat pada gambar *windrose* lokasi sampling di bawah ini:



Gambar 4.1 *Windrose* Lokasi Sampling Pada Ruas Jalan Lokal

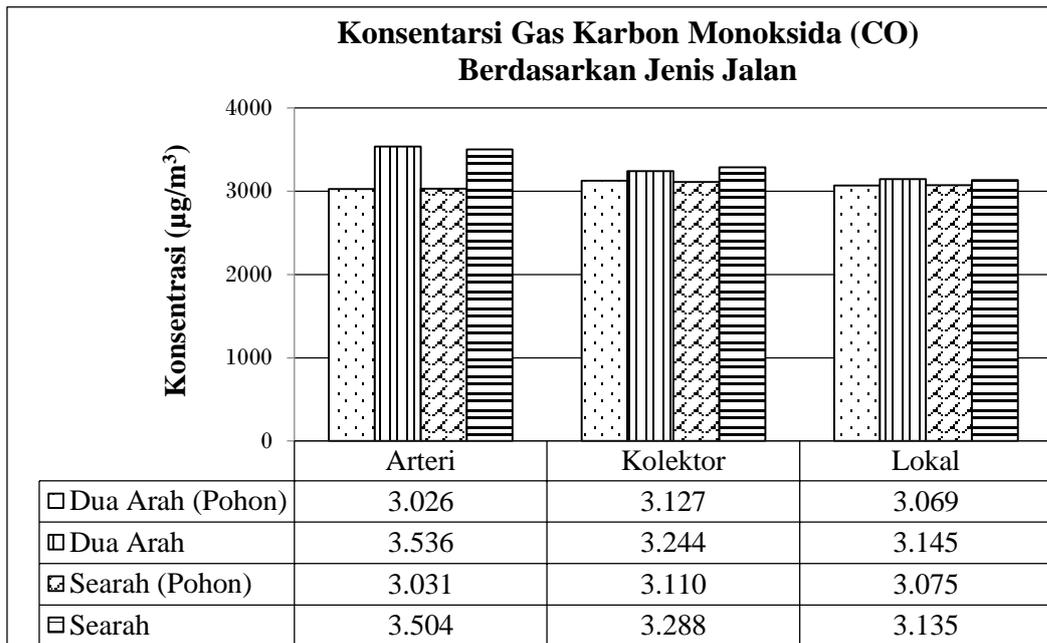
4.3 Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO)

Konsentrasi gas CO didapatkan dari hasil pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan alat *impinger* yang kemudian dianalisis di laboratorium, sedangkan data perhitungan jumlah kendaraan (*traffic counting*) dipakai untuk mendapatkan konsentrasi gas CO menggunakan persamaan *box model* serta *gaussian* model. Konsentrasi gas CO yang telah didapatkan, kemudian dianalisis terhadap jenis jalan, lajur jalan serta pengaruh dari jalur hijau yang ada pada masing-masing lokasi sampling.

Pengukuran konsentrasi gas CO dilakukan pada masing-masing ruas jalan, seperti ruas jalan arteri, ruas jalan kolektor serta ruas jalan lokal. Masing-masing ruas jalan terdapat 4 lokasi sampling, hal ini disebabkan oleh jenis lajur jalan pada masing-masing ruas jalan yang berbeda-beda, adapun lajur jalan yang menjadi indikator lokasi sampling yaitu ruas jalan yang memiliki lajur jalan searah maupun ruas jalan yang memiliki lajur dua arah. Selain lajur jalan, hal yang menjadi fokus analisis pada penelitian ini yaitu jalur hijau jalan (sabuk hijau jalan), hal ini dilakukan untuk melihat adanya perubahan konsentrasi yang terjadi antara ruas jalan yang memiliki jalur hijau dengan ruas jalan yang tidak mempunyai jalur hijau jalan di sepanjang jalan tersebut.

4.3.1 Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) dari *Impinger*

Perbedaan konsentrasi yang didapatkan dari pengukuran langsung pada masing-masing lokasi sampling tidak begitu mengalami perbedaan, hal ini disebabkan karena faktor meteorologi masing-masing lokasi sampling tidak begitu mengalami perbedaan. Selain faktor meteorologi, hal lain yang dinilai bisa mempengaruhi konsentrasi gas CO yang didapatkan yaitu kepadatan lalu lintas di setiap lokasi sampling. Untuk lebih jelasnya mengenai konsentrasi gas CO yang didapatkan dari pengukuran langsung di lokasi sampling dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut ini:



Gambar 4.2 Grafik Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) dari *Impinger*

Dari grafik di atas, konsentrasi yang didapatkan dari hasil pengukuran dinilai tidak mengalami perubahan yang signifikan, hal ini terbukti dari nilai konsentrasi gas CO dari masing-masing lokasi berkisar antara $3.026 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sampai dengan $3.288 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Untuk konsentrasi gas CO terendah terdapat pada ruas jalan arteri, yaitu Jalan Khatib Sulaiman, jalan ini mempunyai lajur dua arah dengan jalur hijau di sepanjang ruas jalan. Sekitaran jalan ini merupakan kawasan pemukiman masyarakat serta institusi, sumber emisi yang didapatkan dari kawasan ini diperkirakan berasal dari aktivitas kendaraan bermotor, hal ini terlihat dari tidak adanya kegiatan ataupun sumber pencemar lain yang signifikan dapat mempengaruhi konsentrasi gas CO. Tipe dari jalan ini lebih banyak lurus dibanding belokan, selain itu kurangnya persimpangan yang mempunyai plang lampu merah juga menjadi faktor penyebab kurangnya polusi gas CO yang terjadi di lokasi ini.

Untuk nilai konsentrasi gas CO tertinggi terdapat pada Jalan Jenderal Sudirman, jalan ini masuk dalam klasifikasi ruas jalan arteri, dengan lajur dua arah tanpa memiliki jalur hijau disepanjang jalan tersebut. Tingginya konsentrasi gas CO pada kawasan ini disebabkan karena Jalan Jenderal Sudirman merupakan titik pertemuan jalan dari beberapa jalan kolektor lainnya, adapun jalan kolektor yang bermuara ke jalan Jenderal Sudirman ini yaitu Jalan Ahmad Yani, Jalan Bundo

Kanduang, Jalan Perintis Kemerdekaan serta Jalan Bagindo Aziz Chan serta Jalan Ujung Gurun. Banyaknya jalan-jalan kolektor yang terhubung ke Jalan Jenderal Sudirman dinilai menjadi faktor penyebab tingginya polusi gas CO yang terjadi. Pertemuan antara jalan-jalan kolektor tersebut terjadi pada plang lampu merah, hal ini juga dinilai menjadi sumber polusi yang terjadi di kawasan tersebut. Kendaraan yang berhenti di persimpangan dengan durasi lama menyebabkan polusi menjadi meningkat, hal ini berpengaruh terhadap konsentrasi gas CO di daerah tersebut.

Untuk ruas jalan kolektor, konsentrasi gas CO tertinggi terdapat pada Jalan Muhammad Yamin, jalan ini mempunyai jalur searah tanpa adanya pohon pelindung di sepanjang jalan tersebut. Penyebab tingginya polusi yang terjadi pada daerah ini disebabkan dari kegiatan di sekitar lokasi tersebut, lokasi ini merupakan kawasan yang diperuntukkan sebagai kawasan komersil, pada lokasi ini dulunya terdapat terminal angkutan umum, tetapi saat ini terminal tersebut sudah berubah fungsi menjadi kawasan perdagangan, sehingga banyaknya antrian angkutan umum maupun angkutan pribadi yang berada pada kawasan ini dinilai menjadi faktor tingginya konsentrasi gas CO yang didapatkan. Kawasan ini juga merupakan kawasan rawan kemacetan, kondisi ini terjadi mulai pagi hari sampai dengan sore hari.

Konsentrasi gas CO terendah pada kategori jalan kolektor terdapat pada Jalan Permindo, jalan ini merupakan jalan dengan lajur searah yang mempunyai jalur hijau sepanjang jalannya. Sekitaran jalan ini merupakan kawasan komersil, sumber polusi gas CO yang bisa mempengaruhi kondisi jalan ini dinilai hanya berasal dari aktivitas kendaraan yang ada, sementara itu pohon pelindung diduga menjadi faktor rendahnya konsentrasi yang ada di lokasi ini. Tipe dari jalan ini cenderung lurus dan tidak terdapat satu persimpangan jalan yang memiliki plang lampu merah, hal ini juga menjadi poin positif dalam meminimalisir kemacetan yang bisa menyebabkan meningkatnya konsentrasi gas CO.

Jalan dengan kategori lokal yang memiliki konsentrasi gas CO tertinggi terdapat pada Jalan Alai Timur, jalan ini memiliki lajur dua arah tetapi tidak memiliki pohon pelindung sepanjang jalannya. Kawasan di sekitar jalan ini merupakan kawasan pemukiman masyarakat, yang menjadi sumber tingginya polusi gas CO di wilayah ini dinilai berasal dari kendaraan-kendaraan yang berasal

dari jalan lainnya. Jalan Alai Timur ini merupakan jalan yang menghubungkan beberapa ruas jalan kolektor, sementara jalan ini masuk dalam kategori lokal, hal ini dinilai menjadi sumber kemacetan yang terjadi di daerah ini. Kemacetan terjadi pada saat jam puncak yaitu sore hari, kendaraan-kendaraan yang berasal dari ruas jalan kolektor secara serentak akan menuju ke jalan ini untuk pulang ke rumah masing-masing, kemacetan yang terjadi di lokasi ini menjadi faktor tingginya konsentrasi gas CO. Sementara itu konsentrasi gas CO terendah terdapat di Jalan Perintis Kemerdekaan, kawasan ini merupakan kawasan dengan peruntukkan pemukiman dan pendidikan. Rendahnya konsentrasi gas CO pada kawasan ini dinilai akibat dari pohon pelindung yang ada di sepanjang jalan. Kepadatan kendaraan di jalan ini juga tidak begitu tinggi, hal ini terlihat dari jumlah kendaraan yang ada pada saat jam puncak, selain itu di sekitar kawasan ini juga tidak terdapat sumber pencemar lainnya yang dapat menimbulkan tingginya konsentrasi gas CO.

4.3.2 Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) Dengan *Box Model*

Konsentrasi dari perhitungan *box model* didapatkan dari data *traffic counting* yang dilakukan di lokasi sampling, lokasi sampling yang menjadi titik pengambilan data yaitu 4 lokasi pada masing-masing ruas jalan arteri, kolektor maupun ruas jalan lokal. Selain data *traffic counting*, data yang menjadi landasan dalam mendapatkan konsentrasi gas CO dengan menggunakan *box model* yaitu data meteorologi yang didapatkan dari pengukuran langsung di lapangan maupun dari data sekunder.

4.3.2.1 Hasil Sampling *Traffic Counting*

Traffic counting dilakukan pada satu jam sebelum jam puncak, 1 jam pada saat jam puncak serta satu jam setelah jam puncak, hal ini bertujuan untuk melihat kenaikan jumlah kendaraan pada masing-masing lokasi sampling. Kendaraan di setiap lokasi sampling dibedakan menjadi beberapa kelas, selanjutnya, dihitung berdasarkan masing-masing jam pengambilan, untuk lebih jelasnya, sebagai contoh dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2 Klasifikasi serta Jumlah Kendaraan di Jln. Khatib Sulaiman

No	Waktu	Light Vehicle (unit)					Heavy Vehicle (unit)		Spd Motor 	Total
		Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus 	Truk 		
		Solar 	Bensin 							
1	15:00-16:00	238	1.827	12	5	12	5	15	4.564	6.678
2	16:00-17:00	273	2.246	16	9	19	7	14	6.320	8.904
3	17:00-18:00	173	1.208	8	7	8	6	12	3.051	4.473
Total		684	5.281	36	21	39	18	41	13.935	

Sumber: Hasil Perhitungan, 20016

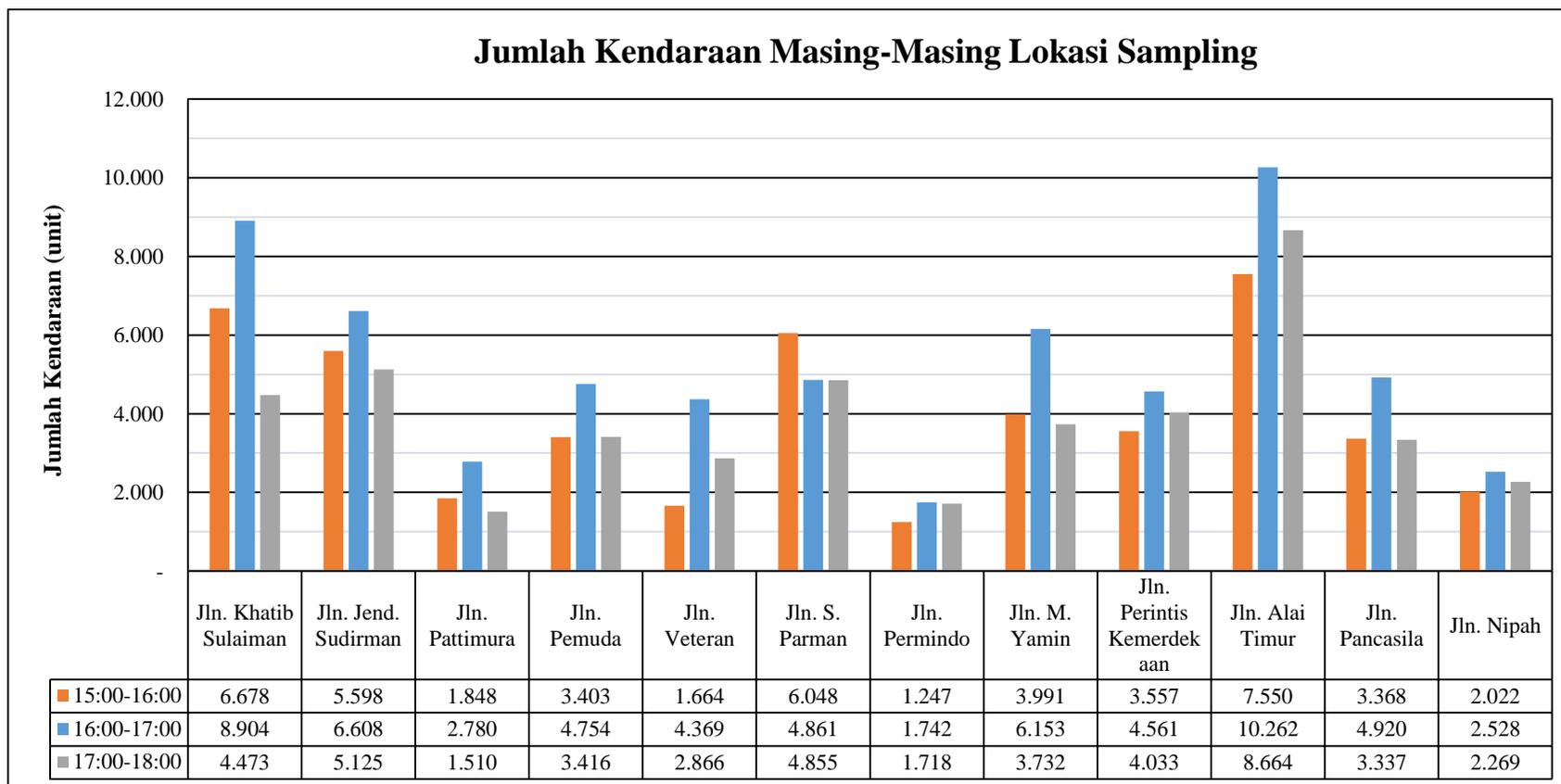
Adapun hasil dari *traffic counting* yang dilakukan di semua lokasi sampling dapat dilihat pada Tabel 4.3 serta Gambar 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 Rekapitulasi Hasil *Traffic Counting* Pada Lokasi Sampling

N O	KLASIFIKASI DAN RUAS JALAN	JALUR HIJAU	TITIK SAMPLING	WAKTU	JMLH (unit)	JMLH (unit)
1	Dua Arah	Ada	Jln. Khatib Sulaiman	15:00-16:00	6.678	20.055
				16:00-17:00	8.904	
				17:00-18:00	4.473	
2	Searah	Tidak	Jln. Jend. Sudirman	15:00-16:00	5.598	17.331
				16:00-17:00	6.608	
				17:00-18:00	5.125	
3	Dua Arah	Ada	Jln. Pattimura	15:00-16:00	1.848	6.138
				16:00-17:00	2.780	
				17:00-18:00	1.510	
4	Searah	Tidak	Jln. Pemuda	15:00-16:00	3.403	11.573
				16:00-17:00	4.754	
				17:00-18:00	3.416	
5	Dua Arah	Ada	Jln. Veteran	15:00-16:00	1.664	8.899
				16:00-17:00	4.369	
				17:00-18:00	2.866	
6	Searah	Tidak	Jln. S. Parman	15:00-16:00	6.048	15.764
				16:00-17:00	4.861	
				17:00-18:00	4.855	
7	Dua Arah	Ada	Jln. Permindo	15:00-16:00	1.247	4.707
				16:00-17:00	1.742	
				17:00-18:00	1.718	

N O	KLASIFIKASI DAN RUAS JALAN		JALUR HIJAU	TITIK SAMPLING	WAKTU	JMLH (unit)	JMLH (unit)
8			Tidak	Jln. M. Yamin	15:00-16:00	3.991	13.876
					16:00-17:00	6.153	
					17:00-18:00	3.732	
9	Dua Arah		Ada	Jln. Perintis Kemerdekaan	15:00-16:00	3.557	12.151
					16:00-17:00	4.561	
					17:00-18:00	4.033	
10	Lokal		Tidak	Jln. Alai Timur	15:00-16:00	7.550	26.476
					16:00-17:00	10.262	
					17:00-18:00	8.664	
11	Searah		Ada	Jln. Pancasila	15:00-16:00	3.368	11.625
					16:00-17:00	4.920	
					17:00-18:00	3.337	
12	Lokal		Tidak	Jln. Nipah	15:00-16:00	2.022	6.819
					16:00-17:00	2.528	
					17:00-18:00	2.269	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2016



Gambar 4.3 Grafik Rekapitulasi Jumlah Kendaraan Pada Lokasi Sampling

Berdasarkan grafik di atas, dilihat bahwa kepadatan kendaraan terjadi saat pukul 16:00 – 17:00 WIB. Kepadatan yang terjadi disebabkan oleh aktivitas harian warga Kota Padang, selain itu terjadinya kepadatan pada jam puncak dipengaruhi oleh sebagian besar warga Kota Padang yang akan pulang ke rumah masing-masing setelah menjalani aktivitas harian. Saat 1 jam sebelum jam puncak maupun sesudahnya kepadatan kendaraan di setiap lokasi sampling mengalami kenaikan dan penurunan, tetapi rata-rata kepadatan masih terjadi pada 1 jam setelah jam puncak.

Adapun kepadatan yang terjadi pada 1 jam sebelum jam puncak terjadi di Jln. Alai Timur, begitu juga pada saat jam puncak maupun 1 jam setelah jam puncak terjadi. Jln Alai Timur merupakan jalan dengan kategori ruas jalan lokal dengan lajur dua arah tanpa adanya tutupan pohon atau jalur hijau di sepanjang jalan. Peningkatan aktivitas kendaraan di Jalan Alai Timur terjadi akibat bertemunya arus kendaraan dari empat jalan yang berbeda yang mempunyai kepadatan kendaraan yang hampir sama, empat ruas jalan tersebut masuk dalam kategori ruas jalan kolektor yang kemudian menuju ke Jalan Alai Timur yang merupakan ruas jalan lokal.

Untuk aktivitas kepadatan kendaraan terendah, berada pada Jalan Permindo, yang merupakan masuk dalam kategori ruas jalan kolektor searah dengan adanya tutupan pohon atau jalur hijau jalan, hal ini terlihat pada 1 jam sebelum jam puncak, pada saat jam puncak terjadinya maupun 1 jam setelah jam puncak. Kurangnya kepadatan kendaraan pada jalan ini disebabkan karena lajur dari jalan tersebut searah yang menyebabkan pengguna jalan jarang melewati jalan tersebut untuk menghindari kemacetan. Selain itu, Jalan Permindo merupakan jalan yang terletak di area pasar tradisional Kota Padang, hal ini juga menjadi faktor kurangnya pihak pengguna jalan memilih jalan ini untuk pulang ke rumah setelah menjalani aktivitas sehari-hari karena sebagian besar masyarakat memakai jalan ini hanya untuk pergi ke area pasar tradisional untuk membeli ataupun berdagang barang-barang keperluan harian.

4.3.2.2 Laju Emisi Pencemar Gas Karbon Monoksida (CO)

Perhitungan beban emisi gas karbon monoksida dilakukan untuk mendapatkan tingkat pencemar yang bertujuan untuk melihat seberapa besar laju dari pencemaran yang ada pada lokasi sampling. Masing-masing kendaraan mempunyai beban emisi yang berbeda-beda, hal ini disebabkan oleh faktor emisi. Untuk faktor emisi, dibagi berdasarkan jenis kendaraan, selain faktor emisi, nilai ekivalen mobil kendaraan (emp) juga menjadi hal lain yang diperlukan untuk dalam mendapatkan laju emisi. Laju emisi kawasan dari masing-masing ruas jalan dapat dicari dengan mengetahui panjang jalan serta luasan dari wilayah/kawasan masing-masing ruas jalan. Pembagian luas kawasan digunakan 1 km^2 , hal ini bertujuan untuk melihat paparan dari laju emisi per km^2 masing-masing ruas jalan. Contoh dari pembagian luas grid / kawasan ruas jalan dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 4.4 Contoh Pembagian Kawasan/ grid Ruas Jalan

Pada gambar di atas, dapat dilihat bahwa:

Nama Jalan : Veteran
Jenis Ruas Jalan : Kolektor
Panjang Jalan : 1, 1 km
Luas Area Kotak : 1 km^2

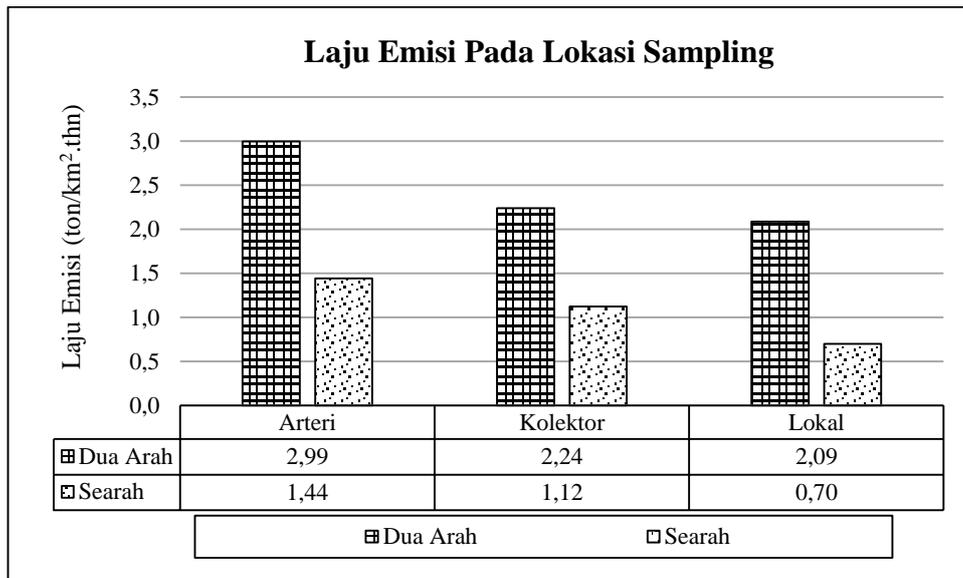
Data panjang jalan, didapatkan dari panjang jalan yang ada pada luas kotak yang telah dibagi berdasarkan grid sebelumnya, maka untuk panjang jalan yang didapatkan berbeda-beda sesuai dengan panjang jalan di dalam kotak tersebut. Laju emisi yang didapatkan sebelumnya, kemudian dikalikan dengan panjang jalan dan luas kotak masing-masing ruas jalan, sehingga mendapatkan nilai laju emisi dari masing-masing kawasan ruas jalan. Untuk mengetahui secara jelas nilai laju emisi masing-masing kawasan dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini:

Tabel 4.4 Laju Emisi Berdasarkan Luas Kawasan Masing- Masing Jalan

No	Kalsifikasi Dan Ruas Jalan	Jalur Hijau	Lokasi Sampling	Total (gr/jam)	Panjang Jalan (km)	Luas Kotak (km ²)	Laju Emisi			
							(g/km ² .jam)	(g/km ² .hari)	(ton/km ² .thn)	
1	Arteri	Ada	Jln. Khatib Sulaiman	114.384	1,1	1	125.821,87	3.019.724,93	3,02	
2		Tidak	Jln. Jend. Sudirman	123.738	1,0	1	123.737,74	2.969.705,76	2,97	
3		Searah	Ada	Jln. Pattimura	47.707	0,4	1	19.082,71	457.985,09	0,46
4			Tidak	Jln. Pemuda	91.937	1,1	1	101.131,07	2.427.145,78	2,43
5	Kolektor	Ada	Jln. Veteran	76.286	1,1	1	83.914,36	2.013.944,59	2,01	
6		Tidak	Jln. S. Parman	102.791	1,0	1	102.791,26	2.466.990,24	2,47	
7		Searah	Ada	Jln. Permindo	27.905	0,4	1	11.162,06	267.889,54	0,27
8			Tidak	Jln. M. Yamin	82.405	1,0	1	82.404,98	1.977.719,52	1,98
9	Lokal	Ada	Jln. P. Kemerdekaan	47.774	1,0	1	47.773,60	1.146.566,40	1,15	
10		Tidak	Jln. Alai Timur	126.120	1,0	1	126.120,14	3.026.883,36	3,03	
11		Searah	Ada	Jln. Pancasila	53.975	0,6	1	32.384,90	777.237,70	0,78
12			Tidak	Jln. Nipah	51.548	0,5	1	25.774,07	618.577,68	0,62

Sumber: Hasil Perhitungan, 2016

Berdasarkan tabel di atas, nilai laju emisi gas karbon monoksida tertinggi terdapat pada Jalan Alai Timur, jalan ini merupakan ruas jalan lokal dengan lajur dua arah tanpa adanya jalur hijau jalan di sepanjang jalan tersebut. Untuk melihat perbandingan antara masing-masing ruas jalan dengan lajur searah maupun dua arah, dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut ini:

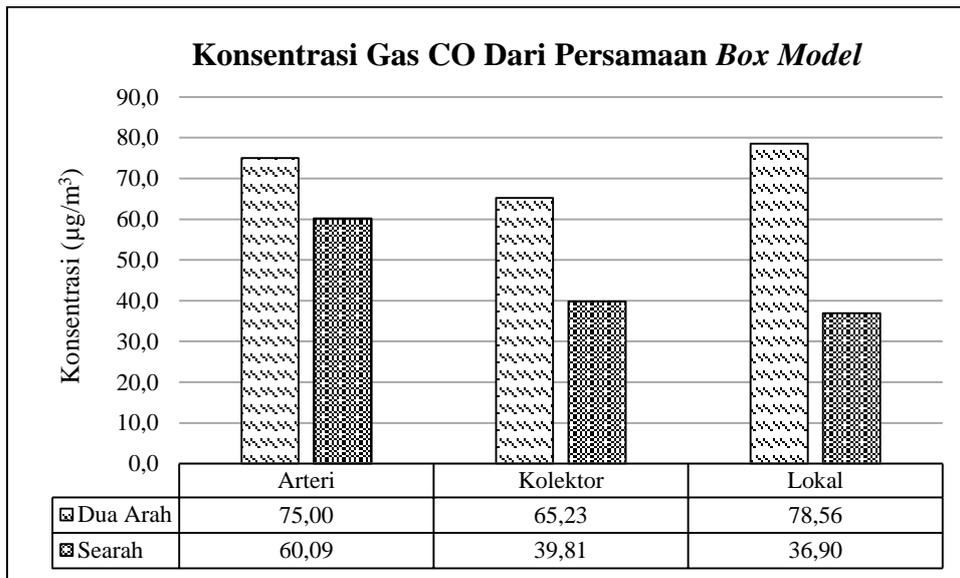


Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Laju Emisi Berdasarkan Klasifikasi Ruas Jalan

Dari grafik di atas, dilihat bahwa lajur dua arah pada setiap ruas jalan memiliki nilai laju emisi per kawasan yang tinggi dibandingkan dengan lajur searah.

4.3.2.3 Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO)

Konsentrasi gas karbon monoksida yang didapatkan dari persamaan matematis *box model* dimuat dalam satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Setelah mendapatkan nilai konsentrasi gas karbon monoksida dalam satuan berat per luas kawasan, maka dapat dihitung konsentrasi gas karbon monoksida dengan menggunakan persamaan *box model*, persamaan *box model* juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor meteorologi, data *mixing height* yang didapatkan dari Stasiun Iklim Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) Kota Padang serta nilai laju emisi yang telah didapatkan dari perhitungan sebelumnya. Adapun hasil perhitungan konsentrasi gas CO yang diolah dengan menggunakan persamaan *box model* dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut ini:



Gambar 4.6 Grafik Konsentrasi Gas Karbon Monoksida Menggunakan Persamaan *Box model*

Dari grafik di atas, menunjukkan bahwa konsentrasi yang didapatkan dari persamaan *box model* terlihat adanya perbedaan dari masing-masing ruas serta lajur jalan, hal ini nampak dari konsentrasi gas CO pada masing-masing ruas jalan, baik ruas jalan arteri, kolektor maupun ruas jalan lokal. Konsentrasi gas karbon monoksida tertinggi berada pada lajur dua arah, sedangkan konsentrasi gas karbon monoksida untuk lajur searah masih berada di bawah konsentrasi dari lajur dua arah. Antara lajur dua arah, ruas jalan lokal menunjukkan konsentrasi tinggi bila dibandingkan dengan ruas jalan lainnya, hal ini dimungkinkan oleh laju emisi serta kecepatan angin di kawasan tersebut, sehingga konsentrasi yang didapat lebih besar dibanding dengan ruas jalan arteri maupun kolektor. Untuk lebih jelasnya terkait hasil perhitungan konsentrasi gas karbon monoksida (CO) pada masing-masing jalan yang didapatkan dari persamaan *box model* ini dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini:

Tabel 4.5 Perhitungan Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Persamaan *Box model*

No	Kalsifikasi Dan Ruas Jalan		Jalur Hijau	Lokasi Sampling	Laju Emisi (g/km ² .jam)	Zona Searah Angin (km)	Kec. Angin (m/dt)	Mixing Height (km)	Konsentrasi Gas CO		
									(g/km ³)	(µg/m ³)	Rata-Rata (µg/m ³)
1	Arteri	Dua Arah	Ada	Jln. Khatib Sulaiman	125.821,87	1	1,2	1,5	69.901,04	69,90	75,00
2			Tidak	Jln. Jend. Sudirman	123.737,74	1	1,03	1,5	80.089,15	80,09	
3		Searah	Ada	Jln. Pattimura	19.082,71	1	0,39	1,5	32.620,02	32,62	60,09
4			Tidak	Jln. Pemuda	101.131,07	1	0,77	1,5	87.559,37	87,56	
5	Kolektor	Dua Arah	Ada	Jln. Veteran	83.914,36	1	1,03	1,5	54.313,50	54,31	65,23
6			Tidak	Jln. S. Parman	102.791,26	1	0,9	1,5	76.141,67	76,14	
7		Searah	Ada	Jln. Permindo	11.162,06	1	0,9	1,5	8.268,20	8,27	39,81
8			Tidak	Jln. M. Yamin	82.404,98	1	0,77	1,5	71.346,30	71,35	
9	Lokal	Dua Arah	Ada	Jln. P. Kemerdekaan	47.773,60	1	0,5	1,5	63.698,13	63,70	78,56
10			Tidak	Jln. Alai Timur	126.120,14	1	0,9	1,5	93.422,33	93,42	
11		Searah	Ada	Jln. Pancasila	32.384,90	1	0,7	1,5	30.842,77	30,84	36,90
12			Tidak	Jln. Nipah	25.774,07	1	0,4	1,5	42.956,78	42,96	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2016

4.3.3 Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) Dengan *Gaussian Line Source*

Untuk mendapatkan perhitungan konsentrasi dengan model *Gaussian*, langkah yang perlu dilakukan yaitu:

1. Menentukan laju emisi (Q)

Laju emisi ini didapatkan dari perhitungan nilai emisi dibagi dengan panjang jalan setiap ruas jalan. Nilai emisi dan panjang jalan dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut ini:

Tabel 4.6 Perhitungan Laju Emisi Lokasi Sampling

No	Kalsifikasi Dan Ruas Jalan	Jalur Hijau	Lokasi Sampling	Total Emisi (gr/jam)	Panjang Jalan (m)	Laju Emisi Total		
						gr/m.jam	gr/m.s	
						Q		
1	Arteri	Dua Arah	Ada	Jln. Khatib Sulaiman	114.383,5	2.669	42,856	0,012
2		Dua Arah	Tidak	Jln. Jend. Sudirman	123.737,7	1.707	72,488	0,020
3		Searah	Ada	Jln. Pattimura	47.706,8	310	153,893	0,043
4			Tidak	Jln. Pemuda	91.937,3	926	99,284	0,028
5	Kolektor	Dua Arah	Ada	Jln. Veteran	76.285,8	1.343	56,803	0,016
6		Dua Arah	Tidak	Jln. S. Parman	102.791,3	2.647	38,833	0,011
7		Searah	Ada	Jln. Permindo	27.905,2	340	82,074	0,023
8			Tidak	Jln. M. Yamin	82.405,0	919	89,668	0,025
9	Lokal	Dua Arah	Ada	Jln. P.	47.773,6	1.764	27,083	0,008
10		Dua Arah	Tidak	Jln. Alai Timur	126.120,1	3.477	36,273	0,010
11		Searah	Ada	Jln. Pancasila	53.974,8	312	172,996	0,048
12			Tidak	Jln. Nipah	51.548,1	553	93,215	0,026

Sumber: Hasil Perhitungan, 2016

2. Kecepatan Angin rata-rata (u)

Adapun kecepatan angin rata-rata yang didapatkan dari pengukuran langsung di lapangan pada setiap lokasi sampling.

3. Koefisien difusi searah z (σ_z)

Dalam mendapatkan nilai koefisien difusi ini, perlu adanya langkah-langkah berikut:

a. Menentukan stabilitas atmosfer

Penentuan kestabilan atmosfer dapat diketahui dari durasi matahari dalam satuan % serta kecepatan angin rata-rata pada wilayah studi. Untuk penentuan kuat cahaya dibuat penggolongan durasi matahari sebagai berikut:

Cahaya kuat/ *strong* = 75% - 100%

Cahaya sedang/ *moderate* = 50% - 75%

Cahaya lemah/ *slight* = 0% - 50%

Nilai kecepatan angin rata-rata pada wilayah studi yaitu sebesar 0,8 m/s sedangkan nilai durasi matahari yaitu sebesar 50% - 75%. Dengan mencocokkan nilai yang didapat terhadap Tabel 2.2 maka dapat ditentukan bahwa kondisi stabilitas atmosfer di wilayah studi masuk dalam kategori B = tidak stabil.

b. Menentukan nilai σ_z

Setelah diketahui kondisi stabilitas atmosfer, dapat dilakukan penentuan nilai σ_z berdasarkan persamaan empirik koefisien dispersi untuk wilayah studi. Berikut adalah Tabel 4.7 yang menunjukkan persamaan empirik koefisien dispersi untuk kota.

Tabel 4.7 Persamaan Empirik Koefisien Dispersi Untuk Wilayah Studi

Stabilitas	σ_y (m)	σ_z (m)
A-B	$0,32 \times (1 + 0,0004x)^{-1/2}$	$0,24 \times (1 + 0,0001x)^{1/2}$
C	$0,22 \times (1 + 0,0004x)^{-1/2}$	$0,20x$
D	$0,16 \times (1 + 0,0004x)^{-1/2}$	$0,14 \times (1 + 0,0003x)^{-1/2}$
E-F	$0,11 \times (1 + 0,0004x)^{-1/2}$	$0,08 \times (1 + 0,0015x)^{-1/2}$

Sumber: Heinshon, 1999

Setelah diketahui bahwa kondisi kestabilan atmosfer masuk kategori B = tidak stabil, maka persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai σ_z yaitu $0,24 \times (1 + 0,0001x)^{1/2}$, dimana x merupakan jarak antara sumber pencemar dengan penerima. Pada saat sampling alat diletakkan 3 m dari dari jalan, sesuai SNI-197119.9-2005, sehingga $x = 3$. Maka nilai yang didapatkan adalah:

$$\sigma_z = 0,24 \times (1 + 0,0001x)^{1/2}$$

$$\sigma_z = 0,24 \times 5 (1 + 0,0001 \times 5)^{1/2}$$

$$\sigma_z = 1,2 \text{ m}$$

4. Ketinggian Alat Sampling (z)

Pada saat sampling, ketinggian alat dari permukaan jalan yaitu setinggi 1,5 m. nilai z ini sesuai dengan SNI-197119.9-2005 yang mensyaratkan bahwa ketinggian alat pengukur kualitas udara ambien pada saat sampling yaitu 1,5 – 3 m dari permukaan jalan.

5. Ketinggian Sumber Pencemar (h_0)

Karena cerobong emisi kendaraan diletakkan horizontal, maka ketinggian sumber emisi kendaraan sebesar 0,5 m dari permukaan jalan.

Setelah data-data di atas didapatkan, kemudian semua variabel tersebut dimasukkan ke dalam persamaan di bawah ini untuk mendapatkan konsentrasi gas CO.

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

Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai konsentrasi menggunakan persamaan gaussian pada jalan Khatib Sulaiman.

$$C = \frac{0,012 \frac{gr}{m} \cdot s}{2\sqrt{2\pi} \times 1,2 m \times 1,2 \frac{m}{s}} \times \left[\exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{1,5 m - 0,5 m}{1,2 m}\right)^2\right\} + \left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{1,5 m + 0,5 m}{1,2 m}\right)^2\right\}\right]$$

Dari persamaan di atas, didapatkan konsentrasi gas CO pada Jalan Khatib Sulaiman

$$C = 1,0 \times 10^{-3} \text{ gr/m}^3 \times 10^6$$

$$C = 970,8 \text{ } \mu\text{g/m}^3$$

Besarnya konsentrasi gas CO yang didapatkan dari persamaan gaussian di setiap lokasi sampling dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini:

Tabel 4.8 Perhitungan Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Persamaan *Gaussian*

Kalsifikasi Dan Ruas Jalan	Jalur Hijau	Lokasi Sampling	Laju Emisi		Kec. Angin (m/s)	Jarak dari Jalan (m)	Tinggi Alat (m)	Tinggi Sumber Pencemar (m)	Koef. Difusi Searah Z	Konsentrasi Gas CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Konsentrasi Gas CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
			gr/m.jam	gr/m.s								
				Q								u
Arteri	Dua Arah	Ada	Jln. Khatib Sulaiman	42,86	0,012	1,2	5,0	1,5	0,5	1,20	970,8	1.614,38
		Tidak	Jln. Jend. Sudirman	72,49	0,020	1,03	5,0	1,5	0,5	1,20	2.257,9	
	Searah	Ada	Jln. Pattimura	153,89	0,043	0,39	2,0	1,5	0,5	0,48	869,0	1.657,22
		Tidak	Jln. Pemuda	99,28	0,028	0,77	4,0	1,5	0,5	0,96	2.445,4	
Kolektor	Dua Arah	Ada	Jln. Veteran	56,80	0,016	1,03	3,0	1,5	0,5	0,72	1.241,1	1.400,91
		Tidak	Jln. S. Parman	38,83	0,011	0,9	5,0	1,5	0,5	1,20	1.560,8	
	Searah	Ada	Jln. Permindo	82,07	0,023	0,9	3,0	1,5	0,5	0,72	1.434,6	1.790,77
		Tidak	Jln. M. Yamin	89,67	0,025	0,77	3,0	1,5	0,5	0,72	2.147,0	
Lokal	Dua Arah	Ada	Jln. P. Kemerdekaan	27,08	0,008	0,5	3,0	1,5	0,5	0,72	946,7	1.119,00
		Tidak	Jln. Alai Timur	36,27	0,010	0,9	5,0	1,5	0,5	1,20	1.291,2	
	Searah	Ada	Jln. Pancasila	173,00	0,048	0,7	2,0	1,5	0,5	0,48	1.289,5	1.223,75
		Tidak	Jln. Nipah	93,22	0,026	0,4	2,0	1,5	0,5	0,48	1.158,0	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2016

4.4 Validasi Model

Validasi model bertujuan untuk melihat tingkat kesalahan dari model yang digunakan dalam penelitian ini, validasi model menggunakan persamaan linear, dimana konsentrasi yang didapatkan dari hasil persamaan model akan divalidasi menggunakan konsentrasi yang didapatkan dari pengukuran langsung di lapangan, validasi dilakukan untuk semua lokasi sampling, baik ruas jalan arteri, ruas jalan kolektor maupun ruas jalan lokal.

4.4.1 Box Model

Nilai konsentrasi gas CO antara pengukuran langsung di lapangan dengan konsentrasi yang didapatkan dari persamaan *box model* dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini:

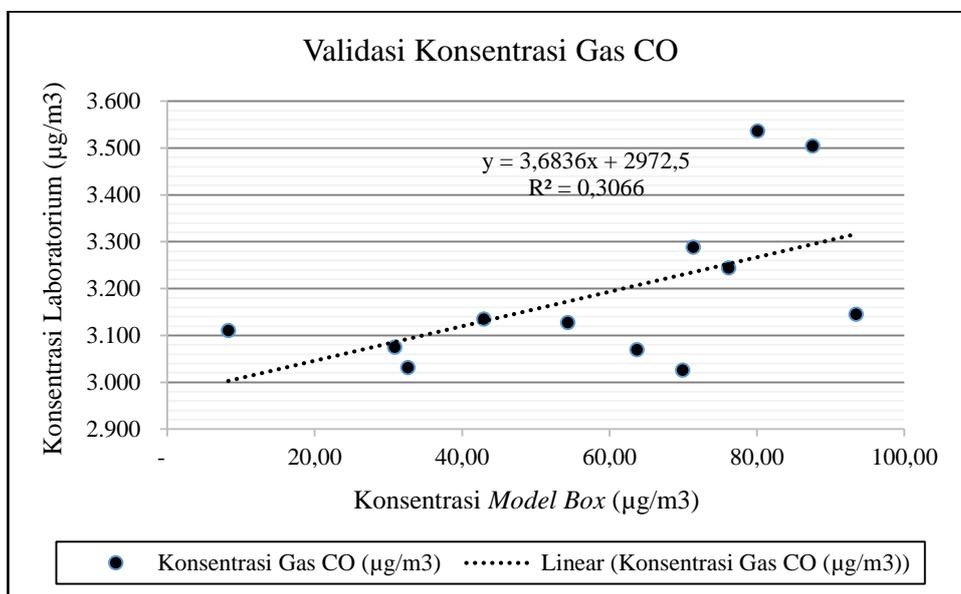
Tabel 4.9 Perbandingan Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) *Box Model* vs Laboratorium

No	Kalsifikasi Dan Ruas Jalan	Jalur Hijau	Lokasi Sampling	Konsentrasi Gas CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
				Box Model	Laboratorium	
1	Arteri	Dua Arah	Ada	Jln. Khatib Sulaiman	69,90	3.026
2			Tidak	Jln. Jend. Sudirman	80,09	3.536
3		Searah	Ada	Jln. Pattimura	32,62	3.031
4			Tidak	Jln. Pemuda	87,56	3.504
5	Kolektor	Dua Arah	Ada	Jln. Veteran	54,31	3.127
6			Tidak	Jln. S. Parman	76,14	3.244
7		Searah	Ada	Jln. Permindo	8,27	3.110
8			Tidak	Jln. M. Yamin	71,35	3.288
9	Lokal	Dua Arah	Ada	Jln. P. Kemerdekaan	63,70	3.069
10			Tidak	Jln. Alai Timur	93,42	3.145
11		Searah	Ada	Jln. Pancasila	30,84	3.075
12			Tidak	Jln. Nipah	42,96	3.135

Sumber: Hasil Perhitungan, 2016

Dari tabel di atas, terlihat bahwa konsentrasi gas CO yang didapatkan antara persamaan *box model* dengan pengukuran langsung di lapangan sangat jauh, rendahnya konsentrasi yang didapatkan dari persamaan *box model* tidak lepas dari faktor meteorologi, jumlah kendaraan, faktor emisi masing-masing jenis kendaraan

serta luasan zona dan panjang jalan tersebut. Persamaan linear yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut ini:



Gambar 4.7 Validasi Konsentrasi Persamaan *Box model* vs Laboratorium

Perbedaan konsentrasi yang sangat jauh antara persamaan *box model* dengan konsentrasi yang didapatkan dari pengukuran langsung di lapangan menghasilkan nilai kesalahan dari persamaan *box model* yaitu sebesar sebesar 70 %. Persentase kesalahan ini dilihat dari nilai R-sq yang didapatkan hanya sebesar 30,6 %, dimana nilai ini berada di atas persentase kesalahan yang diperbolehkan, yaitu sebesar 10 %, hal ini menyatakan bahwa konsentrasi yang didapatkan dari persamaan *box model* tidak bisa dipakai untuk mendapatkan sebaran konsentrasi di sekitar lokasi sampling.

4.4.2 *Gaussian Model*

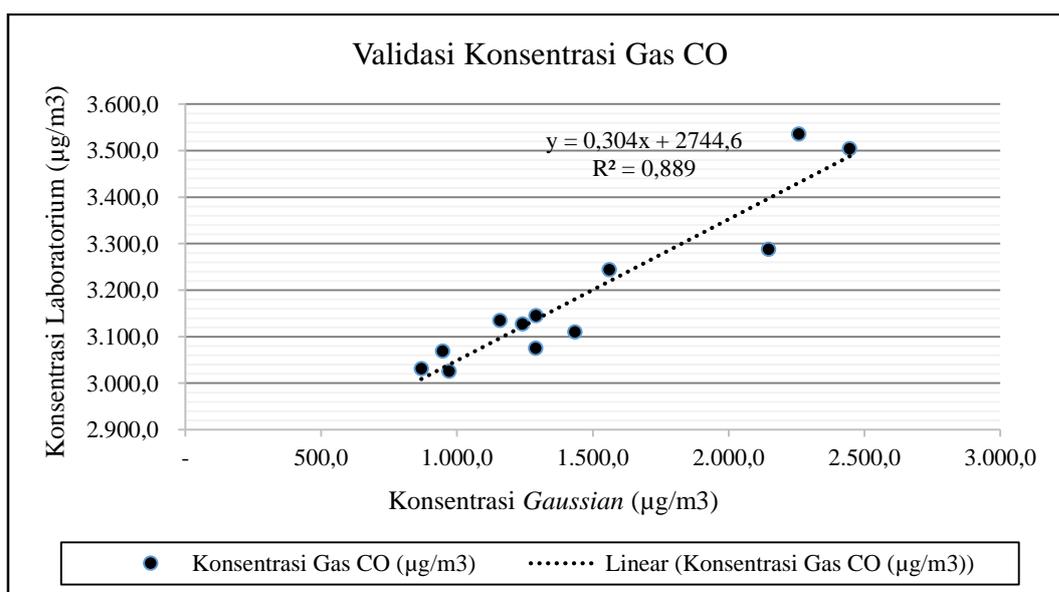
Nilai konsentrasi gas CO antara pengukuran langsung di lapangan dengan konsentrasi yang didapatkan dari persamaan *Gaussian* dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut ini:

Tabel 4.10 Perbandingan Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) *Gaussian* vs Laboratorium

No	Kalsifikasi Dan Ruas Jalan	Jalur Hijau	Lokasi Sampling	Konsentrasi Gas CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
				<i>Gaussian</i>	Laboratorium	
1	Arteri	Dua Arah	Ada	Jln. Khatib Sulaiman	970,85	3.026
2			Tidak	Jln. Jend. Sudirman	2.257,91	3.536
3		Searah	Ada	Jln. Pattimura	869,01	3.031
4			Tidak	Jln. Pemuda	2.445,42	3.504
5	Kolektor	Dua Arah	Ada	Jln. Veteran	1.241,05	3.127
6			Tidak	Jln. S. Parman	1.560,77	3.244
7		Searah	Ada	Jln. Permindo	1.434,56	3.110
8			Tidak	Jln. M. Yamin	2.146,98	3.288
9	Lokal	Dua Arah	Ada	Jln. P. Kemerdekaan	946,74	3.069
10			Tidak	Jln. Alai Timur	1.291,25	3.145
11		Searah	Ada	Jln. Pancasila	1.289,48	3.075
12			Tidak	Jln. Nipah	1.158,02	3.135

Sumber: Hasil Perhitungan, 2016

Grafik persamaan linear yang didapatkan dari perbandingan antara konsentrasi gas CO yang didapatkan dari persamaan *Gaussian* dengan konsentrasi hasil pengukuran langsung dilapangan dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut ini:



Gambar 4.8 Validasi Konsentrasi Persamaan *Gaussian* vs Laboratorium

Berdasarkan grafik regresi di atas, regresi dari persamaan *Gaussian* memiliki nilai R-sq sebesar 88,9 %, sehingga tingkat kesalahan yang didapat sebesar 12 % masih diatas persentase kesalahan yang diperbolehkan. Nilai di atas menjelaskan bahwa tidak ada hubungan yang erat antara konsentrasi model dengan konsentrasi laboratorium.

Faktor yang berpengaruh terhadap nilai konsentrasi yang didapatkan dari persamaan *box model* serta *Gaussian* yaitu:

1. Laju emisi

Dapat diketahui bahwa besarnya konsentrasi dari model sangat dipengaruhi oleh besarnya laju emisi, dimana nilai laju emisi akan berbanding lurus dengan konsentrasi yang didapatkan. Besarnya laju emisi ini disebabkan oleh jumlah kendaraan serta faktor emisi yang ada.

2. Faktor pembentuk model

Pada persamaan *box model*, perhitungan nilai konsentrasi dipengaruhi oleh luasan kotak dari masing-masing grid yang dibuat, dimana panjang jalan yang diinputkan merupakan panjang jalan yang hanya berada di dalam kotak, sedangkan input luas merupakan luas dari kotak/grid tersebut. Selain itu, tinggi lapisan inversi atau *mixing height* yang didapatkan dari Tabel 2.5 juga menjadi faktor yang mempengaruhi konsentrasi. Dalam persamaan *Gaussian*, selain laju emisi faktor yang mempengaruhi konsentrasi yang didapatkan yaitu, kecepatan angin rata-rata pada setiap lokasi sampling, stabilitas atmosfer yang ditentukan dari Tabel 2.3 serta koefisien dispersi yang didapatkan dari persamaan empirik yang ada (Tabel 2.7).

Dari hasil validasi kedua persamaan di atas, dilihat bahwa persamaan *gaussian model* lebih baik dibandingkan dengan persamaan *box model*, hal ini terlihat dari validasi konsentrasi *gaussian model* sebesar 88,9 % sedangkan konsentrasi *box model* hanya mendapatkan nilai validasi sebesar 30,6 %. Oleh sebab itu perlu adanya modifikasi persamaan matematis dalam mendapatkan konsentrasi gas CO yang tervalidasi ≥ 90 %.

Adapun persamaan yang dipilih untuk dimodifikasi yaitu persamaan *Gaussian model*, hal ini dipilih karena hasil validasi persamaan *Gaussian model* lebih bisa tinggi dibandingkan *box model*. Cara agar mendapatkan nilai konsentrasi

dari hasil modifikasi persamaan *Gaussian model* yaitu dengan menambahkan nilai variabel *error* yang didapatkan ke dalam persamaan linear, maka akan dilakukan modifikasi perhitungan dari persamaan yang didapatkan menggunakan regresi linear sederhana (*simple linear regression*) dengan persamaan:

$$y = bx + a$$

Dimana :

y = konsentrasi gas CO pengukuran *impinger*

x = konsentrasi gas CO dari persamaan *Gaussian model*

a = konstanta

b = koefisien regresi (kemiringan);

Adapun persamaan *gaussian model* modifikasi yang didapatkan dari validasi konsentrasi *gaussian model* dengan konsentrasi di lapangan menggunakan regresi linear adalah:

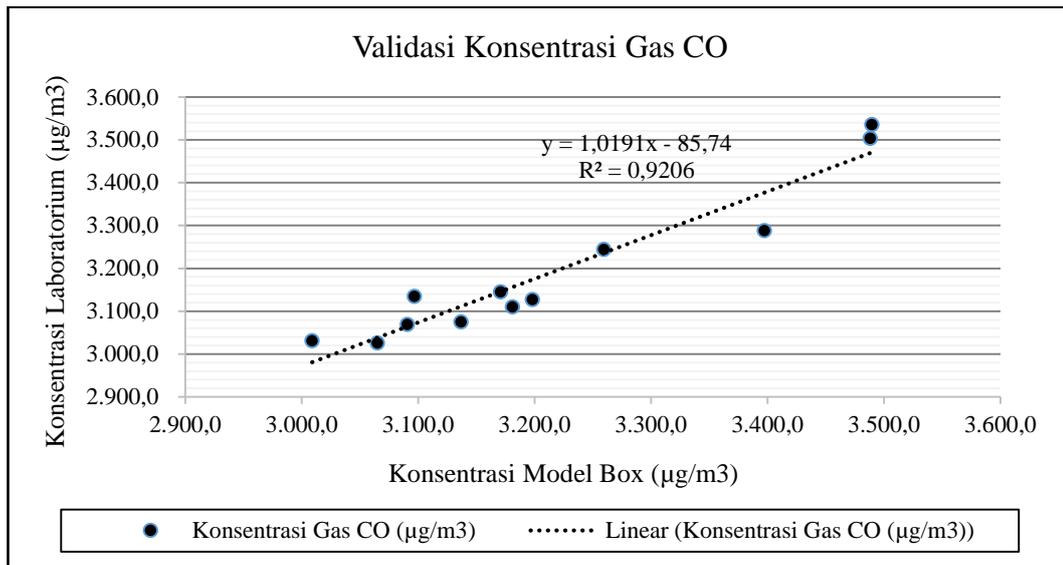
a. Untuk Ruas Jalan Dengan Lajur Dua Arah

$$C = \frac{0,304 \times Q}{2\sqrt{2\pi\sigma_z u}} \times \left[\exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z - h_o}{\sigma_z} \right)^2 \right\} + \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z + h_o}{\sigma_z} \right)^2 \right\} + 0,813 \right] + 2.744,7$$

b. Untuk Ruas Jalan Dengan Lajur Searah

$$C = \frac{0,304 \times Q}{2\sqrt{2\pi\sigma_z u}} \times \left[\exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z - h_o}{\sigma_z} \right)^2 \right\} + \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{z + h_o}{\sigma_z} \right)^2 \right\} \right] + 2.744,7$$

Dengan melakukan modifikasi persamaan *Gaussian model* seperti di atas, maka didapatkan validasi konsentrasi gas CO baru/ modifikasi dengan nilai R-sq sebesar 92,06 %. Adapun grafik yang menunjukkan validasi antara konsentrasi yang didapatkan dari persamaan *Gaussian* yang telah dimodifikasi dengan konsentrasi laboratorium dapat dilihat pada gambar 4.9 berikut ini:



Gambar 4.9 Konsentrasi Gas CO Berdasarkan Persamaan *Gaussian Model* Modifikasi vs Laboratorium

Konsentrasi yang didapatkan dari modifikasi persamaan *Gaussian model* dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini:

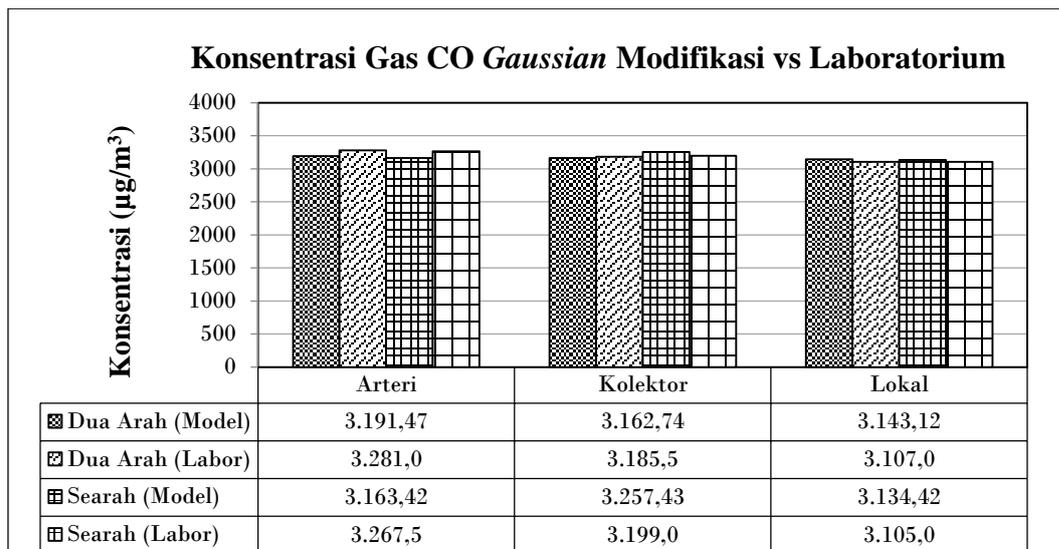
Tabel 4.11 Konsentrasi Gas CO Dari Persamaan *Gaussian Model*, *Gaussian Model* Modifikasi Serta Laboratorium

No	Kalsifikasi Dan Ruas Jalan	Jalur Hijau	Lokasi Sampling	Konsentrasi Gas CO (µg/m ³)			
				<i>Gaussian Model</i>	<i>Gaussian Model</i> Modifikasi	Laboratorium	
1	Arteri	Dua Arah	Ada	Jln. Khatib Sulaiman	970,9	2.979,2	3.026
2			Tidak	Jln. Jend. Sudirman	2.258,0	3.403,7	3.536
3		Searah	Ada	Jln. Pattimura	868,9	2.923,1	3.031
4			Tidak	Jln. Pemuda	2.445,5	3.402,4	3.504
5	Kolektor	Dua Arah	Ada	Jln. Veteran	1.241,1	3.112,5	3.127
6			Tidak	Jln. S. Parman	1.560,8	3.173,8	3.244
7		Searah	Ada	Jln. Permindo	1.434,6	3.095,1	3.110
8			Tidak	Jln. M. Yamin	2.147,0	3.311,6	3.288

No	Kalsifikasi Dan Ruas Jalan	Jalur Hijau	Lokasi Sampling	Konsentrasi Gas CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
				<i>Gaussian Model</i>	<i>Gaussian Model Modifikasi</i>	Laboratorium	
9	Lokal	Dua Arah	Ada	Jln. P. Kemerdekaan	946,7	3.004,9	3.069
10			Tidak	Jln. Alai Timur	1.291,3	3.084,9	3.145
11	Lokal	Searah	Ada	Jln. Pancasila	1.289,3	3.050,9	3.075
12			Tidak	Jln. Nipah	1.157,8	3.010,9	3.135

Sumber: Hasil Perhitungan, 2016

Tabel di atas menunjukkan bahwa masing-masing ruas jalan mempunyai hasil konsentrasi yang berbeda-beda. Untuk mengetahui perbandingan dari masing-masing ruas jalan terhadap ruas jalan serta lajur jalan yang ada dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Konsentrasi Gas CO Dari Persamaan *Gaussian* Modifikasi dan Laboratorium

Grafik di atas menunjukkan bahwa konsentrasi yang didapatkan dari persamaan *Gaussian model* mendekati konsentrasi hasil laboratorium, sehingga konsentrasi yang didapatkan dari persamaan *Gaussian model* cukup valid dalam menentukan konsentrasi gas CO pada wilayah studi.

4.5 Visualisasi Model

Visualisasi model merupakan konsentrasi gas karbon monoksida yang divisualisasikan dengan sajian berupa peta yang bertujuan untuk melihat sebaran konsentrasi yang terjadi di setiap lokasi sampling. Dengan melakukan visualisasi kita dapat melihat paparan gas karbon monoksida yang terdispersi di sekitar lokasi sampling. Dispersi gas karbon monoksida digambarkan dengan gradasi warna yang berbeda-beda, perbedaan warna ini merupakan tingkat konsentrasi yang terdispersi ke udara di sekitar kawasan lokasi sampling.

Dilihat dari visualisasi yang telah dilakukan, kawasan yang mengalami pencemaran tinggi terjadi di sekitar Jln. Jendral Sudirman. Kawasan ini merupakan jalan dengan lajur dua arah tanpa adanya pohon pelindung di sepanjang jalan, sedangkan sekitaran jalan ini merupakan kawasan dengan peruntukkan daerah institusi serta pemukiman. Untuk kawasan yang mendapatkan paparan konsentrasi terendah, berada pada sekitaran Jln. Pattimura, dimana kawasan ini merupakan kawasan dengan peruntukkan sebagai daerah pemukiman, jalan ini merupakan jenis jalan arteri dengan lajur searah yang memiliki pohon pelindung. Dari visualisasi masing-masing ruas jalan, jalan dua arah menjadi sumber pencemar tertinggi dibandingkan dengan jalan yang mempunyai lajur searah. Untuk melihat kawasan dengan sebaran konsentrasi gas karbon monoksida tertinggi dan serta kawasan yang mengalami paparan gas karbon monoksida terendah dapat dilihat pada gambar 4.11, sedangkan untuk visualisasi dari masing-masing lokasi sampling dapat dilihat pada lampiran E.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

Gambar 4.11

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

Dari gambar 4.11 sebaran konsentrasi tertinggi berada di Jln. Jenderal Sudirman dengan konsentrasi sebesar 3.403,7 ug/m³, adapun kawasan yang terkena dampak dari pencemaran ini yaitu kawasan perkantoran. Beberapa perkantoran yang terkena dampak dari pencemaran yang terjadi di jalan ini yaitu kantor Gubernur Propinsi Sumatera Barat, kantor Kepolisian Propinsi Sumatera Barat, Dinas Pariwisata Propinsi Sumatera Barat serta beberapa gedung pemerintahan lainnya. Luasan dispersi dari konsentrasi gas CO yang terjadi pada kawasan ini sejauh radius 1 km², hal ini akan berdampak langsung pada daerah yang masuk dalam jangkauan pencemaran ini. Adapun kawasan yang terpapar pencemaran gas CO ini yaitu Kelurahan Jati Tengah, Kelurahan Jati Selatan serta Kelurahan Padang Pasir Utara.

Untuk konsentrasi terendah berada pada Jln. Pattimura dengan konsentrasi sebesar 2.923,1 ug/m³, kawasan yang mendapatkan dispersi polutan terendah yaitu kawasan pemukiman, sedangkan kawasan di sekitar jalan ini yaitu Kelurahan Belakang Olo, Kelurahan Padang Pasir. Dispersi polutan yang memiliki konsentrasi rendah tentu sangat positif terhadap kondisi kawasan serta masyarakat di kawasan tersebut. Untuk radius konsentrasi terendah ini hanya 200 m². Dispersi polutan terus mengalami peningkatan dengan mengikuti pola yang sama dengan konsentrasi terendah, adapun kawasan yang terus mengalami peningkatan dispersi polutan yaitu Kelurahan Purus, Kelurahan Bandar Purus, Kelurahan Olo Ladang serta Kelurahan Koto Marapak.

4.6 Evaluasi Strategi Pengendalian Pencemaran Udara

Guna menetapkan arah pengembangan strategi pengendalian pencemaran udara sehingga terciptanya lingkungan sehat, dilakukan analisis SWOT untuk mengetahui isu – isu strategis yang terjadi pada sub-sektor udara. Penentuan parameter – parameter ini disesuaikan dengan kondisi serta situasi dari dinas terkait dalam melakukan upaya pengendalian pencemaran udara, parameter ini didapatkan dari diskusi langsung kepada sub bidang pengawasan dan pengendalian pencemaran lingkungan di BAPEDALDA Kota Padang. Beberapa parameter ini juga merujuk kepada dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Padang serta Rencana Strategis (RENSTRA) dari Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Padang.

Pemilihan parameter-parameter ini diduga serta diharapkan mampu menggambarkan kondisi eksisting dari sistem pengendalian pencemaran udara di wilayah studi. Parameter yang dipergunakan dalam analisa SWOT adalah sebagai berikut:

4.6.1 Identifikasi Faktor Pendorong (Kekuatan dan Peluang)

A. Kekuatan

1. Ada personel dalam SKPD pengendalian pencemaran udara
 - a. Jika jumlah SDM > 10 diberi rating 4
 - b. Jika jumlah SDM 7 – 10 diberi rating 3
 - c. Jika jumlah SDM 5 – 7 diberi rating 2
 - d. Jika jumlah SDM < 5 diberi rating 1
2. Ada dana untuk pengelolaan pencemaran udara
 - a. Jika dana/anggaran yang tersedia $> \text{Rp. } 400.000.000$ diberi rating 4
 - b. Jika dana/anggaran yang tersedia Rp 300.000.000 - Rp. 400.000.000 diberi rating 3
 - c. Jika dana/anggaran yang tersedia Rp 150.000.000 - $< \text{Rp. } 300.000.000$ diberi rating 2
 - d. dana/anggaran yang tersedia $< \text{Rp. } 150.000.000$ diberi rating 1
3. Ada struktur organisasi dalam penanganan pengelolaan pencemaran udara
 - a. Jika ada *job description* sangat detil rating 4
 - b. Jika ada *job description* detil diberi rating 3

- c. Jika ada *job description* tidak detil diberi rating 2
 - d. Jika tidak ada *job description* detil diberi rating 1
4. Dokumen perencanaan pengendalian pencemaran udara
 - a. Jika ada dokumen perencanaan sangat detil rating 4
 - b. Jika ada dokumen perencanaan diberi rating 2
 - c. Jika ada dokumen perencanaan sedang disusun diberi rating 2
 - d. Jika tidak ada dokumen perencanaan diberi rating 1
 5. Ada sarana dan prasarana untuk pengelolaan pencemaran udara
 - a. Jika sarana dan prasarana sangat lengkap diberi rating 4
 - b. Jika sarana dan prasarana lengkap diberi rating 3
 - c. Jika sarana dan prasarana tidak lengkap diberi rating 2
 - d. Jika tidak ada sarana dan prasarana diberi rating 1

B. Peluang

1. Adanya program peningkatan SDM dalam pengendalian pencemaran udara
 - a. Jika ada banyak tempat pelatihan/pendidikan diberi rating 4
 - b. Jika ada cukup tempat pelatihan/pendidikan diberi rating 3
 - c. Jika ada tempat pelatihan/pendidikan tetapi terbatas diberi rating 2
 - d. Jika tidak ada tempat pelatihan/pendidikan diberi rating 1
2. Ada anggaran dana untuk pengelolaan pencemaran udara
 - a. Jika dana/anggaran yang tersedia > Rp. 400.000.000 diberi rating 4
 - b. Jika dana/anggaran yang tersedia Rp 300.000.000 - Rp. 400.000.000
diberi rating 3
 - c. Jika dana/anggaran yang tersedia Rp 150.000.000 - < Rp. 300.000.000
diberi rating 2
 - d. dana/anggaran yang tersedia < Rp. 150.000.000 diberi rating 1
3. Partisipasi masyarakat dalam upaya pengendalian pencemaran udara
 - a) Jika semua masyarakat berpartisipasi diberi rating 4
 - b) Jika sebagian besar masyarakat berpartisipasi diberi rating 3
 - c) Jika sebagian kecil masyarakat berpartisipasi diberi rating 2
 - d) Jika tidak ada masyarakat yang mau berpartisipasi diberi rating 1

4.6.2 Identifikasi Faktor Penghambat (Kelemahan dan Ancaman)

A. Kelemahan

1. Belum semua petugas pengelola pengendalian pencemaran udara mengikuti pelatihan
 - a. Jika semua petugas sudah pernah mengikuti pelatihan diberi rating 1
 - b. Jika > 4 petugas sudah mengikuti pelatihan diberi rating 2
 - c. Jika 2 – 4 petugas belum pernah mengikuti pelatihan diberi rating 3
 - d. Jika hanya 1 petugas yang mengikuti pelatihan diberi rating 4
2. Sistem pengelolaan pencemaran udara
 - a. Jika pengendalian dilakukan secara monitoring/ kontiniu diberi rating 1
 - b. Jika pengendalian dilakukan secara periode/ berkala diberi rating 2
 - c. Jika pengendalian dilakukan secara sesaat diberi rating 3
 - d. Jika tidak ada pengendalian diberi rating 4
3. Belum ada peraturan daerah yang mengatur tentang pencemaran udara
 - a. Jika ada peraturan daerah sangat detil rating 1
 - b. Jika ada peraturan daerah diberi rating 2
 - c. Jika ada himbauan dari pemerintah daerah diberi rating 3
 - d. Jika tidak ada peraturan daerah serta himbauan diberi rating 4
4. Tingkat kesehatan masyarakat
 - a. Jika insiden rate (IR) kasus penyakit ISPA kurang dari 5% diberi rating 1
 - b. Jika insiden rate (IR) kasus penyakit ISPA 5 – 10 % diberi rating 2
 - c. Jika insiden rate (IR) kasus penyakit ISPA 10 – 25 % diberi rating 3
 - d. Jika insiden rate (IR) kasus penyakit ISPA lebih dari 25 % diberi rating 4

B. Ancaman

1. Adanya pencemaran udara dari Industri
 - a. Persentase pencemaran sektor industri < 1 % diberi rating 1
 - b. Persentase pencemaran sektor industri 1 – 5 %diberi rating 2
 - c. Persentase pencemaran sektor industri 6 – 10 % diberi rating 3
 - d. Tidak terjadi pencemaran sektor industri diberi rating 4
2. Meningkatnya kendaraan bermotor
 - a. Peningkatan kendaraan < 1.000 unit per tahun diberi rating 1

- b. Peningkatan kendaraan 1.000 – 5.000 unit per tahun diberi rating 2
 - c. Peningkatan kendaraan 5.000 – 10.000 unit per tahun diberi rating 3
 - d. Peningkatan kendaraan > 10.000 unit per tahun diberi rating 4
3. Kesadaran masyarakat dalam perawatan mesin kendaraan
- a. Prosentase kesadaran masyarakat > 10 % diberi rating 1
 - b. Prosentase kesadaran masyarakat 6-10 % diberi rating 2
 - c. Prosentase kesadaran masyarakat 1-5 % diberi rating 3
 - d. Prosentase kesadaran masyarakat < 1 % diberi rating 4

Dengan mempergunakan parameter-parameter tersebut maka dilakukan analisa terhadap kondisi pengelolaan pencemaran udara, berikut hasil analisa SWOT yang sudah dilakukan :

Tabel 4.12 Analisa SWOT Pengelolaan Pencemaran Udara Kota Padang

No.	Faktor Internal	Bobot	Rating				Jumlah	
			1	2	3	4		Angka
KEKUATAN (STRENGTHS)								
1	Aspek Kelembagaan							
1.1	Adanya struktur organisasi penanganan pengendalian pencemaran udara	0,2	-	v	-	-	2	0,4
1.2	Adanya personel SKPD pengendalian pencemaran udara	0,2	-	v	-	-	2	0,4
1.3	Adanya dokumen perencanaan RTH	0,2	-	-	v	-	3	0,6
2	Aspek Keuangan							
2.1	Adanya dana untuk pengendalian pencemaran udara	0,2	-	v	-	-	2	0,4
3	Aspek Lingkungan							
3.1	Adanya sarana dan prasarana untuk pengelolaan pencemaran lingkungan	0,2	-	v	-	-	2	0,4
JUMLAH NILAI KEKUATAN		1					11	2,2
KELEMAHAN (WEAKNESS)								
1	Aspek Kelembagaan							
1.1	Belum adanya peraturan daerah yang mengatur tentang pengelolaan pencemaran udara	0,25	-	-	-	v	4	1
1.2	Belum semua petugas mengikuti pelatihan pengelolaan pencemaran udara	0,2	-	-	v	-	3	0,6
2	Aspek Keuangan							

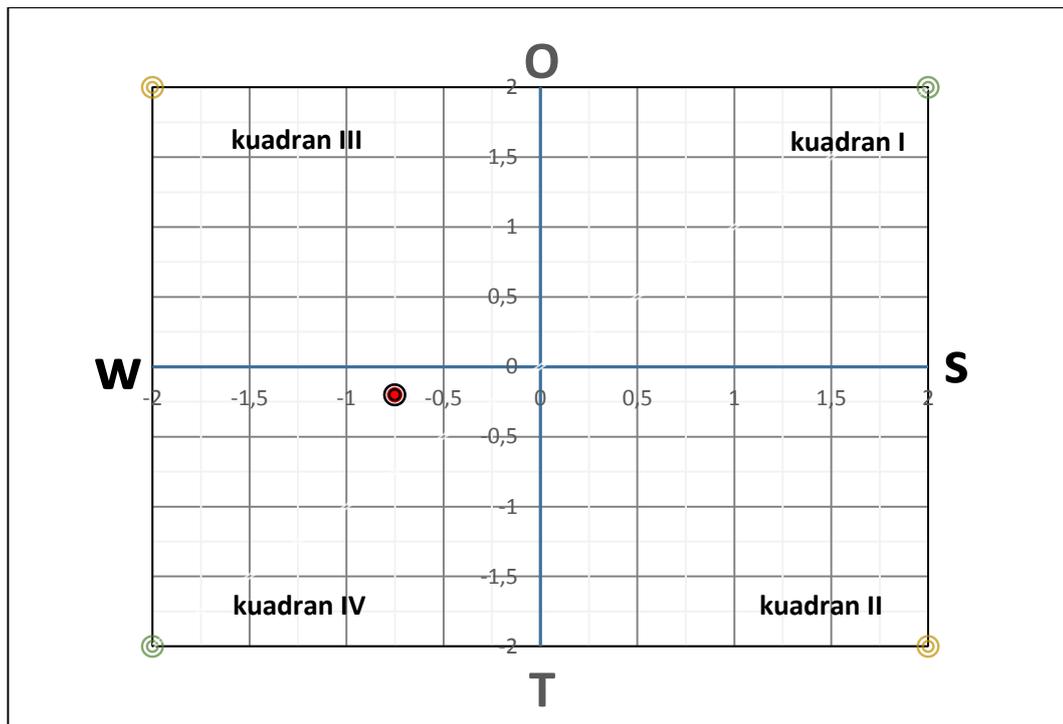
No.	Faktor Internal	Bobot	Rating				Jumlah	
			1	2	3	4		Angka
2.1	Minimnya Anggaran APBD untuk sub sektor udara	0,25	-	-	v	-	3	0,75
3	Aspek Lingkungan							
3.1	Tingkat kesehatan masyarakat	0,3	-	v	-	-	2	0,6
JUMLAH NILAI KELEMAHAN		1					12	2,95
SELISIH NILAI KEKUATAN - KELEMAHAN							-1	-0,75
No.	Faktor Eksternal	Bobot	Rating				Jumlah	
			1	2	3	4		Angka
PELUANG (OPPORTUNITIES)								
1	Aspek Kelembagaan							
1.1	Adanya program peningkatan SDM dalam pengendalian pencemaran udara	0,2	-	v	-	-	2	0,4
2	Aspek Keuangan							
2.1	Adanya anggaran dari DAK	0,4	-	-	v	-	3	1,2
3	Aspek Lingkungan							
3.1	Adanya peran masyarakat dalam pengendalian pencemaran udara	0,4	-	v	-	-	2	0,8
JUMLAH NILAI PELUANG		1					7	2,4
ANCAMAN (THREATS)								
1	Aspek Kelembagaan							
2	Aspek Keuangan							
3	Aspek Lingkungan							
3.1	Adanya sumber pencemar selain kendaraan bermotor (industri)	0,35	-	-	v	-	3	1,05
3.2	Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor	0,3	-	-	-	v	4	1,2
3.3	Kesadaran masyarakat dalam perawatan mesin	0,35	v	-	-	-	1	0,35
JUMLAH NILAI ANCAMAN		1					8	2,6
SELISIH NILAI PELUANG - ANCAMAN							-1	-0,20

Sumber: Data dan Perhitungan, 2016

Dari hasil penilaian analisis SWOT menunjukkan hasil sebagai berikut:

1. Analisis nilai pada kondisi internal organisasi menunjukkan nilai kekuatan adalah 2,2 dan kelemahan adalah 2,95. Jadi, kekuatan organisasi lebih kecil 0,75 poin dibandingkan dengan kelemahannya.

2. Analisis nilai pada kondisi eksternal organisasi menunjukkan nilai peluang adalah 2,4 dan ancaman adalah 2,6. Jadi, ancaman lebih besar 0,20 poin dibandingkan dengan peluang yang ada.
3. Posisi pengelolaan pencemaran udara di Kota Padang berada pada Kuadran IV. Strategi yang diambil adalah Strategi Defensif/ Optimalisasi, sebab kondisi pengelolaan pencemaran udara di Kota Padang yang masih lemah, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.13 berikut ini:



Gambar 4.13 Posisi Pengelolaan Pencemaran Udara Kota Padang

Berbagai upaya tindak lanjut yang dapat dilakukan dengan memperkecil kelemahan/kendala dalam mengatasi tantangan/ancaman dalam pengelolaan pengendalian pencemaran udara di Kota Padang ke depan. Adapaun langkah yang perlu dilakukan yaitu dengan optimalisasi sistem pengelolaan terhadap pencemaran udara yang telah ada. Arah pengembangan strategi ini adalah pengawasan dan pengendalian sarana prasarana pencemaran lingkungan, meliputi:

- a. Jalur hijau jalan (RTH)
- b. Manajemen lalu lintas.

4.7 Strategi Pengendalian Pencemaran Udara

Penetapan strategi dalam melakukan pengendalian pencemaran gas karbon monoksida (CO) di Kota Padang dibagi dalam beberapa aspek, adapun aspek yang menjadi dasar dalam melakukan upaya pengendalian yaitu:

- A. Aspek Teknis
- B. Aspek Lingkungan
- C. Aspek Kelembagaan

A. Aspek Teknis

Dalam hal pengendalian pencemaran, aspek teknis sebenarnya telah dilakukan dengan melakukan pengambilan sampel secara langsung/ sampling pada wilayah studi. Dari hasil yang didapatkan di bagi menjadi beberapa ruas jalan, yaitu ruas jalan arteri, kolektor dan lokal. Ruas jalan yang telah dibagi menurut klasifikasinya tersebut dibagi lagi menurut lajur jalan, yaitu lajur searah serta lajur dua arah.

B. Aspek Lingkungan

Berdasarkan pertimbangan kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman yang ada, aspek lingkungan berfokus pada sarana serta prasarana pengendalian yang ada, berupa jalur hijau jalan atau pohon pelindung. Dari hasil konsentrasi yang didapatkan disimpulkan bahwa saat terjadi kemacetan pada jam-jam sibuk, konsentrasi gas CO masih belum melebihi baku mutu yang ditetapkan, walaupun demikian tetap perlu adanya usaha dalam mereduksi atau menekan laju emisi yang dihasilkan dari aktivitas transportasi di Kota Padang. Didapatkan juga bahwa konsentrasi gas CO yang tinggi terdapat pada kawasan ruas jalan tanpa adanya pohon pelindung, hal ini membuat salah satu alternatif yang efisien dalam mereduksi konsentrasi gas CO yaitu dengan melakukan upaya peremajaan serta penanaman pohon-pohon pelindung sepanjang jalan yang dapat menyerap polutan tersebut. Dengan melakukan penanaman pohon, kebutuhan akan pohon pelindung yang dapat menyerap gas CO₂ sebagai akibat proses oksidasi gas CO menjadi diperlukan, terutama dalam mengurangi efek rumah kaca berupa tingginya temperatur di sepanjang jalan tersebut.

Untuk mengurangi konsentrasi gas CO₂, langkah yang bisa diupayakan yaitu dengan menganalisis jumlah kebutuhan pohon pada lokasi yang masih belum memiliki pohon pelindung. Nilai konsentrasi yang telah didapatkan dari masing-masing lokasi dikonversi menjadi satuan ppm (*part per million*), selanjutnya dibandingkan dengan daya serap pohon dalam menyerap gas CO₂ dari masing-masing tumbuhan yang terdapat pada Tabel 2.2 yang dilakukan oleh Hermana (2003). Adapun konsentrasi gas karbon monoksida yang telah dikonsenversi penjai satuan ppm dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut ini:

Tabel 4.13 Konsentrasi Gas CO Modifikasi Dengan Satuan ppm

Kalsifikasi Dan Ruas Jalan	Jalur Hijau	Lokasi Sampling	Konsentra si Gas CO (ug/m ³) Modifikasi	Konsentra si Gas CO (ppm) Modifikasi	Rata-Rata (ppm)	
Arteri	Dua Arah	Ada	Jln. Khatib Sulaiman	925,7	0,810	1,54
		Tidak	Jln. Jend. Sudirman	2.603,3	2,277	
	Searah	Ada	Jln. Pattimura	942,1	0,824	1,50
		Tidak	Jln. Pemuda	2.498,0	2,185	
Kolektor	Dua Arah	Ada	Jln. Veteran	1.257,9	1,100	1,27
		Tidak	Jln. S. Parman	1.642,8	1,437	
	Searah	Ada	Jln. Permindo	1.202,0	1,051	1,31
		Tidak	Jln. M. Yamin	1.787,5	1,564	
Lokal	Dua Arah	Ada	Jln. P. Kemerdekaan	1.067,1	0,933	1,04
		Tidak	Jln. Alai Timur	1.317,1	1,152	
	Searah	Ada	Jln. Pancasila	1.086,8	0,951	1,04
		Tidak	Jln. Nipah	1.284,2	1,123	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2016

Berdasarkan hasil analisis kemampuan serapan gas CO₂ pada daun (Tabel 2.2), diketahui bahwa tanaman dengan jenis Angsana yang dominan memiliki kemampuan serapan per-luasan tajuk (1 tegakan pohon) sebesar 4,260 ppm. Maka untuk menyerap gas CO₂ sebanyak 1,54 ppm didapatkan bahwa 1 batang pohon Angsana bisa ditanam dengan jarak 4-5 meter untuk dapat menyerap konsentrasi gas CO₂ per meter kubik (m³) yang selanjutnya dibagi dengan panjang jalan dari masing-masing lokasi sampling yang belum memiliki pohon pelindung sehingga didapatkan total dari kebutuhan pohon Angsana sepanjang jalan tersebut.

C. Aspek Kelembagaan

Aspek kelembagaan sangat erat kaitannya dengan kewenangan lembaga yang mengelola sektor pengendalian pencemaran udara, tidak hanya itu pengelolaan transportasi perkotaan juga menjadi hal penting dalam menentukan strategi pada aspek kelembagaan. Masalah kewenangan ini sangat terkait pada masalah yang ditimbulkan dari terjadinya tumpang tindih kegiatan dari beberapa lembaga dalam menangani permasalahan transportasi perkotaan. Hal ini semakin menjadi rumit apabila tidak terdapat koordinasi antar lembaga terkait. Untuk itu sangat diperlukan terkait wewenang dan tanggungjawab setiap lembaga dalam menangani masalah transportasi perkotaan.

Strategi untuk pengembangan kelembagaan adalah sebagai berikut :

- a. Memperkuat kapasitas aparatur, organisasi, serta regulasi untuk dapat menyelenggarakan pengelolaan pencemaran udara yang efektif dan efisien.
- b. Mempertahankan dan meningkatkan efektivitas pelaksanaan peran SKPD dalam mengawal serta mengevaluasi terus kondisi serta status pencemaran udara perkotaan.
- c. Meningkatkan kapabilitas personil - personil SKPD dalam melakukan monitoring status pencemaran udara yang terjadi di Kota Padang.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Konsentrasi gas CO yang didapatkan dengan menggunakan persamaan *box model* masih rendah dibandingkan dengan konsentrasi yang didapatkan dari laboratorium, serta nilai validasi yang dilakukan antara keduanya mendapatkan nilai R-sq sebesar 30 %, sedangkan nilai konsentrasi yang didapatkan dari persamaan *Gaussian model* juga masih berada di bawah konsentrasi laboratorium, tetapi nilai validasi yang dilakukan antara persamaan *Gaussian model* dengan konsentrasi laboratorium mendapatkan R-sq sebesar 88,9 %.
2. Dari hasil validasi, dilakukan modifikasi model pada persamaan *Gaussian model* untuk mendapatkan nilai konsentrasi baru yang memiliki validitas konsentrasi (R-sq) sebesar 92,06 %, konsentrasi yang didapatkan dinilai bisa dijadikan konsentrasi gas CO pada wilayah studi.
3. Konsentrasi gas CO dari masing-masing persamaan matematis dipengaruhi oleh laju emisi, kecepatan angin serta variabel lainnya input dari masing-masing persamaan yang digunakan.
4. Konsentrasi gas CO tertinggi terdapat di Jalan Jendral Sudirman sebesar $3.403,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jalan ini merupakan ruas jalan arteri dengan lajur dua arah tanpa adanya pohon pelindung di sepanjang jalan tersebut, sedangkan konsentrasi terendah terdapat di Jalan Pattimura sebesar $2.923,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jalan ini merupakan ruas jalan arteri dengan lajur searah dan memiliki jalur hijau jalan di sepanjang jalannya. Sementara itu dari hasil visualisasi yang dilakukan, kedua jalan tersebut berada pada kawasan dengan peruntukan sebagai kawasan institusi serta pemukiman padat penduduk.
5. Strategi pengendalian pencemaran gas CO pada wilayah studi ditentukan dari evaluasi strategi eksisting Kota Padang yang telah dilakukan dengan menggunakan analisa SWOT, dimana strategi yang cocok diterapkan dalam

pengendalian gas CO di Kota Padang yaitu optimalisasi aspek teknis, lingkungan serta kelembagaan yang telah diterapkan pada wilayah studi.

5.2 Saran

Berdasarkan pada kesimpulan yang ada, maka dapat diberi saran-saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh usia kendaraan terhadap konsentrasi gas CO.
2. Perlu dilaksanakan aturan yang tegas dan pengawasan yang ketat dari institusi terkait untuk menciptakan peningkatan kinerja dalam pengendalian pencemaran gas CO di Kota Padang.

DAFTAR PUSTAKA

- Baumbach, K, et all. *Air Quality Control*, Springer. Berlin, Germany.
- Budisulistiorini, S.H. 2007. *Air Pollution Dispersion Modeling For Implementation In Jakarta, Indonesia: A literature review*. Department Of Civil Ang Environmental Engineering, The University Of Melbourne.
- BPLHD Jawa Barat. 2009. *Pencemaran Udara dari Sektor Transportasi*. Bandung: BPLHD Jawa Barat.
- BPS Kota Padang. 2015. *Padang dalam Angka*. www.padangkota.bps.go.id. Diakses pada 11 April 2016.
- Budirahardjo. 1991. *Arsitektur dan Kota di Indonesia*. Bandung: Alumni.
- Colls, J. 2002. *Air Pollution, Second Edition*. Spon Press Tylor & Francis Group, London.
- Departemen Kesehatan R.I. 1999. *Rencana Strategi Departemen Kesehatan*. Jakarta: DepKes RI.
- Direktorat Jenderal Bina Marga dan Direktorat Bina Jalan Kota. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Sweroad bekerja sama dengan PT Bina Karya (Persero).
- Edhyansyah. 1991. *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan CO, NO, dan SOx*. Jakarta.
- Fardiaz, S., 2010. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius, Yogyakarta
- Furqon. 1999. *Statistika Terapan untuk Penelitian*. Bandung: Penerbit CV. Alfabeta Bandung.
- Hermana, Joni. 2003. *Bagaimana Kondisi Kualitas Udara Di Kota Surabaya Saat Ini?*. Orasi Ilmiah Dies Natalis ITS, Surabaya.
- Hidayat, T. 2013. *Pemetaan Dispersi Gas Karbon monoksida (CO) Dari Sektor Kendaraan Bermotor di Kota Padang*, Tugas Akhir, Universitas Andalas, Padang
- Hoesodo, D. 2004. *Permodelan Pencemaran Udara Akibat Lalu Lintas di Jalan Arteri (Studi Kasus Ruas Jalan Soekarno-Hatta di Kota Bandung)*. Semarang: Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro.

- Junaidi. 2002. *Analisis Kumulatif Kadar Debu PT. Semen Andalas Indonesia di Lingkungan AKL DEPKES RI Banda Aceh*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Khare, M. and Shiva, S. M. 2007. *Formulation Of Delhi Finite Line Source Model (DFLSM). Artificial Neural Network In Vehicular Pollution Modelling (SCI)*. Springer. India
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2010. *Petunjuk Teknis Evaluasi Kriteria Transportasi Berkelanjutan di Perkotaan*. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup.
- Kusminingrum, Nanny, dkk, 2008, *Polusi Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor di Jalan Perkotaan Pulau Jawa Dan Bali, Puslitbang Jalan Dan Jembatan*. Bandung
- LAPAN. 2010. *Data Karbon Monoksida*. <http://komposisi.bdg.lapan.go.id/htm/co.htm>. Diakses tanggal 6 Maret 2016.
- Mukono, H.J. 2006. *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan. Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Jil 2. No 2. Hal 129-142.
- Mulianto, R. M. 2005. *Kesehatan Lingkungan*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Nevers, N.D. 1995. *Air Pollution Control Engineering*. New York: Mcgraw-Hill, International Editions.
- Parikesit, dkk. 2005. *Referensi Ringkas Bagi Proses Advokasi Penyelenggaraan Transportasi*. Masyarakat Transportasi Indonesia, Jakarta.
- Pearce, Robinson, 1997. *Manajemen Strategik Formulasi, Implementasi dan Pengendalian Jilid 1*. Binarupa Aksara. Jakarta
- Pemerintah Republik Indonesia. 1999. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. Jakarta: Sekretaris Kabinet Republik Indonesia.
- _____. 2006. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006, tentang Jalan*. Jakarta: Kementrian Perhubungan Darat.
- Priyatno, D. 2013. *Analisis Korelasi, Regresi dan Multivariate dengan SPSS*. Yogyakarta: Penerbit Gaya Media.
- Rangkuti, Freddy. 2006. *Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis*. Gramedia :Pustaka Utama, Jakarta.

- Ryadi, S. 1982. *Pencemaran Udara*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Sabki. 2002. *Hubungan Lama Kerja, Masa Kerja, dan Lokasi Kerja dengan Kadar Timbal dalam Urine Petugas Pencatat Waktu Angkutan Kota Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Sasmita, A, (2011). *Kajian Model Emisi Karbondioksida Dari Kegiatan Transportasi di Kota Surabaya*, Tesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Sastrawijaya, A.T. 2009. *Pencemaran Lingkungan (Edisi Revisi)*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta
- SNI 19-7119.9-2005. 2005. *Udara Ambien – Bagian 9: Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Roadside*. Indonesia: BSN.
- Soedomo, M. 1999. *Kumpulan Karya Ilmiah Mengenai Pencemaran Udara*. Penerbit. ITB.
- Sotiris, R. 2004. *Upaya Peningkatan Pelayanan Bus Kota RMB Ditinjau Dari segi Waktu Tempuh*. Seminar Nasional Rekayasa Perencanaan II. Surabaya
- Sunu, P. 2001. *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*. Grasindo, Jakarta.
- Supriyadi, E. 2009. *Penerapan Model Finite Length Line Source untuk Menduga Konsentrasi Polutan dari Sumber Garis (Studi Kasus: Jl. M.H. Thamrin, DKI Jakarta)*, Tugas Akhir. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Tamin, Ofyar. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, ITB. Bandung
- Tarigan, A. 2009. *Estimasi Emisi Kendaraan Bermotor di Beberapa Ruas Jalan Kota Medan*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Tjasyono. 1999. *Klimatologi Umum*. Bandung: ITB.
- Tugaswati, T. 2000. *Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor dan Dampak terhadap Kesehatan*. Yogyakarta.
- Turner, DB. 1994. *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates: An Introduction To Dispersion Modelling. 2nd*, Lewis Publishers. Boca Raton, Florida, USA.
- Widyani. 2004. *Kajian Korelasi Tingkat Kepadatan Lalu Lintas di Kota Semarang Terhadap Kosentrasi CO dan Pb dengan Model Gaussian*. Semarang: Universitas Diponegoro.

Yanismai. 2003. *Hubungan Antara Kepadatan Lalu Lintas dengan Kualitas Udara di Kota Padang*. Padang: Universitas Andalas.

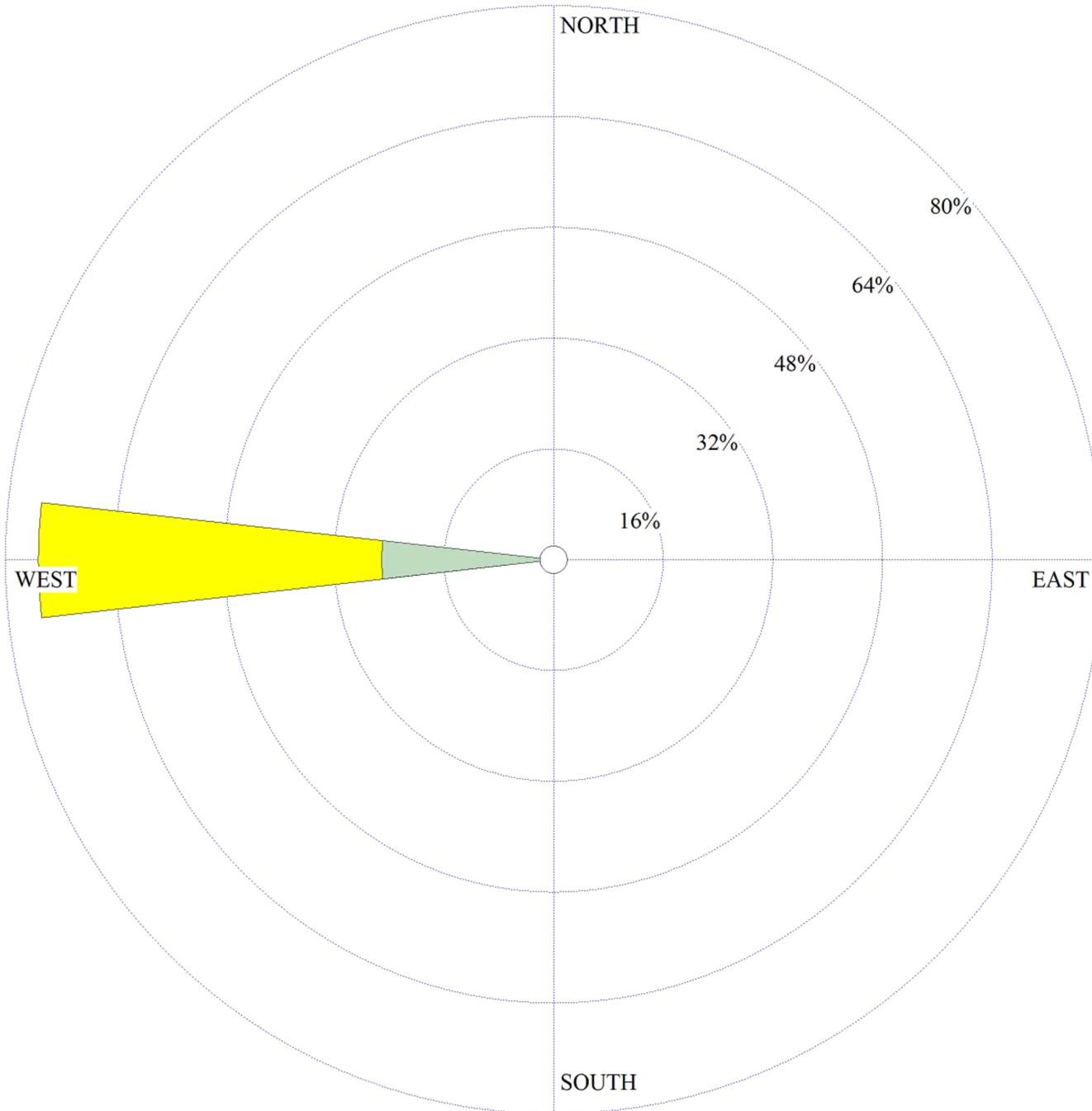
Zhongan, Slania, Spaargaren, and Yuanhang. 2005. *Traffic and Urban Air Pollution*. Case of Xi'an City. China.

WIND ROSE PLOT:

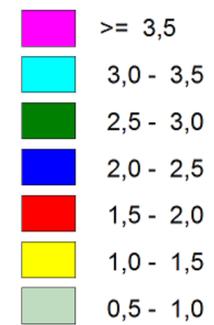
**Jalan Khatib Sulaiman
Ruas Jalan Arteri (Lajur Dua Arah Dengan Jalur Hijau)**

DISPLAY:

**Wind Speed
Direction (blowing from)**



WIND SPEED
(m/s)



Calms: 25,00%

COMMENTS:

Suhu = 304,6 Kelvin
Tekanan Udara = 753,87 mmHg
Kelembaban = 78 %
Kondisi Cerah

DATA PERIOD:

**Start Date: 20/09/2016 - 15:00
End Date: 20/09/2016 - 18:00**

CALM WINDS:

25,00%

AVG. WIND SPEED:

0,64 m/s

COMPANY NAME:

Air Quality Laboratory. Andalas University

MODELER:

Dedy Try Yuliando

TOTAL COUNT:

4 hrs.

DATE:

08/11/2016



PROJECT NO.:

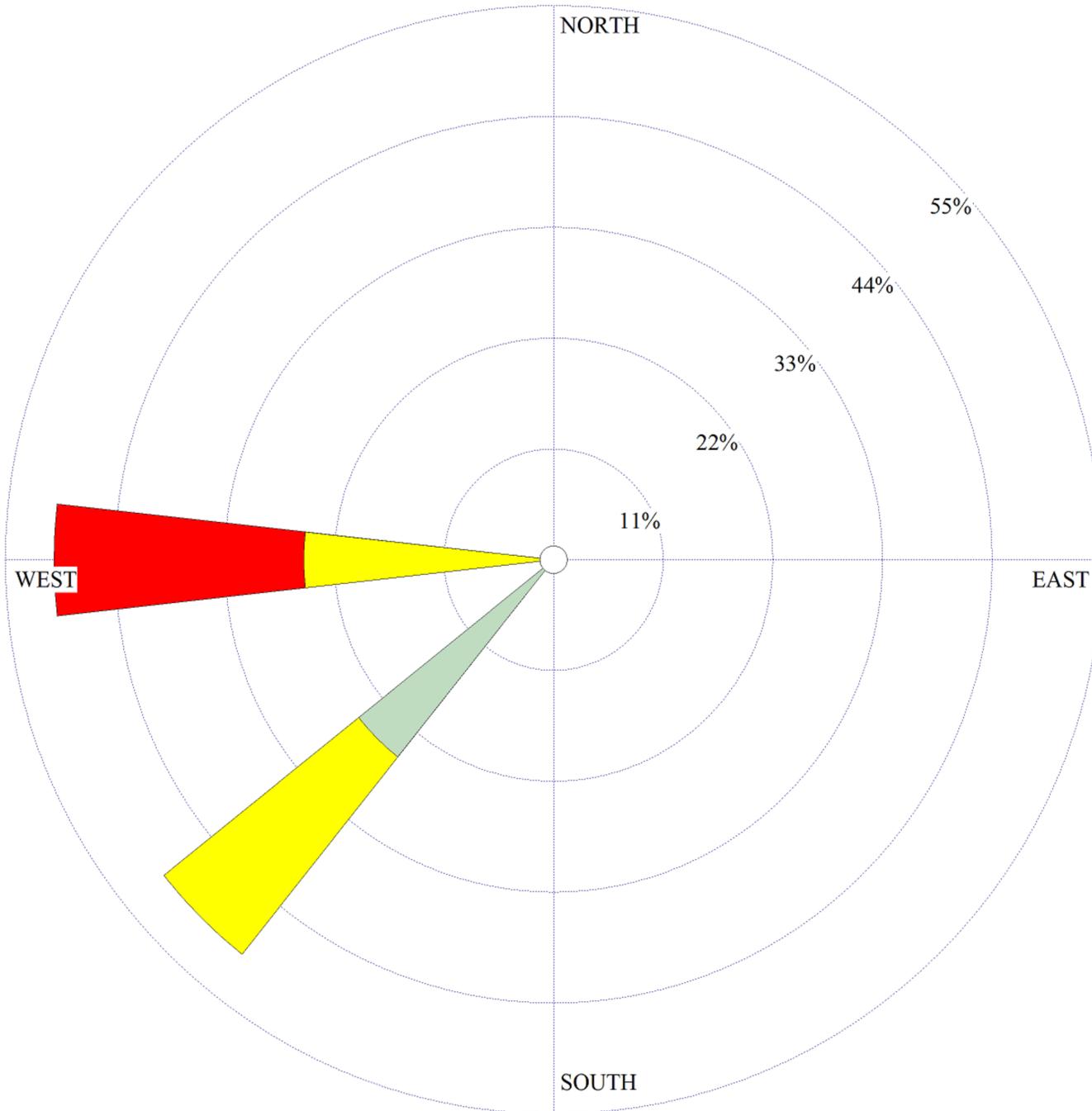
1

WIND ROSE PLOT:

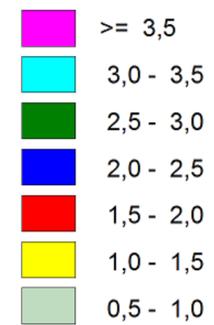
**Jalan Jendral Sudirman
Ruas Jalan Arteri (Lajur Dua Arah Tanpa Jalur Hijau)**

DISPLAY:

**Wind Speed
Direction (blowing from)**



WIND SPEED
(m/s)



Calms: 0,00%

COMMENTS:

Suhu = 304,6 Kelvin
Tekanan Udara = 753,87 mmHg
Kelembaban = 78 %
Kondisi Cerah

DATA PERIOD:

**Start Date: 22/09/2016 - 15:00
End Date: 22/09/2016 - 18:00**

CALM WINDS:

0,00%

AVG. WIND SPEED:

1,03 m/s

COMPANY NAME:

Air Quality Laboratory. Andalas University

MODELER:

Dedy Try Yuliando

TOTAL COUNT:

4 hrs.

DATE:

08/11/2016



PROJECT NO.:

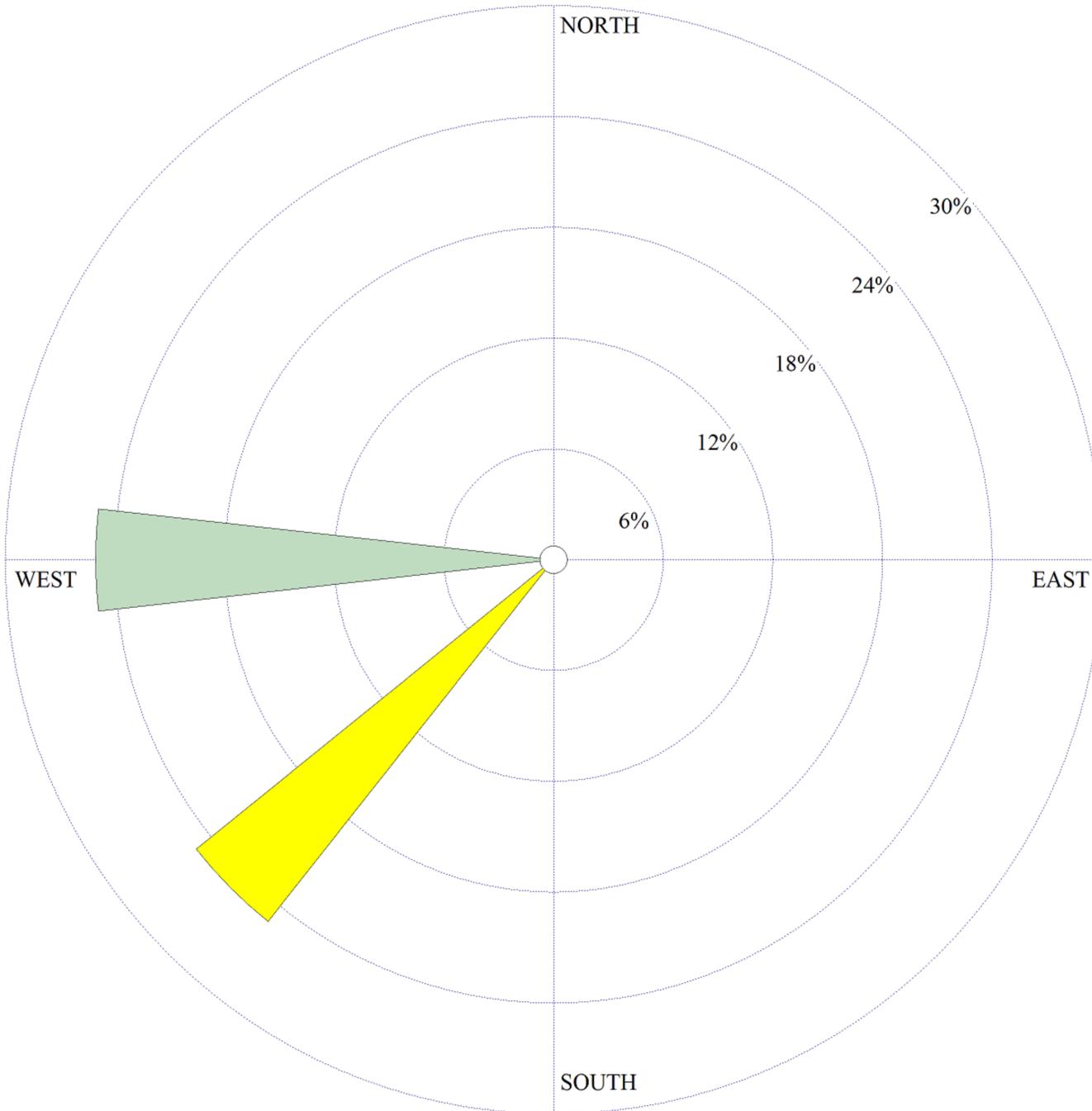
2

WIND ROSE PLOT:

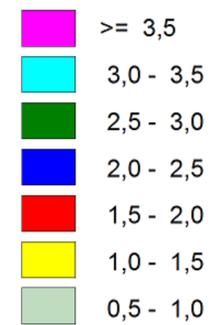
Jalan Pattimura
Ruas Jalan Arteri (Lajur Searah Dengan Jalur Hijau)

DISPLAY:

Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED
(m/s)



Calms: 50,00%

COMMENTS:

Suhu = 304,6 Kelvin
 Tekanan Udara = 753,87 mmHg
 Kelembaban = 78 %
 Kondisi Cerah

DATA PERIOD:

Start Date: 20/09/2016 - 15:00
End Date: 20/09/2016 - 18:00

CALM WINDS:

50,00%

AVG. WIND SPEED:

0,39 m/s

COMPANY NAME:

Air Quality Laboratory. Andalas University

MODELER:

Dedy Try Yuliando

TOTAL COUNT:

4 hrs.

DATE:

08/11/2016



PROJECT NO.:

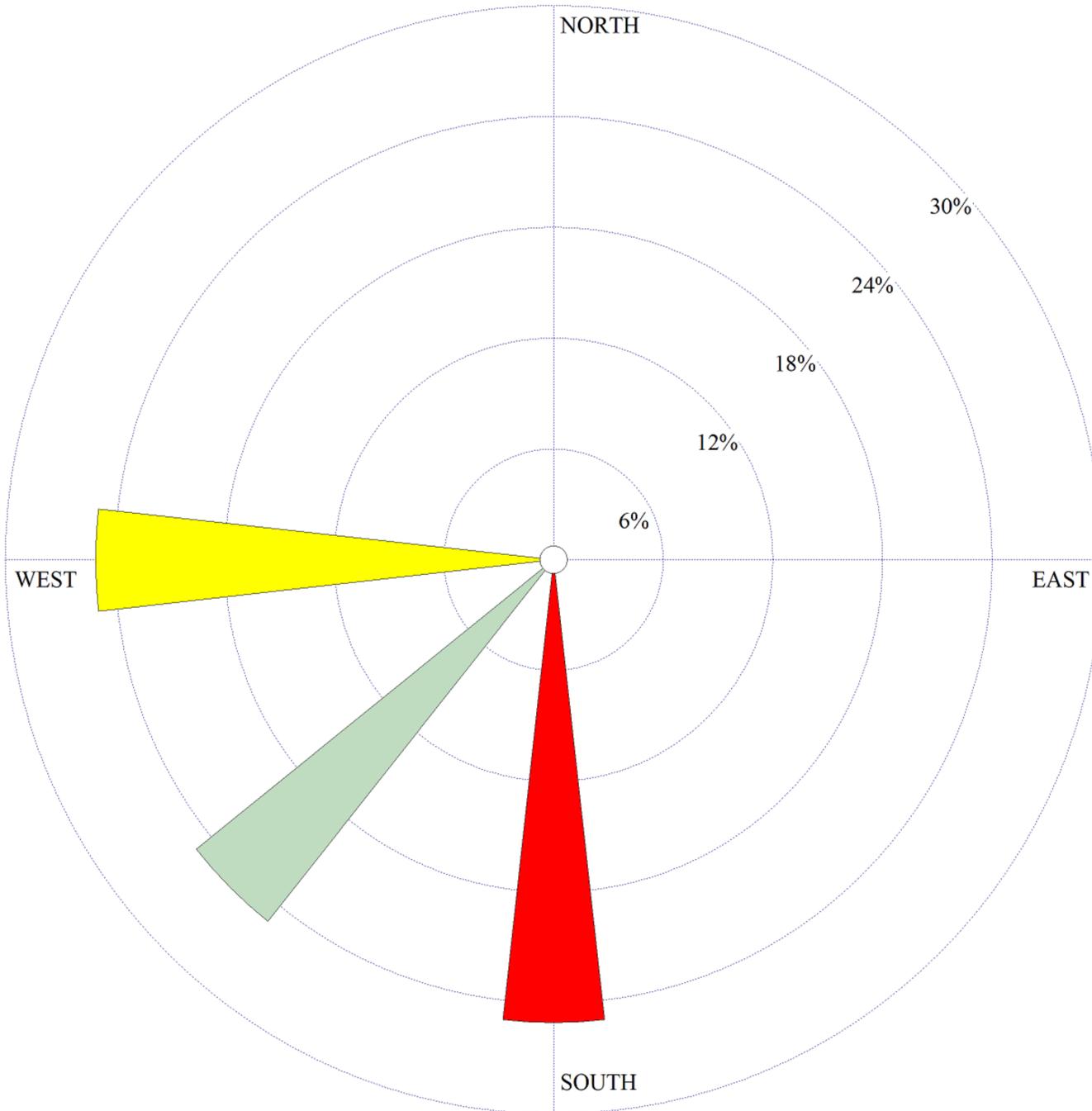
3

WIND ROSE PLOT:

**Jalan Pemuda
Ruas Jalan Arteri (Lajur Searah Tanpa Jalur Hijau)**

DISPLAY:

**Wind Speed
Direction (blowing from)**



WIND SPEED
(m/s)

- >= 3,5
- 3,0 - 3,5
- 2,5 - 3,0
- 2,0 - 2,5
- 1,5 - 2,0
- 1,0 - 1,5
- 0,5 - 1,0

Calms: 25,00%

COMMENTS:

Suhu = 304,6 Kelvin
Tekanan Udara = 753,87 mmHg
Kelembaban = 78 %
Kondisi Cerah

DATA PERIOD:

**Start Date: 22/09/2016 - 15:00
End Date: 22/09/2016 - 18:00**

CALM WINDS:

25,00%

AVG. WIND SPEED:

0,77 m/s

COMPANY NAME:

Air Quality Laboratory. Andalas University

MODELER:

Dedy Try Yuliando

TOTAL COUNT:

4 hrs.

DATE:

08/11/2016



LABORATORIUM KUALITAS UDARA
environmentalengineering.com

PROJECT NO.:

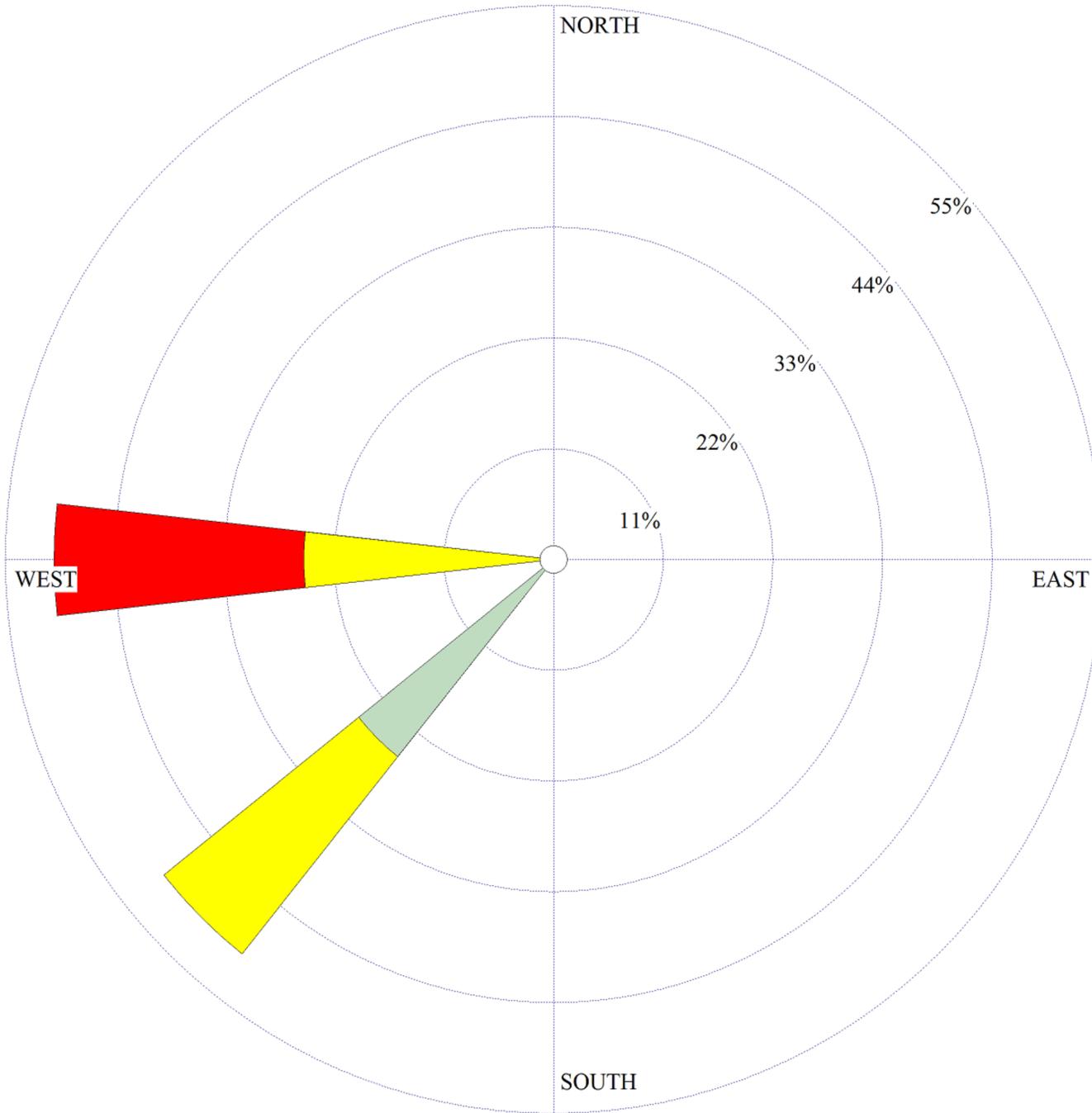
4

WIND ROSE PLOT:

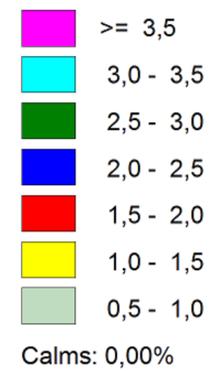
Jalan Veteran
Ruas Jalan Kolektor (Lajur Dua Arah Dengan Jalur Hijau)

DISPLAY:

Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED
(m/s)



COMMENTS:

Suhu = 304,6 Kelvin
 Tekanan Udara = 752,0 mmHg
 Kelembaban = 82 %
 Kondisi Cerah Berawan

DATA PERIOD:

Start Date: 26/09/2016 - 15:00
End Date: 26/09/2016 - 18:00

CALM WINDS:

0,00%

AVG. WIND SPEED:

1,03 m/s

COMPANY NAME:

Air Quality Laboratory. Andalas University

MODELER:

Dedy Try Yuliando

TOTAL COUNT:

4 hrs.

DATE:

08/11/2016



PROJECT NO.:

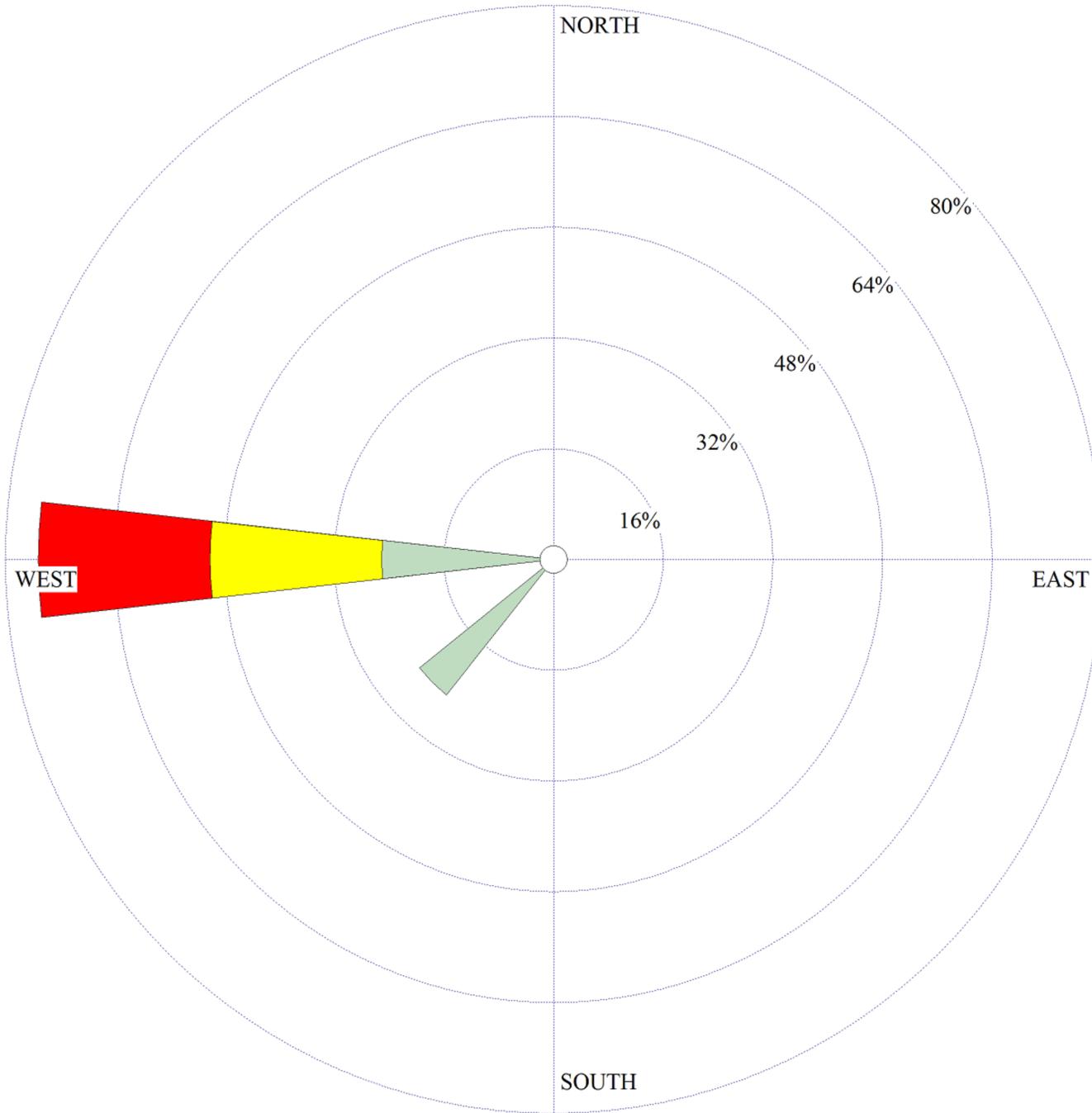
5

WIND ROSE PLOT:

Jalan S. Parman
Ruas Jalan Kolektor (Lajur Dua Arah Tanpa Jalur Hijau)

DISPLAY:

Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED
(m/s)

- >= 3,5
- 3,0 - 3,5
- 2,5 - 3,0
- 2,0 - 2,5
- 1,5 - 2,0
- 1,0 - 1,5
- 0,5 - 1,0

Calms: 0,00%

COMMENTS:

Suhu = 304,6 Kelvin
 Tekanan Udara = 752,0 mmHg
 Kelembaban = 82 %
 Kondisi Cerah Berawan

DATA PERIOD:

Start Date: 26/09/2016 - 15:00
End Date: 26/09/2016 - 18:00

CALM WINDS:

0,00%

AVG. WIND SPEED:

0,90 m/s

COMPANY NAME:

Air Quality Laboratory. Andalas University

MODELER:

Dedy Try Yuliando

TOTAL COUNT:

4 hrs.

DATE:

08/11/2016



PROJECT NO.:

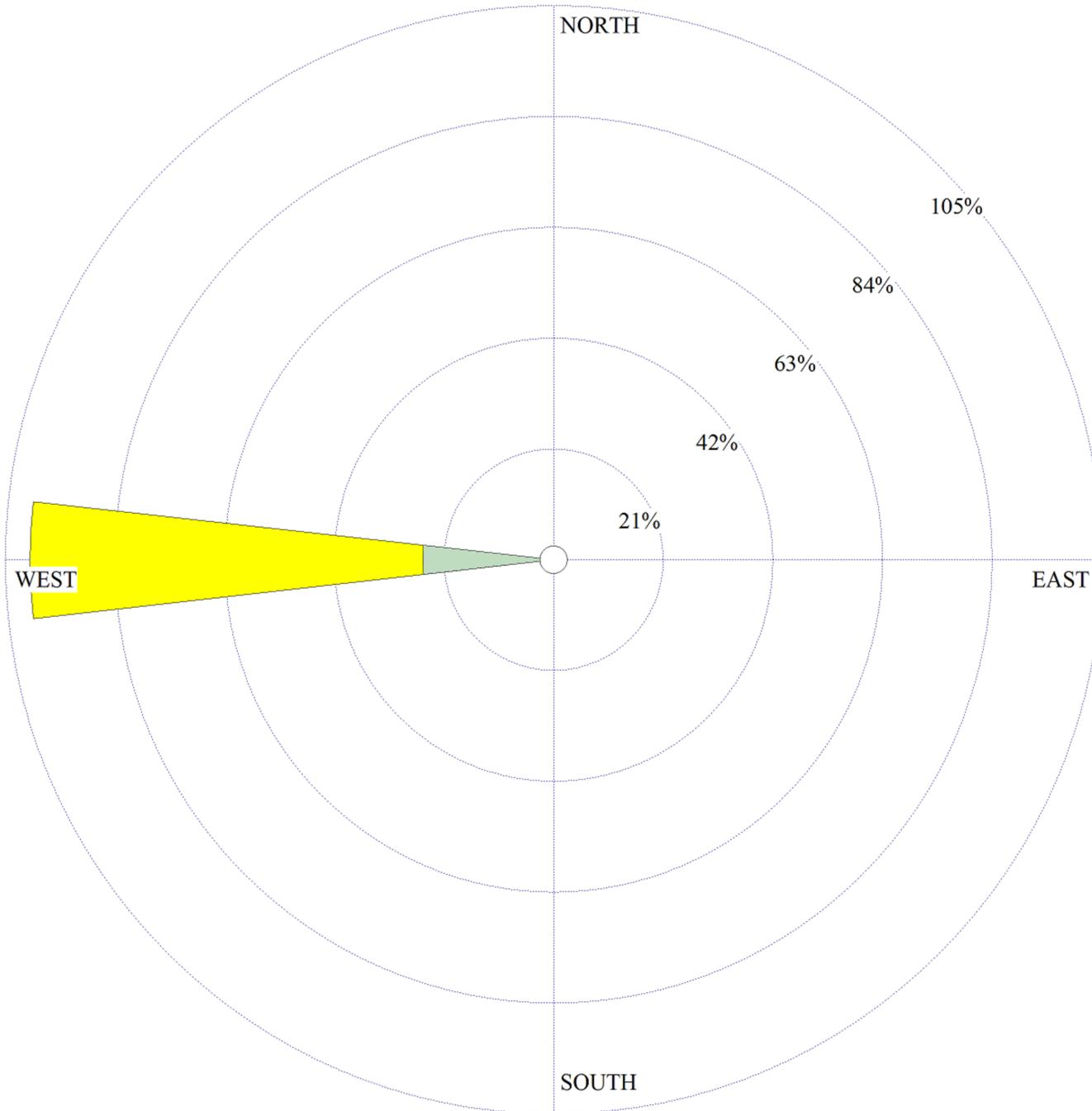
6

WIND ROSE PLOT:

Jalan Permindo
Ruas Jalan Kolektor (Lajur Searah Dengan Jalur Hijau)

DISPLAY:

Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED
(m/s)

- >= 3,5
 - 3,0 - 3,5
 - 2,5 - 3,0
 - 2,0 - 2,5
 - 1,5 - 2,0
 - 1,0 - 1,5
 - 0,5 - 1,0
- Calms: 0,00%

COMMENTS:

Suhu = 304,6 Kelvin
 Tekanan Udara = 752,0 mmHg
 Kelembaban = 82 %
 Kondisi Cerah Berawan

DATA PERIOD:

Start Date: 26/09/2016 - 15:00
End Date: 26/09/2016 - 18:00

CALM WINDS:

0,00%

AVG. WIND SPEED:

0,90 m/s

COMPANY NAME:

Air Quality Laboratory. Andalas University

MODELER:

Dedy Try Yuliando

TOTAL COUNT:

4 hrs.

DATE:

08/11/2016



PROJECT NO.:

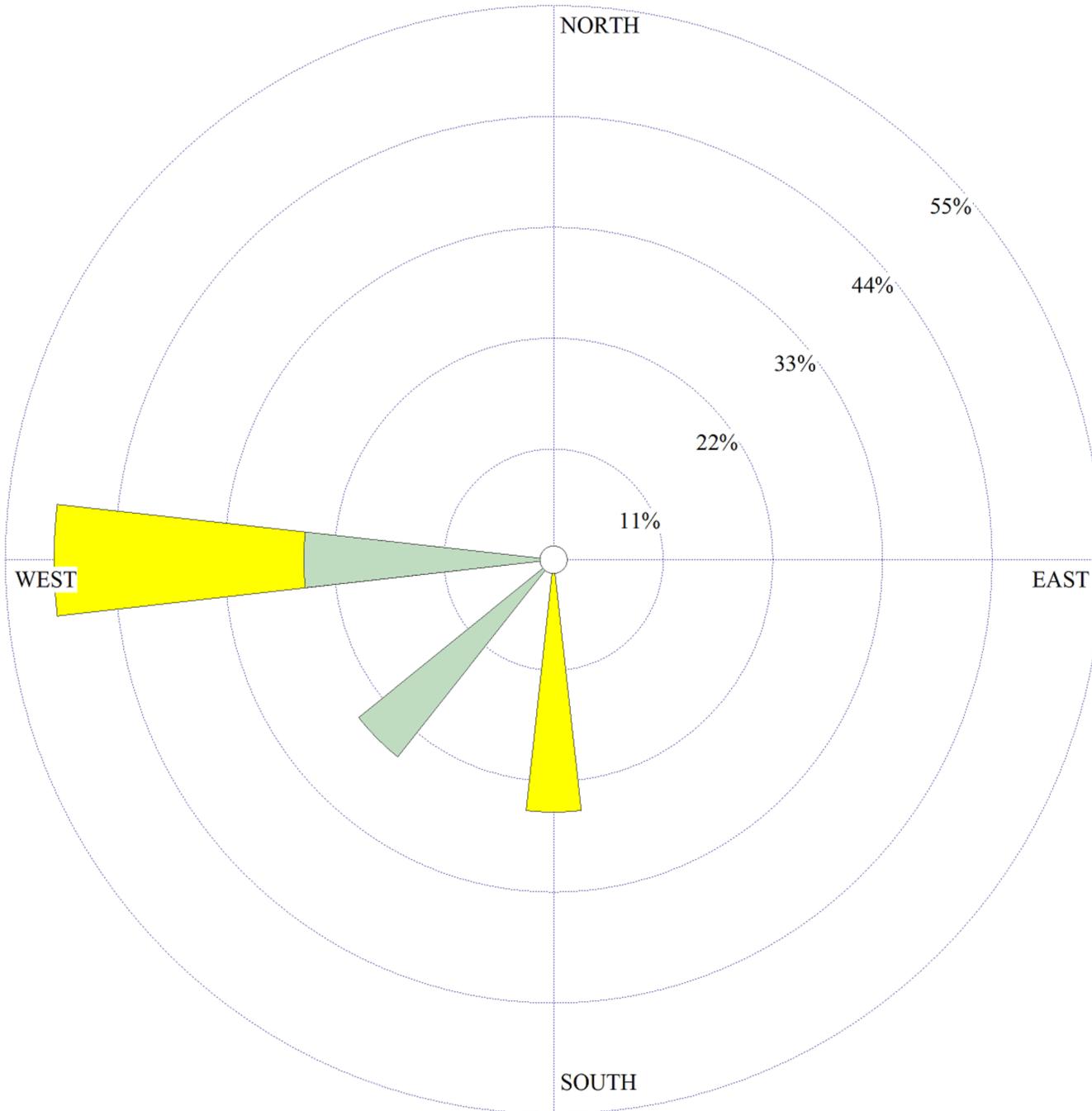
7

WIND ROSE PLOT:

Jalan M. Yamin
Ruas Jalan Kolektor (Lajur Searah Tanpa Jalur Hijau)

DISPLAY:

Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED
(m/s)

- >= 3,5
 - 3,0 - 3,5
 - 2,5 - 3,0
 - 2,0 - 2,5
 - 1,5 - 2,0
 - 1,0 - 1,5
 - 0,5 - 1,0
- Calms: 0,00%

COMMENTS:

Suhu = 304,6 Kelvin
 Tekanan Udara = 752,0 mmHg
 Kelembaban = 82 %
 Kondisi Cerah Berawan

DATA PERIOD:

Start Date: 26/09/2016 - 15:00
End Date: 26/09/2016 - 18:00

CALM WINDS:

0,00%

AVG. WIND SPEED:

0,77 m/s

COMPANY NAME:

Air Quality Laboratory. Andalas University

MODELER:

Dedy Try Yuliando

TOTAL COUNT:

4 hrs.

DATE:

08/11/2016



PROJECT NO.:

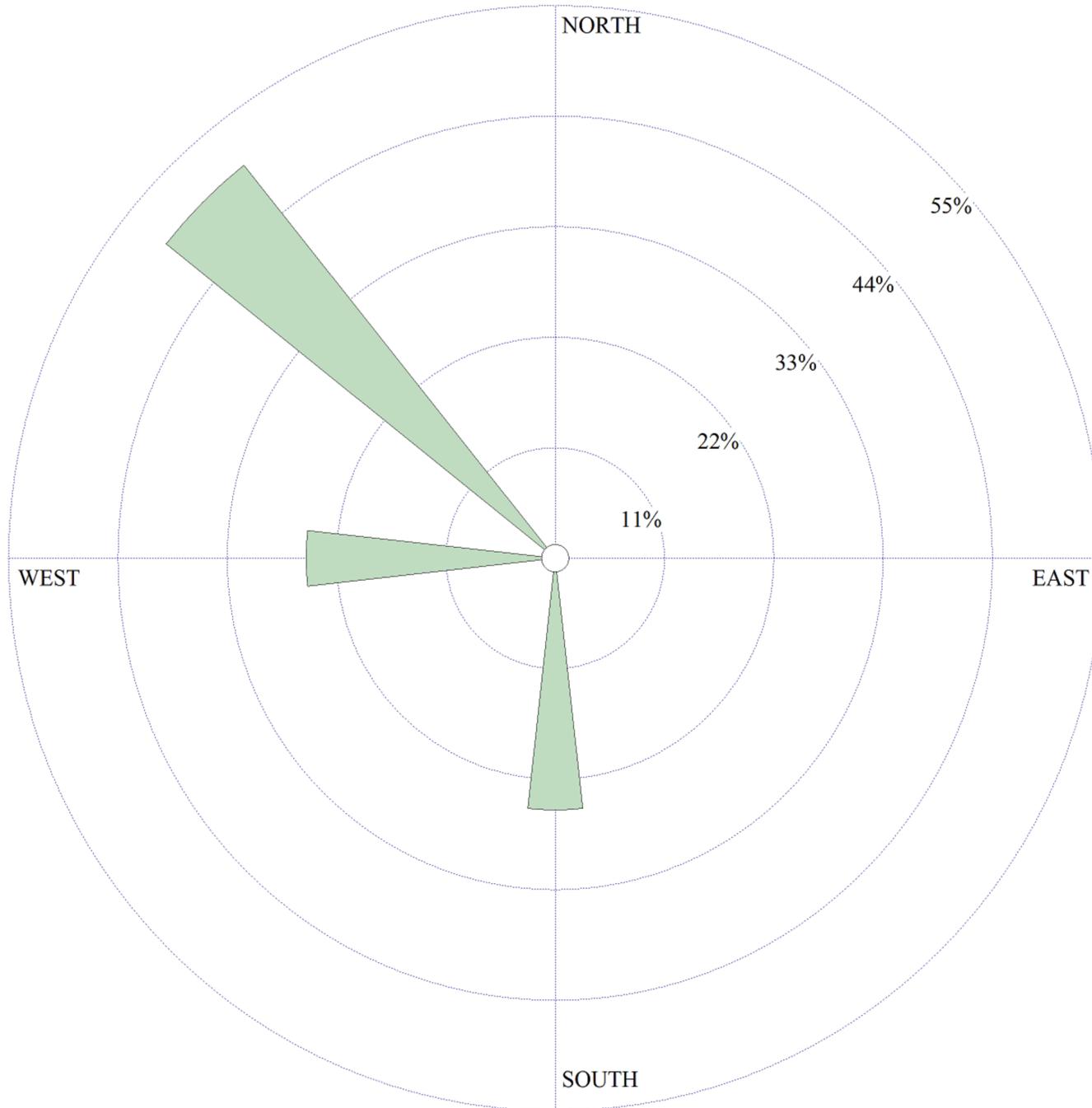
8

WIND ROSE PLOT:

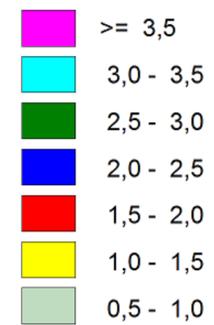
**Jalan Perintis Kemerdekaan
Ruas Jalan Lokal (Lajur Dua Arah Dengan Jalur Hijau)**

DISPLAY:

**Wind Speed
Direction (blowing from)**



WIND SPEED
(m/s)



Calms: 0,00%

COMMENTS:

Suhu = 306,0 Kelvin
Tekanan Udara = 754,75 mmHg
Kelembaban = 76 %
Kondisi Cerah

DATA PERIOD:

**Start Date: 27/09/2016 - 15:00
End Date: 27/09/2016 - 18:00**

CALM WINDS:

0,00%

AVG. WIND SPEED:

0,51 m/s

COMPANY NAME:

Air Quality Laboratory. Andalas University

MODELER:

Dedy Try Yuliando

TOTAL COUNT:

4 hrs.

DATE:

08/11/2016



PROJECT NO.:

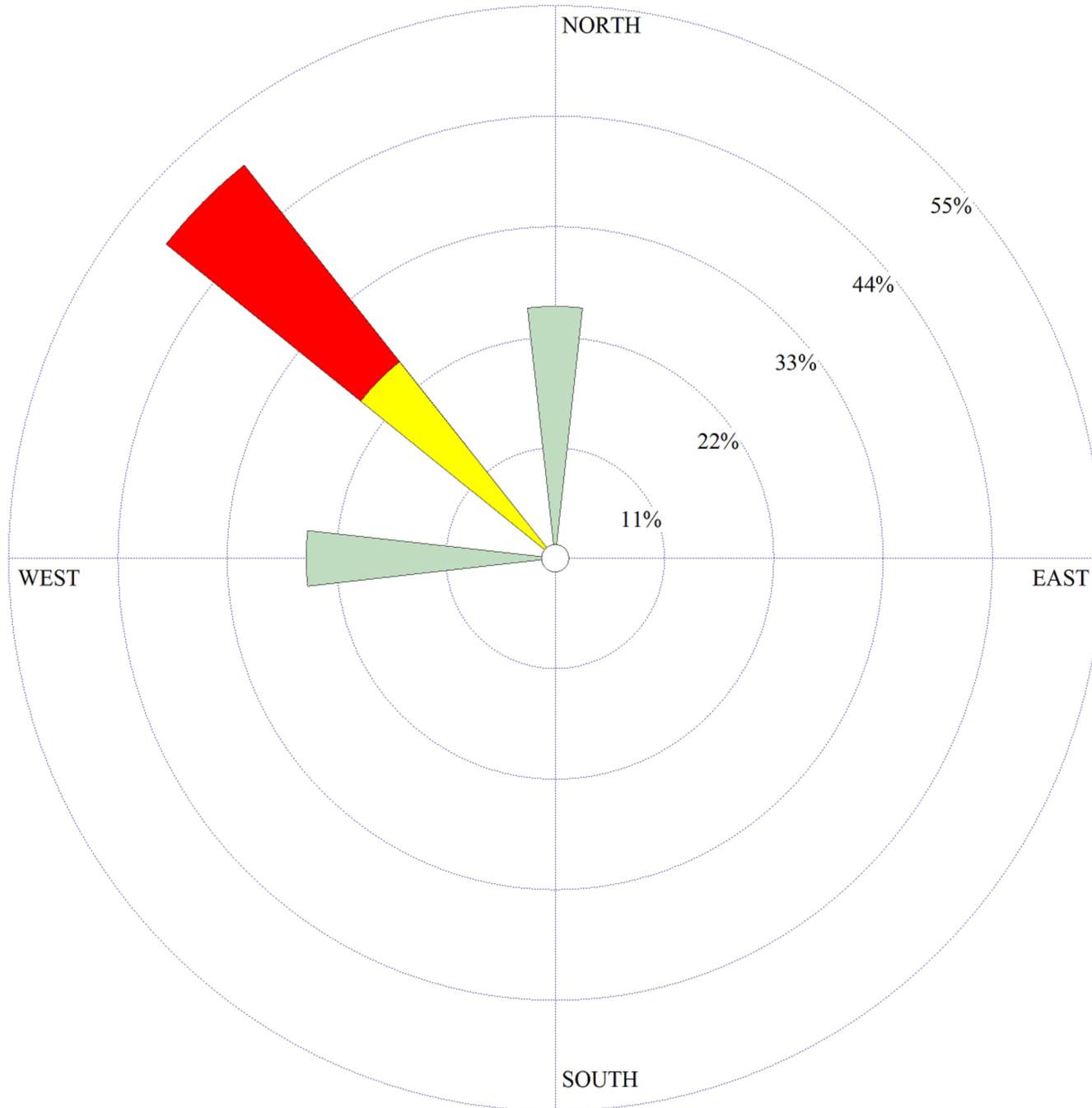
9

WIND ROSE PLOT:

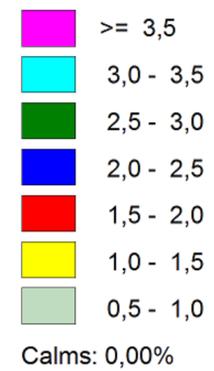
**Jalan Alai Timur
Ruas Jalan Lokal (Lajur Dua Arah Tanpa Jalur Hijau)**

DISPLAY:

**Wind Speed
Direction (blowing from)**



WIND SPEED
(m/s)



COMMENTS:

Suhu = 306,0 Kelvin
Tekanan Udara = 754,75 mmHg
Kelembaban = 76 %
Kondisi Cerah

DATA PERIOD:

**Start Date: 27/09/2016 - 15:00
End Date: 27/09/2016 - 18:00**

CALM WINDS:

0,00%

AVG. WIND SPEED:

0,90 m/s

COMPANY NAME:

Air Quality Laboratory. Andalas University

MODELER:

Dedy Try Yuliando

TOTAL COUNT:

4 hrs.

DATE:

08/11/2016



PROJECT NO.:

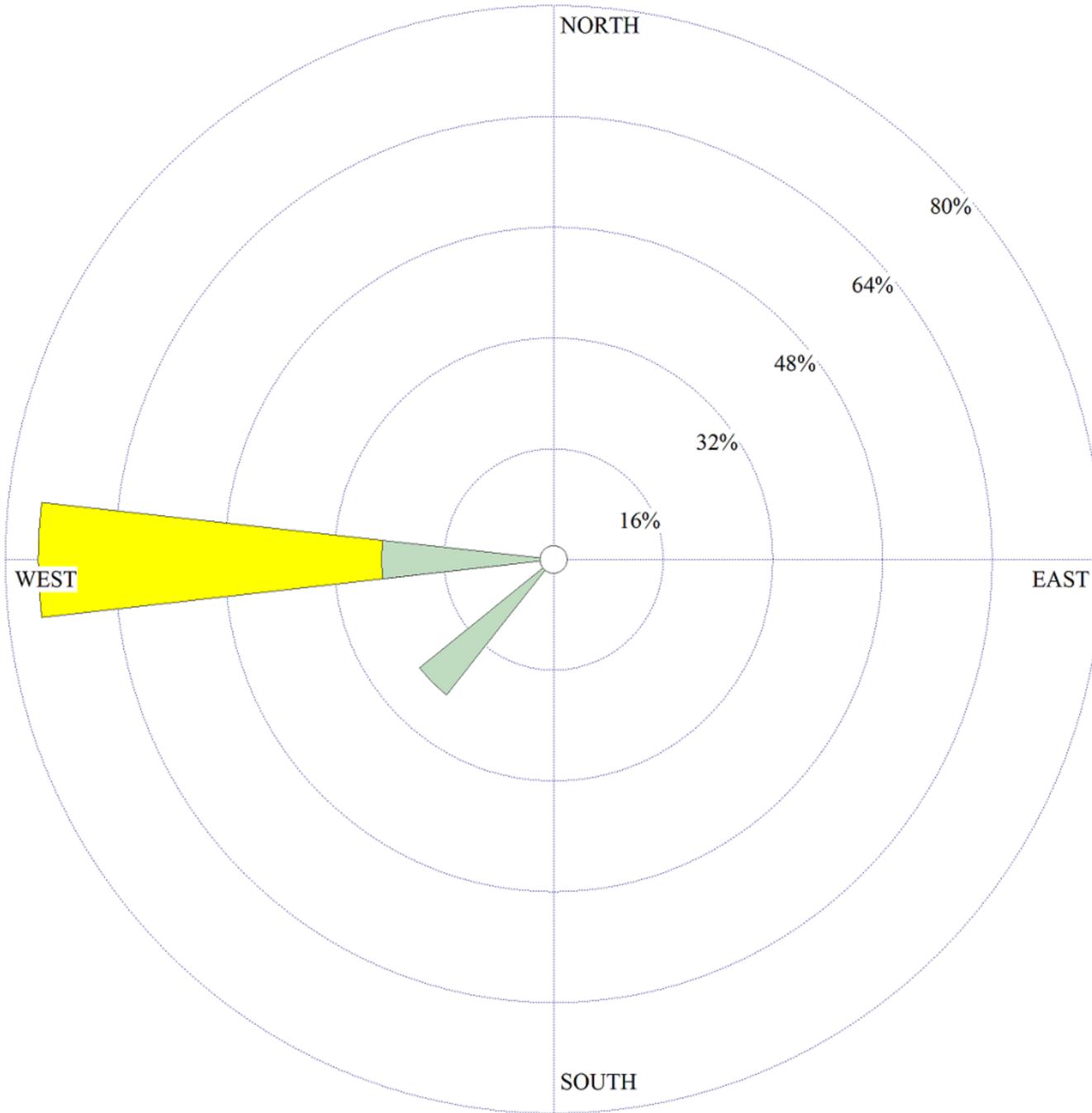
10

WIND ROSE PLOT:

Jalan Pancasila
Ruas Jalan Lokal (Lajur Searah Dengan Jalur Hijau)

DISPLAY:

Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED
(m/s)

- >= 3,5
- 3,0 - 3,5
- 2,5 - 3,0
- 2,0 - 2,5
- 1,5 - 2,0
- 1,0 - 1,5
- 0,5 - 1,0

Calms: 0,00%

COMMENTS:

Suhu = 306,0 Kelvin
 Tekanan Udara = 754,75 mmHg
 Kelembaban = 76 %
 Kondisi Cerah

DATA PERIOD:

Start Date: 27/09/2016 - 15:00
End Date: 27/09/2016 - 18:00

CALM WINDS:

0,00%

AVG. WIND SPEED:

0,77 m/s

COMPANY NAME:

Air Quality Laboratory. Andalas University

MODELER:

Dedy Try Yuliando

TOTAL COUNT:

4 hrs.

DATE:

08/11/2016



PROJECT NO.:

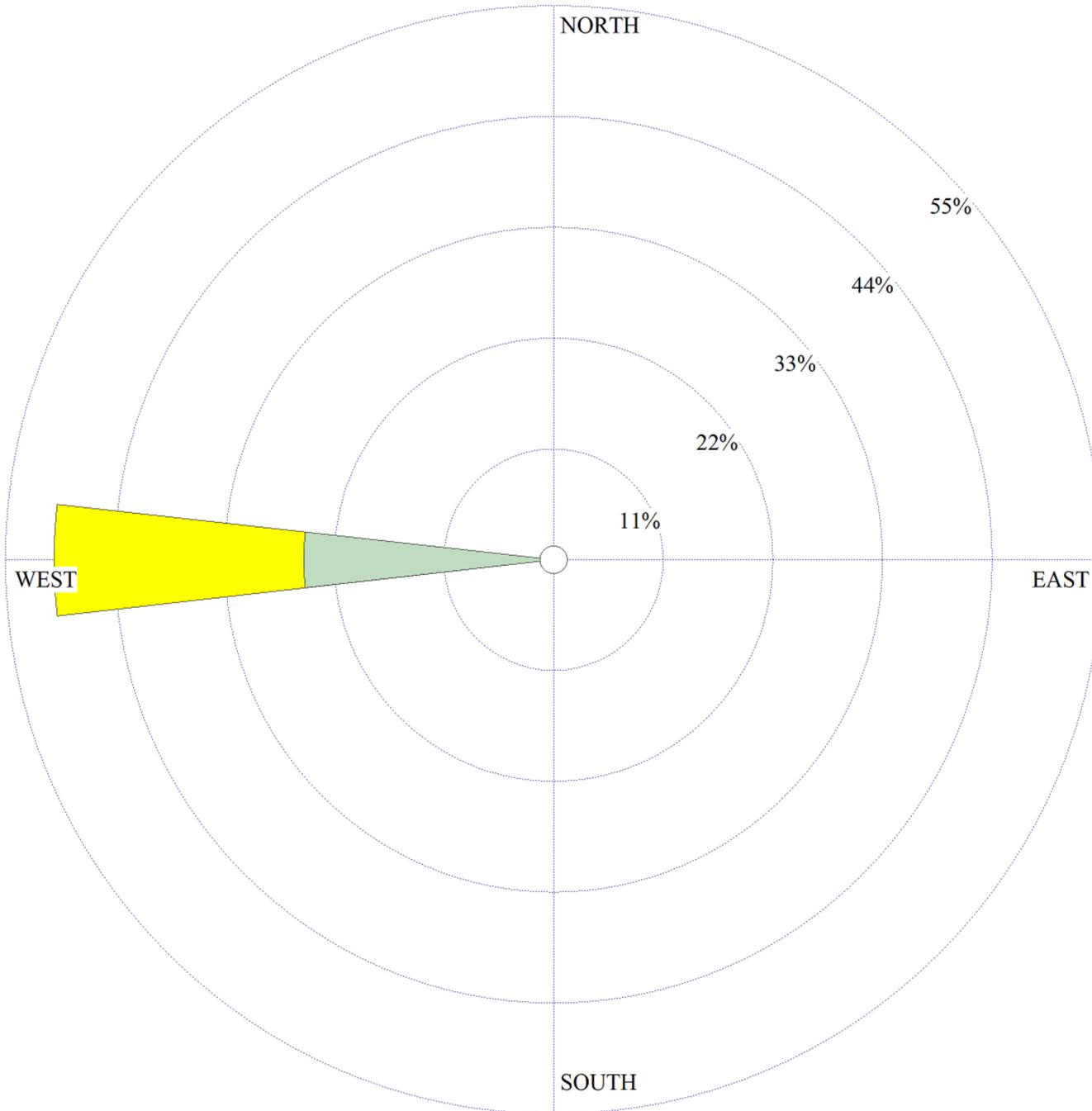
11

WIND ROSE PLOT:

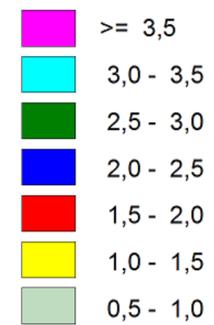
Jalan Nipah
Ruas Jalan Lokal (Lajur Searah Tanpa Jalur Hijau)

DISPLAY:

Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED
(m/s)



Calms: 50,00%

COMMENTS:

Suhu = 306,0 Kelvin
 Tekanan Udara = 754,75 mmHg
 Kelembaban = 76 %
 Kondisi Cerah

DATA PERIOD:

Start Date: 27/09/2016 - 15:00
End Date: 27/09/2016 - 18:00

CALM WINDS:

50,00%

AVG. WIND SPEED:

0,39 m/s

COMPANY NAME:

Air Quality Laboratory. Andalas University

MODELER:

Dedy Try Yuliando

TOTAL COUNT:

4 hrs.

DATE:

08/11/2016



PROJECT NO.:

12

LAMPIRAN B

A. Hasil *Traffic Counting* Ruas Jalan Arteri

1. Jln. Khatib Sulaiman (Dua Arah Dengan Jalur Hijau Jalan)

No	Waktu	<i>Light Vehicle (unit)</i>					<i>Heavy Vehicle (unit)</i>		Spd Motor  	Total
		Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus  	Truk  		
		Solar  	Bensin  							
1	15:00-16:00	238	1.827	12	5	12	5	15	4.564	6.678
2	16:00-17:00	273	2.246	16	9	19	7	14	6.320	8.904
3	17:00-18:00	173	1.208	8	7	8	6	12	3.051	4.473
Total		684	5.281	36	21	39	18	41	13.935	20.055

2. Jln. Jend. Sudirman (Dua Arah Tanpa Jalur Hijau Jalan)

No	Waktu	<i>Light Vehicle (unit)</i>					<i>Heavy Vehicle (unit)</i>		Spd Motor  	Total
		Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus  	Truk  		
		Solar  	Bensin  							
1	15:00-16:00	275	2.224	26	14	17	9	12	3.021	5.598
2	16:00-17:00	270	2.726	21	7	12	6	13	3.553	6.608
3	17:00-18:00	182	1.931	15	13	19	6	16	2.943	5.125
Total		727	6.881	62	34	48	21	41	9.517	17.331

3. Jln. Pattimura (Satu Arah Dengan Jalur Hijau Jalan)

No	Waktu	<i>Light Vehicle (unit)</i>					<i>Heavy Vehicle (unit)</i>		Spd Motor  	Total
		Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus  	Truk  		
		Solar  	Bensin  							
1	15:00-16:00	55	692	38	14	7	2	8	1.032	1.848
2	16:00-17:00	78	979	41	21	14	3	11	1.633	2.780
3	17:00-18:00	42	411	68	8	13	3	13	952	1.510
Total		175	2.082	147	43	34	8	32	3.617	6.138

4. Jln. Pemuda (Satu Arah Tanpa Jalur Hijau Jalan)

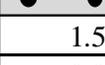
No	Waktu	<i>Light Vehicle (unit)</i>					<i>Heavy Vehicle (unit)</i>		Spd Motor  	Total
		Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus  	Truk  		
		Solar  	Bensin  							
1	15:00-16:00	98	1.324	81	13	25	4	17	1.841	3.403
2	16:00-17:00	194	1.987	60	16	19	8	13	2.457	4.754
3	17:00-18:00	153	1.243	75	17	16	4	7	1.901	3.416
Total		445	4.554	216	46	60	16	37	6.199	11.573

B. Hasil Traffic Counting Ruas Jalan Kolektor

1. Jln. Veteran (Dua Arah Dengan Jalur Hijau Jalan)

No	Waktu	<i>Light Vehicle (unit)</i>					<i>Heavy Vehicle (unit)</i>		Spd Motor  	Total
		Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus  	Truk  		
		Solar  	Bensin  							
1	15:00-16:00	46	625	42	15	11	5	8	912	1.664
2	16:00-17:00	152	1.620	35	14	14	8	11	2.515	4.369
3	17:00-18:00	84	834	47	21	5	11	4	1.860	2.866
Total		282	3.079	124	50	30	24	23	5.287	8.899

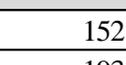
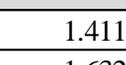
2. Jln. S. Parman (Dua Arah Tanpa Jalur Hijau Jalan)

No	Waktu	<i>Light Vehicle (unit)</i>					<i>Heavy Vehicle (unit)</i>		Spd Motor  	Total
		Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus  	Truk  		
		Solar  	Bensin  							
1	15:00-16:00	54	1.556	18	6	13	5	6	3.203	6.048
2	16:00-17:00	127	2.203	21	11	9	4	12	3.661	4.861
3	17:00-18:00	64	1.295	33	13	6	7	7	3.430	4.855
Total		245	5.054	72	30	28	16	25	10.294	15.764

3. Jln. Permindo (Satu Arah Dengan Jalur Hijau Jalan)

No	Waktu	<i>Light Vehicle (unit)</i>					<i>Heavy Vehicle (unit)</i>		Spd Motor  	Total
		Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus  	Truk  		
		Solar  	Bensin  							
1	15:00-16:00	67	423	32	7	11	1	4	702	1.247
2	16:00-17:00	85	575	22	4	4	0	2	1.050	1.742
3	17:00-18:00	78	618	25	4	6	0	2	985	1.718
Total		230	1.616	79	15	21	1	8	2.737	4.707

4. Jln. Muhammad Yamin (Satu Arah Tanpa Jalur Hijau Jalan)

No	Waktu	<i>Light Vehicle (unit)</i>					<i>Heavy Vehicle (unit)</i>		Spd Motor  	Total
		Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus  	Truk  		
		Solar  	Bensin  							
1	15:00-16:00	152	1.411	26	12	11	2	5	2.372	3.991
2	16:00-17:00	193	1.632	32	6	9	4	6	4.271	6.153
3	17:00-18:00	181	1.462	35	9	10	2	9	2.024	3.732
Total		526	4.505	93	27	30	8	20	8.667	13.876

C. Hasil Traffic Counting Ruas Jalan Lokal

1. Jln. Perintis Kemerdekaan (Dua Arah Dengan Jalur Hijau Jalan)

No	Waktu	Light Vehicle (unit)					Heavy Vehicle (unit)		Spd Motor  	Total
		Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus  	Truk  		
		Solar  	Bensin  							
1	15:00-16:00	62	813	27	6	5	4	7	2.633	3.557
2	16:00-17:00	65	832	32	13	5	1	5	3.608	4.561
3	17:00-18:00	58	720	21	9	4	2	5	3.214	4.033
Total		185	2.365	80	28	14	7	17	9.455	12.151

2. Jln. Alai Timur (Dua Arah Tanpa Jalur Hijau Jalan)

No	Waktu	Light Vehicle (unit)					Heavy Vehicle (unit)		Spd Motor  	Total
		Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus  	Truk  		
		Solar  	Bensin  							
1	15:00-16:00	242	1.960	16	13	9	5	12	5.293	7.550
2	16:00-17:00	243	2.436	24	10	14	2	8	7.525	10.262
3	17:00-18:00	212	1.783	21	11	7	2	5	6.623	8.664
Total		697	6.179	61	34	30	9	25	19.441	26.476

3. Jln. Pancasila (Satu Arah Dengan Jalur Hijau Jalan)

No	Waktu	<i>Light Vehicle (unit)</i>					<i>Heavy Vehicle (unit)</i>		Spd Motor  	Total
		Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus  	Truk  		
		Solar  	Bensin  							
1	15:00-16:00	77	792	12	3	2	-	7	2.475	3.368
2	16:00-17:00	104	988	17	3	4	2	8	3.794	4.920
3	17:00-18:00	66	810	15	2	2	-	2	2.440	3.337
Total		247	2.590	44	8	8	2	17	8.709	11.625

4. Jln. Nipah (Satu Arah Tanpa Jalur Hijau Jalan)

No	Waktu	<i>Light Vehicle (unit)</i>					<i>Heavy Vehicle (unit)</i>		Spd Motor  	Total
		Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus  	Truk  		
		Solar  	Bensin  							
1	15:00-16:00	44	891	11	3	8	-	4	1.061	2.022
2	16:00-17:00	57	1.153	9	2	11	-	3	1.293	2.528
3	17:00-18:00	38	1.039	6	4	6	-	2	1.174	2.269
Total		139	3.083	26	9	25	-	9	3.528	6.819

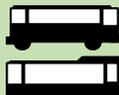
LAMPIRAN C

A. Laju Emisi Ruas Jalan Arteri

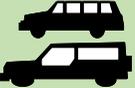
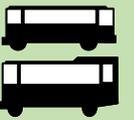
1. Jln. Khatib Sulaiman (Dua Arah Dengan Jalur Hijau Jalan)

Laju Emisi (g/km.jam)								
Light Vehicle (unit)					Heavy Vehicle (unit)		Spd Motor 	Total
Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus 	Truk 		
Solar 	Bensin 							
666	73.080	389	162	389	66	151	15.974	90.877
764	89.840	518	292	616	92	141	22.120	114.384
484	48.320	259	227	259	79	121	10.679	60.428
1.915	211.240	1.166	680	1.264	238	413	48.773	
Total								265.689

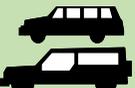
2. Jln. Jend. Sudirman (Dua Arah Tanpa Jalur Hijau Jalan)

Laju Emisi (g/km.jam)								
Light Vehicle (unit)					Heavy Vehicle (unit)		Spd Motor 	Total
Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus 	Truk 		
Solar 	Bensin 							
770	88.960	842	454	551	119	121	10.574	102.390
756	109.040	680	227	389	79	131	12.436	123.738
510	77.240	486	421	616	79	161	10.301	89.813
2.036	275.240	2.009	1.102	1.555	277	413	33.310	
Total								315.941

3. Jln. Pattimura (Satu Arah Dengan Jalur Hijau Jalan)

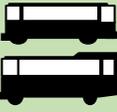
Laju Emisi (g/km.jam)									
Light Vehicle (unit)					Heavy Vehicle (unit)		Spd Motor  	Total	
Mobil Penumpang		Angkot	Mini Bus	Pick up	Bus	Truk			
Solar 	Bensin 								
154	27.680	1.231	454	227	26	81	3.612	33.465	
218	39.160	1.328	680	454	40	111	5.716	47.707	
118	16.440	2.203	259	421	40	131	3.332	22.944	
490	83.280	4.763	1.393	1.102	106	323	12.660		
Total									104.115

4. Jln. Pemuda (Satu Arah Tanpa Jalur Hijau Jalan)

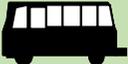
Laju Emisi (g/km.jam)									
Light Vehicle (unit)					Heavy Vehicle (unit)		Spd Motor  	Total	
Mobil Penumpang		Angkot	Mini Bus	Pick up	Bus	Truk			
Solar 	Bensin 								
274	52.960	2.624	421	810	53	171	6.444	63.758	
543	79.480	1.944	518	616	106	131	8.600	91.937	
428	49.720	2.430	551	518	53	71	6.654	60.424	
1.246	182.160	6.998	1.490	1.944	211	373	21.697		
Total									216.119

Laju Emisi Ruas Jalan Kolektor

1. Jln. Veteran (Dua Arah Dengan Jalur Hijau Jalan)

Laju Emisi (g/km.jam)									
Light Vehicle (unit)					Heavy Vehicle (unit)		Spd Motor 	Total	
Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus 	Truk 			
Solar 	Bensin 								
129	25.000	1.361	486	356	66	81	3.192	30.671	
426	64.800	1.134	454	454	106	111	8.803	76.286	
235	33.360	1.523	680	162	145	40	6.510	42.656	
790	123.160	4.018	1.620	972	317	232	18.505		
Total									149.612

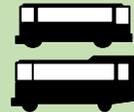
2. Jln. S. Parman (Dua Arah Tanpa Jalur Hijau Jalan)

Laju Emisi (g/km.jam)									
Light Vehicle (unit)					Heavy Vehicle (unit)		Spd Motor 	Total	
Mobil Penumpang		Angkot 	Mini Bus 	Pick up 	Bus 	Truk 			
Solar 	Bensin 								
151	62.240	583	194	421	66	60	11.211	74.927	
356	88.120	680	356	292	53	121	12.814	102.791	
179	51.800	1.069	421	194	92	71	12.005	65.832	
686	202.160	2.333	972	907	211	252	36.029		
Total									243.550

3. Jln. Permindo (Satu Arah Dengan Jalur Hijau Jalan)

Laju Emisi (g/km.jam)								
Light Vehicle (unit)					Heavy Vehicle (unit)		Spd Motor	Total
Mobil Penumpang		Angkot	Mini Bus	Pick up	Bus	Truk		
Solar 	Bensin 							
188	16.920	1.037	227	356	13	40	2.457	21.238
238	23.000	713	130	130	-	20	3.675	27.905
218	24.720	810	130	194	-	20	3.448	29.540
644	64.640	2.560	486	680	13	81	9.580	
Total								78.683

4. Jln. Muhammad Yamin (Satu Arah Tanpa Jalur Hijau Jalan)

Laju Emisi (g/km.dt)								
Light Vehicle (unit)					Heavy Vehicle (unit)		Spd Motor	Total
Mobil Penumpang		Angkot	Mini Bus	Pick up	Bus	Truk		
Solar 	Bensin 							
426	56.440	842	389	356	26	50	8.302	66.832
540	65.280	1.037	194	292	53	60	14.949	82.405
507	58.480	1.134	292	324	26	91	7.084	67.938
1.473	180.200	3.013	875	972	106	202	30.335	
Total								217.175

B. Laju Emisi Ruas Jalan Lokal

1. Jln. Perintis Kemerdekaan (Dua Arah Dengan Jalur Hijau Jalan)

Laju Emisi (g/km.jam)								
Light Vehicle (unit)					Heavy Vehicle (unit)		Spd Motor	Total
Mobil Penumpang		Angkot	Mini Bus	Pick up	Bus	Truk	 	
Solar 	Bensin 				 	 		
174	32.520	875	194	162	53	71	9.216	43.264
182	33.280	1.037	421	162	13	50	12.628	47.774
162	28.800	680	292	130	26	50	11.249	41.390
518	94.600	2.592	907	454	92	171	33.093	
Total								132.427

2. Jln. Alai Timur (Dua Arah Tanpa Jalur Hijau Jalan)

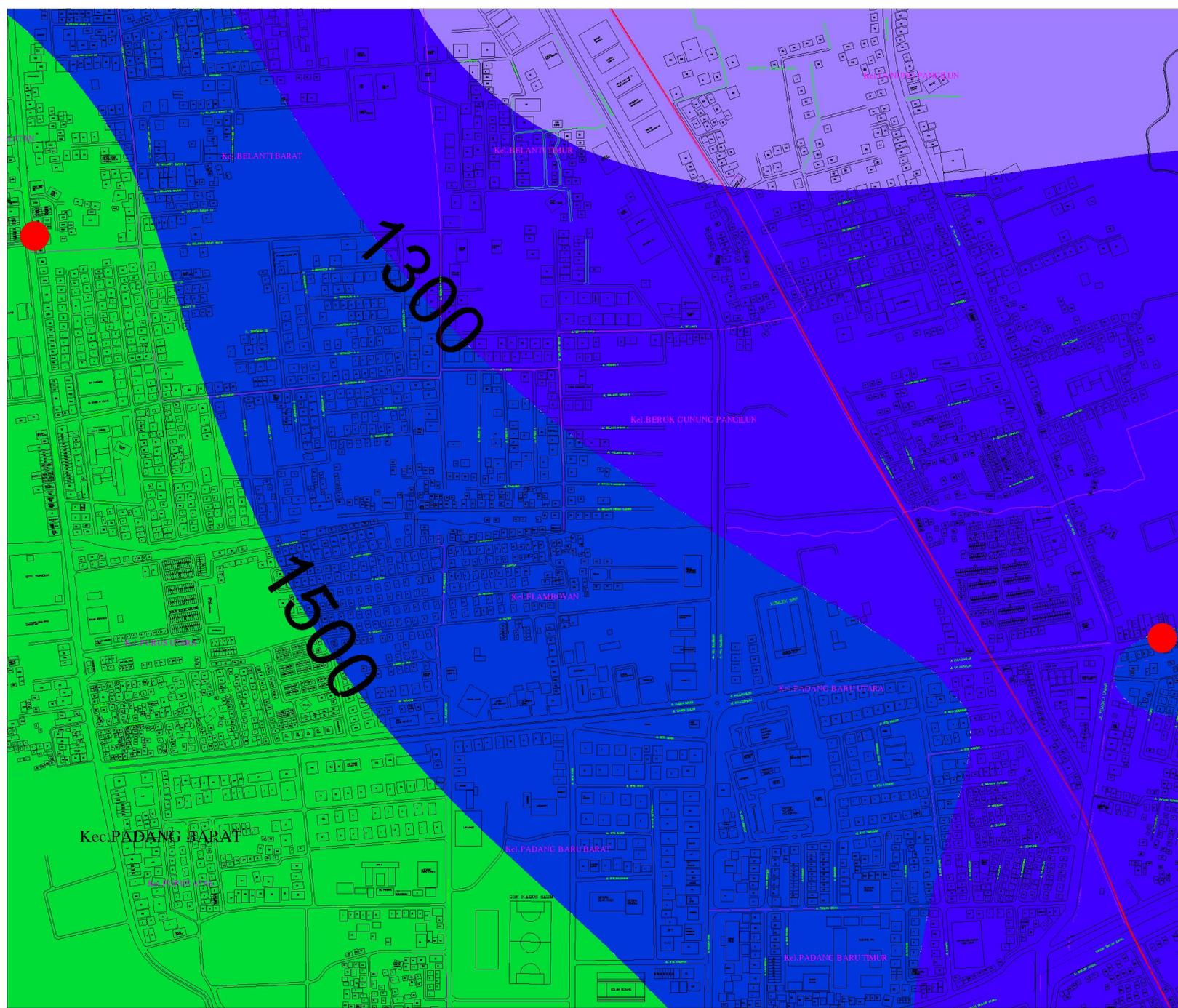
Laju Emisi (g/km.jam)								
Light Vehicle (unit)					Heavy Vehicle (unit)		Spd Motor	Total
Mobil Penumpang		Angkot	Mini Bus	Pick up	Bus	Truk	 	
Solar 	Bensin 				 	 		
678	78.400	518	421	292	66	121	18.526	99.021
680	97.440	778	324	454	26	81	26.338	126.120
594	71.320	680	356	227	26	50	23.181	96.435
1.952	247.160	1.976	1.102	972	119	252	68.044	
Total								321.576

3. Jln. Pancasila (Satu Arah Dengan Jalur Hijau Jalan)

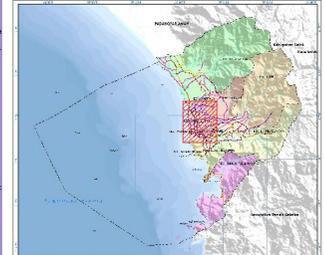
Laju Emisi (g/km.jam)								
Light Vehicle (unit)					Heavy Vehicle (unit)		Spd Motor	Total
Mobil Penumpang		Angkot	Mini Bus	Pick up	Bus	Truk	 	
Solar 	Bensin 							
216	31.680	389	97	65	-	71	8.663	41.179
291	39.520	551	97	130	26	81	13.279	53.975
185	32.400	486	65	65	-	20	8.540	41.761
692	103.600	1.426	259	259	26	171	30.482	
Total								136.915

4. Jln. Nipah (Satu Arah Tanpa Jalur Hijau Jalan)

Laju Emisi (g/km.jam)								
Light Vehicle (unit)					Heavy Vehicle (unit)		Spd Motor	Total
Mobil Penumpang		Angkot	Mini Bus	Pick up	Bus	Truk	 	
Solar 	Bensin 							
123	35.640	356	97	259	-	40	3.714	40.230
160	46.120	292	65	356	-	30	4.526	51.548
106	41.560	194	130	194	-	20	4.109	46.314
389	123.320	842	292	810	-	91	12.348	
Total								138.092

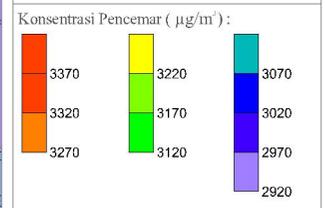


KEY MAP



LEGENDA

-  = Pemukiman
-  = Gedung
-  = Jalan Raya
-  = Rel KA
-  = Lokasi Sampling



TESIS

Strategi Pengendalian Pencemaran Gas Karbon Monoksida (CO) Oleh Aktivitas Transportasi Di Kota Padang, Sumatera Barat

MAHASISWA

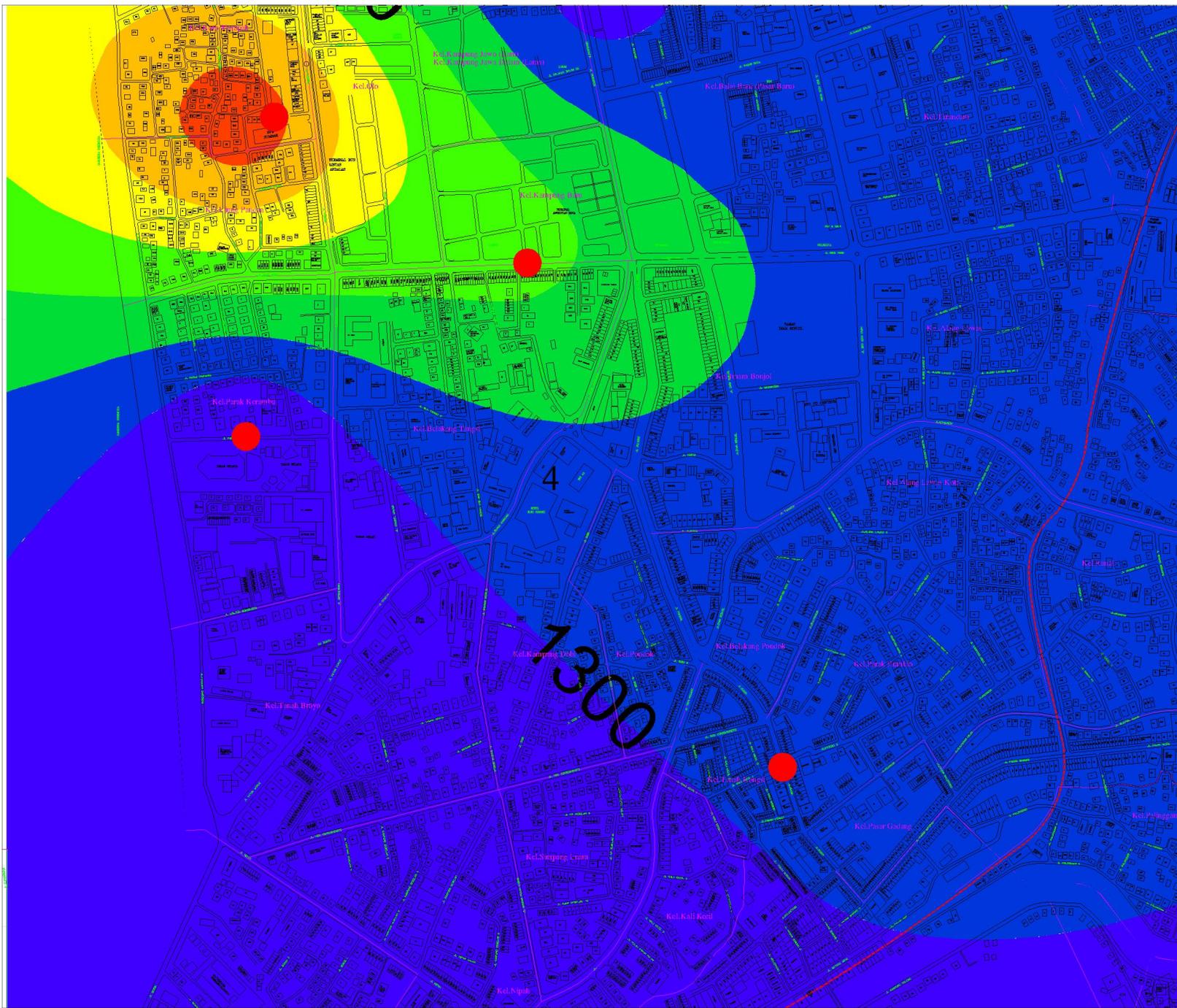
Dedy Try Yuliando
3315201011

PEMBIMBING

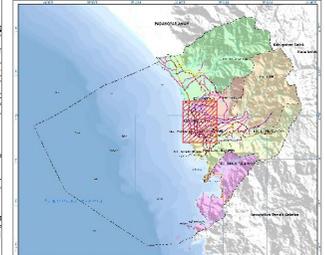
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT

PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2017

SKALA	HALAMAN
Tampa Skala	LE-1

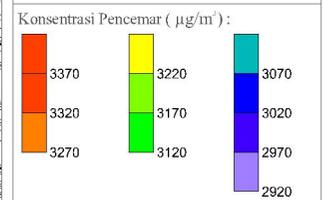


KEY MAP



LEGENDA

-  = Pemukiman
-  = Gedung
-  = Jalan Raya
-  = Rel KA
-  = Lokasi Sampling



TESIS

Strategi Pengendalian Pencemaran
Gas Karbon Monoksida (CO)
Oleh Aktivitas Transportasi
Di Kota Padang, Sumatera Barat

MAHASISWA

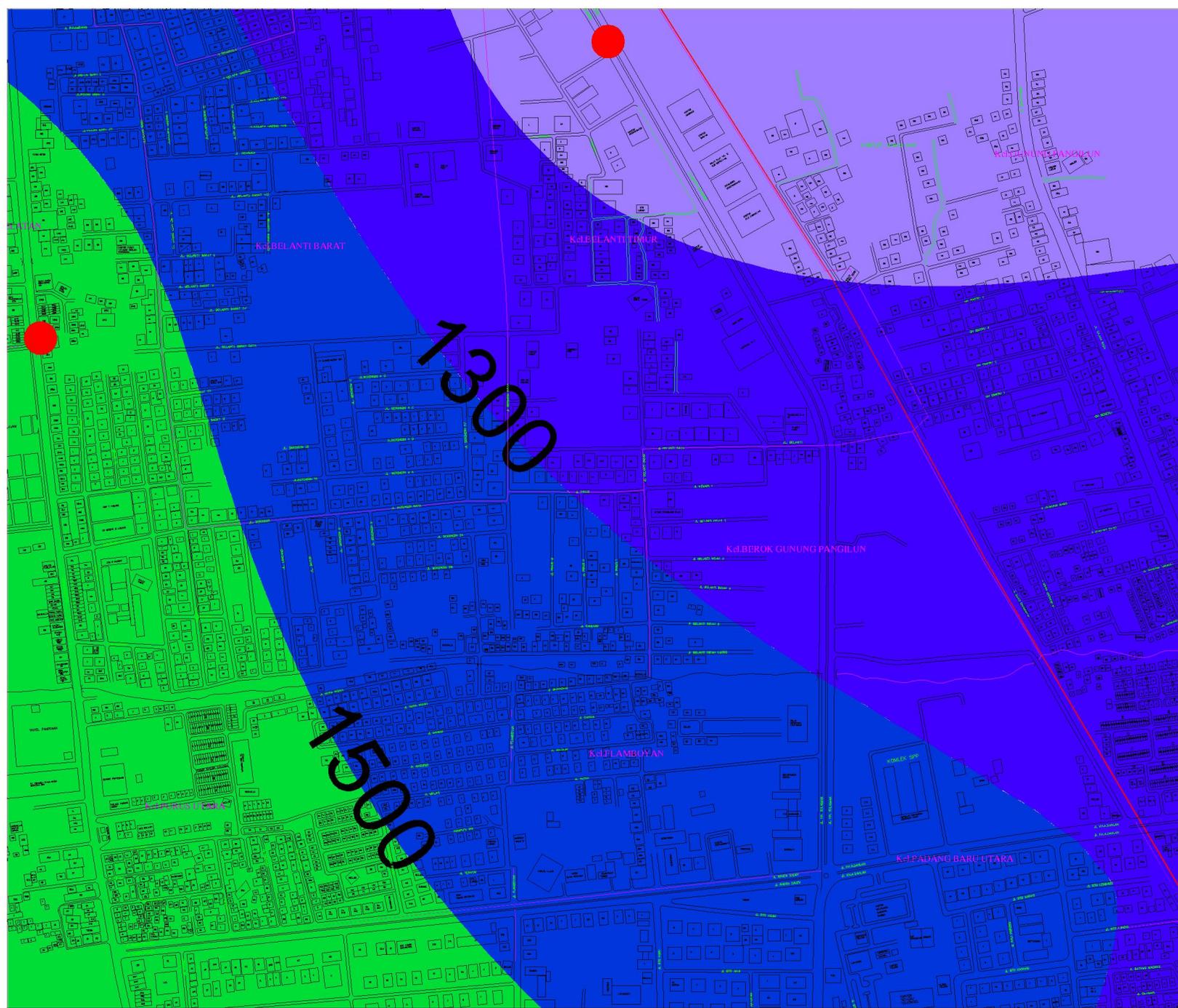
Dedy Try Yuliando
3315201011

PEMBIMBING

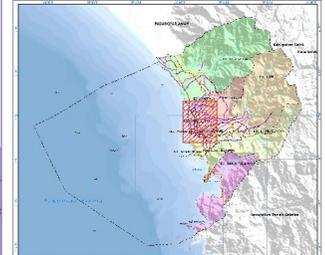
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT

PROGRAM PASCASARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017

SKALA	HALAMAN
Tampa Skala	LE-2

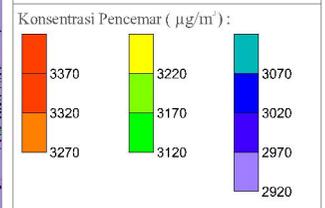


KEY MAP



LEGENDA

- = Pemukiman
- = Gedung
- = Jalan Raya
- = Rel KA
- = Lokasi Sampling



TESIS

Strategi Pengendalian Pencemaran Gas Karbon Monoksida (CO) Oleh Aktivitas Transportasi Di Kota Padang, Sumatera Barat

MAHASISWA

Dedy Try Yulianto
3315201011

PEMBIMBING

Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT

PROGRAM PASCASARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017

SKALA	HALAMAN
Tampa Skala	LE-3



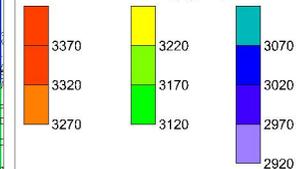
KEY MAP



LEGENDA

- = Pemukiman
- = Gedung
- = Jalan Raya
- = Rel KA
- = Lokasi Sampling

Konsentrasi Pencemar ($\mu\text{g}/\text{m}^3$):



TESIS

Strategi Pengendalian Pencemaran
Gas Karbon Monoksida (CO)
Oleh Aktivitas Transportasi
Di Kota Padang, Sumatera Barat

MAHASISWA

Dedy Try Yulianto
3315201011

PEMBIMBING

Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT

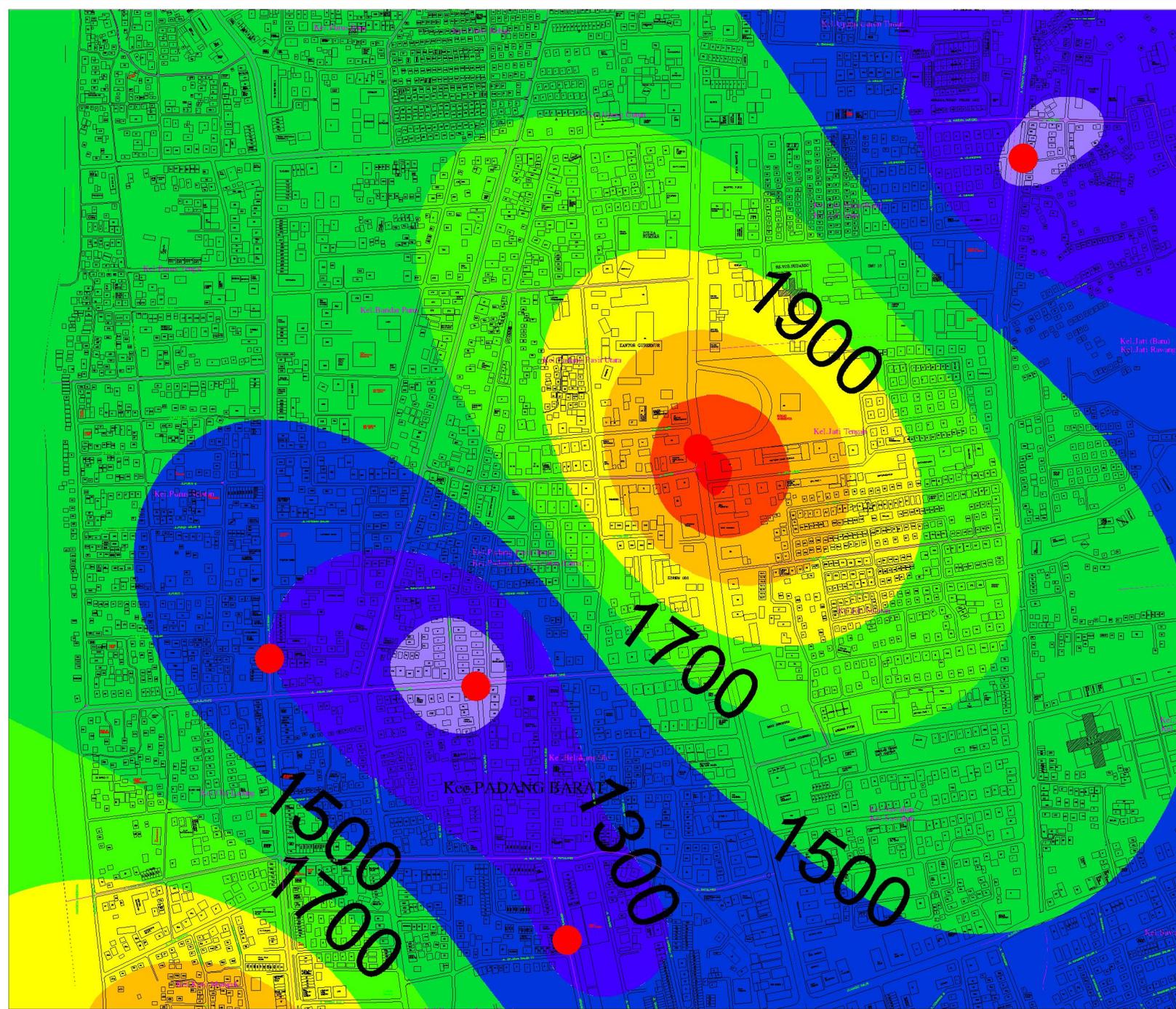
PROGRAM PASCASARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017

SKALA

Tampa Skala

HALAMAN

85



BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Kota Padang pada tanggal 2 Juli 1990 dengan nama lengkap **Dedy Try Yuliando**. Penulis merupakan putra ketiga dari enam bersaudara dari Ayah yang bernama Mirwan dan ibu Ellyawati. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Kartika 1-11 Padang pada tahun 2002, kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMPN 8 Padang dan lulus pada tahun 2005 serta menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMA Kartika 1-5 Padang pada tahun 2008. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan Perguruan Tinggi Negeri di Universitas Andalas pada Jurusan Teknik Lingkungan dan menamatkan studi pada tanggal 20 Januari 2014, semasa perkuliahan Penulis aktif sebagai asisten laboratorium Kualitas Udara serta asisten Tugas Besar Perencanaan Air Limbah dan AMDAL. Penulis juga pernah melakukan kerja praktek di *Global Atmosfer Watch* (GAW) Bukit Koto Tabang, Agam, Sumatera Barat. Pada tahun 2015 Penulis melanjutkan pendidikan jenjang Magister di Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dan berhasil menyelesaikan studi pada tanggal 9 Januari 2017. Penulis juga aktif di dunia organisasi, seiring menempuh jejang perkuliahan, Penulis pernah dipercaya sebagai komandan tingkat mahasiswa teknik lingkungan angkatan 2008 Universitas Andalas, Dewan Pengawas Pengurus Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) Universitas Andalas, Ketua Prsidium sidang serta Dewan Pengawas Ikatan Mahasiswa Teknik Lingkungan Indonesia (IMTLI), terdaftar sebagai anggota aktif Ikatan Teknik Penyehatan Indonesia (IATPI) serta menjadi Dewan Pelatih pada Perguruan Seni Beladiri Tapak Suci Putra Muhammadiyah Cabang Tanjung Sabar, Padang. Penulis juga pernah bekerja sebagai Asisten Tenaga Ahli pada Konsultan Perencanaan yang bergerak di bidang lingkungan dan sanitasi yang bertempat di Kota Padang.