

**PERBEDAAN DISPERSI POLUTAN KARBON MONOKSIDA
(CO) PADA RUAS JALAN TAMBAK OSOWILANGUN DAN
JALAN DR. IR. H. SOEKARNO SURABAYA
MENGUNAKAN MODEL CALINE 4**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T.)
pada Program Studi Teknik Lingkungan



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh

FADILAH DWI KURNIA AZIZAH

NIM. H95219044

Dosen Pembimbing:

Ida Munfarida, M.Si, M.T

Amrullah, M.Ag

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2023

PERSYATAAN KEASLIAN

Nama : Fadilah Dwi K.A
Nim : H95219044
Program Studi : Teknik Lingkungan
Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul **“PERBEDAAN DISPERSI POLUTAN KARBON MONOKSIDA (CO) PADA RUAS JALAN TAMBAK OSOWILANGUN DAN JALAN DR. IR. H. SOEKARNO SURABAYA MENGGUNAKAN MODEL CALINE 4”**. Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan tindakan plagiat maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 17 Juli 2023

Yang Menyatakan



(Fadilah Dwi Kurnia A.)

NIM. H95219044



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031 - 8410298 Fax. 031 - 8413300
E-Mail : saintek@uinsby.ac.id Website : www.uinsby.ac.id

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING
SIDANG TUGAS AKHIR**

Nama : Fadilah Dwi K.A.
NIM : H95219044
Judul Tugas Akhir : Perbedaan Dispersi Polutan Karbon Monoksida (Co) Pada Ruas
Jalan Tambak Osowilangun Dan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno Surabaya
Menggunakan Model Caline 4

Telah disetujui untuk pendaftaran Sidang Tugas Akhir

Surabaya, 27 Juni 2023

Dosen Pembimbing 1

Ida Munfarida, M.Si, M.T.

NIP. 198411302015032001

Dosen Pembimbing 2

Amrullah, M.Ag

NIP. 197209032006041001

PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG AKHIR

Nama : Fadilah Dwi Kurnia Azizah
NIM : H95219044
Judul : Perbedaan Dispersi Polutan Karbon Monoksida (CO) Pada Ruas Jalan
Tambak Osowilangun dan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno Surabaya
Menggunakan Model Caline 4

Telah dipertahankan di depan tim penguji Skripsi
Di Surabaya, 3 Juli 2023

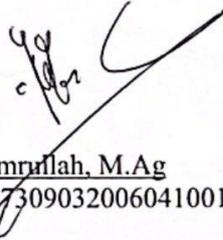
Mengesahkan,
Dewan Penguji,

Penguji I



Ida Munfarida, M.Si., M.T.
NIP. 198411302015032001

Penguji II



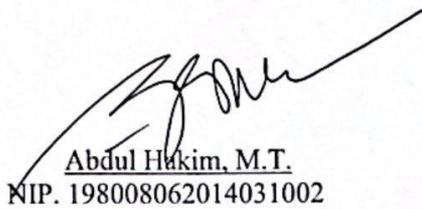
Amrullah, M.Ag
NIP. 197309032006041001

Penguji III



Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T, M.T
NIP. 198503222014032003

Penguji IV



Abdul Hakim, M.T.
NIP. 198008062014031002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Sunan Ampel Surabaya



Abdul Hamdani, M.Pd
NIP. 19507312000031002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : FADILAH DWI KURNIA AZIZAH
NIM : H95219044
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : Fadilahdwi14@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
 Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

**PERBEDAAN DISPERSI POLUTAN KARBON MONOKSIDA (CO) PADA RUAS
JALAN TAMBAK OSOWILANGUN DAN JALAN DR. IR. H. SOEKARNO
SURABAYA MENGGUNAKAN MODEL CALINE 4**

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

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

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 17 Juli 2023

Penulis

(Fadilah Dwi K.A.)

PERBEDAAN DISPERSI POLUTAN KARBON MONOKSIDA (CO) PADA RUAS JALAN TAMBAK OSOWILANGUN DAN JALAN DR. IR. H. SOEKARNO SURABAYA MENGGUNAKAN MODEL CALINE 4

ABSTRAK

Jumlah penduduk yang semakin meningkat mempengaruhi mobilitas masyarakat yang berdampak pada meningkatnya volume kendaraan dan dapat terjadi kemacetan. Kemacetan dapat menyebabkan menurunnya kualitas udara dipertanian, terutama gas CO yang berasal dari gas buang kendaraan. Penelitian ini dilakukan di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno dan Jalan Tambak Osowilangun yang memiliki kepadatan kendaraan tinggi di Kota Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai konsentrasi Karbon Monoksida (CO) software Caline 4, menganalisis hasil dispersi konsentrasi Karbon Monoksida (CO) model Caline-4 dan mengevaluasi validasi model dispersi polutan Karbon Monoksida (CO) di ruas Jalan Tambak Osowilangun dan Jalan Ir. Dr. H. Soekarno Surabaya. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif melalui pengambilan data dari pengukuran di lapangan dan pemodelan. Penelitian dimulai dengan pengumpulan data primer berupa konsentrasi CO dan volume lalu lintas, serta data sekunder berupa data meteorologi. Pemodelan menggunakan Caline-4, selanjutnya analisis pola sebaran divisualisasikan menggunakan aplikasi Surfer. Berdasarkan hasil pemodelan didapatkan konsentrasi CO tertinggi di Jalan Tambak Osowilangun terjadi pada hari Senin pagi yaitu sebesar $9.759,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan pada jalan Dr. Ir. H. Soekarno konsentrasi CO tertinggi terjadi pada hari Senin Pagi yaitu sebesar $11.011,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi CO cenderung lebih tinggi pada pagi hari, menurun pada siang hari lalu naik lagi pada sore hari. Sebaran Karbon Monoksida (CO) cenderung mengarah ke arah angin dominan yang berhembus. Beberapa reseptor memperoleh konsentrasi rendah dikarenakan berada di hulu angin dari jalan raya sebagai sumber polutannya. Hasil uji validasi model dengan pengukuran lapangan didapatkan nilai MAPE sebesar 11,87% pada Jalan Tambak Osowilangun dan pada jalan Dr. Ir. H. Soekarno sebesar 12,27%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil model memiliki nilai akurasi yang baik.

Kata Kunci : Caline-4, Karbon Monoksida, Kota Surabaya, Pencemaran Udara.

**THE DIFFERENCE IN DISPERSION OF CARBON MONOXIDE (CO)
POLLUTANTS ON THE TAMBAK OSOWILANGUN ROAD AND DR. IR
H. SOEKARNO ROAD SURABAYA USING CALINE 4 MODEL**

ABSTRACT

Jumlah penduduk yang semakin meningkat mempengaruhi mobilitas masyarakat yang berdampak pada meningkatnya volume kendaraan, sehingga dapat menyebabkan kemacetan. Congestion could cause significant decrease in urban air quality, especially CO gas that came from vehicle exhausts. This research was conducted at Jalan Dr. Ir. H. Soekarno and Jalan Tambak Osowilangun, in which both roads had high vehicle densities in Surabaya. This study aimed to determine the concentration of Carbon Monoxide (CO) using software Caline 4, analyzing the results of dispersion concentrations of Carbon Monoxide (CO) utilizing model Caline-4 and validation of the model of pollutant dispersion of Carbon Monoxide (CO) on Jalan Tambak Osowilangun and Jalan Ir. Dr. H. Soekarno Surabaya. This research was a quantitative descriptive research by collecting data from field measurements and modelling. The research was started by collecting primary data in the form of CO concentration, traffic volume, and secondary data in meteorological data. Modeling was carried out using Caline-4, then the distribution pattern analysis would be visualized using the Surfer application. Based on the modelling results, the highest CO concentration on Jalan Tambak Osowilangun occurred on Monday morning, 9.759,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Meanwhile, on Dr. Ir. H. Soekarno, the highest concentration of CO appeared on Monday morning, which was 11.011,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. CO concentrations tend to be higher in the morning, decrease in the afternoon, and go up again in the afternoon. The distribution of Carbon Monoxide (CO) leaned more to point towards the dominant wind that blows. Some receptors obtained low concentrations due to being upwind of highways as a source of pollutants. The results of the model validation test using field measurements reached a MAPE value of 11,87% on Jalan Tambak Osowilangun and Jalan Dr. Ir. H. Soekarno by 12,27%. This shows that the model results have a good accuracy value.

Keywords: Air Pollution, Caline-4, Carbon Monoxide, Surabaya City.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Udara	7
2.2 Pencemaran Udara	8
2.3 Sumber Pencemar Udara	9
2.4 Dampak Pencemaran Udara	11
2.5 Karbon Monoksida	12
2.6 Baku Mutu Udara Ambien	13
2.7 Jalan	14
2.8 Emisi Kendaraan Bermotor	15
2.8.1 Definisi Emisi	15
2.8.2 Definisi Kendaraan Bermotor	16
2.8.3 Jenis Kendaraan Bermotor	16
2.8.4 Faktor Jam Puncak	19
2.8.5 Besaran Emisi Kendaraan Bermotor	19
2.9 Dispersi Udara	21
2.10 Faktor yang Mempengaruhi Dispersi Polutan	21
2.10.1 Suhu Udara	21
2.10.2 Kecepatan dan Arah Angin	22
2.10.3 Stabilitas Atmosfer	22

2.10.4	Mixing Height	23
2.11	CALINE 4.....	23
2.12	<i>Software</i> SURFER	25
2.13	<i>Windrose</i> (Mawar Angin)	26
2.14	Penelitian Terdahulu	27
BAB III METODE PENELITIAN.....		31
3.1	Jenis Penelitian	31
3.2	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	31
3.2.1	Lokasi Pengambilan Sampel	34
3.2.2	Waktu Pengambilan Sampel	40
3.3	Prosedur Penelitian	40
3.3.1	Persiapan Penelitian	42
3.3.2	Pelaksanaan Penelitian	42
3.3.3	Penyusunan Laporan	45
3.4	Analisis Data	46
3.4.1	Analisis Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)	47
3.4.2	Analisis Dispersi Karbon Monoksida (CO)	54
3.4.3	Validasi Model	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		57
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian	57
4.1.1	Gambaran Umum Jalan Tambak Osowilangun	57
4.1.2	Gambaran Umum Jalan Dr. Ir. H. Soekarno.....	58
4.1.3	Gambaran Titik Pengambilan Sampel	59
4.2	Analisis Konsentrasi Karbon Monoksida (CO).....	63
4.2.1	Analisis <i>Windrose</i>	63
4.2.2	Pengukuran Volume Kendaraan	71
4.2.3	Analisis Besaran Beban Emisi Lalu Lintas	77
4.2.4	Pemodelan Caline-4	80
4.3	Analisis Dispersi Karbon Monoksida (CO)	86
4.3.1	Dispersi Karbon Monoksida Jalan Tambak Osowilangun.....	87
4.3.2	Dispersi Karbon Monoksida Jalan Dr. Ir. H. Soekarno	117
4.4	Analisis Validasi Model	147
4.4.1	Konsentrasi CO Lapangan Pagi Hari	148
4.4.2	Konsentrasi CO Lapangan Siang Hari	149

4.4.3	Konsentrasi CO Lapangan Sore Hari.....	149
4.4.4	Rekapitulasi Konsentrasi CO lapangan.....	150
4.4.5	Validasi Model	151
BAB V PENUTUP.....		153
5.1	Kesimpulan.....	153
5.2	Saran	153
DAFTAR PUSTAKA		155



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Udara Ambien.....	13
Tabel 2.2 Klasifikasi Kendaraan Bermotor.....	18
Tabel 2.3 Nilai Faktor Emisi Kendaraan Bermotor	20
Tabel 2.4 Klasifikasi stabilitas atmosfer	22
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu	28
Tabel 3.1 Data Primer Penelitian	42
Tabel 3.2 Klasifikasi Stabilitas Atmosfer berbasis Caline4.....	51
Tabel 3.3 Kriteria MAPE	56
Tabel 4.1 Pengukuran Volume Kendaraan Jalan Tambak Osowilangun (Sabtu 01 April 2023).....	71
Tabel 4.2 Pengukuran Volume Kendaraan Jalan Tambak Osowilangun (Minggu 02 April 2023).....	72
Tabel 4.3 Pengukuran Volume Kendaraan Jalan Tambak Osowilangun (Senin 03 April 2023).....	72
Tabel 4.4 Pengukuran Volume Kendaraan Dr. Ir. H. Soekarno (Sabtu 08 April 2023)	73
Tabel 4.5 Pengukuran Volume Kendaraan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (Minggu 09 April 2023).....	74
Tabel 4.6 Pengukuran Volume Kendaraan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (Senin 10 April 2023)	74
Tabel 4.7 Rekapitulasi Volume Kendaraan	75
Tabel 4.8 Besaran Beban Emisi Jalan Tambak Osowilangun.....	79
Tabel 4.9 Besaran Beban Emisi Di Jalan Dr.Ir. H. Soekarno	80
Tabel 4.10 Faktor Meteorologi	81
Tabel 4.11 Hasil Model Konsentrasi CO di Jalan Tambak Osowilangun	82
Tabel 4.12 Hasil Model Konsentrasi CO di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno.....	84
Tabel 4.13 Konsentrasi Lapangan CO Pagi Hari	148
Tabel 4.14 Konsentrasi Lapangan CO Siang Hari	149
Tabel 4.15 Konsentrasi Lapangan CO Sore Hari.....	149

Tabel 4.16 Rekapitulasi Konsentrasi CO Lapangan	150
Tabel 4.17 Analisis Validasi Model CO Jalan Tambak Osowilangun	151
Tabel 4.18 Analisis Validasi Model CO Jalan Dr. Ir. H. Soekarno	152



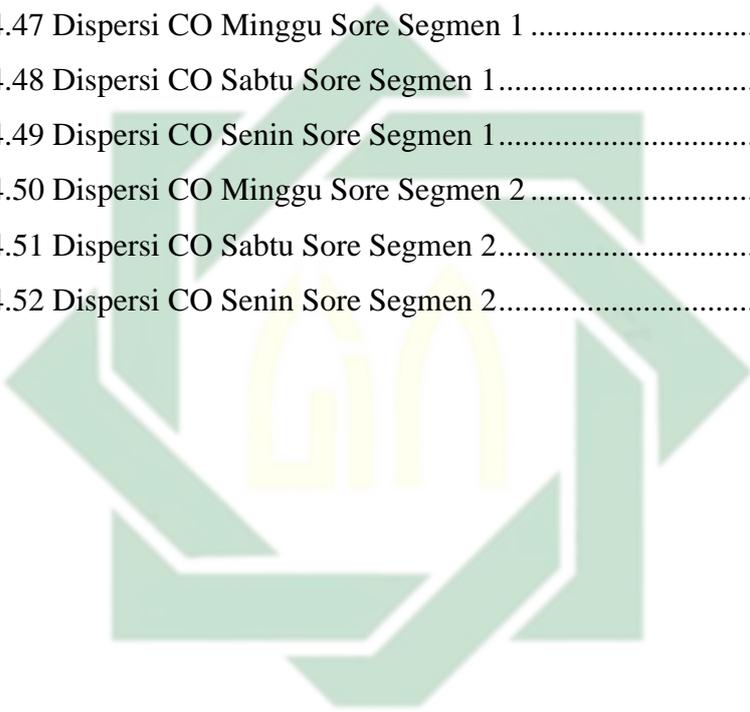
UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi Elemen Sumber Garis Terbatas	24
Gambar 2.2 Sub-sub elemen	25
Gambar 2.3 Windrose (mawar angin)	27
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian 1	32
Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian 2	33
Gambar 3.3 Peta Penentuan Titik Sampling Pemantauan Kualitas Udara <i>Roadside</i>	34
Gambar 3.4 Detail Lokasi Pengamatan 1	36
Gambar 3.5 Detail Lokasi Pengamatan 2	37
Gambar 3.6 Detail Lokasi Pengamatan 3	38
Gambar 3.7 Detail Lokasi Pengamatan 4	39
Gambar 3.8 Diagram Alir Prosedur Penelitian	41
Gambar 3.9 CO <i>Analyzer</i>	44
Gambar 3.10 Tampilan Aplikasi Traffic Counter	45
Gambar 3.11 Kerangka Pikir Analisis Penelitian	47
Gambar 3.12 Software Wrplot View	48
Gambar 3.13 Langkah Kerja menggunakan WRPlot View	49
Gambar 3.14 Software CALINE4	50
Gambar 3.15 Langkah Kerja Caline4	54
Gambar 3.16 Software Surfer	55
Gambar 4.1 Kondisi Jalan Tambak Osowilangun Surabaya	57
Gambar 4.2 Kondisi Jalan Dr. Ir. H. Soekarno Surabaya	58
Gambar 4.3 Kondisi Eksisting Titik 1	59
Gambar 4.4 Kondisi Eksisting Titik Sampling 2	60
Gambar 4.5 Kondisi Eksisting Titik Sampling 3	60
Gambar 4.6 Kondisi Eksisting Titik Sampling 4	61
Gambar 4.7 Kondisi Eksisting Titik Sampling 5	61
Gambar 4.8 Kondisi Eksisting Titik Sampling 6	62
Gambar 4.9 Kondisi Eksisting Titik Sampling 7	63

Gambar 4.10 Kondisi Eksisting Titik Sampling 8	63
Gambar 4.11 Windrose Jalan Tambak Osowilangun (Sabtu 01 April 2023)	66
Gambar 4.12 Windrose Jalan Tambak Osowilangun (Minggu 2 April 2023).....	66
Gambar 4.13 Windrose Jalan Tambak Osowilangun (Senin 3 April 2023)	67
Gambar 4.14 Windrose Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (Sabtu 8 April 2023).....	68
Gambar 4.15 Windrose Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (Minggu 9 April 2023)	69
Gambar 4.16 Windrose Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (Senin 10 April 2023).....	70
Gambar 4.17 Dispersi CO Minggu Pagi Segmen 1	88
Gambar 4.18 Dispersi CO Sabtu Pagi Segmen 1	89
Gambar 4.19 Dispersi CO Senin Pagi Segmen 1	90
Gambar 4.20 Dispersi CO Minggu Pagi Segmen 2	93
Gambar 4.21 Dispersi CO Sabtu Pagi Segmen 2.....	94
Gambar 4.22 Dispersi CO Senin Pagi Segmen 2.....	95
Gambar 4.23 Gambar 4.23 Dispersi CO Minggu Siang Segmen 1	98
Gambar 4.24 Dispersi CO Sabtu Siang Segmen 1	99
Gambar 4.25 Dispersi CO Senin Siang Segmen 1	100
Gambar 4.26 Dispersi CO Minggu Siang Segmen 2	103
Gambar 4.27 Dispersi CO Sabtu Siang Segmen 2.....	104
Gambar 4.28 Dispersi CO Senin Siang Segmen 2.....	105
Gambar 4.29 Dispersi CO Minggu Sore Segmen 1	108
Gambar 4.30 Dispersi CO Sabtu Sore Segmen 1.....	109
Gambar 4.31 Dispersi CO Senin Sore Segmen 1.....	110
Gambar 4.32 Dispersi CO Minggu Sore Segmen 2	113
Gambar 4.33 Dispersi CO Sabtu Sore Segmen 2.....	114
Gambar 4.34 Dispersi CO Senin Sore Segmen 2.....	115
Gambar 4.35 Dispersi CO Minggu Pagi Segmen 1	118
Gambar 4.36 Dispersi CO Sabtu Pagi Segmen 1	119
Gambar 4.37 Dispersi CO Senin Pagi Segmen 1	120
Gambar 4.38 Dispersi CO Minggu Pagi Segmen 2	123
Gambar 4.39 Dispersi CO Sabtu Pagi Segmen 2.....	124
Gambar 4.40 Dispersi CO Senin Pagi Segmen 2.....	125

Gambar 4.41 Dispersi CO Minggu Siang Segmen 1	128
Gambar 4.42 Dispersi CO Sabtu Siang Segmen 1	129
Gambar 4.43 Dispersi CO Senin Siang Segmen 1	130
Gambar 4.44 Dispersi CO Minggu Siang Segmen 2	133
Gambar 4.45 Dispersi CO Sabtu Siang Segmen 2	134
Gambar 4.46 Dispersi CO Senin Siang Segmen 2	135
Gambar 4.47 Dispersi CO Minggu Sore Segmen 1	138
Gambar 4.48 Dispersi CO Sabtu Sore Segmen 1	139
Gambar 4.49 Dispersi CO Senin Sore Segmen 1	140
Gambar 4.50 Dispersi CO Minggu Sore Segmen 2	143
Gambar 4.51 Dispersi CO Sabtu Sore Segmen 2	144
Gambar 4.52 Dispersi CO Senin Sore Segmen 2	145



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara adalah unsur penting dalam kehidupan makhluk hidup. Jika kualitas udara menurun maka akan memengaruhi kehidupan makhluk hidup. Kualitas udara di lingkungan perkotaan cenderung semakin hari semakin menurun. Hal ini utamanya terjadi di kawasan perkotaan dengan mobilitas transportasi besar sehingga kepadatan lalu lintas yang tinggi. Pencemaran udara berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang dimaksud pencemaran udara ialah adanya zat, bahan dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien yang disebabkan oleh kegiatan manusia sehingga mutu udara ambien turun hingga ke tingkat tertentu yang sekaligus menyebabkan turunnya kualitas udara.

Di Indonesia, kurang lebih 70% pencemaran udara disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor menyumbang 13-14% *suspended particulate matter* (SPM), 71-89% hidrokarbon, 34-73% NO_x, dan hampir seluruh Karbon Monoksida di udara (Siburian, 2020). Dari analisis yang dilakukan Sasmita *dkk.*, (2022) menyatakan bahwa emisi yang dihasilkan kendaraan bermotor dipengaruhi oleh volume dan kecepatan rata-rata kendaraan. Volume kendaraan yang tinggi biasanya terjadi di kota-kota besar.

Kota Surabaya yang merupakan kota metropolitan dimana memiliki jumlah penduduk tinggi yang dapat menyebabkan tingginya volume lalu lintas. Jumlah kendaraan di Kota Surabaya hingga tahun 2020 sudah mencapai 3.259.661 unit dengan presentase kendaraan motor sebesar 79%, mobil sebesar 15%, dan kendaraan seperti bis truk dan transportasi sisanya sebesar 6% adalah kendaraan seperti, bis, truk, dan transportasi berat lainnya (BPS Kota Surabaya, 2020). Kondisi tersebut merupakan salah satu penyebab terjadinya kemacetan di Kota Surabaya.

Allah sendiri menjelaskan dalam Al-Quran bahwasannya udara/angin sebenarnya membawa rahmat dari Allah. Seperti yang tertera pada QS. Al Furqan Ayat 48:

وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا ۝

Artinya : “Dan Dialah yang meniupkan angin (sebagai) pembawa kabar gembira sebelum kedatangan rahmat-Nya (hujan); dan Kami turunkan dari langit air yang sangat bersih” (Kementrian Agama RI, *Alquran dan Terjemah*, 2023).

Allah yang memerintahkan para malaikat-Nya untuk meniupkan angin menggiring awan dari berbagai penjuru, sebagai pembawa kabar gembira bagi segenap manusia sebelum kedatangan rahmat-Nya berupa hujan yaitu kasih sayang kepada makhluk-Nya. Sehingga janganlah manusia membuat pencemaran udara karena udara/angin yang bersih adalah bentuk rahmat Allah.

Aktivitas manusia seringkali berlebihan sehingga tidak memperhatikan dampaknya terhadap lingkungan padahal Allah SWT Berfirman pada ayat lain yaitu dalam Al Qur'an Surat Al A'raf ayat 56 yang berbunyi:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya: ”Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi (diciptakan) dengan baik, Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dari penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan” (Kementrian Agama RI, *Alquran dan Terjemah*, 2023).

Ayat Al-Qur'an tersebut menjelaskan bahwasannya Allah melarang berbuat kerusakan. Allah telah menciptakan bumi dengan seluruh kelengkapannya sungai, lautan, daratan, hutan dan lain-lain semua digunakan

untuk keperluan manusia dan digunakan sebaik mungkin oleh karena itu, manusia dilarang melakukan kerusakan di muka bumi.

Pada saat jam sibuk mobilitas pengguna transportasi biasanya meningkat hal ini akan beriringan dengan terjadinya kemacetan lalu lintas. Beberapa faktor dapat menjadi penyebab kemacetan, diantaranya yaitu meningkatnya volume kendaraan, keterbatasan pembangunan jalan raya dan operasional transportasi umum yang belum optimal (Dahlan, 2021). Menurut Peraturan Pemerintah No. 34 Tentang Jalan Tahun 2006, jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya.

Jalan Raya Tambak Osowilangun merupakan ruas jalan yang menghubungkan antara Kecamatan Benowo dengan Kecamatan Asemrowo di Kota Surabaya. Koridor ruas jalan ini didominasi oleh guna lahan perdagangan dan jasa, khususnya pergudangan. Jalan Raya Tambak Osowilangun termasuk dalam kelas jalan nasional yang menghubungkan antara Gresik-Surabaya, selain itu jalan Tambak Osowilangun merupakan akses rute dari Gresik menuju Terminal Teluk Lamong. Sehingga jalan Raya Tambak Osowilangun ini banyak dilewati kendaraan besar pengangkut petikemas yang dapat menyebabkan terjadinya kemacetan di ruas jalan tersebut (Tanggara dkk., 2021).

Jalan MERR atau yang biasa disebut Jalan Dr. Ir. H. Soekarno merupakan ruas jalan yang menghubungkan Surabaya Utara dengan Surabaya Selatan. Jalan ini adalah jalan nasional dengan fungsi jalan sebagai kolektor primer, sehingga jalan ini digunakan sebagai penghubung antar kota di dalam satu provinsi. Di sepanjang ruas jalan ini didominasi oleh kegiatan perdagangan dan jasa seperti, *Shopping Mall*, SPBU, perkantoran, rumah makan serta permukiman. Kendaraan pribadi seperti roda 2 maupun roda 4 mendominasi ruas jalan Jalan Ir. Dr. H. Soekarno, hal ini menyebabkan kemacetan lalu lintas di ruas jalan tersebut (Alfiah & Yuliawati, 2018).

Pada dua lokasi ini memiliki fungsi tata guna lahan yang berbeda sehingga penulis ingin mengetahui estimasi dampak sebaran pencemar udara

Karbon Monoksida (CO) dari sumber garis. Manusia yang terpapar secara berlebihan dengan CO akan mengalami berbagai gangguan, seperti penurunan fungsi sistem syaraf, penurunan fungsi jantung dan paru-paru, kerusakan fungsi penglihatan, hilangnya kesadaran, dan bahkan dapat menyebabkan kematian (Mukono, 2011). Maka perlu dilakukan penelitian mengenai sebaran polutan CO untuk mengestimasi dampak yang mungkin terjadi. Salah satu cara menganalisis sebaran adalah dengan memodelkan sebaran polutan.

Dalam memprediksi penyebaran polutan CO di udara ambien salah satunya dengan menggunakan program komputer seperti Caline 4. California Line atau CALINE adalah salah satu model kualitas udara dengan sumber garis berdasarkan prinsip difusi gaussian dan dengan konsep zona pencampuran untuk memperkirakan sebaran polutan di sekitar jalan raya. Model ini dilengkapi dengan parameter penting seperti input data sumber (volume lalu lintas tiap link jalan dan faktor emisi), meteorologi dan geometri dari lokasi. Caline 4 memperkirakan konsentrasi polutan di titik perkiraan konsentrasi tersebut diterima atau disebut titik reseptor, titik ini dapat berlokasi hingga 500 m dari sumber (Benson, 1989).

Dari latar belakang tersebut maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat pencemaran karbon monoksida (CO) akibat kegiatan lalu lintas di ruas Jalan Raya Tambak Osowilangun dan Jalan Ir. Dr. H. Soekarno Suarabaya dan mengetahui bagaimana perbandingan konsentrasi Karbon Monoksida (CO) jika dilihat dari pengukuran langsung dan perhitungan pemodelan menggunakan Caline4, sehingga dapat dilakukan mitigasi pencemaran udara jika kadar karbon monoksida (CO) yang dihasilkan melebihi baku mutu menurut Peraturan Pemerintah nomor 22 tahun 2021.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah tersebut, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di ruas Jalan Tambak Osowilangun dan Jalan Ir. Dr. H. Soekarno Surabaya menggunakan *software* Caline 4?
2. Bagaimana hasil dispersi konsentrasi Karbon Monoksida (CO) model Caline-4 di ruas Jalan Tambak Osowilangun dan Jalan Ir. Dr. H. Soekarno Surabaya?
3. Bagaimana validasi model dispersi polutan Karbon Monoksida (CO) di ruas Jalan Tambak Osowilangun dan Jalan Ir. Dr. H. Soekarno Surabaya?

1.3 Tujuan

Tujuan Penelitian ini adalah:

1. Mengetahui nilai Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di ruas Jalan Tambak Osowilangun dan Jalan Ir. Dr. H. Soekarno Surabaya menggunakan *software* Caline 4
2. Menganalisis hasil dispersi konsentrasi Karbon Monoksida (CO) model Caline-4 di ruas Jalan Tambak Osowilangun dan Jalan Ir. Dr. H. Soekarno Surabaya
3. Mengevaluasi validasi model dispersi polutan Karbon Monoksida (CO) di ruas Jalan Tambak Osowilangun dan Jalan Ir. Dr. H. Soekarno Surabaya

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini adalah:

1. Bagi Instansi Pemerintah

Sebagai rekomendasi bagi pengambil kebijakan dan instansi terkait pengelolaan lingkungan hidup dan pengendalian pencemaran udara.

2. Bagi Akademisi

Menjadi kajian dan sarana data untuk meningkatkan pengetahuan dan wawasan mengenai konsentrasi karbon monoksida

serta menjadi bahan referensi penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan konsentrasi karbon monoksida.

3. Bagi Masyarakat Umum

Menjadi bahan edukasi dan kesadaran masyarakat mengenai konsekuensi dari risiko paparan karbon monoksida yang diakibatkan oleh kendaraan bermotor jika melebihi batas baku mutu.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilaksanakan Ruas Jalan Tambak Osowilangun dan Jalan Ir. Dr. H. Soekarno Surabaya.
2. Pengukuran yang dilakukan meliputi pengukuran konsentrasi karbon monoksida dan jumlah kendaraan.
3. Memodelkan konsentrasi karbon monoksida di Ruas Jalan Tambak Osowilangun dan Jalan Ir. Dr. H. Soekarno Surabaya menggunakan *software* CALINE 4.
4. Membuat sebaran konsentrasi Karbon Monoksida menggunakan *software* Surfer
5. Uji validasi menggunakan rumus *Mean Absolute Presentage Error* (MAPE)

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udara

Udara merupakan suatu pencampuran dari berbagai gas tak terlihat yang menyusun atmosfer bumi. Campuran tersebut mengandung sekelompok gas dengan konsentrasi yang tidak selalu konstan. Air dalam bentuk uap H₂O dan Karbon Dioksida (CO₂) merupakan komponen yang konsentrasinya paling bervariasi. Banyak atau sedikitnya jumlah uap air yang terkandung di udara sangat bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti cuaca dan suhu (Fardiaz, 1992).

Udara adalah kumpulan atau campuran gas yang terdiri dari sekitar 78% Nitrogen, 20% Oksigen, 0,93% Argon dan 0,03% Karbon Dioksida (CO₂). Udara mengandung Oksigen yang merupakan komponen penting bagi makhluk hidup. Komponen nitrogen adalah penyubur bagi tanaman. Udara juga melindungi bumi dari radiasi berbahaya yang berasal dari ruang angkasa. Apabila terjadi penambahan gas-gas lain yang dapat menyebabkan gangguan dan perubahan komposisi udara, maka dapat dikatakan udara telah tercemar (Astuti, 2018).

Pada ayat QS. al-Rum (30): 48 Allah berfirman:

اللَّهُ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيحَ فَتُثِيرُ سَحَابًا فَيَبْسُطُهُ فِي السَّمَاءِ كَيْفَ يَشَاءُ وَيَجْعَلُهُ
كِسْفًا فَنَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلَالِهِ فَإِذَا أَصَابَ بِهِ مَنْ يَشَاءُ مِنْ عِبَادِهِ إِذَا هُمْ
يَسْتَبْشِرُونَ

Artinya “Allah-lah yang mengirimkan angin, lalu angin itu menggerakkan awan dan Allah membentangkannya di langit menurut yang Dia kehendaki, dan menjadikannya bergumpal-gumpal, lalu engkau lihat hujan keluar dari celah-celahnya, maka apabila Dia menurunkannya kepada hamba-hamba-Nya yang Dia kehendaki tiba-tiba mereka bergembira” (Kementrian Agama RI, *Alquran dan Terjemah*, 2023).

Dalam Ayat ini, Allah memberikan penegasan bahwa hanya atas kehendak Dialah angin dapat bertiup, yaitu melalui penciptaan hukum-hukum pada udara. Di antaranya ialah udara yang bergerak dari daerah dengan tekanan udara yang tinggi ke daerah dengan tekanan udara yang lebih rendah maka terciptalah angin. Proses ini nantinya akan berujung pada pembentukan hujan.

2.2 Pencemaran Udara

Definisi pencemaran udara berdasarkan Peraturan Pemerintah no. 22 Tahun 2021 adalah masuk atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lainnya ke dalam Udara Ambien oleh kegiatan manusia sehingga melampaui Baku Mutu Udara Ambien yang telah ditetapkan. Pencemaran udara merupakan terkontaminasinya udara akibat kehadiran materi, seperti bahan kimia atau partikel dalam jumlah cukup besar yang dapat memberikan berbagai dampak buruk (Nevers, 2000). Chambers (1976) yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah bertambahkannya bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara normal yang mencapai jumlah tertentu sehingga dapat dideteksi manusia (atau dapat dihitung dan diukur) serta memberikan dampak pada manusia, binatang, tumbuhan dan material. Selain itu, pencemaran udara juga dapat dikatakan sebagai perubahan atmosfer karena masuknya bahan pencemar tersebut ke dalam atmosfer.

Di Indonesia, kurang lebih 70% pencemaran udara disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor menyumbang 13-14% *suspended particulate matter* (SPM), 71-89% hidrokarbon, 34-73% NO_x, dan hampir seluruh Karbon Monoksida di udara (Siburian, 2020). Meskipun demikian, aktivitas manusia (*anthropogenic*) atau aktivitas alami juga berperan dalam menghasilkan pencemaran udara, yang dapat dibedakan menjadi dua, yaitu pencemaran spesifik dan indikatif. Pencemaran spesifik merupakan pencemaran yang bersumber dari suatu hal yang spesifik di suatu tempat tertentu, misalnya amonia yang dihasilkan pupuk atau partikel debu yang dihasilkan dari pabrik industri semen. Sedangkan pencemaran indikatif

adalah zat pencemaran udara umum, seperti CO, NO₂ dan TSP (Vallero, 2008)

Sebaiknya kita sebagai manusia tidak melakukan kerusakan di muka bumi. Karena sudah ditegaskan dalam QS. Al-Qasas Ayat 77 Allah berfirman:

وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنْ كَمَا
أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ

Artinya : Dan carilah (pahala) negeri akhirat dengan apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu, tetapi janganlah kamu lupakan bagianmu di dunia dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi. Sungguh, Allah tidak menyukai orang yang berbuat kerusakan (Kementerian Agama RI, *Alquran dan Terjemah*, 2023).

Pada ayat ini Allah memberi nasihat untuk selalu berbuat baik pada orang lain, serta janganlah berbuat kerusakan. Sehingga kita sebagai manusia sebaiknya mengurangi berbuat kerusakan di muka bumi.

2.3 Sumber Pencemar Udara

Jenis sumber pencemar menurut Machdar, (2018) dapat dibedakan berdasarkan perilakunya di atmosfer yaitu:

1. Sumber pencemar primer,

Pencemar primer adalah saat komposisi dari bahan pencemar tidak akan terjadi perubahan di atmosfer. Perubahan bahan pencemar ini dapat berupa perubahan kimia atau fisika dengan rentang waktu yang cukup lama yaitu dari harian hingga tahunan. Komposisi bahan pencemar tidak akan berubah seperti saat awal diemisikan sumber. Contoh bahan pencemar primer adalah Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO₂), Nitrogen Dioksida (NO₂), *Total Suspended Solid* (TSP), Sulfur Dioksida (SO₂), metana, senyawa halogen, partikel logam dan lain-lain. Pencemar primer memiliki sifat stabil terhadap reaksi kimia pada

atmosfer yang menyebabkan bahan pencemar ini memiliki waktu tinggal yang lama di atmosfer

2. Sumber Pencemar sekunder,

Pencemar sekunder merupakan bahan pencemar yang berasal dari hasil reaksi di atmosfer contohnya adalah reaksi oksidasi, hidrolisis, dan reaksi fotokimia pada atmosfer.

Menurut Soedomo, (2001) sumber pencemar dapat dibedakan berdasarkan pola sebaran emisi. Sumber-sumber tersebut dibedakan menjadi lima yaitu sebagai berikut:

1. Sumber pencemar titik (*point source*)

Sumber titik adalah sumber pencemar dari suatu lokasi yang mengemisikan bahan pencemar secara berkelanjutan (kontinyu). Contoh sumber pencemar titik adalah emisi dari cerobong asap

2. Sumber pencemar garis (*line source*)

Sumber garis merupakan sumber pencemar dengan pola sebaran emisi berbentuk garis. Contoh sumber pencemar garis adalah pencemaran debu di jalan raya, emisi dari kendaraan bermotor di sepanjang jalan raya lalu pencemaran dari industri tanpa cerobong asap sehingga emisi dari industri tersebar secara memanjang

3. Sumber pencemar area (*Area Source*)

Sumber pencemar area adalah sumber pencemar yang berasal dari emisi gas dengan luasan tertentu. Contohnya adalah emisi yang berasal dari kebakaran hutan yang luas, emisi pada TPA yaitu menghasilkan gas metana (CH_4)

4. Sumber pencemar volume (*Volume Source*)

Sumber pencemar volume adalah sumber pencemar yang asalnya dari sumber dengan volume tertentu. Contohnya emisi yang dihasilkan dari sebuah bangunan yang memiliki jendela, ventilasi dan pintu.

5. Sumber pencemar puff (*Puff Source*),

Sumber pencemar puff adalah sumber pencemar dengan sifat tidak tetap atau sementara. Contohnya adalah emisi dari suatu alat produksi yang mengalami kerusakan

2.4 Dampak Pencemaran Udara

Pencemaran udara oleh gas dan partikel dapat mengakibatkan berbagai dampak buruk bagi kesehatan, terutama pada organ-organ vital dalam tubuh seperti paru-paru hingga pembuluh darah, serta dapat menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit. Lebih buruknya lagi, partikel dan debu yang mencemari udara tersebut dapat mengakibatkan timbulnya penyakit kronis seperti emfisema paru, bronkitis kronis, kanker paru-paru, serta asma bronkial. Hal tersebut dikarenakan bahan pencemar berbahaya yang telah terkandung di udara dapat dengan mudah masuk ke dalam tubuh melalui jalur pernafasan hingga ke paru-paru, dan akhirnya bahan pencemar berbahaya ini akan terserap ke dalam pembuluh darah (Mukono, 2011).

Selain menyebabkan berbagai dampak buruk bagi kesehatan manusia, terjadinya pencemaran udara juga dapat menyebabkan rusaknya lingkungan. Meningkatnya bahan pencemar di udara akan berdampak pada ekosistem, mempengaruhi produktivitas pertanian, merusak material, mengganggu estetika lingkungan. Dari beberapa dampak tersebut sektor yang paling terdampak adalah kesehatan dan kesejahteraan manusia yaitu 90% kerusakan terjadi karena pencemaran udara (Sihotang, 2010)

Bencana atau musibah yang datang menimpa manusia sebenarnya terjadi juga karena ulah manusia. Seperti yang telah dijelaskan dalam QS Asy-Syura (42):30 yang berbunyi (Kementrian Agama RI, *Alquran dan Terjemah*, 2023):

وَمَا أَصَابَكُمْ مِّنْ مُّصِيبَةٍ فَبِمَا كَسَبَتْ أَيْدِيكُمْ وَيَعْفُوا عَنْ كَثِيرٍ

Artinya: Dan apa musibah yang menimpa kamu maka adalah disebabkan oleh perbuatan tanganmu sendiri, dan Allah memaafkan sebagian

besar (dari kesalahan-kesalahanmu) (Kementrian Agama RI, *Alquran dan Terjemah*, 2023).

Pada ayat ini Allah menjelaskan bahwa musibah yang diperoleh oleh kita adalah akibat dari perbuatan kita sendiri. Begitu juga dampak pencemaran udara, musibah ini adalah akibat dari perbuatan manusia itu sendiri.

2.5 Karbon Monoksida

Karbon Monoksida (CO) terbentuk dari bahan bakar fosil atau bahan organik misal minyak tanah dan bensin yang terbakar. Dari proses pembakaran ini setiap atom karbon akan bereaksi dengan dua atom oksigen di atmosfer dan terbentuklah gas CO₂ (Karbon Dioksida). Jika dalam proses pembakaran ini tidak sempurna maka setiap karbon atom akan bereaksi dengan satu atom oksigen yang akhirnya terbentuk gas CO. Karakteristik gas CO yaitu gas ini lebih ringan dari udara, tidak berbau, tidak berwarna dan tidak berasa. Secara alami CO dapat berasal dari reaksi Hidrokarbon, metana di atmosfer (Mukono, 2011).

Karbon monoksida ini berasal dari kegiatan manusia sebagai sumber utamanya, serta dapat terbentuk secara alami di lingkungan. Gas ini juga berasal dari alam, seperti akibat kebakaran hutan, proses pengoksidasian metal di atmosfer, pegunungan, lautan, serta badai listrik alam. Sedangkan sumber CO buatan salah satunya adalah yang berasal dari kendaraan bermotor berbahan bakar bensin. Selain polusi dalam ruangan yang buruk, gas buang kendaraan bermotor inilah yang seringkali berkontribusi terhadap konsentrasi CO yang tinggi. Dalam proses pembakaran bahan bakar bermotor, penggunaan bahan bakar didistribusikan dalam berbagai bentuk, yaitu diubah menjadi CO₂ dan H₂O, dilepaskan menjadi CO, dan menjadi material partikulat karbon organik (Brimblecombe, 1986).

Gas ini merupakan bahan pencemar standar dengan emisi per tahun per kapita mencapai 100kg. Bahan pencemar ini berasal dari pembakaran bahan bakar hidrokarbon yang tidak sempurna sehingga menghasilkan CO.

Kurang lebih 70% dari semua CO berasal dari sumber bergerak (*mobile source*) yaitu umumnya berasal dari kendaraan bermotor (Machdar, 2018).

Konsentrasi CO di udara per waktu dalam satu hari sangat dipengaruhi oleh kesibukan, kegiatan, atau aktivitas kendaraan bermotor (Fardiaz, 1992). Tingkat polusi CO akan semakin tinggi apabila semakin ramainya kendaraan bermotor yang ada. Apabila manusia terpapar dengan gas pencemar berupa CO, maka secara langsung CO ini akan mengontaminasi darah (COHb), sehingga akan menyebabkan menurunnya kapasitas darah untuk mengikat oksigen di dalam tubuh. Kadar COHb dalam darah akan mengalami peningkatan apabila meningkatnya CO dan aktivitas fisik. Manusia yang terpapar secara berlebihan dengan CO akan mengalami berbagai gangguan, seperti penurunan fungsi sistem syaraf, penurunan fungsi jantung dan paru-paru, kerusakan fungsi penglihatan, hilangnya kesadaran, dan bahkan dapat menyebabkan kematian (Mukono, 2011).

2.6 Baku Mutu Udara Ambien

Indonesia telah mengatur jumlah maksimum kandungan bahan/zat di dalam udara ambien yaitu pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jika konsentrasi suatu zat/bahan pada udara ambien telah melewati baku mutu, maka bahan tersebut telah mencemari udara sehingga akan berdampak pada kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Berikut batas nilai baku mutu yang telah diatur pada PP No. 22 tahun 2021 yang dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut

Tabel 2.1 Baku Mutu Udara Ambien

No.	Parameter Pencemar	Waktu Pengamatan	Nilai Baku Mutu
1	Nitrogen Dioksida NO ₂	1 jam	200 µg/m ³
		24 jam	65 µg/m ³
		1 tahun	50 µg/m ³
2	Karbon Monoksida CO	1 jam	10000 µg/m ³
		8 jam	4000 µg/m ³
3	Sulfur Dioksida SO ₂	1 jam	150 µg/m ³
		24 jam	75 µg/m ³

No.	Parameter Pencemar	Waktu Pengamatan	Nilai Baku Mutu
		1 tahun	45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
4	Ozon O ₃	1 jam	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 jam	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		1 tahun	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
5	Hidrokarbon Non Metana NMHC	3 jam	160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
6	Partikulat Debu < 100 μg TSP	24 jam	230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Partikulat Debu < 10 μg PM ₁₀	24 jam	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		1 tahun	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Partikulat Debu < 2,5 μg PM _{2,5}	24 jam	55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 tahun		15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
7	Timbal Pb	24 jam	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Sumber : PP 22 Tahun 2021

2.7 Jalan

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 34 tahun 2006 jalan merupakan sarana dan prasarana transportasi darat yang terdiri dari berbagai bagian jalan yaitu bangunan pelengkap beserta perlengkapannya yang dimanfaatkan bagi lalu lintas, serta berada di atas dan di atas permukaan tanah maupun air, kecuali beberapa jalan tertentu seperti jalan kereta api, jalan kabel, serta jalan lori. Berikut klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya terdiri dari:

1. Jalan desa, adalah jalan umum yang berfungsi sebagai penghubung antara mdaerah, kawasan, atau pemukiman yang satu dengan yang lainnya di dalam desa, serta merupakan jalan lingkungan.
2. Jalan kota, merupakan jalan umum yang berfungsi sebagai penghubung antarpusat pelayanan dalam kota, penghubung pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menjadi penghubung antarpusat permukiman yang berada di dalam sebuah kota dalam sistem jaringan jalan sekunder.
3. Jalan kabupaten, merupakan jalan lokal yang berfungsi sebagai penghubung ibu kota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibu kota kecamatan, ibu kota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar

pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, menjadi alternatif bagi jalan provinsi dan nasional, serta merupakan jalan strategis kabupaten.

4. Jalan provinsi, merupakan yang jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang berfungsi menjadi penghubung ibu kota provinsi dengan ibu kota kabupaten/kota, atau antar ibu kota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
5. Jalan nasional, merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang berfungsi menjadi penghubung antar ibu kota provinsi, jalan tol, sert jalan strategis nasional.

2.8 Emisi Kendaraan Bermotor

2.8.1 Definisi Emisi

Berdasarkan Peraturan MENLH No. 12 Tahun 2010 yang dimaksud dengan emisi adalah suatu zat, energi dan/atau komponen lain yang didapatkan dari suatu kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke dalam udara ambien baik memiliki dan/atau tidak memiliki peluang sebagai bahan pencemar.

Emisi gas buang yang berasal dari proses pembakaran pada kendaraan bermotor merupakan salah satu sumber pencemaran udara. Emisi gas buang akan menghasilkan karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), hidrokarbon (HC), dan nitrogen oksida (NO_x). Unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan belerang umumnya terkandung dalam bahan bakar. Jika pmbakaran terjadisecara sempurna maka akan menghasilkan emisi berupa Karbon dioksida (CO₂), air (H₂O), dan udara yang tidak terlibat dalam pembakaran. Tetapi, karena pembakaran sempurna sulit dilakukan maka terdapat gas buang lain berupa CO, HC dan NO_x yang merupakan hasil dari pembakaran tidak sempurna (Hadi, 2021).

2.8.2 Definisi Kendaraan Bermotor

Kendaraan bermotor merupakan kendaraan yang memanfaatkan peralatan teknik dan mesin sebagai penggeraknya dan biasanya digunakan sebagai transportasi darat. Menurut kendaraan bermotor dapat dibagi menjadi 4 jenis, yaitu sebagai berikut:

1. Sepeda motor, merupakan alat transportasi yang memiliki dua atau tiga roda yang dilengkapi atau tidak dilengkapi rumah-rumahan.
2. Mobil penumpang, merupakan alat transportasi dengan berat < 3.500 kg yang memiliki tempat duduk maksimal 8 orang, baik tanpa maupun dengan perlengkapan bagasi.
3. Mobil bus adalah kendaraan bermotor dengan berat > 3.500 kg yang digunakan untuk mengangkut lebih dari 8 orang.
4. Mobil barang, yaitu kendaraan bermotor yang digunakan hanya untuk mengangkat barang.

Pertambahan jumlah kendaraan dengan sarana jalan yang tidak seimbang dapat berdampak pada ruas jalan di perkotaan pada jam-jam sibuk seperti pagi dan sore hari sehingga terjadi kemacetan. Kemacetan lalu lintas akan memberikan dampak buruk yang berupa polusi udara. Minyak bahan bakar fosil yang digunakan sebagai tenaga penggerak mesin kendaraan bermotor dan gas buang dari hasil pembakaran bahan bakar gas buang yang merupakan campuran dari berbagai gas dan aerosol merupakan emisi utama dari berbagai zat pencemar udara seperti karbon monoksida (CO) (Sengkesy dkk., 2011).

2.8.3 Jenis Kendaraan Bermotor

Dapat diketahui berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, yang dimaksudkan kendaraan bermotor adalah setiap kendaraan penggeraknya dengan menggunakan mekanikal mesin,

serta tidak termasuk kendaraan yang berjalan di atas rel. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2012 tentang Kendaraan terdapat jenis-jenis kendaraan bermotor yang tercantum antara lain :

1. Sepeda motor

Sepeda motor merupakan alat transportasi atau kendaraan bermotor dengan dua roda, dapat dengan atau tanpa rumah-rumah, serta dengan atau tanpa kereta samping atau kendaraan bermotor roda tiga tanpa rumah-rumah. Memiliki rodanya sebaris dan memiliki gaya giroskopik yang membuat kendaraan saat melaju dengan kecepatan tinggi tidak akan terbalik dan tetap stabil. Jika kecepatan rendah pengaturan berkelanjutan setangnya oleh pengendara memberikan kestabilan. Berdasarkan siklus langkah kerjanya, sepeda motor dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis:

- a. Motor dua langkah merupakan motor pada dua langkah piston (satu putaran) yang hasilnya adalah satu tenaga kerja.
- b. Motor empat langkah merupakan motor empat langkah piston (satu putaran) yang hasilnya adalah satu tenaga kerja.

2. Mobil penumpang

Mobil penumpang merupakan alat transportasi atau kendaraan bermotor yang mempunyai kapasitas tempat duduk maksimal delapan orang.

3. Mobil Bus

Mobil bus merupakan adalah kendaraan angkutan orang dengan kapasitas tempat duduk lebih dari delapan orang, termasuk untuk pengemudi, dengan berat lebih dari 3,5 ton.

4. Mobil Barang

Kendaraan mobil barang merupakan alat transportasi atau kendaraan bermotor yang dapat dimanfaatkan untuk

pengangkutan barang-barang dengan kapasitas yang berbeda-beda..

5. Kendaraan Khusus

Kendaraan khusus merupakan alat transportasi atau kendaraan bermotor yang memiliki perancangan khusus, serta mempunyai rancang bangun dan fungsi tertentu, diantaranya yaitu:

- a. Kendaraan khusus penyandang cacat.
- b. Alat Berat antara lain, bulldozer, traktor, mesin gilas (stoomwartz), forklift, loader, excavator, dan crane
- c. Kendaraan Bermotor Kepolisian Negara Republik Indonesia
- d. Kendaraan Bermotor Tentara Nasional Indonesia

Masing-masing jenis atau ragam kendaraan memiliki karakteristik pergerakan yang berbeda-beda, karena faktor-faktor seperti percepatan, dimensi, serta manuver yang dimiliki oleh setiap tipe kendaraan berbeda di samping pengaruh geometrik jalan. Berikut merupakan klasifikasi kendaraan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997):

Tabel 2.2 Klasifikasi Kendaraan Bermotor

No.	Jenis Kendaraan	Definisi	Contoh
1	Kendaraan Ringan (<i>Light Vehicle</i>)	Kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dengan jarak as 2 – 3 m.	Mobil penumpang, oplet, mikrobus dan <i>pick up</i> .
2	Kendaraan Berat (<i>Heavy Vehicle</i>)	Kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda.	Bus, truk 2 as, truk 3 as, truk kombinasi, dan truk kecil.

No.	Jenis Kendaraan	Definisi	Contoh
3	Sepeda Motor (<i>Motorcycle</i>)	Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda.	Sepeda motor dan kendaraan roda 3.

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

2.8.4 Faktor Jam Puncak

Pada suatu ruas jalan mempunyai keterkaitan antara volume kendaraan dan waktu. Volume lalu lintas sangat ditentukan oleh berbagai faktor aktivitas pengguna jalan seperti saat berangkat kerja, pulang kerja, dan istirahat makan, dimana pada waktu-waktu tertentu tersebut volume lalu lintas akan mencapai puncaknya.

Waktu jam puncak merupakan saat dimana pada ruas jalan mengalami lonjakan volume lalu lintas dengan rentang waktu satu jam pada saat keseluruhan waktu survey. Pada saat pengamatan pada arus lalu lintas biasanya terjadi saat arus pergi dan pulang kerja. Sehingga dari tersebut dapat diketahui arus yang paling besar disebut sebagai jam puncak. Karakteristik lalu lintas puncak pada pagi dan sore hari menjadi indikator penting yang membedakan suatu daerah perkotaan atau semi perkotaan, dimana secara umum lebih tinggi dan terdapat perubahan dalam komposisi lalu lintasnya (dengan persentase kendaraan pribadi dan sepeda motor yang lebih tinggi, dan persentase truk berat yang lebih rendah dalam arus lalu lintas). Peningkatan arus lalu lintas akan terlihat pada pemisahan arah lalu lintas (MKJI, 1997).

2.8.5 Besaran Emisi Kendaraan Bermotor

Berbagai macam senyawa kimia dapat ditemukan dalam emisi kendaraan bermotor. Jenis mesin, kondisi mengemudi, suhu operasi, alat pengendali emisi bahan bakar, serta faktor-faktor lain merupakan komposisi dari kandungan senyawa kimianya yang menjadikan pola emisi menjadi kompleks dan rumit (Kusuma,

2013). Pada dasarnya terdapat kesamaan antara jenis bahan bakar bensin, bahan bakar solar, maupun bahan bakar pencemar yang dikeluarkan oleh mesin, dimana hanya dibedakan oleh faktor proporsi, terutama perbedaan pada cara operasi mesin (Muziansyah dkk., 2015).

Jika dilihat berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Udara di Daerah nilai faktor emisi yang digunakan merupakan emisi gas yang dihasilkan kendaraan untuk kota-kota besar dan kota metropolitan di Indonesia yang penetapannya didasarkan pada kendaraan. Nilai faktor emisi tersebut dapat dilihat pada tabel di 2.3 di bawah ini.

Tabel 2.3 Nilai Faktor Emisi Kendaraan Bermotor

No.	Kategori Kendaraan Bermotor	CO g/km	HC g/km	Nox g/km	PM10 g/km	CO2 g/km	SO2 g/km
1	Sepeda Motor (MC)	14	5,9	0,29	0,24	3180	0,008
2	Mobil Bensin (LV)	40	4	2	0,01	3180	0,024
3	Mobil Solar (LV)	2,0	0,2	3,5	0,01	3172	0,44
4	Bis (HV)	11	1,3	11,9	1,4	3172	0,93
5	Truk	8,4	1,8	17,7	1,4	3172	0,82

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.12 Tahun 2010

Besaran emisi dapat ditentukan melalui persamaan berikut (Mellisa, 2007) :

$$q = \frac{\sum_i^n (EF_i \times V_i)}{T} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

q = Besaran emisi (gram/km)

EF = Faktor emisi kendaraan (gram/km)

V = Volume kendaraan (kendaraan/jam)

T = total Kendaraan

Nilai besaran emisi dalam gr/km perlu dikonversi ke dalam g/mil. Dengan ketentuan jika $1 \text{ gr/km} = 0,621 \text{ gr/mil}$

2.9 Dispersi Udara

Dispersi udara dapat dipahami sebagai suatu proses perpindahan atau pergerakan udara yang telah mengalami kontaminasi dengan sumber emisi. Bahan pencemar menyebar dalam wilayah tertentu untuk mengurangi/reduksi dari polutan yang terkandung di dalam udara yang terkontaminasi tersebut. Perpindahan ini dapat terjadi secara horizontal maupun vertical (Vesilind dkk., 2004).

Dispersi merupakan proses terjadinya aliran polutan yang kontinu terlepas dari sumbernya dan tertiuap oleh angin tetap (stady state) di atmosfer terbuka, aliran polutan tersebut akan berbelok ke bawah dan terus bergerak sesuai dengan arah rata-rata angin yang menyebarkan konsentrasi polutan dan membawanya menjauhi sumbernya (Visscher, 2014).

2.10 Faktor yang Mempengaruhi Dispersi Polutan

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi dispersi polutan di udara adalah sebagai berikut

2.10.1 Suhu Udara

Suhu udara dan kelembaban dapat memengaruhi stabilitas udara, terutama dalam proses dispersi zat pencemar. Kondisi cuaca juga berkontribusi terhadap konsentrasi pencemar di udara. Dalam penelitian yang dilakukan Andriani dkk. 2019 mejelaskan bahwa semakin tinggi suhu udara maka konsentrasi gas CO cenderung semakin menurun serta sebaliknya jika konsentrasi rendah maka konsentrasi CO akan meningkat. Hal ini dikarenakan saat suhu udara tinggi akan terjadi pemaiaan udara sehingga proses dispersi gas akan

lebih cepat. Proses dispersi yang lebih cepat ini mengakibatkan konsentrasi bahan pencemar meenurun.

2.10.2 Kecepatan dan Arah Angin

Proses dispersi polutan di udara sangat dipengaruhi oleh angin sebagai faktor utamanya karena angin dapat menyebabkan perpindahan suatu zat. Daerah penerima dispersi zat dapat ditentukan menggunakan arah angin, sedangkan dalam penentuan jangkauan daerah penerima dapat memanfaatkan kecepatan angin. Kecepatan angin dalam klimatologi disebut sebagai jarak yang dapat ditempuh oleh angin per satuan waktu, serta dinyatakan dalam satuan knot km/jam dan m/s. Faktor yang memengaruhi kecepatan angin salah satunya tekanan udara, sedangkan yang berperan sebagai faktor pendorong adalah asal dari arah kecepatan angin tersebut (Muflihah, 2018).

2.10.3 Stabilitas Atmosfer

Stabilitas atmosfer adalah klasifikasi kemampuan atmosfer dalam mencampurkan udara. Stabilitas atmosfer dianggap sebagai salah satu faktor terpenting yang mempengaruhi penyebaran dan pembuangan polutan udara, karena meningkatkan konsentrasi polutan dalam lapisan tertentu, mencegah penyebarannya (Saleh & Hassoon, 2021). Berikut klasifikasi kestabilan atmosfer berbasis caline 4

Tabel 2.4 Klasifikasi stabilitas atmosfer

Atmospheric Stability Class	Valid Wind Speed (m/s)
1	< 4,0
2	< 5
3	< 1000
4	< 1000
5	< 5,5
6	< 4,5

Atmospheric Stability Class	Valid Wind Speed (m/s)
7	<3,5

Sumber : CALINE4, 2023

2.10.4 Mixing Height

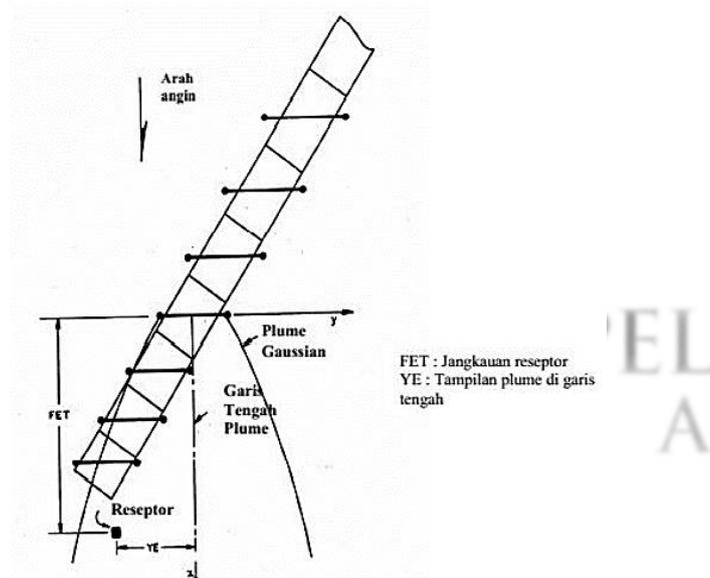
Mixing height atau tinggi lapisan pencampuran adalah lapisan dimana penyebaran polutan hanya pada lapisan ini. Bahan pencemar yang tersebar ke arah vertikal dapat mengurangi konsentrasi bahan pencemar di permukaan dasar tanah. Mixing height adalah ketinggian turbulensi yang berkaitan dengan pemanasan sinar matahari ke bumi. Ketinggian turbulensi ini dapat terjadi pada ketinggian 200 kaki hingga 10000 kaki atau 602 meter hingga 3048 meter. Pada siang hari, lapisan mixing height dapat mencapai 2 km dikarenakan kondisi udara tidak stabil. Tinggi nilai mixing height yang biasa digunakan dalam perhitungan persebaran udara pada wilayah urban atau rural umumnya berada pada ketinggian 800m (Melissa, 2007).

2.11 CALINE 4

California *Line* atau CALINE ini merupakan model kualitas udara sumber garis yang dikembangkan oleh California Department of Transportation (CALTRANS). Model CALINE 4 memiliki kinerja yang lebih baik daripada model sumber garis lainnya dan banyak digunakan untuk memprediksi emisi kendaraan di jalan raya. Model CALINE 4 adalah model dispersi kualitas udara sumber garis yang didasarkan pada persamaan difusi *Gaussian* dan menggunakan konsep zona pencampuran untuk mengkarakterisasi dispersi polutan di dekat jalan raya. CALINE 4 menggunakan serangkaian sumber garis terbatas yang setara untuk mewakili segmen jalan. Model CALINE-4 ini dilengkapi oleh elemen-elemen penting, seperti elemen kekuatan sumber (volume lalu lintas per link dan faktor emisi), meteorologi, dan geometri lokasi. CALINE-4 dapat memprediksi konsentrasi

polutan di titik reseptor (titik estimasi/ perkiraan konsentrasi tersebut diterima) yang berlokasi 500 meter dari jalan raya. Polutan yang diprediksi merupakan polutan yang secara relatif bersifat inert, seperti Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Dioksida (NO₂), dan partikel tersuspensi (Benson, 1989).

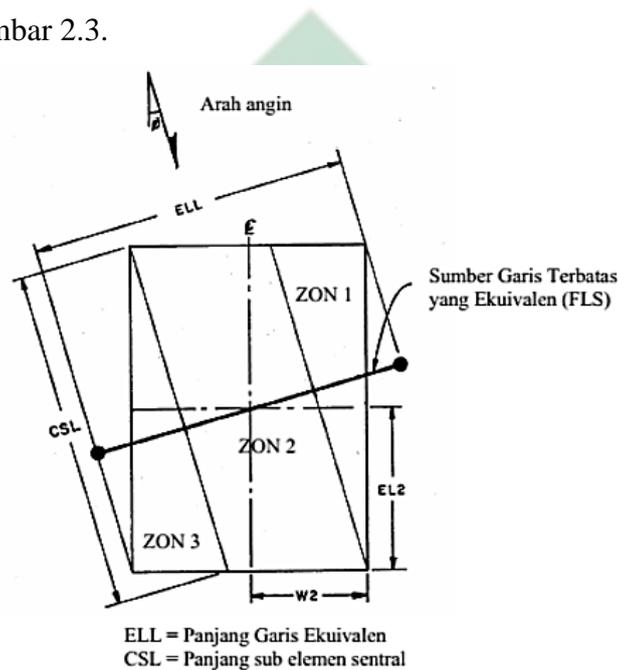
CALINE-4 bekerja dengan menjadikan sebuah jalan menjadi per *link*, tiap *link* ini adalah garis lurus dengan karakteristik emisinya masing-masing. *Link-link* tersebutlah yang akan menjadi sumber pencemar garis (*line source*) dalam perhitungan memperkirakan konsentrasi yang diterima reseptor. Setiap elemen yang dimodelkan menggunakan CALINE4 akan menjadi sumber garis tak terhingga (*Finite Line Source* - FLS) identik yang akan diposisikan tegak lurus (normal) terhadap arah angin yang berpusat di tengah elemen (seperti gambar 2.1). Sistem koordinat x-y akan disejajarkan dengan arah angin dan pusat di tengah elemen.



Gambar 2.1 Representasi Elemen Sumber Garis Terbatas

Perhitungan konsentrasi yang diterima reseptor dengan konsentrasi total adalah jumlah dari kontribusi tiap link dan konsentrasi ambien yang tidak termasuk dalam gambaran dispersi dari gaussian (Colls, 2002). Sedangkan untuk menyebarkan emisi dalam bentuk yang dapat

dirumuskan, maka elemen-elemen akan dibagi menjadi 3 sub elemen yaitu sub elemen pusat dan tambahan (ZONA 1, ZONA 2, ZONA 3). Kegunaan sub elemen ini adalah mengubah ukuran elemen dan sudut angin – jalan. Tingkat rata-rata emisi akan diasumsikan pada semua elemen agar dapat dihitung dan untuk sub elemen tambahan emisi akan dimodelkan dengan berkurang secara linear atau menuju nol pada titik akhir FLS dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.2 Sub-sub elemen

2.12 Software SURFER

Surfer adalah salah satu produk dari Golden Software, Inc. Surfer adalah salah satu *software* yang dapat digunakan dalam membuat peta kontur maupun model 3 dimensi (3D) dengan basis *grid*. *Software* surfer dapat melakukan visualisasi (*plotting*) dari tabel dengan input XYZ yang tidak beraturan menjadi lembar titik-titik persegi dengan bentuk beraturan (Budianto, 2005)

Gridding adalah suatu proses terbentuknya urutan nilai Z yang teratur dari data XYZ. Surfer dapat melakukan proses *gridding* yaitu proses pengurutan nilai Z dari input data XYZ. Proses *gridding* ini menghasilkan

file *grid* yang akan tersimpan dalam format file.grd (Aini dkk., 2018). Menurut Sartika, 2011 terdapat beberapa *software* selain Surfer, yang bisa digunakan dalam pembuatan peta kontur contohnya Autocad, Global Mapper dan ArcMap. Namun *Software* Surfer sendiri memiliki kelebihan diantara lainnya yaitu:

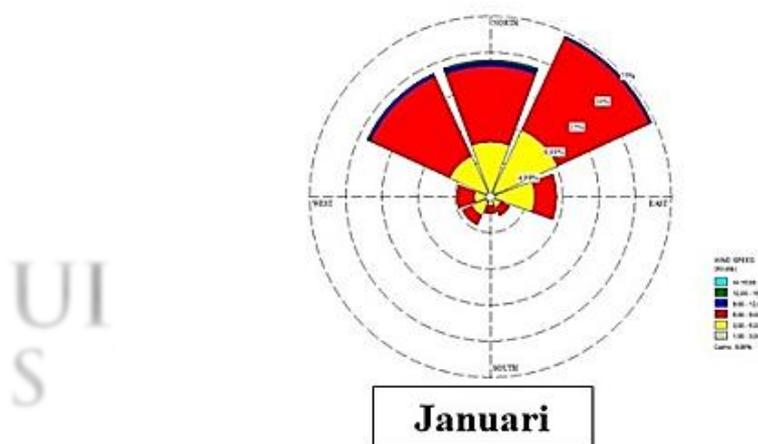
1. Penggambaran kontur pada Surfer dapat dari input worksheet sehingga memudahkan penggambaran kontur.
2. Melakukan pemetaan/grid pada Surfer juga dapat dilakukan menggunakan dokumen excel
3. Software Surfer lebih banyak digunakan dalam pembuatan peta kontur
4. Surfer dapat melakukan *gridding methode*. Fitur ini akan berguna dalam menghasilkan peta kontur yang lebih akurat
5. *Interface software* Surfer yang lebih mudah dipahami.

Dalam studi atau penelitian kualitas udara, *software* surfer dapat digunakan untuk mengetahui sebaran suatu polutan atau polutan di suatu wilayah, yaitu suatu kajian atau tempat penelitian. Elemen utama yang dimasukkan untuk menentukan pola sebaran polutan adalah elemen koordinat dan konsentrasi polutan, sehingga koordinat X dan Y adalah koordinat lokasi *reseptor*, sedangkan Z adalah konsentrasi polutan sehingga dapat ditampilkan pada peta distribusi bahan pencemar atau polutan di suatu daerah. (Abdullah, 2018).

2.13 *Windrose* (Mawar Angin)

Windrose adalah salah satu model penyajian kecepatan angin dan arah angin dalam beberapa waktu. *Windrose* sangat berguna dalam melihat arah kecenderungan angin. Data yang dibutuhkan dalam membuat *windrose* adalah waktu pengukuran, kecepatan angin dan arah angin. arah jatuhnya polutan dari suatu emisi yang terbawa angin dapat diprediksi berdasarkan *windrose*, demikian juga kondisi pergerakan awan sangat dipengaruhi frekuensi, distribusi dan kecepatan angin yang dapat dibaca pada *windrose* (Cahyono, 2017).

Software WRPLOT View berbasis Windows dapat dimanfaatkan untuk memunculkan tampilan grafis dan perhitungan *windrose* yang mendeskripsikan variable meteorologi dalam rentang waktu dan tanggal sesuai dengan kebutuhan pengguna. Frekuensi kejadian angin pada tiap kelas kecepatan angin dan tiap arah mata angin pada waktu serta lokasi tertentu dapat digambarkan oleh wind rose. *Windrose* juga dapat dimanfaatkan untuk memberikan tampilan grafik dari kecenderungan arah Bergeraknya angin pada suatu daerah atau wilayah tertentu. Perhitungan *windrose* tidak selalu mewakili pergerakan riil angin di suatu daerah atau wilayah tersebut, hal ini dikarenakan adanya pengaruh dari faktor-faktor seperti kelerengan lokal, jangkauan alat, kemungkinan efek pesisir, serta variabilitas temporal angin. Penggunaan *software* WRPLOT View dapat digunakan untuk membuat grafik frekuensi distribusi arah dan kecepatan angin. Berdasarkan rumus yang sudah ada, Potensi Energi Angin secara matematis dapat diperhitungkan.



Sumber: Saragih & Siregar, 2021

Gambar 2.3 Windrose (mawar angin)

2.14 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan penelitian mengacu pada penelitian-penelitian terdahulu sebagai berikut disajikan pada tabel 2.5

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Shwe Sin Ko Ko1, Ranjna Jindal, Win Trivitayanurak, Kraichat Tantrakarnapa, and Nawatch Surinkul (2022)	<i>Simulation of PM2.5 Concentrations around the Proposed Yangon Outer Ring Road (Eastern Section) in Myanmar Using CALINE 4 Model</i>	Penulis menggunakan model CALINE4 untuk meestimasikan sebaran polutan dan dibandingkan dengan konsentrasi di stasiun pengamatan. Konsentrasi tertinggi yang diamati di stasiun pengamatan selama 7 hari sebesar 176,17 µg/m ³ di titik 1. Lalu diuji statistika anantara nilai perkiraan konsentrasi dan nilai sesungguhnya menggunakan Correlation (r^2), Fractional bias (FB), Normalized mean square error (NMSE) mengasilkan bahwa konsentrasi berada dalam batas penerimaan. Oleh karena itu, model CALINE 4 memuaskan dalam mensimulasikan PM2.5 (Sin Ko Ko dkk., 2022).
2.	Aryo Sasmita, Muhammad Reza, Shinta Elystia, Syarah Adriana (2022)	Analisis Pengaruh Kecepatan Dan Volume Kendaraan Terhadap Emisi Dan Konsentrasi Karbon Monoksida Di Jalan Jenderal Sudirman, Kota Pekanbaru	Para peneliti melakukan penelitian ini dilakukan di Jalan Jenderal Sudirman yang memiliki kepadatan kendaraan tertinggi di Kota Pekanbaru. Jumlah kendaraan terbanyak dihari selasa, kecepatan kendaraan rendah yaitu sebesar 14,48 km/jam konsentrasi CO di udara ambien dari hasil sampling tertinggi yaitu 22.789,37 µg/Nm ³ . Sehingga jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan, dan emisi CO memiliki hubungan yang berbanding lurus. Jumlah kendaraan yang semakin banyak maka kecepatan kendaraan semakin rendah serta konsentrasi CO meningkat (Sasmita dkk., 2022).
3.	Sri Santi Seran, Sebastianus Baki Henong, Octovianus Edvict Semiun, Agustinus H. Pattiraja (2022)	Analisis Pencemaran Udara di Simpangan Bersinyal menggunakan Box Model (Studi Kasus Simpang Bersinyal Jl. Frans Seda)	Untuk parameter CO, SO ₂ , NO ₂ , HC, dan PM ₁₀ , total kendaraan menghasilkan CO sebesar 116.546 g/m ³ , SO ₂ sebesar 137.022 g/m ³ , NO ₂ sebesar 5.866 g/m ³ , HC sebesar 136.666 g/m ³ , dan PM ₁₀ sebesar 899.622 g/m ³ . Hasil pemantauan kualitas udara yang telah dilakukan di Kota Kupang menunjukkan bahwa secara keseluruhan baku mutu udara ambien masih terpenuhi, namun hanya pada beberapa titik pemantauan yang nilai parameter kualitas udara berada di atas standar tersebut dan pada saat-saat tertentu terjadi kepadatan penduduk yang tinggi (Seran dkk., 2022).

No	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
4.	Siti Anugrah Mulya Putri Ofrial, Ahmad Zakaria, Dwi Herianto, Febriyan Dwi Wisena 2020	Pemodelan dispersi udara ambien oleh polutan karbon monoksida sektor transportasi di kota Bandar Lampung	Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah gaussisn line source lalu dilakukan analisa dispersi CO dengan Software Octave. Dari grafik perbandingan kadar CO antara bensin dan solar menunjukkan bahwa kadar karbon monoksida pada kendaraan berbahan bakar bensin lebih besar dari solar. Nilai CO tergantung proses pembakaran (Ofrial dkk., 2020).
5.	Indushri, Saraswati, dan Mohammed Siraj Ansari (2020)	<i>Influence Of Vehicular Traffic On Urban Air Quality- Coimbatore City</i>	Para peneliti melakukan penelitian mengenai pengaruh lalu lintas kendaraan terhadap kualitas udara dengan memodelkan menggunakan CALINE4. Dari hasil pemodelan didapatkan nilai particulate matter, SO ₂ , CO dan NOx tertinggi adalah 384 µg/m ³ , 53 µg/m ³ , 2,5 mg/m ³ dan 81 µg/m ³ . Lalu konsentrasi ini dibandingkan dengan konsentrasi monitoring lapangan dan mendapatkan hasil bahwa konsentrasi CO yang diamati di lalu lintas kurang lebih mendekati nilai yang diprediksi menggunakan CALINE4 (Indushri dkk., 2020).
6.	Ruslan Wirosedarmo, Bambang Suharto, Dita Endah Proborini (2020)	Analisis Pengaruh Jumlah Kendaraan Bermotor dan Kecepatan Angin Terhadap Karbon Monoksida di Terminal Arjosari	Peneliti melakukan pengambilan sampel dengan menggunakan metode purposive sampling dengan titik pengambilan sampel yaitu pintu masuk bus (PMB) dan pintu masuk mobil pribadi (PMM). Konsentrasi CO berdasarkan titik pengambilan sampel memiliki perbedaan yang signifikan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41/1999 dan Peraturan Gubernur Jawa Timur No 10/2009, konsentrasi CO yang diperoleh berada di bawah baku mutu. Jumlah kendaraan berpengaruh sebesar 71,35% terhadap konsentrasi CO pada PMB dan 59,63% pada PMM dengan hubungan yang berbanding lurus. Kecepatan angin mempengaruhi konsentrasi CO sebesar 61,68% pada PMB dan 42,28% pada PMM dengan hubungan terbalik (Wirosedarmo dkk., 2020).
7.	Qinghai Yang, Henggen Shen, and Zhen Liang (2020)	<i>Analysis Of Particulate Matter And Carbon Monoxide Emission Rates From Vehicle In A Shanghai Tunnel</i>	Pada lokasi penelitian yaitu Shanghai, faktor emisi CO, PM _{2.5} , dan PM ₁₀ kendaraan ringan menurun, dan faktor emisi CO turun pada tingkat yang relatif konsisten setiap tahun sebagai akibat dari kualitas bahan bakar dan aturan emisi kendaraan yang lebih ketat. Konsentrasi CO dalam uji terowongan Shanghai hanya sekitar 20% dari nilai yang

No	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			ditentukan, secara substansial lebih rendah dari nilai proyeksi normal desain ventilasi terowongan (Yang dkk., 2020)
8.	Slamet Isworo, Poerna Sri Oetari, Indah Noor Alita dan Tozan Ajie (2019)	The Prediction of Air Quality Status: Carbon Monoksida (CO), Nitrogen Dioxide (NO ₂) and Total Suspended Particulate in Mobilization Stage of Railroad Construction Plan Kedundang Station and Yogyakarta New Airport Station	Para peneliti ingin mengetahui prediksi kualitas udara (CO, NO ₂ dan TSP) pada jalur mobilisasi konstruksi jalan kereta api dan stasiun bandara dengan menggunakan metode Caline4. Hasil prediksi menyatakan bahwa pada area studi kondisi kualitas udara dalam kondisi baik. Nilai NO ₂ berada dalam angka antara 11-12 serta nilai TSP berada di angka 4 - 12 keduanya dalam kategori baik. Parameter carbon dioksida juga memiliki nilai ISPU 2 yang termasuk dalam kategori baik (Isworo dkk., 2019).
9.	Shobhan Majumder (2019)	<i>Emission load distribution and prediction of NO₂ and PM₁₀ using ISCST3 and CALINE4 line source modeling</i>	Dalam penelitian ini peneliti ingin membandingkan sebaran polutan (NO ₂ dan PM ₁₀) menggunakan model ISCST3 dan Caline4. Saat musim dingin ISCST3 dan CALINE4 hasil prediksi konsentrasi NO ₂ yaitu masing-masing 9–25 µg/m ³ dan 10–40 µg/m ³ . Untuk konsentrasi PM ₁₀ antara 18-43 µg/m ³ . Konsentrasi maksimum ditemukan di dekat Reseptor (R1-3). Hasil prediksi NO ₂ dan PM ₁₀ yang dibuat oleh model ISCST3 dan CALINE4 menunjukkan variasi yang signifikan (Majumder, 2019)
10.	Norry Levi Purnama, Yushardi, Agus Abdul Gani 2018	Monitoring Karbon Monoksida (Co) Dan Parameter Meteorologis Di Terminal Tawang Alun Kabupaten Jember	Hasil pemantauan parameter karbon monoksida dan meteorologi, diperoleh konsentrasi karbon monoksida tertinggi terjadi pada siang hari namun berangsur-angsur menurun pada sore hingga larut malam ketika suhu turun dan kelembaban udara meningkat. Berbeda dengan jumlah kecepatan angin yang menunjukkan pola distribusi linier seiring perubahan waktu. Hasil rata-rata pengukuran karbon monoksida pada hari libur adalah 71.000-158.000 µg / Nm ³ pada hari kerja 62.000-69.000 µg /Nm ³ . Nilai ini di atas baku mutu udara ambien untuk gas karbon monoksida adalah 30.000 µg/Nm ³ . Besaran kandungan karbon monoksida dipengaruhi oleh volume kendaraan dengan laju regresi sebesar 82,3% (Purnama dkk., 2018).

Sumber: Diambil dari Beberapa Sumber, 2023

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

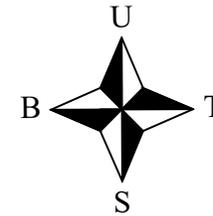
Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian deskriptif merupakan metode penelitian yang ditinjau berdasarkan tingkat ekplanasi dimana penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui nilai variabel independen (variabel yang mempengaruhi) tanpa membuat perbandingan antara variabel satu dengan yang lainnya (Kurniawan & Zarah, 2016).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif. Metode kuantitatif adalah jenis penelitian dengan struktur yang jelas, terencana dan sistematis dari awal hingga akhir. Penelitian kuantitatif juga merupakan penelitian yang banyak menggunakan angka mulai dari interpretasi data, pengumpulan data, hingga hasilnya (Siyoto & Sodik, 2015)

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di sekitar ruas Jalan Tambak Osowilangun Surabaya dan Dr. Ir. H. Soekarno Surabaya yang memiliki 2 jalur dengan total titik pengamatan sebanyak 8 titik. Titik pengamatan dipilih berdasarkan pertimbangan lokasi yang sesuai dengan kriteria pengambilan data yaitu adanya bukaan jalan yang berpengaruh terhadap volume kendaraan yang melewati jalan tersebut.

Penelitian ini dilakukan selama 5 bulan yaitu mulai tanggal Maret sampai dengan Juli 2023. Penelitian dimulai dari pengambilan persiapan hingga penulisan laporan akhir.



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN
TEKNOLOGI
UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

JUDUL GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian 1

KETERANGAN

-  Titik Pengamatan
-  Jalan Tambak Osowilangun

SUMBER

Google Earth, 2023

DIBUAT OLEH

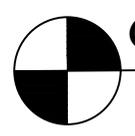
FADILAH DWI K. A.
H95219044

DOSEN PEMBIMBING

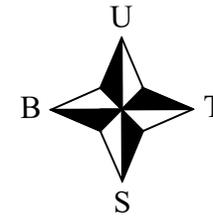
IDA MUNFARIDA, M.Si, M.T
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN

46



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian 1
NTS



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN
TEKNOLOGI
UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

JUDUL GAMBAR

Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian 2

KETERANGAN

-  Titik Pengamatan
-  Jalan Dr. Ir. H. Soekarno

SUMBER

Google Earth, 2023

DIBUAT OLEH

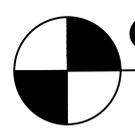
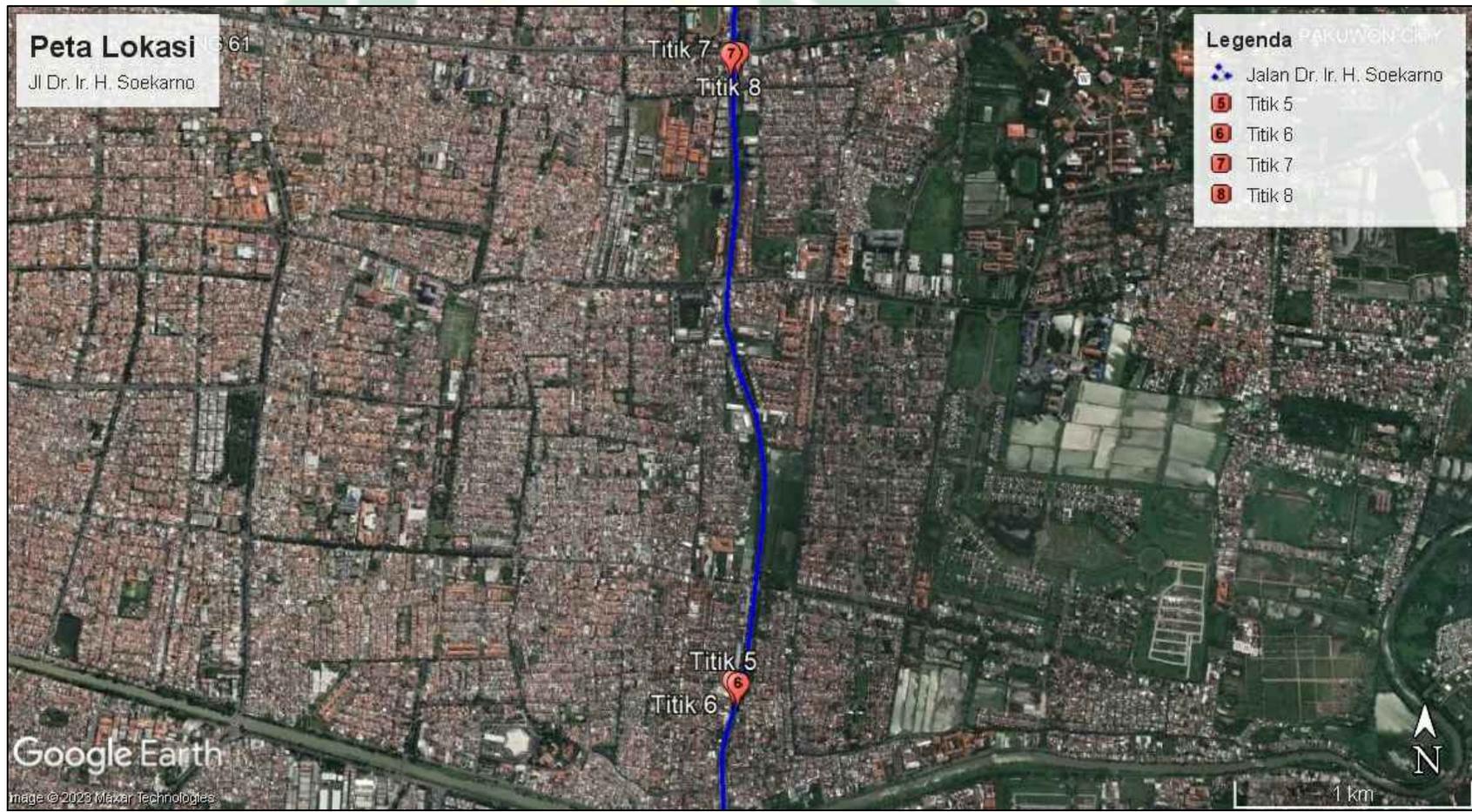
FADILAH DWI K. A.
H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si, M.T
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN

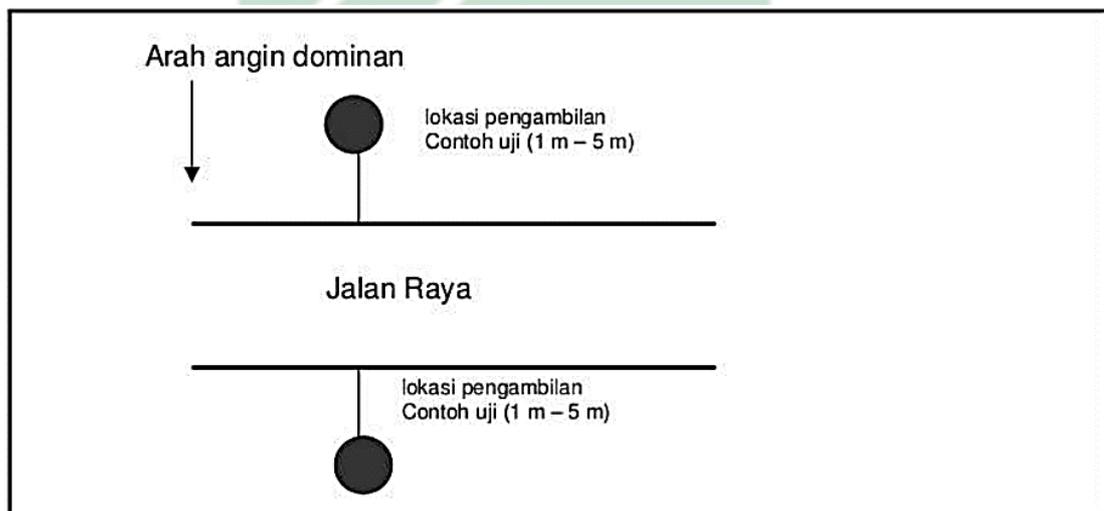
47



Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian 2
NTS

3.2.1 Lokasi Pengambilan Sampel

Penentuan lokasi pengambilan sampel pada penelitian ini mengacu pada SNI 19-7119-2005 bagian 9 mengenai penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara *roadside*. Pemilihan titik lokasi harus mewakili daerah ruas jalan sehingga dapat menggambarkan kondisi kualitas udara pada ruas Jalan Tambak Osowilangun dan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno. Penentuan lokasi titik sampling mengacu pada Gambar 3.3 sesuai dengan SNI 19-7119.9-2005 berikut:

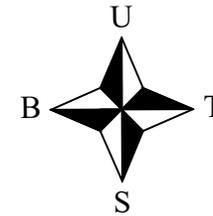


Gambar 3.3 Peta Penentuan Titik Sampling Pemantauan Kualitas Udara *Roadside*

(Sumber: SNI 19-7119.9-2005, 2005)

Pengambilan sampel juga mengacu pada SNI 19-7119.6.9-2005 bagian 6 tentang Penentuan Lokasi Pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara ambien yang perlu diperhatikan dalam penentuan lokasi titik sampel adalah data yang didapat harus mewakili daerah yang sedang dipantau. Berdasarkan ketentuan diatas maka terdapat 8 titik lokasi untuk pengambilan sampel yang dapat mewakili Ruas Jalan Tambak Osowilangun dan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno. Berikut merupakan klasifikasi lokasi titik sampling penelitian:

1. Lokasi titik sampel 1 terletak di Jalan Tambak Osowilangun dengan koordinat $7^{\circ}13'33.11''\text{S}$, $112^{\circ}39'57.60''\text{T}$ sumber emisi berasal dari kendaraan Jalan Margomulyo dan jalan Kalianak
2. Lokasi titik sampel 2 terletak di Jalan Tambak Osowilangun dengan koordinat $7^{\circ}13'33.22''\text{S}$, $112^{\circ}39'57.10''\text{T}$ sumber emisi berasal dari Jalan Margomulyo dan jalan Kalianak
3. Lokasi titik sampel 3 terletak di Jalan Tambak Osowilangun dengan koordinat $7^{\circ}12'44.53''\text{S}$, $112^{\circ}39'10.4''\text{T}$ sumber emisi berasal dari Jalan Margomulyo, jalan Romokalisari dan jalan Kalianak
4. Lokasi titik sampel 4 terletak di Jalan Tambak Osowilangun dengan koordinat $7^{\circ}12'44.40''\text{S}$, $112^{\circ}39'10.72''\text{T}$ sumber emisi berasal dari Jalan Margomulyo, jalan Romokalisari dan jalan Kalianak
5. Lokasi titik sampel 5 terletak di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno dengan koordinat $7^{\circ}18'20.72''\text{S}$, $112^{\circ}46'50.98''\text{T}$ sumber emisi berasal dari Jalan Kedung Baruk, Jalan Semolowaru
6. Lokasi titik sampel 6 terletak di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno dengan koordinat $7^{\circ}18'21.09''\text{S}$, $112^{\circ}46'51.67''\text{T}$ sumber emisi berasal dari Jalan Kedung Baruk, Jalan Semolowaru
7. Lokasi titik sampel 7 terletak di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno dengan koordinat $7^{\circ}16'54.22''\text{S}$, $112^{\circ}46'50.65''\text{T}$ sumber emisi berasal dari Jalan Kertajaya, Jalan Arief Rahman Hakim dan Jalan Mulyorejo
8. Lokasi titik sampel 8 terletak di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno dengan koordinat $7^{\circ}16'54.06''\text{S}$, $112^{\circ}46'51.64''\text{T}$ sumber emisi berasal dari Jalan Kertajaya, Jalan Arief Rahman Hakim dan Jalan Mulyorejo



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS SAINS DAN
 TEKNOLOGI
 UIN SUNAN AMPEL
 SURABAYA

JUDUL GAMBAR

Gambar 3.4 Detail Lokasi Pengamatan 1

KETERANGAN

-  Titik Pengamatan
-  Jalan Tambak Osowilangun
-  Area Reseptor

SUMBER

Google Earth, 2023

DIBUAT OLEH

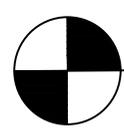
FADILAH DWI K. A.
 H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si, M.T
 AMRULLAH, M.Ag

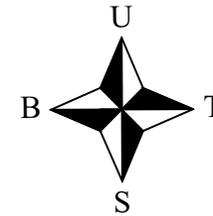
HALAMAN

50



Gambar 3.4 Detail Lokasi Pengamatan 1

NTS



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS SAINS DAN
 TEKNOLOGI
 UIN SUNAN AMPEL
 SURABAYA

JUDUL GAMBAR

Gambar 3.5 Detail Lokasi Pengamatan 2

KETERANGAN



Titik Pengamatan



Jalan Tambak Osowilangun



Area Reseptor

SUMBER

Google Earth, 2023

DIBUAT OLEH

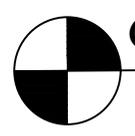
FADILAH DWI K. A.
 H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si, M.T
 AMRULLAH, M.Ag

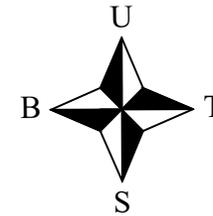
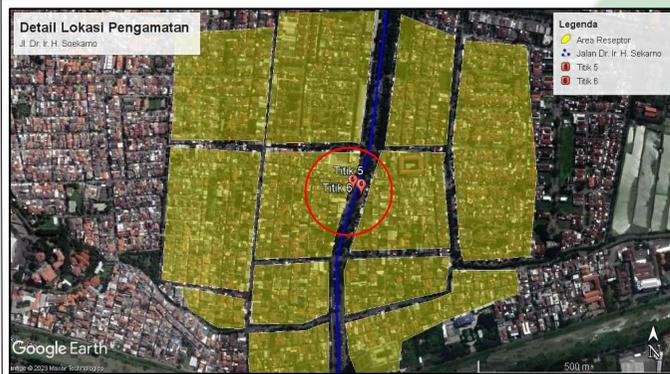
HALAMAN

51



Gambar 3.5 Detail Lokasi Pengamatan 2

NTS



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS SAINS DAN
 TEKNOLOGI
 UIN SUNAN AMPEL
 SURABAYA

JUDUL GAMBAR

Gambar 3.6 Detail Lokasi Pengamatan

KETERANGAN

-  Titik Pengamatan
-  Jalan Dr. Ir. H. Soekarno
-  Area Reseptor

SUMBER

Google Earth, 2023

DIBUAT OLEH

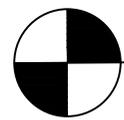
FADILAH DWI K. A.
 H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si, M.T
 AMRULLAH, M.Ag

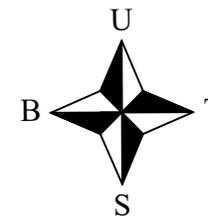
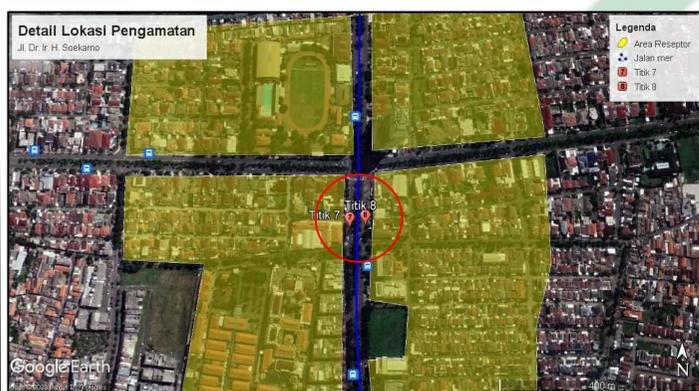
HALAMAN

52



Gambar 3.6 Detail Lokasi Pengamatan 3

NTS



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS SAINS DAN
 TEKNOLOGI
 UIN SUNAN AMPEL
 SURABAYA

JUDUL GAMBAR

Gambar 3.7 Detail Lokasi Pengamatan 4

KETERANGAN

 Titik Pengamatan

 Jalan Dr. Ir. H. Soekarno

 Area Reseptor

SUMBER

Google Earth, 2023

DIBUAT OLEH

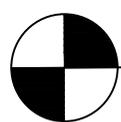
FADILAH DWI K. A.
 H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si, M.T
 AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN

54



Gambar 3.7 Detail Lokasi Pengamatan 4

NTS

3.2.2 Waktu Pengambilan Sampel

Waktu pengambilan sampel karbon monoksida (CO) pada penelitian ini mengacu pada peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010. Sehingga, pengukuran konsentrasi CO dilakukan dengan durasi sampling 1 jam ditinjau dari Peraturan Menteri LH Nomor 12 tahun 2010. Pembagian interval waktu pengukuran konsentrasi CO di tiap titik sampling adalah sebagai berikut:

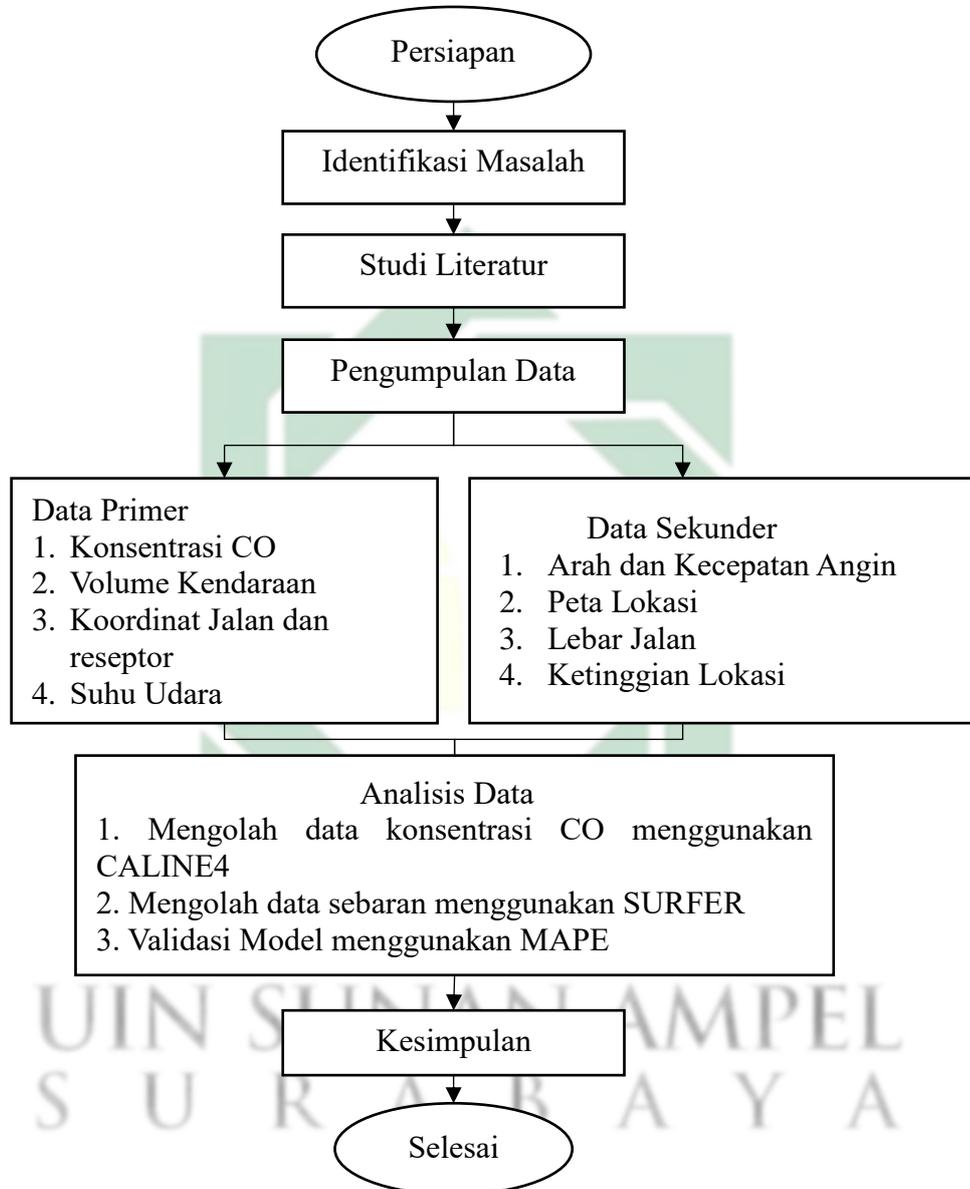
- a. Waktu Pagi hari pada jam 06.00-09.00
- b. Waktu Siang hari pada jam 12.00-14.00
- c. Waktu Sore hari pada jam 16.00-18.00

Pengukuran konsentrasi CO selama 3 hari dengan 2 hari libur dan 1 hari kerja tepatnya pada hari Sabtu sebagai representatif hari setengah kerja dan setengah libur, hari Minggu sebagai representatif hari libur, dan hari Senin sebagai representatif hari kerja (Maharani, 2019). Untuk waktu pengukuran sampel kendaraan juga mengikuti waktu pengambil sampel Karbon Monoksida. Melakukan pengambilan data jumlah kendaran dan konsentrasi CO dilakukan pada jam puncak, hal ini dikarenakan CO yang dihasilkan pada jumlah kendaraan yang maksimal memiliki nilai terbesar (Sasmita dkk., 2022). Waktu jam puncak merupakan saat dimana pada ruas jalan mengalami lonjakan volume lalu lintas dengan rentang waktu satu jam pada saat keseluruhan waktu survey. Pada saat pengamatan pada arus lalu lintas biasanya terjadi saat arus pergi dan pulang kerja (MKJI, 1997).

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dapat dilihat dalam diagram alir penelitian. Diagram ini merupakan gambaran proses penelitian yang terdiri dari beberapa tahap yaitu ide penelitian, studi literatur, pengumpulan data, analisis

data, pembahasan, hingga kesimpulan dan saran. Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.8 berikut



Gambar 3.8 Diagram Alir Prosedur Penelitian

3.3.1 Persiapan Penelitian

Persiapan adalah tahap awal dengan mengumpulkan penelitian terkait atau penelitian terdahulu tentang topik penelitian, kemudian mengamati lokasi penelitian yang akan dilakukan dan melakukan prosedur pengelolaan untuk persetujuan penelitian kepada pihak terkait. Pada tahap awal dilakukan survey awal untuk mengetahui seberapa dekat jalan dengan lokasi pemukiman warga.

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian adalah tahap yang dilakukan setelah melakukan persiapan penelitian. Kegiatan yang dilakukan pada tahap pelaksanaan penelitian adalah pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian, yaitu:

1. Data Primer

Data primer diperoleh secara langsung dengan mengambil sampel setiap parameter yang diuji, dalam penelitian ini data yang dibutuhkan adalah konsentrasi CO, suhu udara, jumlah kendaraan serta koordinat jalan dan reseptor. Berikut data primer yang ditampilkan dalam tabel 3.2

Tabel 3.1 Data Primer Penelitian

No.	Data Primer	Metode	Sumber
1.	Konsentrasi CO	Menggunakan alat CO analyzer	(Kurniawan, A., 2019)
2.	Suhu Udara	Menggunakan alat CO analyzer	(Ruviana dkk., 2021)
3.	Jumlah Kendaraan	Menggunakan aplikasi Traffic Counter	(Sasmita dkk., 2022)
4.	Koordinat jalan dan reseptor	Menggunakan GPS	(Ilham, 2021)

Sumber: Diambil dari Berbagai Sumber, 2023

2. Data Sekunder

Data Sekunder merupakan data yang didapat dari beberapa literatur dan sumber terkait. Data sekunder pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

No.	Data Sekunder	Sumber
1.	Arah dan Kecepatan Angin	Diambil dari web (www.accuweather.com)
2.	Peta Lokasi	Google Earth, 2023
3.	Lebar Jalan	Dinas Sumber Daya Air dan Bina Marga Kota Surabaya
4.	Ketinggian Lokasi	Digital Elevation Model dari Badan Informasi Geospasial tahun 2018

Sumber: Diambil dari Berbagai Sumber, 2023

3. Teknik Pengambilan Sampel

Sampel yang diambil dalam penelitian ini adalah konsentrasi CO, kecepatan angin dan jumlah kendaraan bermotor. Untuk sampel konsentrasi CO dan kecepatan angin menggunakan metode otomatis yaitu dengan menggunakan alat *CO Analyzer* (konsentrasi CO), sedangkan untuk perhitungan jumlah kendaraan menggunakan *traffic counter*.

a. Pengambilan Sampel CO

Pengambilan sampel konsentrasi CO dengan metode pembacaan langsung (real time sampling) menggunakan alat *CO analyzer* sebagai alat ukur. Alat ini menggunakan sistem sensor yang peka terhadap konsentrasi CO. Prinsip kerja alat ini adalah jika ada keberadaan konsentrasi CO maka sensor alat ini akan mendeteksi keberadaan konsentrasi CO dan secara otomatis menunjukkan nilai Konsentrasi CO dalam bentuk ppm pada

layarnya. Berikut merupakan alat *CO Analyzer* yang dapat dilihat pada Gambar 3.9



Gambar 3.9 CO Analyzer

Hasil perhitungan *CO analyzer* akan mengeluarkan data dengan satuan ppm, hasil pengukuran tersebut harus diubah ke dalam satuan $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ untuk dapat dibandingkan dengan baku mutu terkait. Nilai Konsentrasi CO dalam satuan $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Mihelcic, 1999):

$$\mu\text{g}/\text{m}^3 = \text{ppm} \times MW \times \frac{1000P}{RT}$$

UIN SUNAN AMPEL Rumus (2)
S U R A B A Y A

Dimana:

- MW = Berat Senyawa CO
- R = Konstanta Gas universal (0,0821)
- T = Temperatur °K

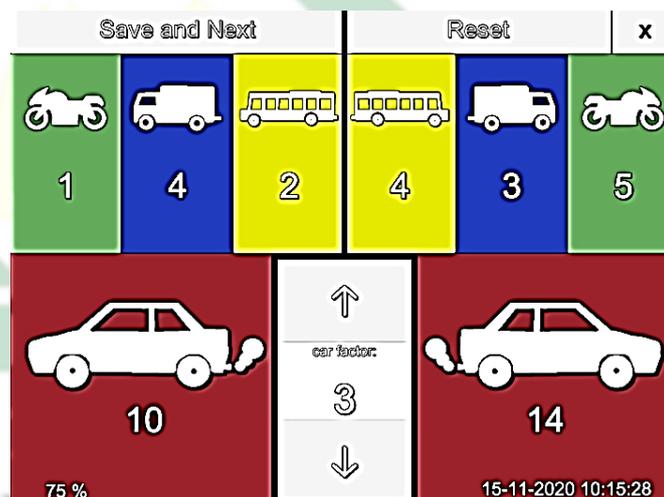
b. Pengambilan Data Kendaraan Bermotor

Jumlah kendaraan dikumpulkan secara manual dengan mencatat setiap kendaraan yang melewati lokasi titik sampel dengan mewakili periode sampling dengan waktu

satu jam sampling. berikut merupakan jenis kendaraan bermotor yang akan dihitung:

- Sepeda motor,
- Kendaraan ringan (mobil),
- Kendaraan berat (bus dan truck).

Data jumlah kendaraan dapat diketahui dengan melakukan perhitungan langsung terhadap jumlah kendaraan yang melewati lokasi studi dengan bantuan aplikasi *Traffic Counter* (Sasmita dkk., 2022). Berikut tampilan aplikasi *Traffic Counter*



Gambar 3.10 Tampilan Aplikasi Traffic Counter

Jenis kendaraan yang dihitung meliputi sepeda motor, kendaraan ringan, kendaraan berat. Data kendaraan yang sudah didapat akan dihitung besaran emisinya menggunakan faktor emisi.

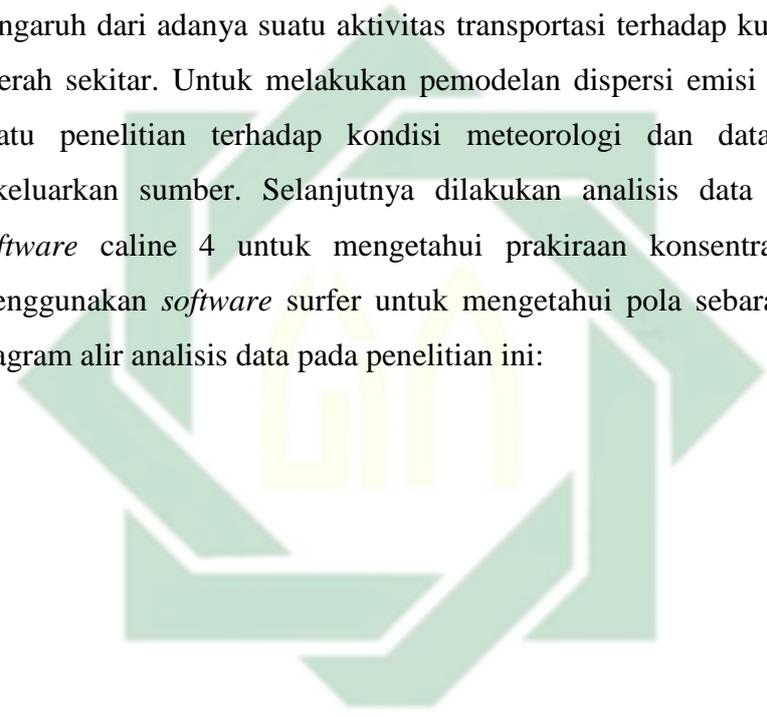
3.3.3 Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan merupakan langkah akhir yang dilakukan pada penelitian ini. Kegiatan yang dilakukan pada penyusunan laporan ini yaitu meliputi evaluasi data dan pembahasan dari hasil evaluasi data yang dilakukan mengenai temayang diambil pada penelitian ini. Penyusunan laporan dilakukan secara sistematis

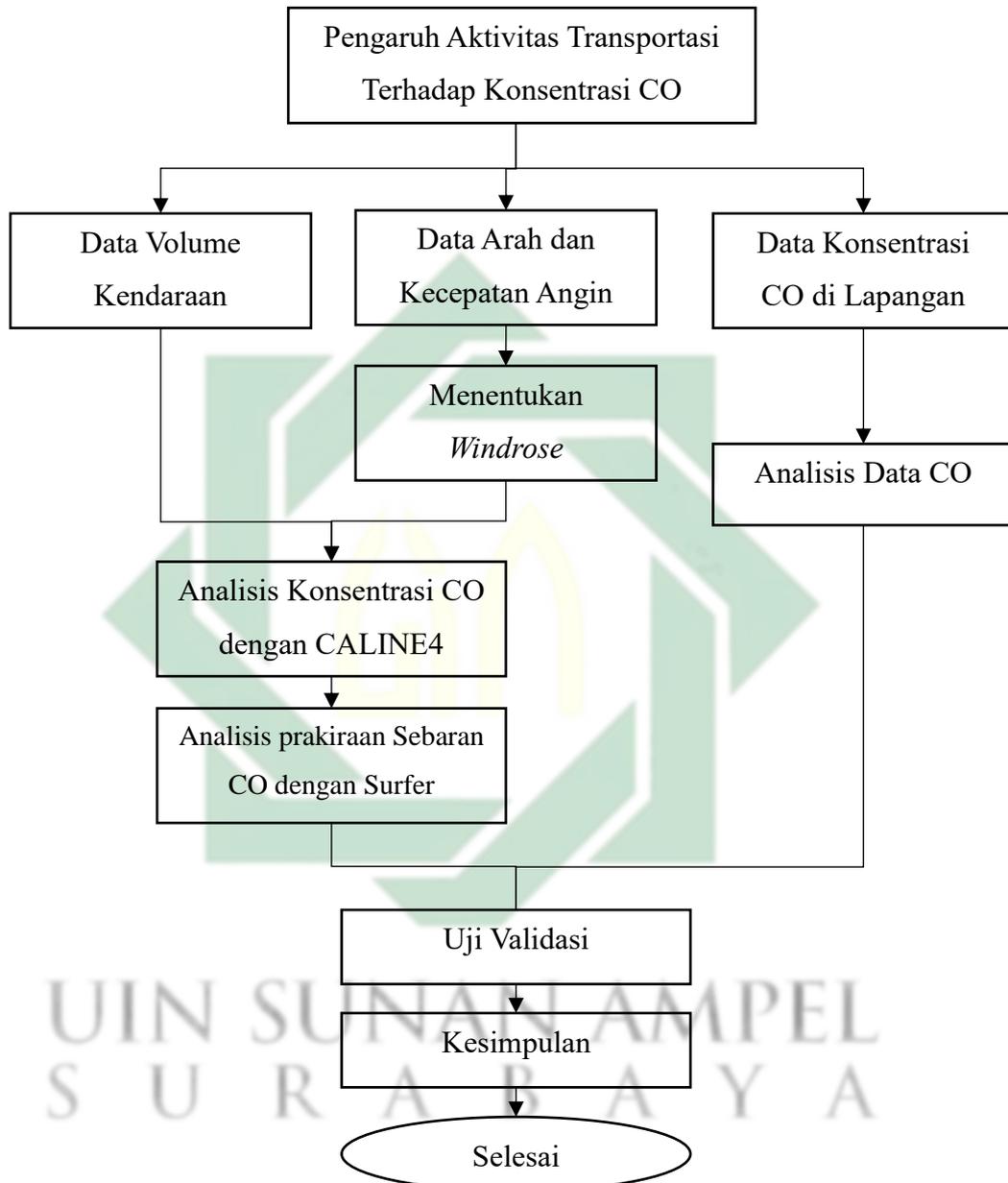
sesuai dengan ketentuan kepenulisan tugas akhir yang telah ditentukan oleh pihak terkait.

3.4 Analisis Data

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui prediksi konsentrasi dan sebaran polutan Karbon Monoksida. Prediksi ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari adanya suatu aktivitas transportasi terhadap kualitas udara di daerah sekitar. Untuk melakukan pemodelan dispersi emisi ini diperlukan suatu penelitian terhadap kondisi meteorologi dan data emisi yang dikeluarkan sumber. Selanjutnya dilakukan analisis data menggunakan *software* caline 4 untuk mengetahui prakiraan konsentrasi CO, serta menggunakan *software* surfer untuk mengetahui pola sebarannya, berikut diagram alir analisis data pada penelitian ini:



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



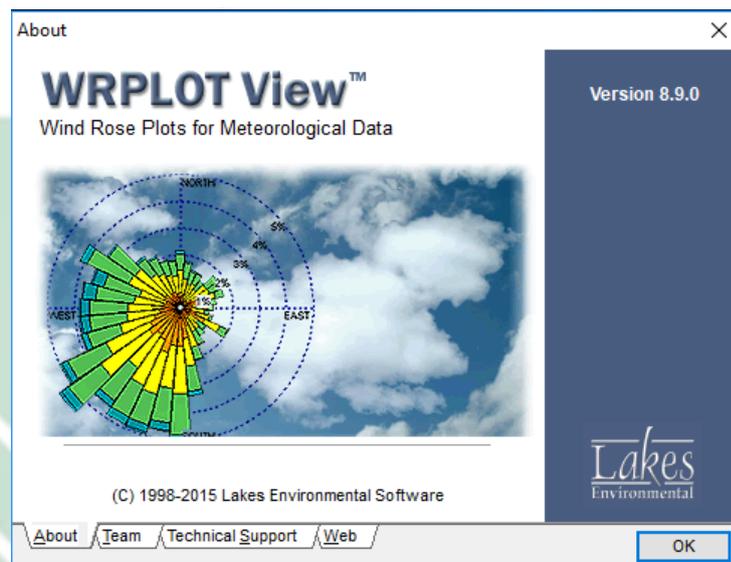
Gambar 3.11 Kerangka Pikir Analisis Penelitian

3.4.1 Analisis Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)

Tahap pertama yang dilakukan sebelum analisis konsentrasi CO menggunakan model CALINE4, terlebih dahulu dilakukan analisis *windrose* menggunakan aplikasi WRPlot View. Untuk lebih jelasnya tahap analisis konsentrasi CO dapat adalah sebagai berikut:

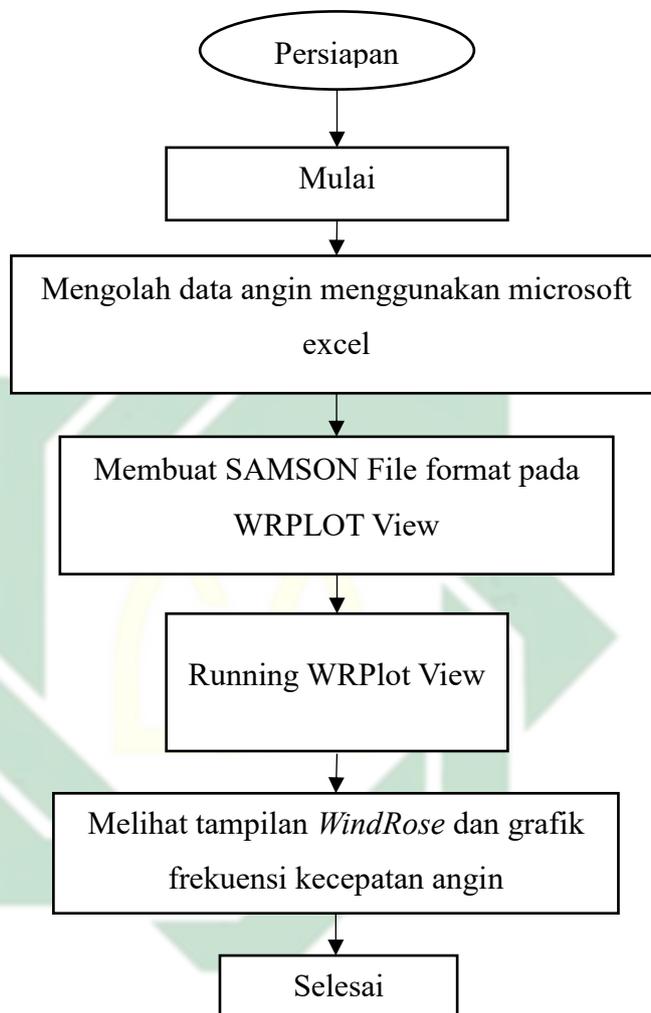
a. Analisis *Windrose*

Windrose digunakan dalam mengetahui informasi meteorologis. Informasi ini diperlukan karena berhubungan dengan sebaran polutan. Membuat *windrose* yaitu menggambarkan perubahan arah dan kecepatan angin secara diagram pada waktu dan kawasan tertentu.



Gambar 3.12 Software Wrplot View

WRPLOT View merupakan *software* yang digunakan untuk mengetahui kondisi kecepatan angin dominan, *windrose* atau arah. Secara umum arah angin dijelaskan sebagai dari mana angin itu bertiup (*blowing from*) dan diartikan dengan 1 dari 16 atau hingga 32 titik kompas angin juga dapat dijelaskan sebagai sudut dalam derajat dari arah utara memutar searah jarum jam. Kecepatann angin adalah elemen penting dalam sebaran di atmosfer. Kecepatan angin dijelaskan dalam skala *beaufort* yaitu m/s, knot, mill/jam (Colls, 2002). Berikut langkah kerja menggunakan WRplot View

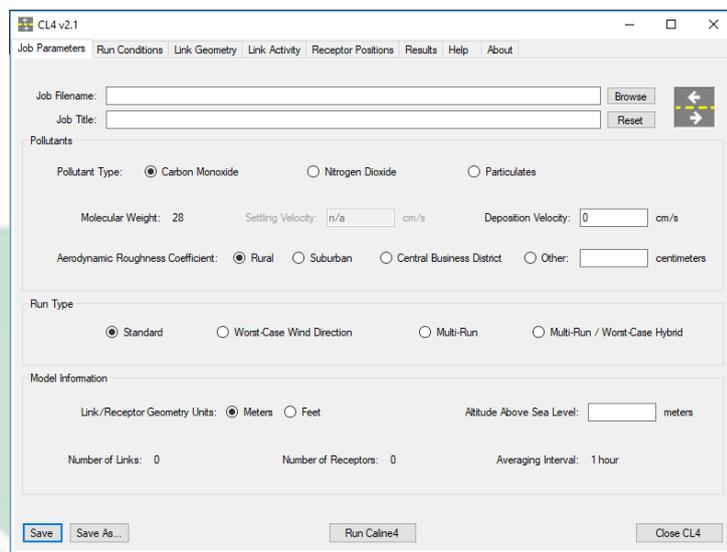


Gambar 3.13 Langkah Kerja menggunakan WRPlot View

b. Analisis CALINE 4

Konsentrasi polutan yang dapat diprediksi Caline 4 adalah konsentrasi polutan yang bersifat *inert* seperti karbon monoksida (CO), model ini juga dapat memprediksikan nitrogen dioksida (NO₂) dan konsentrasi partikel tersuspensi. Terdapat bagian File input yang berguna membantu dalam proses data. Data berupa alfanumerik, tombol radio dan daftar masukan berisi pilihan di antara alternatif - alternatif, sedangkan tabel data dapat mengubah tampilan antara 5 (lima) layar data input. File

input model Caline4 memiliki 5 tipe input yaitu *Job Parameter*, *Run Conditions*, *Link Geometry*, *Link Activity*, *Receptor Conditions* dan terakhir terdapat *output* yaitu Result (Benson, 1989).



Gambar 3.14 Software CALINE4

Berikut langkah-langkah penggunaan software CALINE4

1. Input *Job Parameter*

Masukan *job parameter* terdiri dari beberapa bagian, yakni : *File Name* hanya berupa tampilan saja dan tidak dapat diubah. setelah file disimpan dalam format (*.dat), file name akan terisi dengan sendirinya. *Job Title* merupakan icon tambahan untuk menjelaskan model yang dibuat (dapat terisi hingga 40 karakter). *Run Type* berupa pilihan-pilihan dalam menentukan periode rata-rata untuk konsentrasi pencemar dan sudut angin rata-rata perjam Setelah itu pilih tipe polutan yaitu CO, kemudian memilih *Central Business District* pada pilihan *Aerodynamic Roughness Coefficient* karena daerah penelitian termasuk kedalam pusat bisnis. pilihan-pilihan yang dapat digunakan standar yang menghitung konsentrasi rata-rata selama 1 jam pada reseptor dan *users* harus memasukkan arah angin pada layar *run*

conditions kemudian memasukkan informasi pemodelan yaitu dalam bentuk satuan meter

2. *Run Conditions*

Layar *Run Condition* adalah berisi parameter yang diperlukan untuk *running* Caline-4. Pada layar ini dimasukkan data yang sebelumnya sudah dikumpulkanyaitu data arah angin, kecepatan angin, standar deviasi arah angin adalah 5-60 derajat, kelas stabilitas atmosfer, kelas ini dilihat berdasarkan kecepatan angin dan klasifikasi stabilitas atmosfer sudah ditentukan caline yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.2 Klasifikasi Stabilitas Atmosfer berbasis Caline4

Atmospheric Stability Class	Valid Wind Speed (m/s)
1	< 4,0
2	< 5
3	< 1000
4	< 1000
5	< 5,5
6	< 4,5
7	<3,5

Sumber : (Caline4, 2023)

3. *Link Geometry*

Layar *link geometry*, layar ini berupa isian untuk membagi jalur jalan raya sebagai model. Setiap baris membagi satu ruas jalan. Maksimal 20 ruas jalan yang dapat diinput. Pada layar link geometry terdapat tempat untuk input koordinat link atau koordinat jalan. Pertama dapat memberi nama pada kolom link descriptions lalu *link type* dapat dipilih *at grade* karena umum digunakan dengan lokasi penelitian ditengah kota atau dalam keadaan normal dalam caline 4.

Layar *link geometry*, adalah layar yang digunakan untuk membagi jalur jalan raya menjadi model. Setiap baris membentang satu ruas jalan, nilai maksimum data link geometry adalah 20 ruas jalan. *Link Geometry* adalah tempat memasukkan data koordinat jalan untuk pemetaan kondisi jalan. Masukkan nama jalan pada kolom *Link Description*, lalu pilih *At Grade* sebagai link yang biasa digunakan dalam perhitungan CALINE-4 untuk lokasi *survey* yaitu daerah perkotaan.

Kemudian isikan titik-titik yang didapat dari pengukuran koordinat jalan pada kolom X1, Y1, X2 dan Y2. Pada kolom Tinggi link tetap 0 karena tinggi tautan ditetapkan 0 pada Jenis Jalan di Lereng karena pembengkakan terjadi pada kondisi normal dan terjadi di bawah permukaan bumi. Kemudian masukkan informasi lebar jalan yang ditambahkan pada bagian 3 *Mix Zone Width*. Dan nilai 0 pada kolom *Canyon Buff* berarti tidak ada sungai atau hal lain yang memisahkan satu bagian jalan dari yang lain. Anda dapat memverifikasi bahwa informasi yang dimasukkan sudah benar dengan melihat menu *receptor positions*.

4. *Link Activity*

Link Activity adalah input informasi kendaraan, yaitu jumlah kendaraan per jam dan tingkat kendaraan, yang dikelompokkan berdasarkan setiap ruas jalan. Di bagian ini, masukkan data volume kendaraan dari studi 1 jam dan nilai faktor emisi polutan yang dihitung di setiap *Link*. Nilai besaran emisi dihitung menggunakan rumus persamaan 1.

5. *Receptor Posistions*

Pada Layar *Receptor Positions* dapat dilakukan input data data nama reseptor beserta koordinatnya. Hasil dari *link*

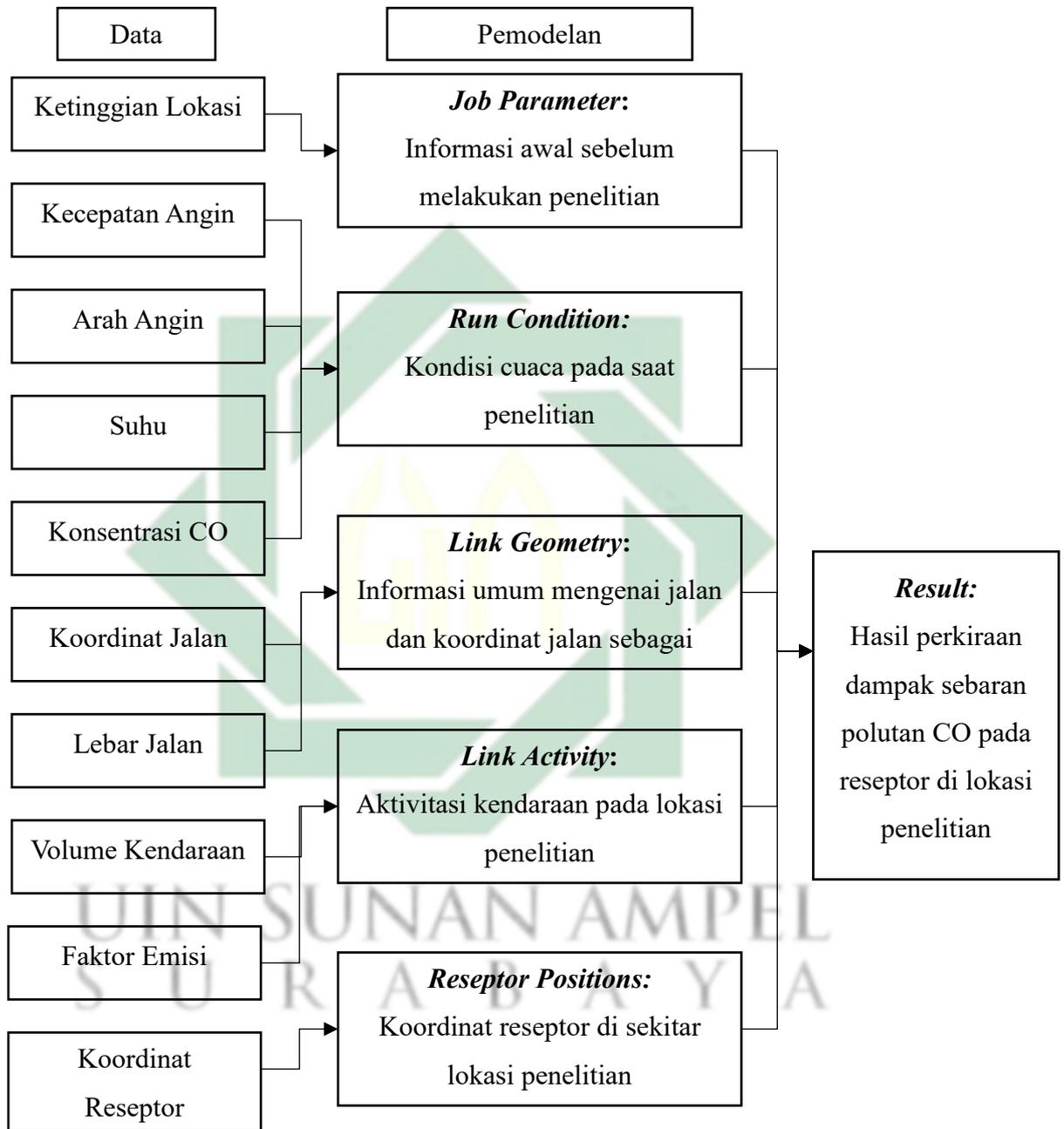
geometry yaitu pemetaan jalan jalan dapat dilihat pada layar ini lalu lokasi reseptor juga akan tergambarkan .

6. Result

Pada layar *result*, pada awalnya bagian ini menunjukkan rekapitulasi data yang telah diinput sebelumnya dari *Job Parameter* hingga *Receptor Positions*. Lalu jika data disimpan dan dilakukan *running* hasil pemodelan menggunakan caline akan muncul yaitu menunjukkan lokasi reseptor dan prediksi sebaran polutan yang diterima reseptor.



berikut langkah penggunaan CALINE4



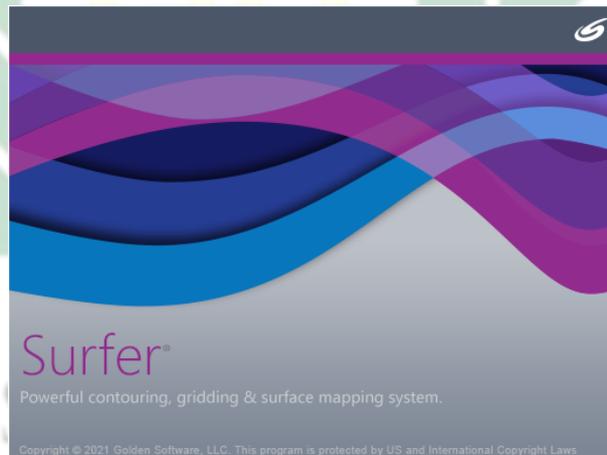
Gambar 3.15 Langkah Kerja Caline4

3.4.2 Analisis Dispersi Karbon Monoksida (CO)

Analisis pola dispersi Karbon Monoksida (CO) dalam penelitian ini menggunakan program Surfer. Surfer adalah salah satu

produk dari Golden Software, Inc yang dapat digunakan dalam membuat peta kontur maupun model 3 dimensi (3D) dengan basis *grid*. *Software* surfer dapat melakukan visualisasi (*plotting*) dari tabel dengan input XYZ yang tidak beraturan menjadi lembar titik-titik persegi dengan bentuk beraturan (Budianto, 2005).

Gridding adalah suatu proses terbentuknya urutan nilai Z yang teratur dari data XYZ. Surfer dapat melakukan proses *gridding* yaitu proses pengurutan nilai Z dari input data XYZ. Proses *gridding* ini menghasilkan file grid yang akan tersimpan dalam format file.grd (Aini dkk., 2018). Tetapi dalam penelitian ini mengenai konsentrasi polutan sehingga nilai Z yang diinput adalah nilai konsentrasi polutan yang telah dimodelkan menggunakan software caline4



Gambar 3.16 Software Surfer

3.4.3 Validasi Model

Tujuan dari uji validasi ini adalah untuk mengetahui apakah hasil data pemodelan sesuai dengan data lapangan. Hal ini dapat memengaruhi hubungan komponen yang digunakan. Data hasil simulasi dispersi polutan dibandingkan dengan data hasil konsentrasi polutan di udara ambien. Perbedaan nilai konsentrasi antara keduanya digunakan untuk menganalisis sistem kerja model Caline-4 dan

identifikasi sumber emisi lain yang dapat mempengaruhi perbedaan konsentrasi polutan antara hasil simulasi dan hasil pengukuran langsung di lapangan.

Validasi dilakukan dengan membandingkan kedua nilai konsentrasi tersebut, sehingga didapat hasil apakah simulasi dispersi polutan sesuai dengan data lapangan. Dalam Penelitian ini menggunakan validasi *Mean Absolute Presentage Error* (MAPE). MAPE adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menggambarkan ketepatan estimasi model. *Mean Absolute Presentage Error* atau MAPE adalah nilai rata-rata kesalahan presentase absolut.

Nilai MAPE pada penelitian ini digunakan untuk menggambarkan ketepatan model Caline-4 dalam meramalkan model konsentrasi CO. MAPE dapat dihitung dengan membagi presentase dari rata-rata konsentrasi model CO dengan nilai aktual. Menurut (Wardhani dkk., 2022) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y - Y'}{Y'} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (Rumus 3)$$

Keterangan :

MAPE = Mean Absolute Percentage Error

n = Jumlah data

Y = Data aktual

Y' = Data model

Tabel 3.3 Kriteria MAPE

MAPE (%)	Tingkat Akurasi
$0 \leq MAPE < 10$	Sangat baik
$10 \leq MAPE < 20$	Baik
$20 \leq MAPE < 50$	Cukup
$MAPE \geq 50$	Buruk

Sumber : Wardhani dkk., 2022

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

4.1.1 Gambaran Umum Jalan Tambak Osowilangun

Jalan Tambak Osowilangun adalah ruas jalan penghubung antara Kecamatan Benowo dan Kecamatan Asemrowo di Kota Surabaya. Ruas jalan Tambak Osowilangun merupakan jalan nasional yang berada di kota Surabaya. Ruas Jalan ini berfungsi sebagai jalan kolektor primer yaitu penghubung antar kota dalam satu provinsi dalam hal ini Jalan Tambak Osowilangun menghubungkan antara Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik.

Tipe Jalan Tambak Osowilangun termasuk ke dalam tipe 4/2D, dimana jalan ini memiliki pembatas (median) jalan dengan lebar 1,5 meter. Ruas Jalan Tambak Osowilangun memiliki bahu jalan dengan lebar 1,5 meter dan memiliki lebar efektif sebesar 18 meter. Jalan ini memiliki 4 lajur dengan lebar masing-masing lajur sebesar 3,5 meter. Koridor ruas jalan ini didominasi oleh guna lahan perdagangan dan jasa, khususnya pergudangan. Sehingga jalan Raya Tambak Osowilangun ini banyak dilewati kendaraan besar pengangkut yang dapat menyebabkan terjadinya kemacetan di ruas jalan tersebut.



Gambar 4.1 Kondisi Jalan Tambak Osowilangun Surabaya

4.1.2 Gambaran Umum Jalan Dr. Ir. H. Soekarno

Jalan Dr. Ir H. Soekarno adalah ruas jalan yang menghubungkan antara Kecamatan Rungkut, Kecamatan Mulyorejo, Kecamatan Sukolilo dan Kecamatan Rungkut di Kota Surabaya. Ruas jalan Dr. Ir H. Soekarno merupakan jalan nasional yang berada di kota Surabaya. Ruas Jalan ini berfungsi sebagai jalan kolektor primer yaitu penghubung antar kota dalam satu provinsi dalam hal ini Jalan Dr. Ir H. Soekarno menghubungkan antara kota Surabaya dan Kabupaten Sidoarjo.

Tipe Jalan Dr. Ir. H. Soekarno berdasarkan MKJI (1997) adalah termasuk ke dalam tipe 4/2D, dimana jalan ini memiliki pembatas (median) jalan dengan lebar 3 meter. Median Jalan ini berupa ruang terbuka hijau, sehingga jalanan terlihat sejuk. Ruas Jalan Dr. Ir. H. Soekarno tidak memiliki bahu jalan dan memiliki lebar efektif sebesar 18 meter. Jalan ini memiliki 6 lajur dengan lebar masing-masing lajur sebesar 3 meter. Di sepanjang ruas jalan ini didominasi oleh kegiatan perdagangan dan jasa seperti, *Shopping Mall*, SPBU, perkantoran, rumah makan serta permukiman. Kendaraan pribadi seperti roda 2 maupun roda 4 mendominasi ruas jalan Jalan Ir. Dr. H. Soekarno, hal ini menyebabkan kepadatan lalu lintas di ruas jalan tersebut terlebih saat pagi dan sore hari.



Gambar 4.2 Kondisi Jalan Dr. Ir. H. Soekarno Surabaya

4.1.3 Gambaran Titik Pengambilan Sampel

1) Titik Sampling 1

Titik sampling 1 berada di ruas Jalan Tambak Osowilangun dengan titik koordinat $7^{\circ}13'33.11''\text{S}$, $112^{\circ}39'57.60''\text{T}$ arah kendaraan berasal dari Jalan Margomulyo dan Kalianak lalu menuju ke Gresik. Titik lokasi ini dekat dengan pemukiman warga dan pergudangan. Pada titik sampling 1 ini dilakukan sampling kualitas udara yakni CO dan temperatur, serta melakukan sampling kendaraan selama 1 jam. Berikut adalah kondisi eksisting titik sampling 1.



Gambar 4.3 Kondisi Eksisting Titik 1

2) Titik Sampling 2

Titik sampling 2 berada di ruas Jalan Tambak Osowilangun dengan titik koordinat $7^{\circ}13'33.22''\text{S}$, $112^{\circ}39'57.10''\text{T}$ arah kendaraan berasal dari Gresik dan Jalan Romokalisari lalu menuju ke Jalan Margomulyo dan Kalianak. Titik lokasi ini dekat dengan pemukiman warga dan pergudangan. Titik ini berada di sebrang titik sampling 1. Pada titik sampling 2 ini dilakukan sampling kualitas udara yakni CO dan temperatur, serta melakukan sampling kendaraan selama 1 jam. Berikut adalah kondisi eksisting titik sampling 2.



Gambar 4.4 Kondisi Eksisting Titik Sampling 2

3) Titik Sampling 3

Titik sampling 3 berada di ruas Jalan Tambak Osowilangun dengan titik koordinat $7^{\circ}12'44.53''S$, $112^{\circ}39'10.4''T$ arah kendaraan berasal dari Jalan Romokalisari dan Kalianak lalu menuju ke Jalan Margomulyo dan Kalianak. Titik lokasi ini dekat dengan pemukiman warga dan pergudangan. Pada titik sampling 2 ini dilakukan sampling kualitas udara yakni CO dan temperatur, serta melakukan sampling kendaraan selama 1 jam. Berikut adalah kondisi eksisting titik sampling 3.



Gambar 4.5 Kondisi Eksisting Titik Sampling 3

4) Titik sampling 4

Titik ini merupakan sebrang titik 3 Berada di ruas Jalan Tambak Osowilangun dengan titik koordinat $7^{\circ}13'33.22''S$, $112^{\circ}39'57.10''T$ arah kendaraan berasal dari dari Gresik dan Jalan Romokalisari lalu menuju ke Jalan Margomulyo dan Kalianak. Titik lokasi ini dekat dengan pasar, terminal,

pemukiman warga dan pergudangan. Titik ini berada di sebrang titik sampling 3. Pada titik sampling 4 ini dilakukan sampling kualitas udara yakni CO dan temperatur, serta melakukan sampling kendaraan selama 1 jam. Berikut adalah kondisi eksisting titik sampling 3.



Gambar 4.6 Kondisi Eksisting Titik Sampling 4

5) Titik Sampling 5

Berada di ruas Jalan Dr.Ir.H. Soekarno dengan titik koordinat $7^{\circ}13'33.22''S$, $112^{\circ}39'57.10''T$ arah kendaraan berasal dari Jalan Kedung Baruk dan Jalan Romokalisari lalu menuju ke Jalan Margomulyo dan Rungkut. Titik lokasi ini dekat dengan perdagangan, jasa juga pemukiman warga. Pada titik sampling 5 ini dilakukan sampling kualitas udara yakni CO dan temperatur, serta melakukan sampling kendaraan selama 1 jam. Berikut adalah kondisi eksisting titik sampling 5.



Gambar 4.7 Kondisi Eksisting Titik Sampling 5

6) Titik Sampling 6

Berada di ruas Jalan Dr.Ir.H. Soekarno dengan titik koordinat $7^{\circ}13'33.22''\text{S}$, $112^{\circ}39'57.10''\text{T}$ arah kendaraan berasal dari Jalan Semolowaru. Titik lokasi ini dekat dengan perdagangan, jasa juga pemukiman warga. Titik ini berada di sebrang titik sampling 5. Pada titik sampling 6 ini dilakukan sampling kualitas udara yakni CO dan temperatur, serta melakukan sampling kendaraan selama 1 jam. Berikut adalah kondisi eksisting titik sampling 6.



Gambar 4.8 Kondisi Eksisting Titik Sampling 6

7) Titik Sampling 7

Berada di ruas Jalan Dr.Ir.H. Soekarno dengan titik koordinat $7^{\circ}13'33.22''\text{S}$, $112^{\circ}39'57.10''\text{T}$ arah kendaraan berasal dari Jalan Semolowaru. Titik lokasi ini dekat dengan perdagangan, jasa juga pemukiman warga. Pada titik sampling 7 ini dilakukan sampling kualitas udara yakni CO dan temperatur, serta melakukan sampling kendaraan selama 1 jam. Berikut adalah kondisi eksisting titik sampling 7.



Gambar 4.9 Kondisi Eksisting Titik Sampling 7

8) Titik Sampling 8

Berada di ruas Jalan Dr.Ir.H. Soekarno dengan titik koordinat $7^{\circ}13'33.22''S$, $112^{\circ}39'57.10''T$ arah kendaraan berasal dari Jalan Semolowaru. Titik lokasi ini dekat dengan perdagangan, jasa juga pemukiman warga. Titik ini berada di sebrang titik sampling 7. Pada titik sampling 8 ini dilakukan sampling kualitas udara yakni CO dan temperatur, serta melakukan sampling kendaraan selama 1 jam. Berikut adalah kondisi eksisting titik sampling 8.



Gambar 4.10 Kondisi Eksisting Titik Sampling 8

4.2 Analisis Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)

4.2.1 Analisis Windrose

Windrose merupakan analisis angin. Angin adalah salah satu tanda kekuasaan Allah. Sepantasnya seorang mukmin mengambil

pelajaran dengan keberadaan angin. Dengan angin, seorang hamba mengetahui betapa agungnya Allah, zat yang mengatur angin.

Dalam angin terdapat pelajaran dan nasihat yang sangat berharga serta tanda kekuasaan yang menunjukkan keagungan dan kesempurnaan sang pencipta. Berdasarkan QS. Ar-Rum ayat 46 (Kementerian Agama RI, *Alquran dan Terjemah*, 2023):

وَمِنْ آيَاتِهِ أَنْ يُرْسِلَ الرِّيحَ مُبَشِّرَاتٍ وَلِيُذِيقَكُمْ مِنْ رَحْمَتِهِ وَلِتَجْرِيَ
الْفُلُكُ بِأَمْرِهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

Yang artinya, “Dan di antara tanda-tanda kekuasaan-Nya adalah bahwa Dia mengirimkan angin sebagai pembawa berita gembira dan untuk merasakan kepadamu sebagian dari rahmat-Nya dan supaya kapal dapat berlayar dengan perintah-Nya dan (juga) supaya kamu dapat mencari karunia-Nya. Mudah-mudahan kamu bersyukur” (QS ar Rum: 46).

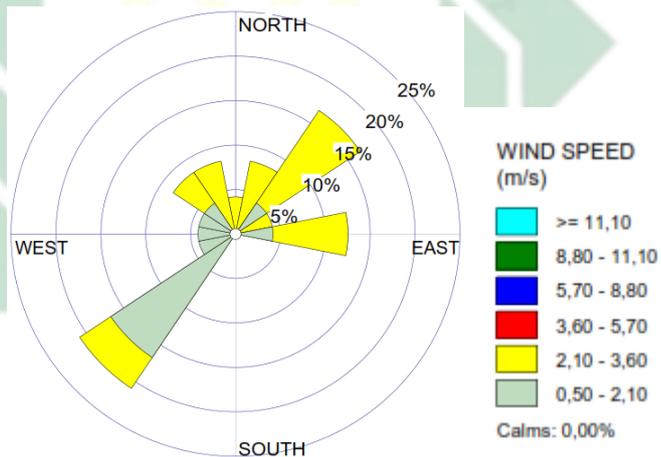
Angin hanya menjadi tanda kekuasaan Allah bagi orang-orang yang berakal. Mereka memutar akal mereka untuk mengambil manfaat dan pelajaran dari berbagai tanda kekuasaan Allah yang menunjukkan bahwa Dialah sang pengatur alam semesta dan menunjukkan bahwa Dia adalah zat yang agung karena memiliki segala sifat kesempurnaan.

Hasil *windrose* diperoleh dari data harian arah dan kecepatan angin yang didapatkan dari aplikasi cuaca dari API Accuweather selama periode pengukuran lapangan. Pengukuran lapangan yang dilakukan di Jalan Tambak Osowilangun dilakukan pada tanggal 01 April – 4 April 2023 dan di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno pada tanggal 8 April – 10 April 2023. Data harian arah dan kecepatan angin ini kemudian dianalisis menggunakan aplikasi WRPLOT View untuk mendapatkan *windrose* yang merupakan gambaran arah dan kecepatan angin dominan di lokasi penelitian. Distribusi angin pada *windrose* ditandai oleh warna yang memiliki arti yang berbeda-beda

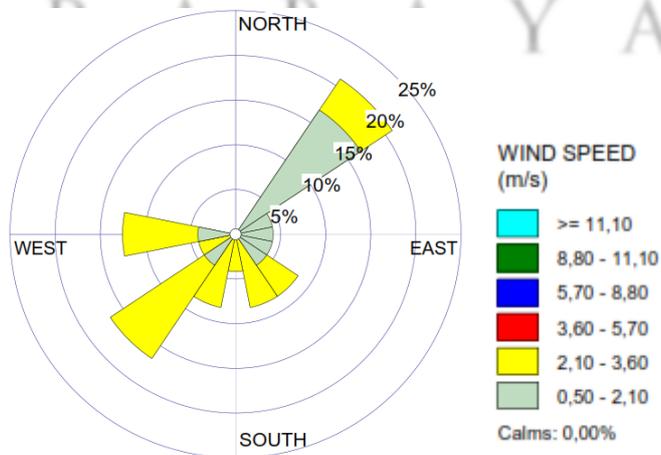
pada setiap kecepatan angin pada lokasi dan jangka waktu tertentu. Hasil data arah angin dominan yang dikeluarkan dari WRPLOT View berbentuk Wind Rose dan hasil data kecepatan angin berbentuk grafik.

a. *Windrose* Jalan Tambak Osowilangun

Pengukuran lapangan dilakukan selama 3 hari dengan 2 hari libur dan 1 hari kerja tepatnya pada hari Sabtu sebagai representatif hari setengah kerja dan setengah libur, hari Minggu sebagai representatif hari libur, dan hari Senin sebagai representatif hari kerja (Maharani, 2019). Pengukuran lapangan di Jalan Tambak Osowilangun dilakukan pada Sabtu 01 April 2023 hingga Senin 03 April 2023.



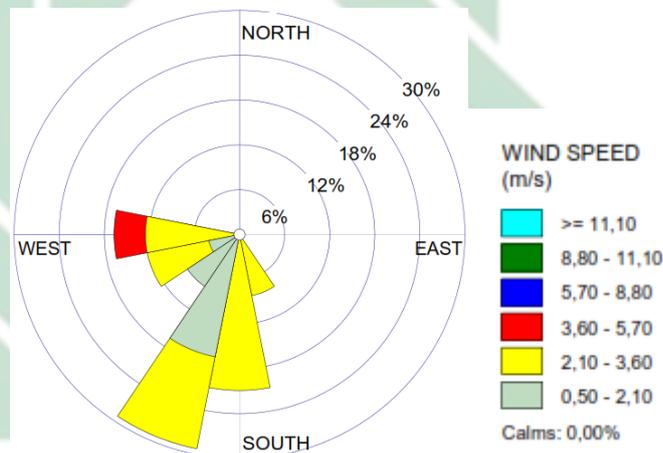
Gambar (a) *blowing from*



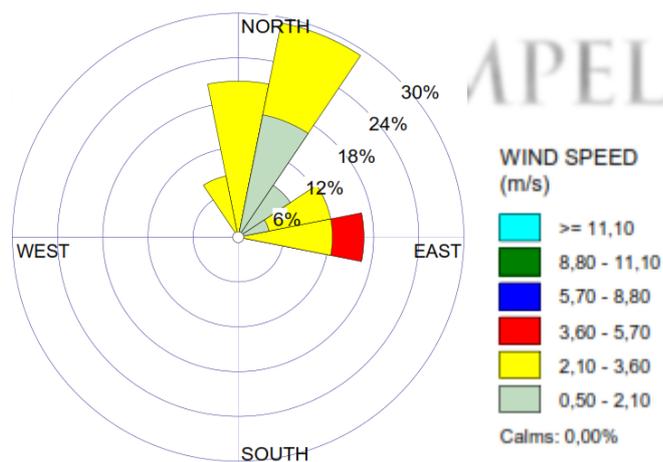
Gambar (b) *Blowing to*

Gambar 4.11 Windrose Jalan Tambak Osowilangun (Sabtu 01 April 2023)

Berdasarkan hasil windrose hari sabtu 01 April 2023 pada Gambar 4.11, diketahui bahwa arah angin dominan berhembus dari arah barat daya gambar (a) ke arah timur laut gambar (b) dengan persentase sebesar 20,8% dan kecepatannya mencapai 2,10–3,6 m/s. Arah angin dominan kedua berhembus dari arah timur laut dengan persentase sebesar 16,6% dan kecepatannya mencapai 2,10–3,6 m/s m/s.



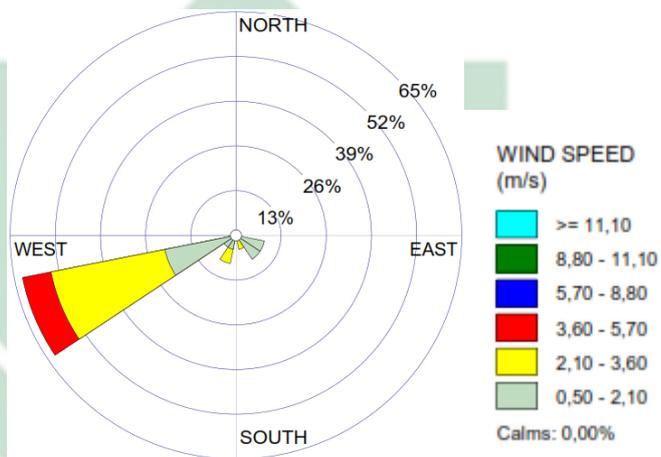
Gambar (a) blowing from



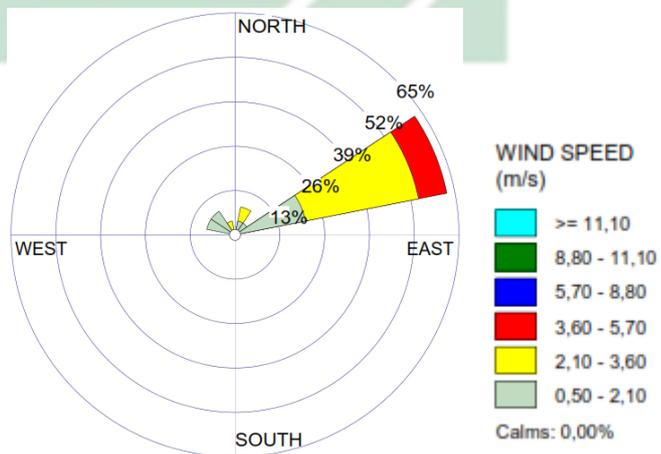
Gambar (b) Blowing to

Gambar 4.12 Windrose Jalan Tambak Osowilangun (Minggu 2 April 2023)

Berdasarkan hasil windrose hari Minggu 02 April 2023 pada Gambar 4.12, diketahui bahwa arah angin dominan berhembus dari arah selatan barat daya gambar (a) ke arah utara timur laut gambar (b) dengan persentase sebesar 29,1% dan kecepatannya mencapai 2,10–3,6 m/s. Arah angin dominan kedua berhembus dari arah selatan dengan persentase sebesar 20,1% dan kecepatannya mencapai 2,10–3,6 m/s m/s.



Gambar (a) *blowing from*



Gambar (b) *Blowing to*

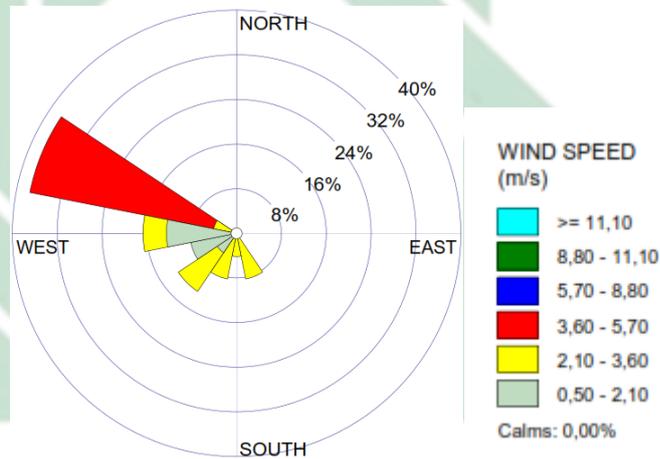
Gambar 4.13 Windrose Jalan Tambak Osowilangun (Senin 3 April 2023)

Berdasarkan hasil windrose hari Senin 02 April 2023 pada Gambar 4.13, diketahui bahwa arah angin dominan

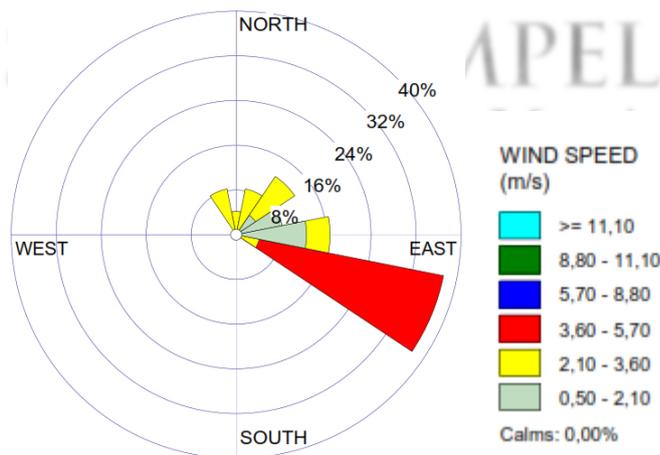
berhembus dari arah barat-barat daya gambar (a) ke arah timur-timur laut gambar (b) dengan persentase sebesar 62,5% dan kecepatannya mencapai 3,6-5,7 m/s. Arah angin dominan kedua berhembus dari arah barat laut dengan persentase sebesar 8,3% dan kecepatannya mencapai 2,10–3,6 m/s.

b. *Windrose* Jalan Dr. Ir. H. Soekarno

Pengukuran lapangan di Jalan Dr. Ir.H. Soekarno dilakukan pada Sabtu 08 April 2023 hingga Senin 10 April 2023.



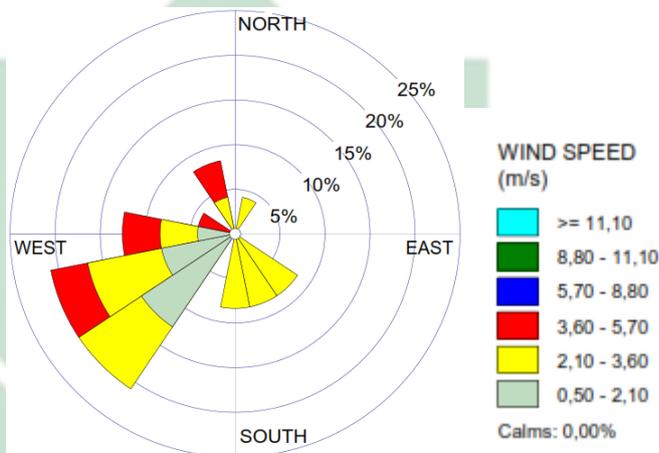
Gambar (a) *blowing from*



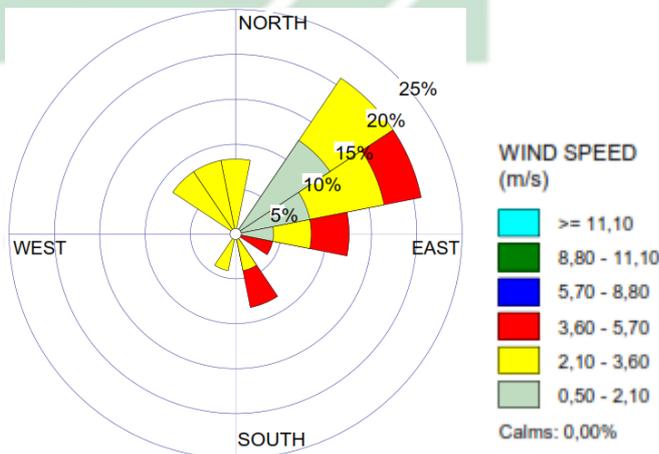
Gambar (b) *Blowing to*

Gambar 4.14 Windrose Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (Sabtu 8 April 2023)

Berdasarkan hasil windrose hari Sabtu 08 April 2023 pada Gambar 4.14, diketahui bahwa arah angin dominan berhembus dari arah barat-barat laut gambar (a) ke arah timur tenggara gambar (b) dengan persentase sebesar 37,5% dan kecepatannya mencapai 3,6-5,7 m/s. Arah angin dominan kedua berhembus dari arah barat dengan persentase sebesar 16,6% dan kecepatannya mencapai 2,10–3,6 m/s.



Gambar (a) *blowing from*

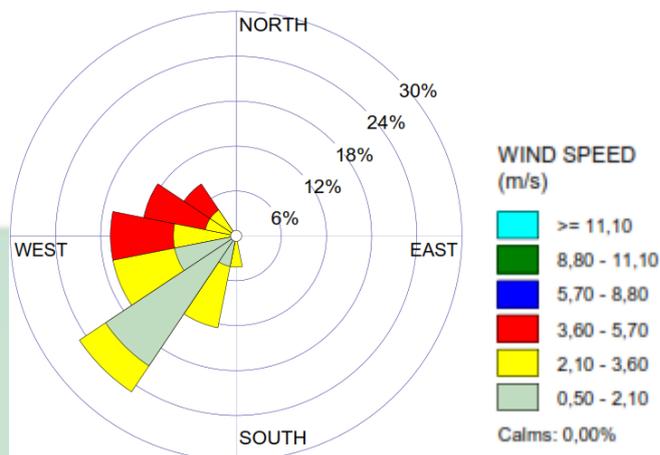


Gambar (b) *Blowing to*

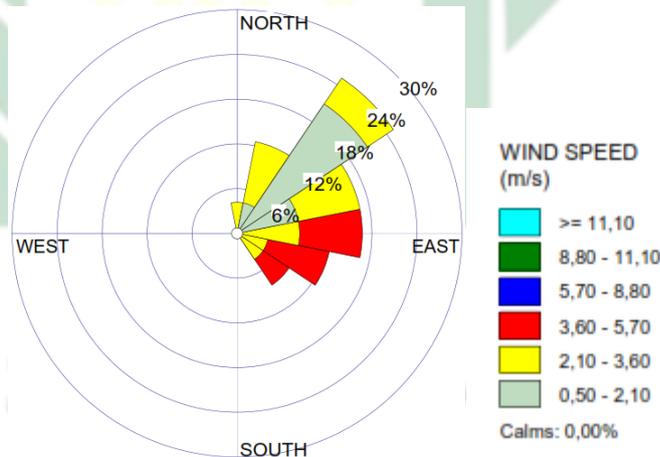
Gambar 4.15 Windrose Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (Minggu 9 April 2023)

Berdasarkan hasil windrose hari Minggu 09 April 2023 pada Gambar 4.15, diketahui bahwa arah angin dominan berhembus dari arah barat-barat daya gambar (a) ke arah timur-

timur laut gambar (b) dengan persentase sebesar 20,8% dan kecepatannya mencapai 3,6–5,7 m/s. Arah angin dominan kedua berhembus dari arah barat daya dengan persentase sebesar 20,8% dan kecepatannya mencapai 2,10–3,6 m/s.



Gambar (a) *blowing from*



Gambar (b) *Blowing to*

Gambar 4.16 Windrose Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (Senin 10 April 2023)

Berdasarkan hasil windrose hari Senin 10 April 2023 pada Gambar 4.16, diketahui bahwa arah angin dominan berhembus dari arah selatan barat daya gambar (a) ke arah timur laut gambar (b) dengan persentase sebesar 25,5% dan kecepatannya mencapai 2,10 – 3,6 m/s. Arah angin dominan kedua berhembus dari arah barat dengan persentase sebesar 16,6 % dan kecepatannya mencapai 3,6–5,7 m/s.

4.2.2 Pengukuran Volume Kendaraan

a. Volume Kendaraan Jalan Tambak Osowilangun

Pengukuran volume kendaraan di ruas Jalan Tambak Osowilangun dilakukan pada Sabtu 01 April 2023, Minggu 02 April 2023 hingga Senin 03 April 2023. Durasi pengambilan sampel dilakukan selama 1 jam dalam interval waktu pagi, siang dan sore menggunakan aplikasi *traffic counter*. Pengukuran kendaraan dibagi menjadi beberapa kategori yaitu, *motor cycle* (MC), *Light Vehicle* (LV) dan *High Vehicle* (HV). Untuk MC merupapak sepeda motor, LV adalah mobil dan HV adalah kendaraan berat dimana dibagi menjadi Truk dan Bus. Berikut hasil pengukuran volume kendaraan:

Tabel 4.1 Pengukuran Volume Kendaraan Jalan Tambak Osowilangun (Sabtu 01 April 2023)

Interval waktu	Titik	Jenis Kendaraan				Total
		MC	LV Mobil	HV Truk	HV Bus	
Pagi	1	1966	312	195	2	2475
	2	2484	151	112	1	2748
	3	1818	100	130	8	2056
	4	2540	129	74	12	2755
Siang	1	1842	284	186	6	2318
	2	1450	190	250	2	1892
	3	1529	126	138	9	1802
	4	1445	134	182	9	1770
Sore	1	1833	89	140	2	2064
	2	1773	115	280	0	2168
	3	2570	192	121	7	2890
	4	1693	130	154	3	1980

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan tabel 4.1, dapat diketahui bahwa volume kendaraan paling besar hari Sabtu terdapat pada interval sore di titik 3 dengan jumlah kendaraan 2.890 unit, sedangkan jumlah

kendaraan bermotor paling rendah terjadi pada interval siang di titik 5 dengan jumlah kendaraan 1980 unit.

Tabel 4.2 Pengukuran Volume Kendaraan Jalan Tambak Osowilangun (Minggu 02 April 2023)

Interval waktu	Titik	Jenis Kendaraan				Total
		MC	LV Mobil	HV Truk	HV Bus	
Pagi	1	1249	98	62	3	1412
	2	943	117	67	2	1129
	3	1214	91	57	8	1370
	4	1651	85	31	6	1773
Siang	1	1833	67	22	2	1924
	2	950	126	124	1	1201
	3	729	138	61	6	934
	4	833	171	61	6	1071
Sore	1	941	136	92	0	1169
	2	849	102	78	0	1029
	3	803	146	88	3	1040
	4	873	91	76	2	1042

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan tabel 4.2, dapat diketahui bahwa volume kendaraan paling besar hari Minggu terdapat pada interval siang di titik 1 dengan jumlah kendaraan 1.924 unit, sedangkan jumlah kendaraan bermotor paling rendah terjadi pada interval siang di titik 3 dengan jumlah kendaraan 934 unit.

Tabel 4.3 Pengukuran Volume Kendaraan Jalan Tambak Osowilangun (Senin 03 April 2023)

Interval waktu	Titik	Jenis Kendaraan				Total
		MC	LV Mobil	HV Truk	HV Bus	
Pagi	1	4107	113	88	0	4308
	2	2492	189	169	0	2850
	3	2318	92	155	9	2574
	4	3350	190	127	14	3681
Siang	1	698	102	253	0	1053
	2	1285	85	313	3	1686
	3	833	113	223	7	1176
	4	1625	157	249	4	2035

Interval waktu	Titik	Jenis Kendaraan				Total
		MC	LV Mobil	HV Truk	HV Bus	
Sore	1	2618	116	347	1	3082
	2	3043	173	324	3	3543
	3	3209	163	183	9	3564
	4	2814	75	164	5	3058

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan tabel 4.3, dapat diketahui bahwa volume kendaraan paling besar hari Senin terdapat pada interval pagi di titik 1 dengan jumlah kendaraan 4.308 unit, sedangkan jumlah kendaraan bermotor paling rendah terjadi pada interval siang di titik 1 dengan jumlah kendaraan 1.053 unit.

b. Volume Kendaraan Jalan Dr.Ir. H. Soekarno

Pengukuran volume kendaraan di ruas Jalan Dr. Ir H. Soekarno dilakukan pada Sabtu 08 April 2023, Minggu 09 April 2023 hingga Senin 10 April 2023. Durasi pengambilan sampel dilakukan selama 1 jam dalam interval waktu pagi, siang dan sore menggunakan aplikasi *traffic counter*. Pengukuran kendaraan dibagi menjadi beberapa kategori yaitu, sepeda motor (MC), Mobil (LV), Truck (HV) dan Bus (HV). Berikut hasil pengukuran volume kendaraan:

Tabel 4.4 Pengukuran Volume Kendaraan Dr. Ir. H. Soekarno (Sabtu 08 April 2023)

Interval waktu	Titik	Jenis Kendaraan				Total
		MC	LV Mobil	HV Truk	HV Bus	
Pagi	5	3848	981	112	3	4944
	6	4603	867	73	3	5546
	7	3674	736	81	4	4495
	8	3182	759	32	5	3978
Siang	5	2697	1689	50	3	4439
	6	2785	1698	118	4	4605
	7	2454	1487	113	3	4057
	8	2341	1128	52	4	3525

Interval waktu	Titik	Jenis Kendaraan				Total
		MC	LV Mobil	HV Truk	HV Bus	
Sore	5	4322	1980	50	3	6355
	6	4189	1839	63	3	6094
	7	3741	1836	42	3	5622
	8	4051	1633	54	3	5741

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan tabel 4.4, dapat diketahui bahwa volume kendaraan paling besar hari Sabtu terdapat pada interval sore di titik 1 dengan jumlah kendaraan 6.355 unit, sedangkan jumlah kendaraan bermotor paling rendah terjadi pada interval siang di titik 4 dengan jumlah kendaraan 3.525 unit.

Tabel 4.5 Pengukuran Volume Kendaraan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (Minggu 09 April 2023)

Interval waktu	Titik	Jenis Kendaraan				Total
		MC	LV Mobil	HV Truk	HV Bus	
Pagi	5	1723	863	45	3	2634
	6	1526	674	30	6	2236
	7	1600	727	53	4	2384
	8	1380	588	26	8	2002
Siang	5	1978	1498	50	7	3533
	6	1739	1437	28	3	3207
	7	1722	1328	47	2	3099
	8	1512	1085	11	6	2614
Sore	5	2414	1718	39	6	4177
	6	2247	1869	26	3	4145
	7	2386	1738	26	3	4153
	8	2486	1301	13	3	3803

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan tabel 4.5, dapat diketahui bahwa volume kendaraan paling besar hari Sabtu terdapat pada interval sore di titik 1 dengan jumlah kendaraan 4.177 unit, sedangkan jumlah kendaraan bermotor paling rendah terjadi pada interval pagi di titik 4 dengan jumlah kendaraan 2.002 unit.

Tabel 4.6 Pengukuran Volume Kendaraan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno (Senin 10 April 2023)

Interval waktu	Titik	Jenis Kendaraan				Total
		MC	LV Mobil	HV Truk	HV Bus	
Pagi	5	6405	2542	67	34	9048
	6	5472	2381	57	4	7914
	7	5519	1745	16	3	7283
	8	4623	1856	57	4	6540
Siang	5	2528	1492	112	3	4135
	6	1681	1092	132	3	2908
	7	2765	1268	195	3	4231
	8	2394	1021	67	3	3485
Sore	5	4399	1646	71	2	6118
	6	5703	1819	73	2	7597
	7	6034	2263	53	3	8353
	8	5056	1876	82	3	7017

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan tabel 4.6, dapat diketahui bahwa volume kendaraan paling besar hari Sabtu terdapat pada interval pagi di titik 1 dengan jumlah kendaraan 9.048 unit, sedangkan jumlah kendaraan bermotor paling rendah terjadi pada interval siang di titik 2 dengan jumlah kendaraan 2.908 unit.

c. Rekapitulasi Volume Kendaraan

Dari data pengukuran volume kendaraan di Jalan Tambak Osowilangun dan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno maka didapat rekapitulasi data sebagai berikut:

Tabel 4.7 Rekapitulasi Volume Kendaraan

Hari	Interval	Segmen	Jenis Kendaraan				Total
			MC	LV	HV	HV	
				Mobil	Truk	Bus	
Jalan Tambak Osowilangun							
Sabtu	Pagi	1	4450	463	307	3	5223
		2	4358	603	510	20	5491
	Siang	1	3292	474	436	8	4210
		2	2974	260	320	18	3572
	Sore	1	3606	204	420	2	4232
		2	4263	322	275	10	4870

Hari	Interval	Segmen	Jenis Kendaraan				Total
			MC	LV	HV	HV	
				Mobil	Truk	Bus	
Minggu	Pagi	1	2192	215	129	5	2541
		2	2865	278	177	9	3329
	Siang	1	2783	193	146	3	3125
		2	1562	309	122	12	2005
	Sore	1	1790	238	170	0	2198
		2	1676	237	164	5	2082
Senin	Pagi	1	6599	302	257	0	7158
		2	5668	377	693	17	6755
	Siang	1	1983	187	566	3	2739
		2	2458	270	472	11	3211
	Sore	1	5661	289	671	4	6625
		2	6023	238	347	14	6622
Jalan Dr. Ir. H. Soekarno							
Sabtu	Pagi	1	8451	1848	185	6	10490
		2	6856	1495	113	9	8473
	Siang	1	5482	3387	168	7	9044
		2	4795	2615	165	7	7582
	Sore	1	8511	3819	113	6	12449
		2	7792	3469	96	6	11363
Minggu	Pagi	1	3249	1537	75	9	4870
		2	2980	1315	79	12	4386
	Siang	1	3717	2935	78	10	6740
		2	3234	2413	58	8	5713
	Sore	1	4661	3587	65	9	8322
		2	4872	3039	39	6	7956
Senin	Pagi	1	11877	4923	124	38	16962
		2	10142	3601	73	7	13823
	Siang	1	4209	2584	244	6	7043
		2	5159	2289	262	6	7716
	Sore	1	10102	3465	144	4	13715
		2	11090	4139	135	6	15370

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Dalam rekapitulasi volume kendaraan ruas jalan dibagi 2 segmen. Titik pengambilan sampel yang bersebrangan digabungkan menjadi satu segmen, sehingga jumlah kendaraan akan dijumlahkan untuk mendapatkan volume kendaraan per jam. Segmen 1 pada Jalan Tambak Osowilangun merupakan volume

kendaraan dari titik 1 dan 2, untuk segmen 2 adalah volume kendaraan dari titik 3 dan 4. Begitu pula dengan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno segmen 1 merupakan volume kendaraan pada dari titik 5 dan 6, serta segmen 2 adalah volume kendaraan dari titik 7 dan 8.

Dari data rekapitulasi volume kendaraan di Jalan Tambak Osowilangun dan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno pada hari Sabtu, Minggu dan Senin dapat dilihat bahwa nilai volume kendaraan pada hari kerja (senin) cenderung lebih tinggi daripada hari libur (minggu) ataupun hari setengah libur (sabtu). Nilai volume kendaraan tertinggi terdapat pada segmen 1 ruas Jalan Dr. Ir. H. Soekarno di hari senin dengan interval waktu pagi hari, yaitu sebesar 16.962 kendaraan/jam. Sedangkan volume kendaraan terendah terdapat pada segmen 2 ruas Jalan Tambak Osowilangun di hari minggu dalam interval waktu siang hari, yaitu sebesar 2.005 kendaraan/jam.

4.2.3 Analisis Besaran Beban Emisi Lalu Lintas

Besaran faktor emisi merupakan nilai representatif yang menghubungkan kuantitas suatu polutan yang akan dilepaskan ke atmosfer dari hasil suatu kegiatan yang terkait dengan sumber polutan (Ismayanti, 2011). Faktor emisi digunakan untuk input model yang diperoleh dari data-data volume kendaraan pada seluruh kendaraan yang sesuai dengan tipe atau jenisnya melalui jalur di wilayah penelitian setiap jam. Dari hasil pengukuran volume kendaraan pada setiap jalan maka dapat dihitung nilai besaran emisi masing-masing volume kendaraan yang terjadi pada setiap jalan lokasi penelitian, dimana perhitungan nilai besaran emisi (q) dalam g/mil untuk parameter Karbon Monoksida menggunakan rumus (1) yang terdapat pada bab 2.

Berikut contoh tahap perhitungan beban emisi kendaraan. Diketahui volume kendaraan di segmen 1 Jalan Tambak

Oswilangun pada hari Sabtu interval pagi hari sebesar 5223, dengan volume kendaraan tiap jenis kendaraan yaitu sepeda Motor (MC) 4450 unit, Mobil (LV) 463 unit, Truck (HV) 307 unit dan Bus (HV) 3 unit. Untuk nilai Faktor Emisi (EF) dapat dilihat pada tabel 2.3

$$Q = \frac{\sum_i^n (EF_i \times V_i)}{T}$$

$$\begin{aligned} \text{MC} &= EF \times V \\ &= 4450 \times 14 \text{ g/km} \\ &= 62300 \text{ g/km} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LV} &= EF \times V \\ &= 463 \times 40 \text{ g/km} \\ &= 18520 \text{ g/km} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HV TRUCK} &= EF \times V \\ &= 307 \times 8,4 \text{ g/km} \\ &= 2578,8 \text{ g/km} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HV BUS} &= EF \times V \\ &= 3 \times 11 \text{ g/km} \\ &= 33 \text{ g/km} \end{aligned}$$

$$Q = \frac{62300 \text{ g/km} + 18520 \text{ g/km} + 2578,8 \text{ g/km} + 33 \text{ g/km}}{5223}$$

$$Q = 16,0 \text{ g/km}$$

$$Q = 16,0 \text{ g/km} \times 0,621 \text{ km/mil}$$

$$Q = 9,9 \text{ g/mil}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka hasil perhitungan besaram emisi (Q) di Jalan Tambak Oswilangun pada hari Sabtu segmen 1 dengan interval pagi hari adalah sebesar

9,9 g/mil. Berikut adalah hasil perhitungan kekuatan emisi (Q) pada titik lain.

Tabel 4.8 Besaran Beban Emisi Jalan Tambak Osowilangun

Interval waktu	Segmen	Beban Emisi (g/km)				Q g/km	Q g/mil
		MC	LV Mobil	HV Truk	HV Bus		
Hari		Sabtu					
Pagi	1	62300,0	18520,0	2578,8	33,0	16,0	9,9
	2	61012,0	24120,0	4284,0	220,0	16,3	10,1
Siang	1	46088,0	18960,0	3662,4	88,0	16,3	10,1
	2	41636,0	10400,0	2688,0	198,0	15,4	9,5
Sore	1	50484,0	8160,0	3528,0	22,0	14,7	9,1
	2	59682,0	12880,0	2310,0	110,0	15,4	9,6
Hari		Minggu					
Pagi	1	30688,0	8600,0	1083,6	55,0	15,9	9,9
	2	40110,0	11120,0	1486,8	99,0	15,9	9,9
Siang	1	38962,0	7720,0	1226,4	33,0	15,3	9,5
	2	21868,0	12360,0	1024,8	132,0	17,6	11,0
Sore	1	25060,0	9520,0	1428,0	0,0	16,4	10,2
	2	23464,0	9480,0	1377,6	34,2	16,5	10,2
Hari		Senin					
Pagi	1	92386,0	12080,0	2158,8	0,0	14,9	9,3
	2	79352,0	15080,0	5821,2	187,0	14,9	9,2
Siang	1	27762,0	7480,0	4754,4	33,0	14,6	9,1
	2	34412,0	10800,0	3964,8	121,0	15,4	9,5
Sore	1	79254,0	11560,0	5636,4	44,0	14,6	9,0
	2	84322,0	9520,0	2914,8	154,0	14,6	9,1

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa besaran emisi (q) CO Di Jalan Tambak Osowilangun tertinggi terjadi pada segmen 2 dengan interval waktu siang sebesar 11,0 g/mil, sedangkan besaran emisi (q) CO terendah pada titik A dengan interval waktu sore sebesar 9,0 g/mil.

Tabel 4.9 Besaran Beban Emisi Di Jalan Dr.Ir. H. Soekarno

Interval waktu	Titik	Beban Emisi (g/km)				Q g/km	Q g/mil
		MC	LV Mobil	HV Truk	HV Bus		
Hari		Sabtu					
Pagi	1	118314,0	73920,0	1554,0	66,0	18,5	11,5
	2	95984,0	59800,0	949,2	99,0	18,5	11,5
Siang	1	76748,0	135480,0	1411,2	77,0	23,6	14,7
	2	67130,0	104600,0	1386,0	77,0	22,8	14,2
Sore	1	119154,0	152760,0	949,2	66,0	21,9	13,6
	2	109088,0	138760,0	806,4	66,0	21,9	13,6
Hari		Minggu					
Pagi	1	45486,0	61480,0	630,0	99,0	22,1	13,7
	2	41720,0	52600,0	663,6	132,0	21,7	13,5
Siang	1	52038,0	117400,0	655,2	110,0	25,3	15,7
	2	45276,0	96520,0	487,2	88,0	24,9	15,5
Sore	1	65254,0	143480,0	546,0	99,0	25,2	15,6
	2	68208,0	121560,0	327,6	66,0	23,9	14,8
Hari		Senin					
Pagi	1	166278,0	196920,0	1041,6	418,0	21,5	13,4
	2	141988,0	144040,0	613,2	77,0	20,7	12,9
Siang	1	58926,0	103360,0	2049,6	66,0	23,3	14,5
	2	72226,0	91560,0	2200,8	66,0	21,5	13,4
Sore	1	141428,0	138600,0	1209,6	44,0	20,5	12,7
	2	155260,0	165560,0	1134,0	66,0	21,0	13,0

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa besaran emisi (q) CO Di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno tertinggi terjadi pada segmen 1 dengan interval waktu siang sebesar 15,6 g/mil, sedangkan besaran emisi (q) CO terendah pada segmen 1 dengan interval waktu sore sebesar 11,5 g/mil.

4.2.4 Pemodelan Caline-4

Untuk melakukan pemodelan konsentrasi Karbon Monoksida (CO) menggunakan caline-4 membutuhkan beberapa

data salah satunya adalah faktor meteorologi, berikut data meteorologi yang digunakan dalam input model Caline-4:

Tabel 4.10 Faktor Meteorologi

Hari	Lokasi	Meteorologi						Stabilitas Atmosfer
		Kecepatan Angin	Arah Angin	Std Dev	Suhu (°C)			
		m/s	°	°	Pagi	Siang	Sore	
Sabtu	Tambak Osowilangun	2,37	225	30,80	28,8	32,7	32,1	7
	Dr. Ir. H. Soekarno	2,88	292,5	30,73	30,7	35,7	33	7
Minggu	Tambak Osowilangun	2,60	202,5	30,72	30,1	33,2	31,4	7
	Dr. Ir. H. Soekarno	2,61	247,5	28,54	28,8	32,8	32,9	7
Senin	Tambak Osowilangun	2,42	247,5	29,69	31,4	34,6	32,1	7
	Dr. Ir. H. Soekarno	2,61	225	30,79	30,9	34,8	33,5	7

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Selain faktor meteorologi diperlukan juga data volume kendaraan per jam, beban emisi, ketinggian tanah, lebar jalan, konsentrasi background, koordinat jalan dan koordinat reseptor. Data-data tersebut didapatkan dari data primer dan data sekunder.

Jika data lengkap maka dapat dilakukan input data dan running model menggunakan Caline-4. Program Caline-4 akan memprediksi konsentrasi Karbon Monoksida (CO) rata-rata selama 1 jam pada reseptor yang telah ditentukan. Hasil running model berupa konsentrasi dalam satuan ppm kemudian akan diubah menjadi $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

a) Nilai Pemodelan Konsentrasi CO di Jalan Tambak Osowilangun

Pada Lokasi Jalan Tambak Osowilangun dipilih sebanyak 2 link jalan (Titik Awal Pengukuran). Serta dipilih titik reseptor sebanyak 20 reseptor yang dianggap memiliki kemungkinan

terpapar oleh emisi kendaraan yang melalui jalan tersebut. Sehingga hasil prediksi sebaran konsentrasi CO oleh aktivitas lalu lintas di Jalan Tambak Osowilangun dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 4.11 Hasil Model Konsentrasi CO di Jalan Tambak Osowilangun

Reseptor	Konsentrasi CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
	Sabtu			Minggu			Senin		
	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
Segmen 1									
R1	8938,2	8600,8	8505,8	8224,0	8140,7	8076,7	9310,6	8325,7	9177,3
R2	7920,0	7818,9	7834,3	7886,0	7806,2	7852,3	7852,3	7770,6	7834,3
R3	7920,0	7818,9	7834,3	7886,0	7806,2	7852,3	7852,3	7770,6	7834,3
R4	8146,2	7930,6	7946,2	7886,0	7806,2	7852,3	8076,7	7881,6	7946,2
R5	7920,0	7818,9	7834,3	7886,0	7806,2	7852,3	7852,3	7770,6	7834,3
R6	7920,0	7818,9	7834,3	7886,0	7806,2	7852,3	7852,3	7770,6	7834,3
R7	7920,0	7818,9	7834,3	7886,0	7806,2	7852,3	7852,3	7770,6	7834,3
R8	9164,5	8824,2	8729,6	8336,6	8363,7	8188,8	9647,1	8436,7	9513,1
R9	8259,4	8154,0	8058,1	7998,6	7917,7	7964,5	8301,0	7992,6	8170,1
R10	9164,5	8824,2	8729,6	8336,6	8140,7	8188,8	9647,1	8436,7	9401,2
R11	8712,0	8489,1	8393,9	8224,0	8140,7	8076,7	8974,1	8214,7	8841,6
R12	8938,2	8600,8	8505,8	8224,0	8140,7	8076,7	9310,6	8325,7	9177,3
R13	8372,5	8154,0	8170,1	7998,6	7917,7	7964,5	8413,2	7992,6	8393,9
R14	7920,0	7818,9	7834,3	7886,0	7806,2	7852,3	7852,3	7770,6	7834,3
R15	7920,0	7818,9	7834,3	7886,0	7806,2	7852,3	7852,3	7770,6	7834,3
R16	8259,4	8154,0	8170,1	7998,6	7917,7	7964,5	8413,2	7992,6	8282,0
R17	9277,7	8935,9	8841,6	8336,6	8252,2	8188,8	9759,3	8547,7	9625,0
R18	8033,1	7930,6	7946,2	7886,0	7806,2	7852,3	7964,5	7770,6	7946,2
R19	7920,0	7818,9	7834,3	7886,0	7806,2	7852,3	7852,3	7770,6	7834,3
R20	7920,0	7818,9	7834,3	7886,0	7806,2	7852,3	7852,3	7770,6	7834,3
Segmen 2									
R1	9051,4	8600,8	8841,6	8561,9	8252,2	8301,0	8861,9	8436,7	8841,6
R2	8033,1	7930,6	7946,2	7998,6	7917,7	7964,5	7964,5	7881,6	7946,2
R3	9390,8	8824,2	9177,3	8674,6	8363,7	8301,0	9198,4	8658,7	9177,3
R4	7920,0	7818,9	7834,3	7998,6	7806,2	7852,3	7852,3	7770,6	7834,3
R5	9390,8	8712,5	9065,4	8674,6	8363,7	8301,0	9198,4	8658,7	9065,4
R6	8259,4	8042,3	8170,1	8111,3	7917,7	7964,5	8188,8	7992,6	8170,1
R7	7920,0	7818,9	7834,3	7886,0	7806,2	7852,3	7852,3	7770,6	7834,3
R8	7920,0	7818,9	7834,3	7886,0	7806,2	7852,3	7852,3	7770,6	7834,3

Reseptor	Konsentrasi CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
	Sabtu			Minggu			Senin		
	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
R9	9504,0	8824,2	9177,3	8674,6	8363,7	8301,0	9310,6	8658,7	9177,3
R10	8598,8	8265,7	8505,8	8336,6	8140,7	8076,7	8525,4	8214,7	8505,8
R11	8259,4	8042,3	8058,1	7998,6	7917,7	7964,5	8188,8	7992,6	8170,1
R12	8033,1	7930,6	7946,2	7998,6	7917,7	7964,5	7964,5	7881,6	7946,2
R13	7920,0	7818,9	7834,3	7886,0	7806,2	7852,3	7852,3	7770,6	7834,3
R14	8598,8	8265,7	8505,8	8336,6	8140,7	8076,7	8525,4	8214,7	8505,8
R15	8372,5	8154,0	8170,1	8111,3	8029,2	7964,5	8301,0	7992,6	8282,0
R16	9617,1	8935,9	9289,2	8674,6	8363,7	8301,0	9422,8	8769,7	9401,2
R17	7920,0	7818,9	7834,3	7886,0	7806,2	7852,3	7852,3	7770,6	7834,3
R18	7920,0	7818,9	7834,3	7886,0	7806,2	7852,3	7852,3	7770,6	7834,3
R19	7920,0	7818,9	7834,3	7886,0	7806,2	7852,3	7852,3	7770,6	7834,3
R20	7920,0	7818,9	7834,3	7886,0	7806,2	7852,3	8188,8	7770,6	7834,3

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Dari hasil pemodelan Konsentrasi CO menggunakan Caline-4 di Jalan Tambak Osowilangun, dapat diketahui hasil prakiraan konsentrasi CO tiap titik reseptor. Pada segmen 1 dihari Sabtu konsentrasi tertinggi terjadi pada interval waktu pagi hari yaitu sebesar $9277,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada hari Minggu Konsentrasi CO tertinggi terjadi pada interval waktu pagi yaitu sebesar $8787,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada hari Senin konsentrasi CO tertinggi pada interval waktu pagi yaitu sebesar $9759,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi tertinggi ini terdapat pada reseptor R17. Sementara konsentrasi terendah yaitu sebesar $7770,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di interval pagi hari minggu tersebar di beberapa reseptor pada segmen 1 yaitu R2, R3, R5, R6, R7, R14, R15, R18, R19, dan R20.

Sedangkan pada segmen 2 Jalan Tambak Osowilangun, nilai konsentrasi CO tertinggi terdapat pada reseptor R16. Yang pertama pada hari Sabtu konsentrasi tertinggi terjadi pada interval waktu pagi hari yaitu sebesar $9617,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada hari Minggu Konsentrasi CO tertinggi terjadi pada interval waktu pagi yaitu sebesar $8674,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada hari Senin konsentrasi CO tertinggi pada interval waktu pagi yaitu sebesar $9422,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sementara konsentrasi terendah pada segmen 2 yaitu sebesar $7770,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tersebar di reseptot R4,

R7, R8, R13, R17, R18, R19, R20. Nilai Konsentrasi ini masih berada di bawah baku mutu udara ambien yang tertera pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yaitu sebesar 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ selama 1 jam.

Menurut Dewapandhu & Pribadi (2023) Perbedaan tinggi rendahnya konsentrasi CO antar segmen ini dapat dikarenakan adanya perbedaan nilai data inputnya yang utamanya data volume lalu lintas sebagai sumber emisinya.

b) Nilai Pemodelan Konsentrasi CO di Jalan Dr. Ir H. Soekarno

Pada Lokasi Jalan Dr. Ir H. Soekarno dipilih sebanyak 6 link jalan pada segmen 1 dan 4 link jalan pada segmen 2. Serta dipilih titik reseptor sebanyak 20 reseptor yang dianggap memiliki kemungkinan terpapar oleh emisi kendaraan yang melalui jalan tersebut. Sehingga hasil prediksi sebaran konsentrasi CO oleh aktivitas lalu lintas di Jalan Dr. Ir H. Soekarno dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 4.12 Hasil Model Konsentrasi CO di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno

Reseptor	Konsentrasi CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
	Sabtu			Minggu			Senin		
	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
Segmen 1									
R1	9332,1	9402,1	9931,5	9504,0	9379,6	9711,4	11011,3	9207,8	10138,1
R2	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5
R3	8207,7	8074,8	8257,6	8259,4	8151,4	8260,3	8539,4	8098,4	8244,1
R4	8320,1	8185,4	8369,2	8259,4	8151,4	8148,7	8202,3	7987,4	8021,3
R5	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5
R6	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	8539,4	8098,4	8355,5
R7	8769,9	8627,8	9038,7	8825,1	8709,7	8930,1	9775,4	8653,1	9135,4
R8	8095,3	8074,8	8146,0	8146,2	8039,7	8148,7	8314,7	7987,4	8132,7
R9	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5
R10	8994,8	8959,7	9373,5	8938,2	8821,3	9041,7	10449,5	8985,9	9692,4
R11	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5

Reseptor	Konsentrasi CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
	Sabtu			Minggu			Senin		
	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
R12	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5
R13	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5
R14	8095,3	7964,2	8146,0	8146,2	8039,7	8037,1	8090,0	7876,5	8021,3
R15	8657,5	8517,2	8815,6	8712,0	8598,0	8706,8	9663,0	8542,1	9135,4
R16	8320,1	8185,4	8369,2	8259,4	8151,4	8260,3	8651,8	8098,4	8355,5
R17	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7977,6	7876,5	7909,9
R18	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5
R19	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5
R20	8095,3	7964,2	8146,0	8033,1	7928,0	8037,1	7977,6	7876,5	7909,9
Segmen 2									
R1	8994,8	8959,7	9485,1	8712,0	8821,3	9153,3	10449,5	9207,8	10583,7
R2	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5
R3	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5
R4	8545,0	8517,2	8927,1	8372,5	8486,3	8706,8	9325,9	8653,1	9469,6
R5	8320,1	8296,0	8480,8	8259,4	8263,0	8371,9	8651,8	8209,3	8689,8
R6	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5
R7	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5
R8	8545,0	8517,2	8927,1	8372,5	8374,7	8483,6	8539,4	8209,3	8578,4
R9	8095,3	8074,8	8146,0	8146,2	8039,7	8148,7	8314,7	7987,4	8244,1
R10	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5
R11	8095,3	7964,2	8146,0	8033,1	7928,0	7925,4	7865,2	7765,6	7798,5
R12	8095,3	8074,8	8146,0	8033,1	8039,7	8037,1	8090,0	7876,5	8132,7
R13	8657,5	8627,8	9038,7	8485,7	8486,3	8706,8	9325,9	8542,1	9358,2
R14	8095,3	7964,2	8034,4	8033,1	7928,0	8037,1	7977,6	7876,5	8021,3
R15	8095,3	7964,2	8034,4	8146,2	8039,7	8148,7	8314,7	8098,4	8355,5
R16	7870,4	8185,4	8369,2	8146,2	8151,4	8148,7	8314,7	7987,4	8244,1
R17	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5
R18	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5
R19	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5
R20	7870,4	7742,9	7811,3	7920,0	7816,4	7813,8	7865,2	7765,6	7798,5

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Dari hasil pemodelan Konsentrasi CO menggunakan Caline-4 di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno, dapat diketahui hasil prakiraan konsentrasi CO tiap titik reseptor. Pada segmen 1 dihari Sabtu konsentrasi tertinggi terjadi pada interval waktu sore hari yaitu

sebesar 9931,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada hari Minggu Konsentrasi CO tertinggi terjadi pada interval waktu sore yaitu sebesar 9711,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada hari Senin konsentrasi CO tertinggi pada interval waktu pagi yaitu sebesar 11011,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi tertinggi ini terdapat pada reseptor R1. Sementara konsentrasi terendah yaitu sebesar 7765,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ interval waktu siang dihari minggu. konsentrasi terendah tersebar di beberapa reseptor pada segmen 2 yaitu R2, R5, R6, R9, R11, R12, R13, R17, R18 dan R19

Sedangkan pada segmen 2 Jalan Dr. Ir.H. Soekarno, nilai konsentrasi CO tertinggi terdapat pada reseptor R1. Pada hari Sabtu konsentrasi tertinggi terjadi pada interval waktu sore hari yaitu sebesar 9485,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada hari Minggu Konsentrasi CO tertinggi terjadi pada interval waktu sore yaitu sebesar 9153,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada hari Senin konsentrasi CO tertinggi pada interval waktu pagi yaitu sebesar 10583,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sementara konsentrasi terendah pada segmen 2 yaitu sebesar 7770,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tersebar di reseptor R2, R3, R6, R7, R10, R17, R18, R19 dan R20.

Nilai Konsentrasi tertinggi di Jalan Dr. Ir. Soekarno ini telah berada di atas baku mutu udara ambien yang tertera pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yaitu sebesar 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ selama 1 jam.

Menurut Dewapandhu & Pribadi (2023) Perbedaan tinggi rendahnya konsentrasi CO antar segmen ini dapat dikarenakan adanya perbedaan nilai data inputnya yang utamanya data volume lalu lintas sebagai sumber emisinya.

4.3 Analisis Dispersi Karbon Monoksida (CO)

Analisis Dispersi Karbon Monoksida dapat dilakukan setelah menentukan volume kendaraan yang nantinya akan dihitung nilai beban emisi (Q). Setelah data sekunder dan primer didapatkan dilakukan pengolahan data

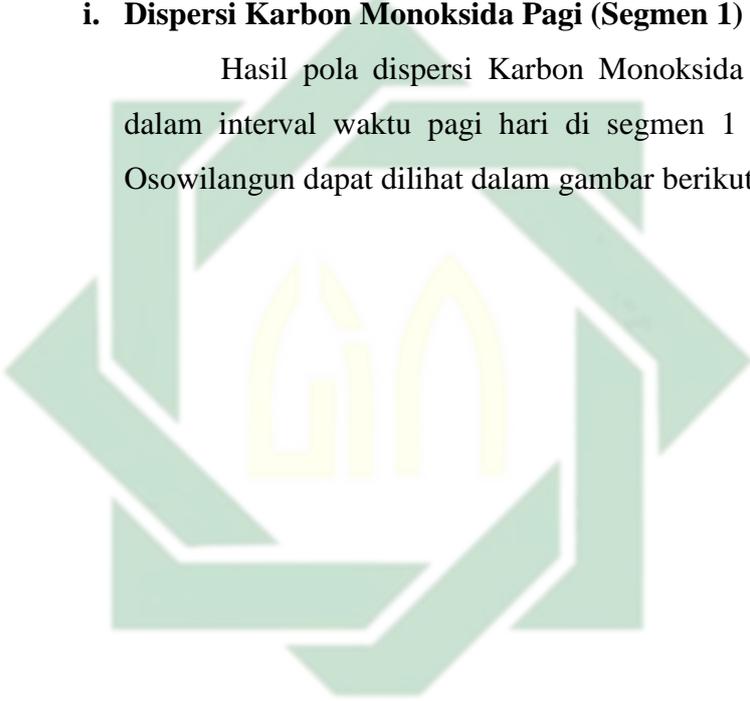
menggunakan Caline-4. Selesai melakukan pemodelan menggunakan program Caline-4 maka dapat diketahui prediksi konsentrasi CO pada titik koordinat reseptor yang telah ditentukan. Data tersebutlah yang akan diinput ke dalam program surfer untuk mengetahui bagaimana pola persebarannya.

4.3.1 Dispersi Karbon Monoksida Jalan Tambak Osowilangun

a) Dispersi Karbon Monoksida Pagi Hari

i. Dispersi Karbon Monoksida Pagi (Segmen 1)

Hasil pola dispersi Karbon Monoksida selama 1 jam dalam interval waktu pagi hari di segmen 1 Jalan Tambak Osowilangun dapat dilihat dalam gambar berikut:



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

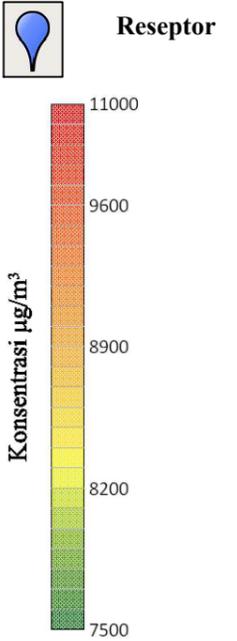


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.17 Dispersi CO Minggu Pagi segmen 1

KETERANGAN



SKALA

1:2.000

DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.

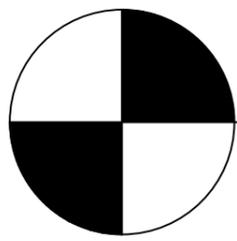
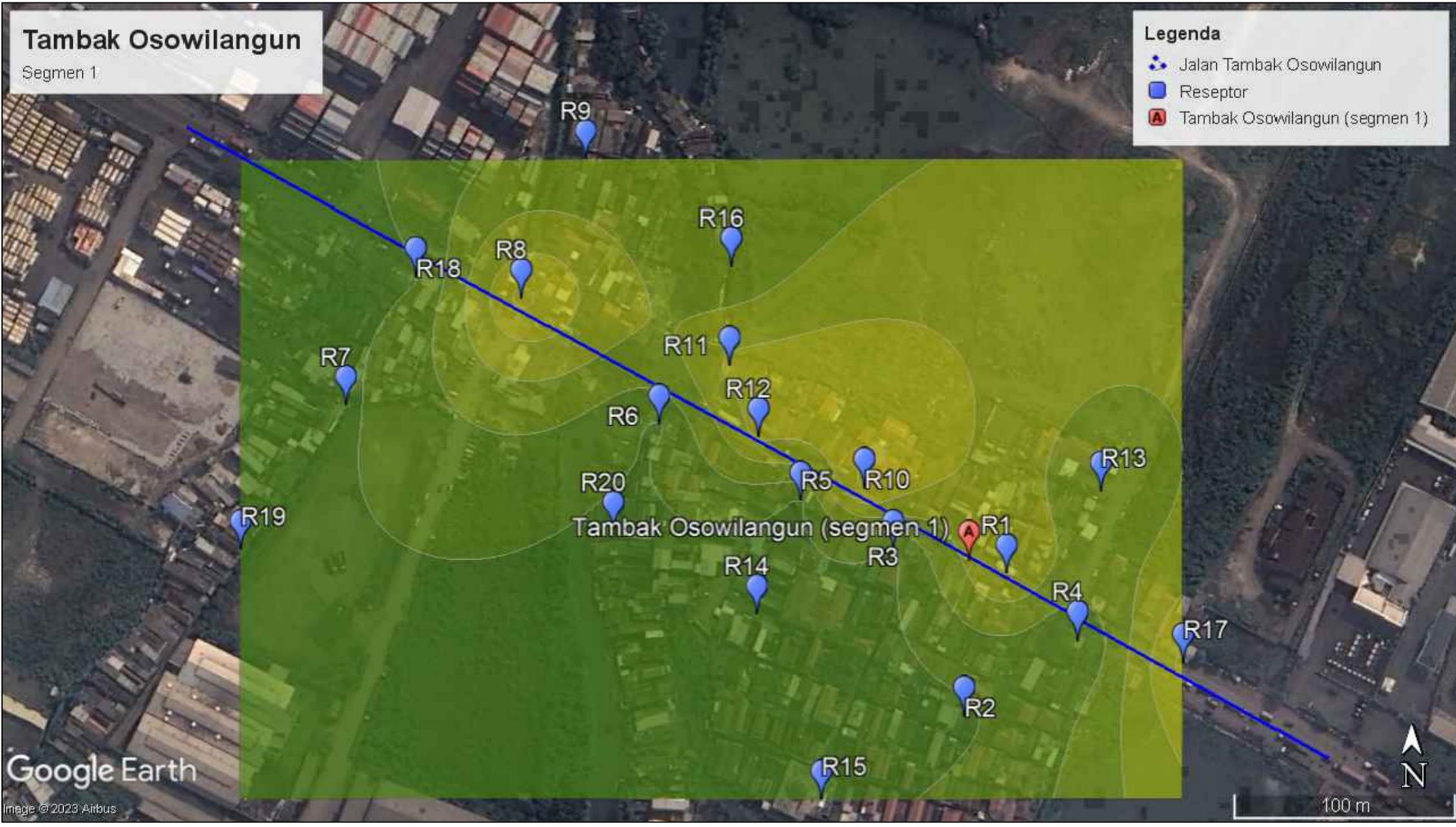
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.

AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR



Gambar 4.17 Dispersi CO Minggu Pagi segmen 1

Skala 1: 2.000



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

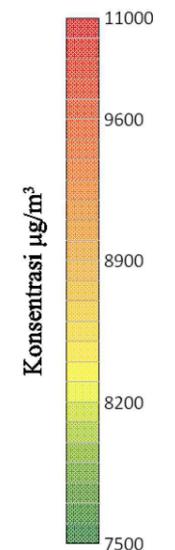
JUDUL GAMBAR

Gambar 4.18 Dispersi CO Sabtu Pagi segmen 1

KETERANGAN



Reseptor



SKALA

1:2.000

DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.

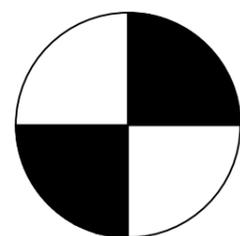
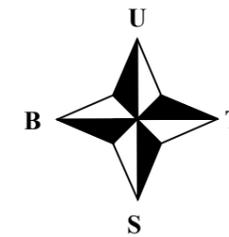
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.

AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR



Gambar 4.18 Dispersi CO Sabtu Pagi segmen 1

Skala 1: 2.000



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

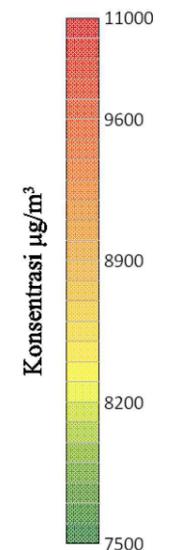
JUDUL GAMBAR

Gambar 4.19 Dispersi CO Senin Pagi segmen 1

KETERANGAN



Reseptor



SKALA

1:2.000

DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.

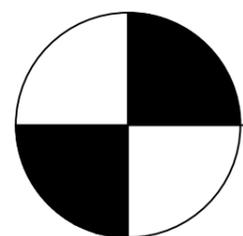
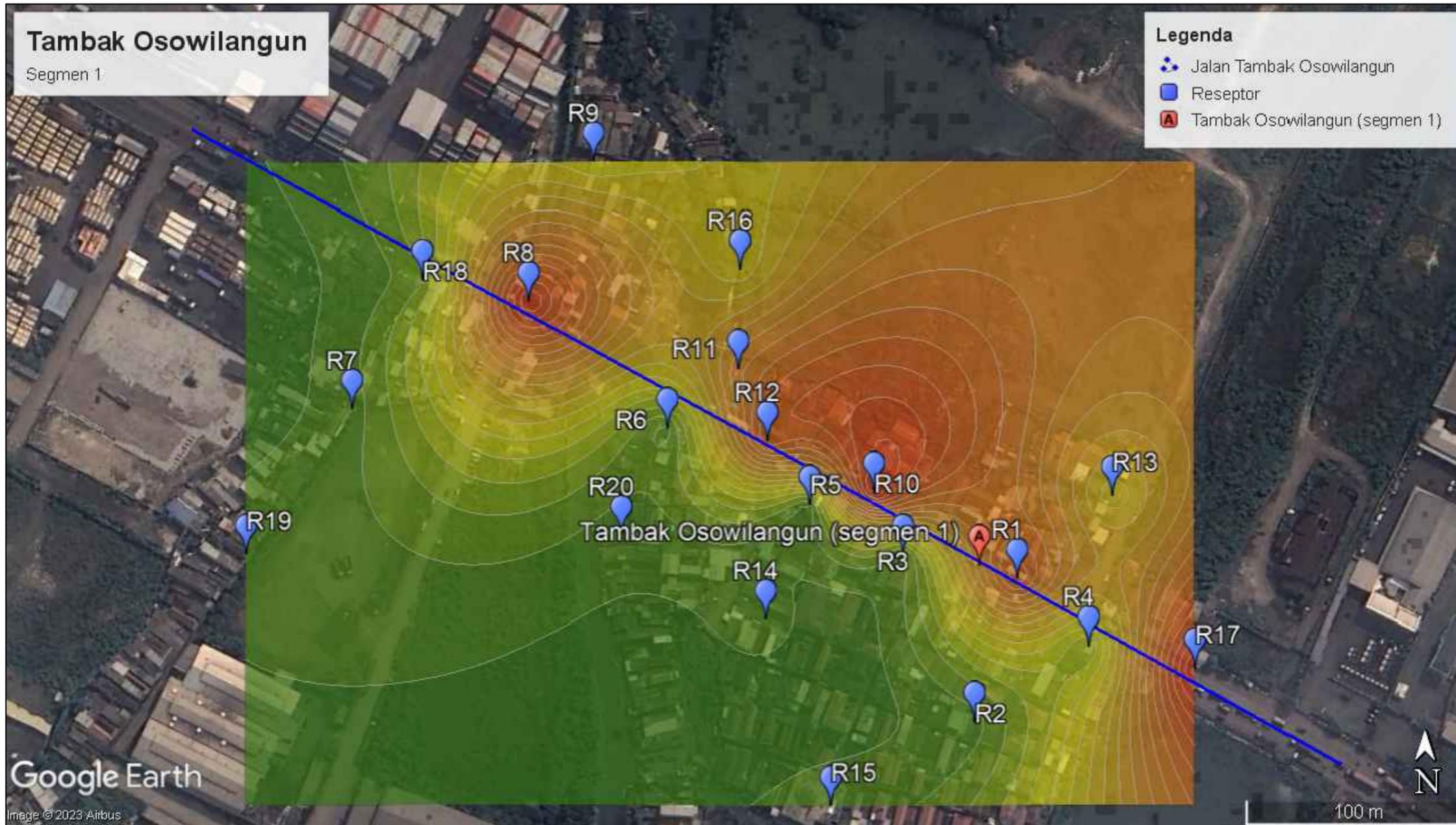
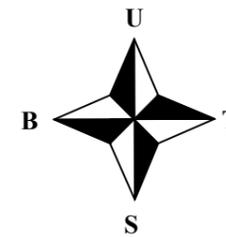
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.

AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR



Gambar 4.19 Dispersi CO Senin Pagi segmen 1

Skala 1: 2.000

Bedasarkan Gambar 4.17 dapat diketahui pola dispersi konsentrasi CO pada hari Minggu pagi. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $8336,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7886,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari selatan barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,6 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah utara timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.18 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Sabtu pagi. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $9277,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7920,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,37 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.19 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Senin pagi. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $9759,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7852,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat-barat daya ke arah timur-timur laut dengan kecepatan $2,42 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur-timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Dari hasil pola dispersi polutan didapatkan hasil polutan CO menyebar sesuai dengan arah angin. Hal ini sama dengan pernyataan Sasmita dkk, (2018) bahwa hasil simulasi dipengaruhi oleh arah dan kecepatan yang terjadi. Arah sebaran simulasi sama dengan karakteristik arah angin yang diperoleh. Hal ini dikarenakan angin dapat menyebabkan perpindahan suatu zat. Daerah penerima dispersi zat dapat ditentukan menggunakan arah angin.

Dapat dilihat dari Gambar 4.17 Gambar 4.18 dan Gambar 4.19 persebaran CO pada hari Senin pagi lebih jauh area yang terdampak dengan notasi warna orange-merah. Semakin merah area penelitian maka semakin banyak emisi CO sedangkan semakin hijau wilayah penelitian maka semakin sedikit konsentrasi CO. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan volume kendaraan yang melintas pada hari tersebut. Pada hari senin pagi volume kendaraan yang melintas lebih tinggi dibandingkan hari lainnya. Sehingga tingkat cemaran CO semakin tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Purnama dkk., (2018) bahwa volume kendaraan mempengaruhi besarnya konsentrasi CO. Semakin besar volume kendaraan maka tingkat cemaran CO semakin tinggi.

ii. Dispersi Karbon Monoksida Pagi (Segmen 2)

Hasil pola dispersi Karbon Monoksida dalam interval waktu pagi hari di segmen 2 Jalan Tambak Osowilangun dapat dilihat dalam gambar berikut:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

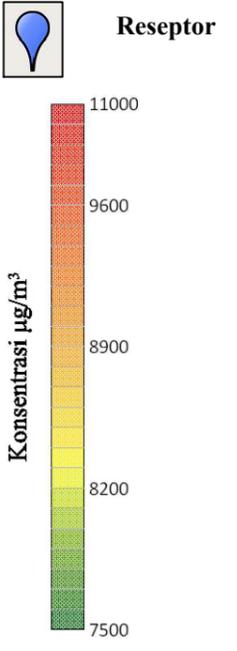


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
 SUNAN AMPEL SURABAYA
 2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.20 Dispersi CO Minggu Pagi segmen 2

KETERANGAN



SKALA

1:3.750

DIBUAT OLEH

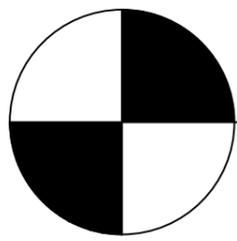
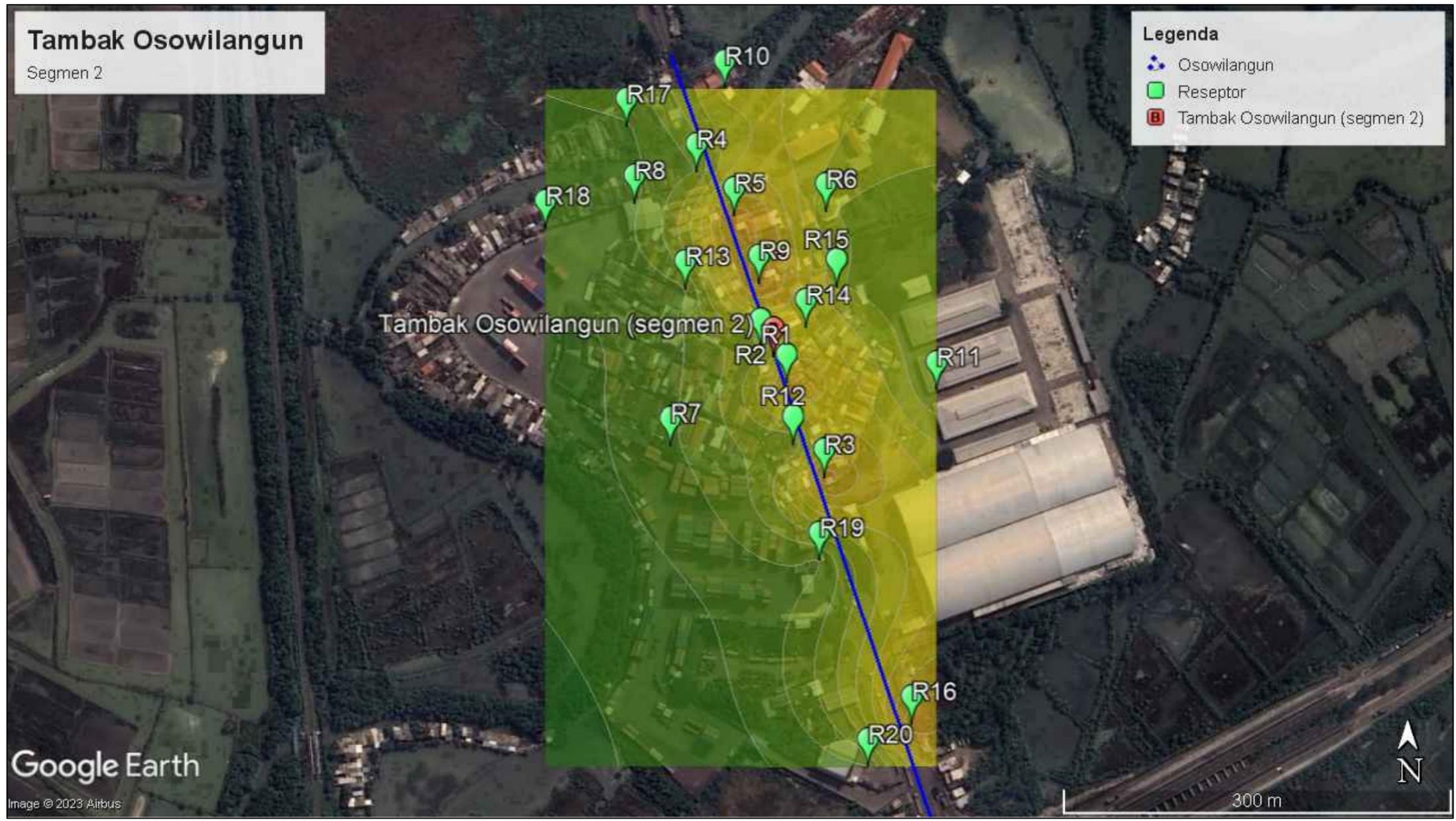
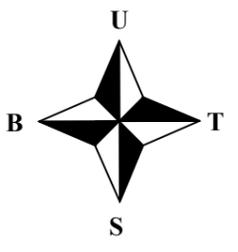
FADILAH DWI K. A.
 NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

107



Gambar 4.20 Dispersi CO Minggu Pagi segmen 2

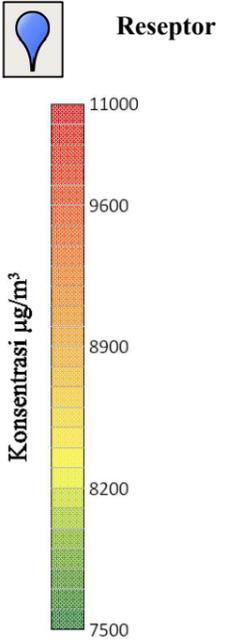
Skala 1: 3.750



JUDUL GAMBAR

Gambar 4.21 Dispersi CO Sabtu Pagi segmen 2

KETERANGAN



SKALA

1:3.750

DIBUAT OLEH

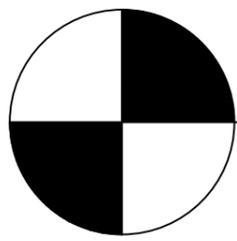
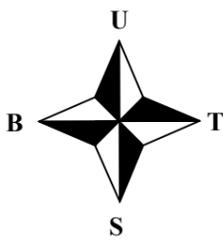
FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

108



Gambar 4.21 Dispersi CO Sabtu Pagi segmen 2

Skala 1: 3.750

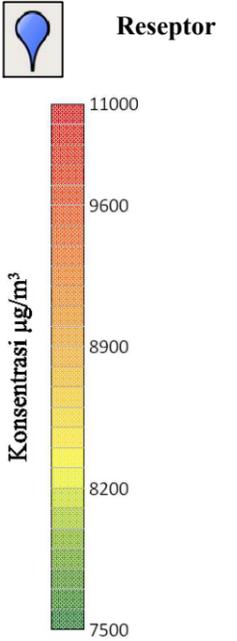


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.22 Dispersi CO Senin Pagi segmen 2

KETERANGAN



SKALA

1:3.750

DIBUAT OLEH

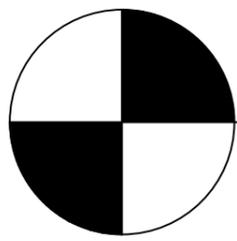
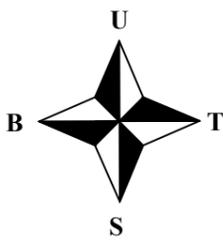
FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

109



Gambar 4.22 Dispersi CO Senin Pagi segmen 2

Skala 1: 3.750

Bedasarkan Gambar 4.20 diketahui pola dispersi konsentrasi CO pada hari Minggu pagi. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $8787,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7886,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari selatan barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,6 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah utara timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Pada Gambar 4.21 dapat diketahui pola dispersi konsentrasi CO pada hari Sabtu pagi. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $9730,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7920,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,37 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.22 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Senin pagi. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $9647,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7852,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat-barat daya ke arah timur-timur laut dengan kecepatan $2,42 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur-timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Pola dispersi polutan sesuai dengan arah angin sesuai dengan pernyataan Muflihah, (2018) bahwa proses dispersi polutan di udara sangat dipengaruhi oleh angin sebagai faktor utamanya. Hal ini dikarenakan angin dapat menyebabkan perpindahan suatu zat. Sehingga daerah penerima dispersi zat dapat ditentukan menggunakan arah angin.

Dapat dilihat dari Gambar 4.20 Gambar 4.21 dan Gambar 4.22 persebaran CO pada hari Senin pagi lebih jauh area yang terdampak dengan notasi warna orange-merah. Semakin merah area penelitian maka semakin banyak emisi CO

sedangkan semakin hijau wilayah penelitian maka semakin sedikit konsentrasi CO. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan volume kendaraan yang melintas pada hari tersebut. Pada hari senin pagi volume kendaraan yang melintas lebih tinggi dibandingkan hari lainnya. Sehingga tingkat cemaran CO semakin tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wirosodarmo dkk., (2020) bahwa volume kendaraan mempengaruhi besarnya konsentrasi CO. Semakin besar volume kendaraan maka tingkat cemaran CO semakin tinggi.

b) Dispersi Karbon Monoksida Siang Hari

i. Dispersi Karbon Monoksida Siang Hari (Segmen 1)

Hasil pola dispersi Karbon Monoksida dalam interval waktu Siang hari di segmen 1 Jalan Tambak Osowilangun dapat dilihat dalam gambar berikut:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

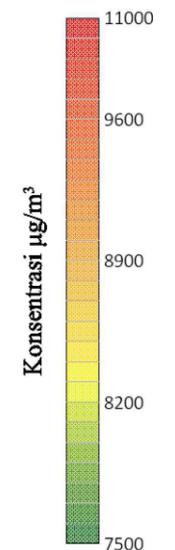
JUDUL GAMBAR

Gambar 4.23 Dispersi CO Minggu Siang segmen 1

KETERANGAN



Reseptor



SKALA

1:2.000

DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.

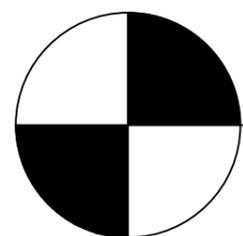
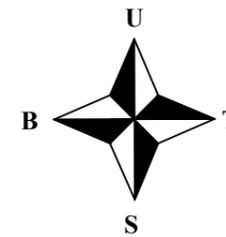
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.

AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR



Gambar 4.23 Dispersi CO Minggu Siang segmen 1

Skala 1: 2.000



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

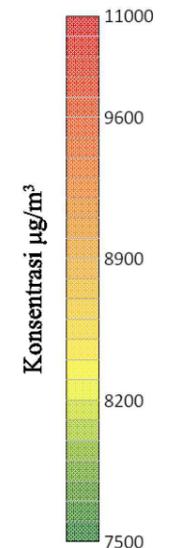
JUDUL GAMBAR

Gambar 4.24 Dispersi CO Sabtu Siang segmen 1

KETERANGAN



Receptor



SKALA

1:2.000

DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.

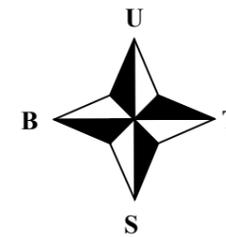
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.

AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

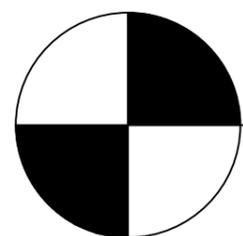


Tambak Osowilangun

Segmen 1

Legenda

- Jalan Tambak Osowilangun
- Reseptor
- Tambak Osowilangun (segmen 1)



Gambar 4.24 Dispersi CO Sabtu Siang segmen 1

Skala 1: 2.000

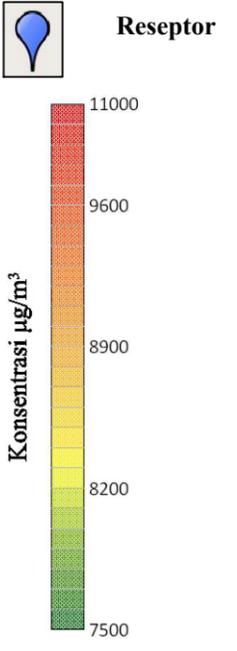


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.25 Dispersi CO Senin Siang segmen 1

KETERANGAN



SKALA

1:2.000

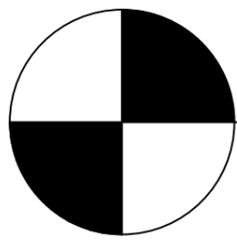
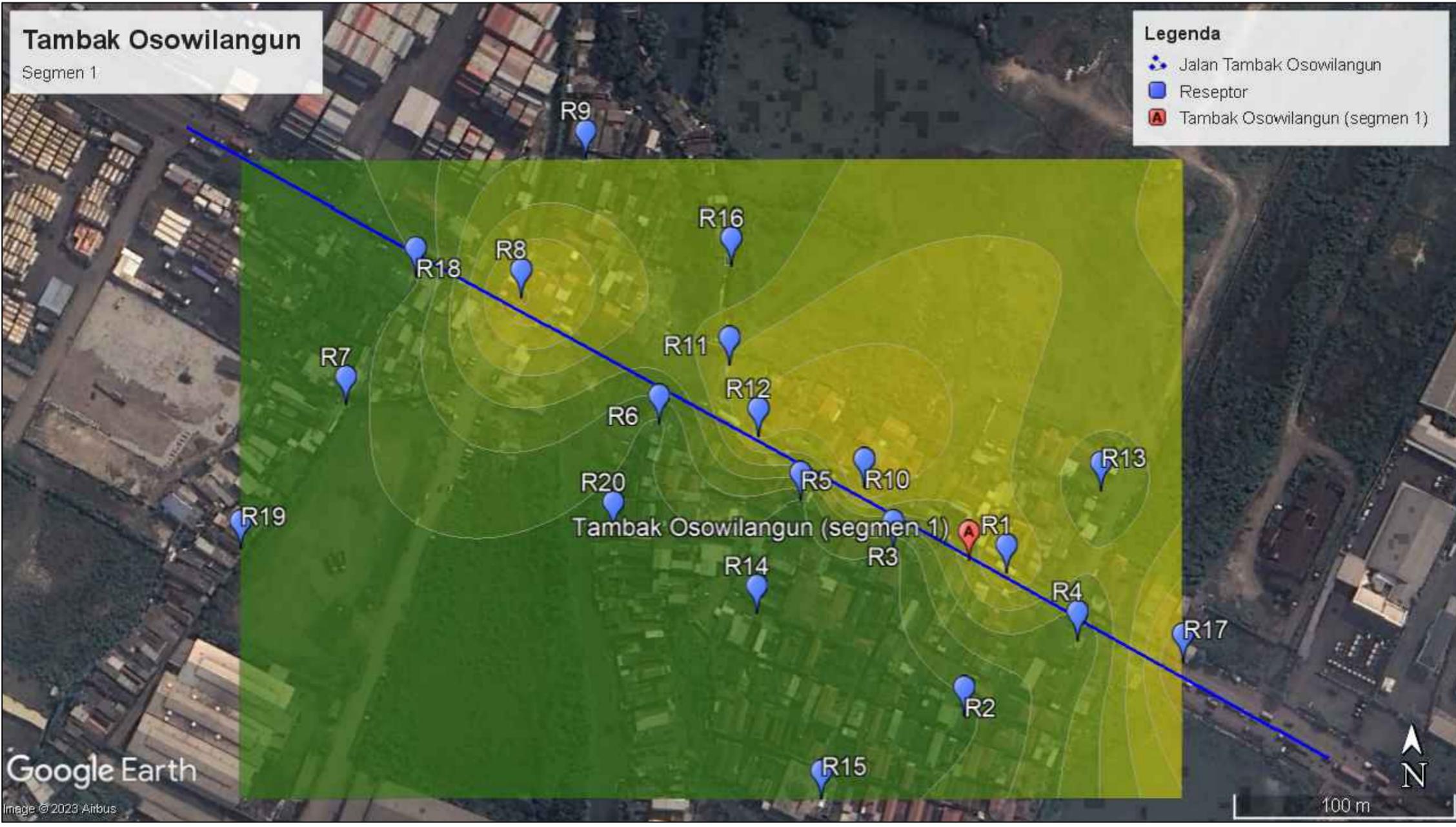
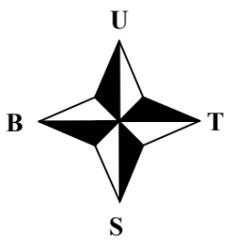
DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR



Gambar 4.25 Dispersi CO Senin Siang segmen 1

Skala 1: 2.000

Bedasarkan Gambar 4.23 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Minggu siang. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $8252,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7806,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari selatan barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,6 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah utara timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.24 dapat diketahui pola dispersi konsentrasi CO pada hari Sabtu siang. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $8935,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7818,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,37 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.25 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Senin siang. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $8547,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7770,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat-barat daya ke arah timur-timur laut dengan kecepatan $2,42 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur-timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Pola dispersi polutan sesuai dengan arah angin sesuai dengan pernyataan Pratama & Sofyan, (2020) dalam penelitiannya mengatahakan bahwa dispersi polutan di Kota Bandung dipengaruhi oleh pergerakan angin. Arah dispersi polutan mengarah dari angin dominan menghembus.

Dapat dilihat dari Gambar 4.23 Gambar 4.24 dan Gambar 4.25 persebaran CO pada hari Senin pagi lebih jauh area yang terdampak dengan notasi warna orange-merah. Semakin merah area penelitian maka semakin banyak emisi CO

sedangkan semakin hijau wilayah penelitian maka semakin sedikit konsentrasi CO. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan volume kendaraan yang melintas pada hari tersebut. Pada hari senin pagi volume kendaraan yang melintas lebih tinggi dibandingkan hari lainnya. Sehingga tingkat cemaran CO semakin tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Purnama dkk., (2018) bahwa volume kendaraan mempengaruhi besarnya konsentrasi CO. Semakin besar volume kendaraan maka tingkat cemaran CO semakin tinggi.

ii. **Dispersi Karbon Monoksida Siang Hari (Segmen 2)**

Hasil pola dispersi Karbon Monoksida dalam interval waktu Siang hari di segmen 2 Jalan Tambak Osowilangun dapat dilihat dalam gambar berikut:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

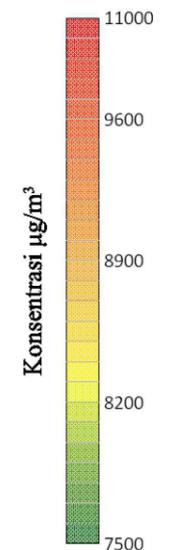
JUDUL GAMBAR

Gambar 4.26 Dispersi CO Minggu Siang segmen 2

KETERANGAN



Reseptor



SKALA

1:3.750

DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.

NIM. H95219044

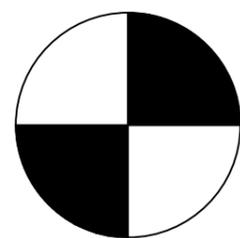
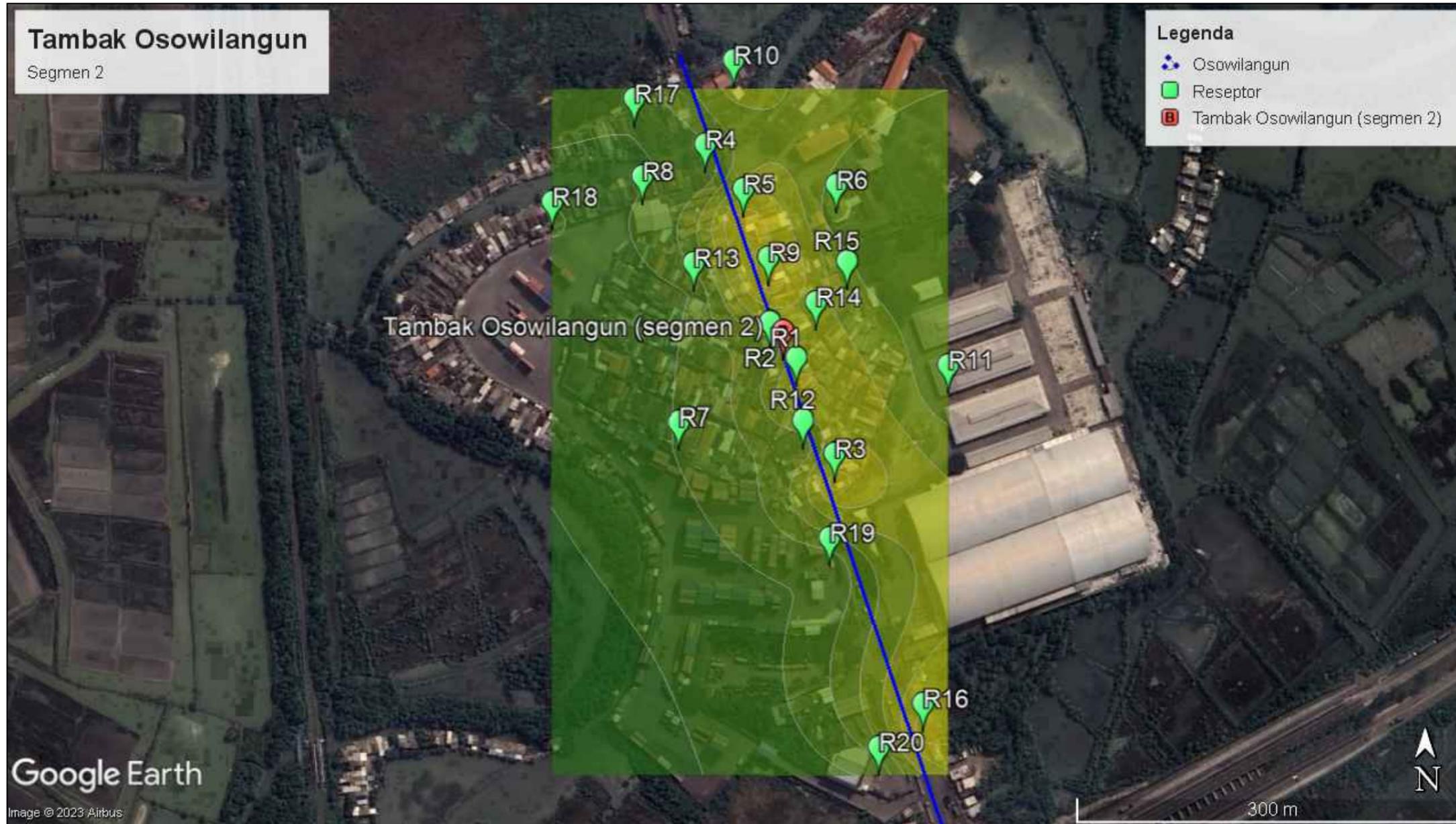
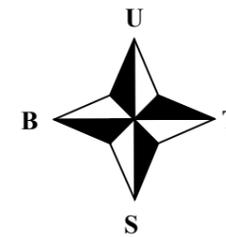
DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.

AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

117



Gambar 4.26 Dispersi CO Minggu Siang segmen 2

Skala 1: 3.750

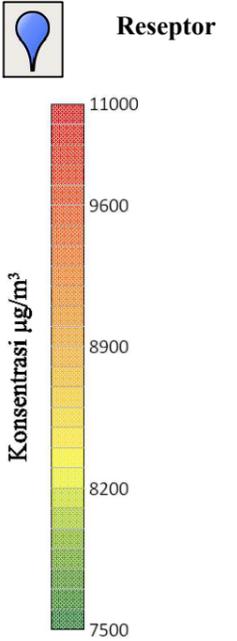


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.27 Dispersi CO Sabtu Siang segmen 2

KETERANGAN



SKALA

1:3.750

DIBUAT OLEH

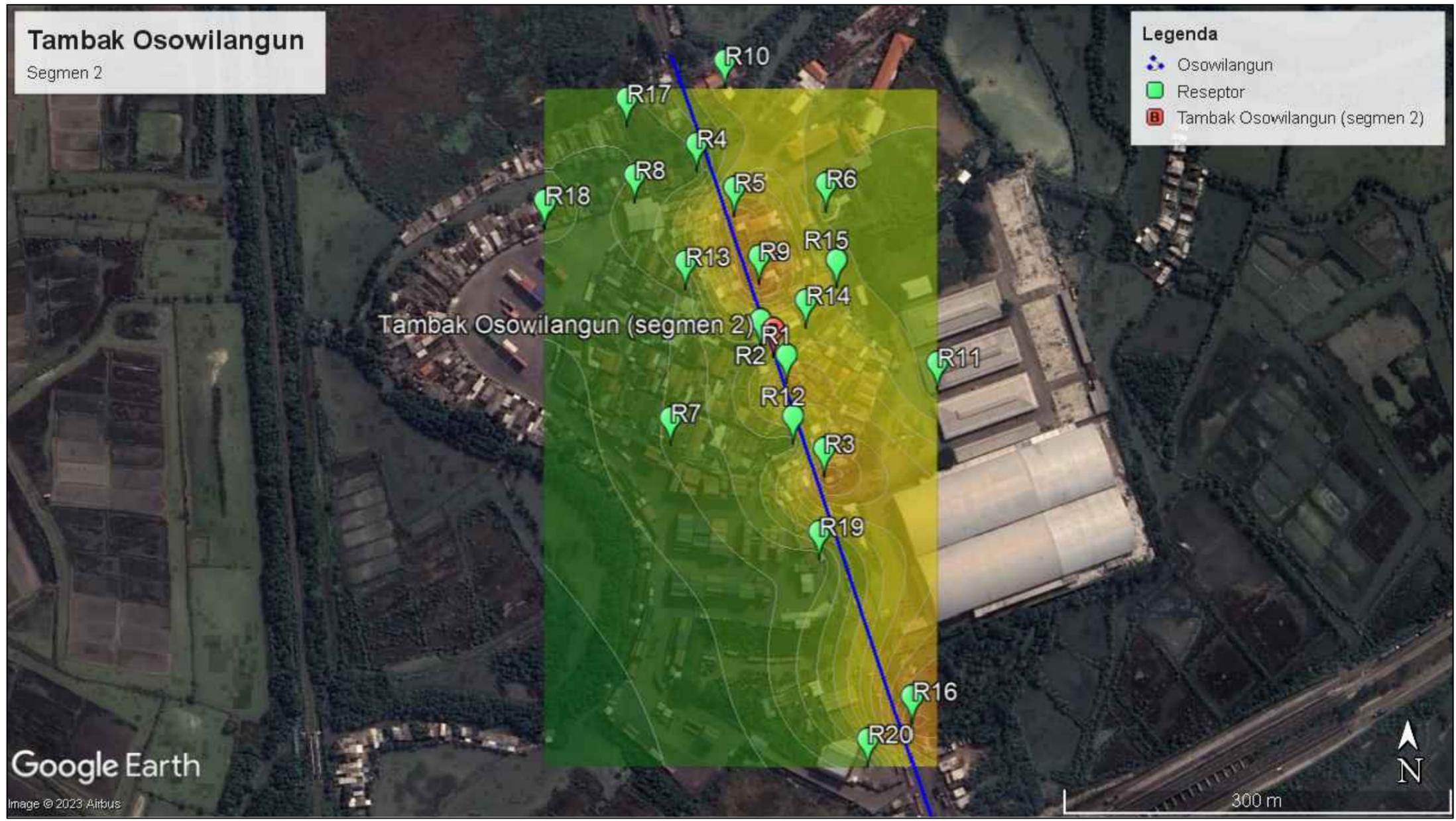
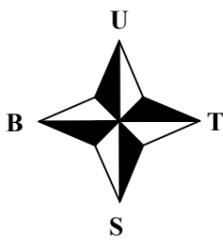
FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

118



Tambak Osowilangun
Segmen 2

Legenda

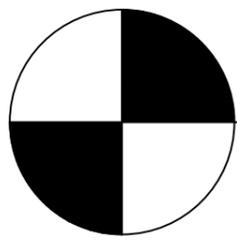
- Osowilangun
- Reseptor
- Tambak Osowilangun (segmen 2)

Tambak Osowilangun (segmen 2)

Google Earth

Image © 2023 Airbus

300 m



Gambar 4.27 Dispersi CO Sabtu Siang segmen 2

Skala 1: 3.750

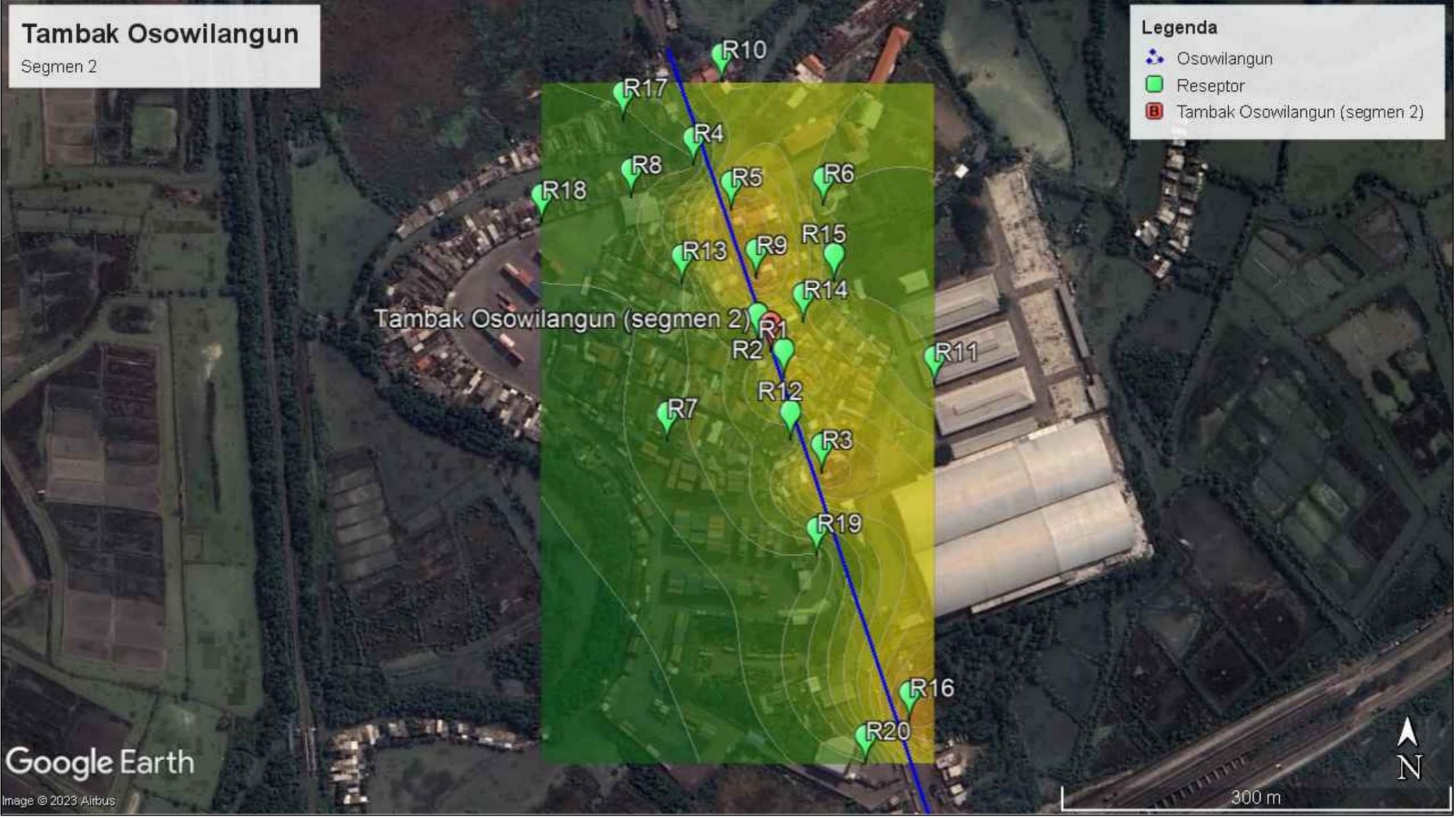
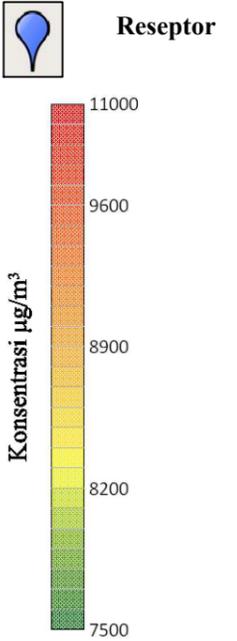


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
 SUNAN AMPEL SURABAYA
 2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.28 Dispersi CO Senin Siang segmen 2

KETERANGAN



SKALA

1:3.750

DIBUAT OLEH

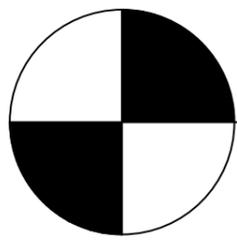
FADILAH DWI K. A.
 NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

119



Gambar 4.28 Dispersi CO Senin Siang segmen 2

Skala 1: 3.750

Bedasarkan Gambar 4.26 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Minggu siang. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $8363,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7806,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari selatan barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,6 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah utara timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.27 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Sabtu siang. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $8935,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7818,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,37 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.28 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Senin siang. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $8769,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7770,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat-barat daya ke arah timur-timur laut dengan kecepatan $2,42 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur-timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Arah persebaran polutan sesuai dengan arah angin yang berhembus, hal ini sesuai dengan pernyataan Adriani, (2020) bahwa pola dispersi pada lokasi penelitian dipengaruhi oleh arah dan kecepatan angin. Arah angin akan membawa polutan sementara kecepatan angin berpengaruh dalam seberapa sebaran polutan.

Dapat dilihat dari Gambar 4.26 Gambar 4.27 dan Gambar 4.28 bahwa yang memiliki daerah terdampak polutan CO paling besar terjadi Sabtu siang. Hal ini dikarenakan adanya

perbedaan volume kendaraan yang melintas pada hari tersebut. Pada hari sabtu siang volume kendaraan yang melintas lebih tinggi dibandingkan hari lainnya. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sasmita dkk., 2022) bahwa volume kendaraan dapat mempengaruhi besarnya konsentrasi CO. Jika semakin tinggi jumlah kendaraan yang melintas maka tingkat cemaran gas Karbon Monoksida juga semakin meningkat.

c) Dispersi Karbon Monoksida Sore Hari

i. Dispersi Karbon Monoksida Sore Hari (Segmen 1)

Hasil pola dispersi Karbon Monoksida dalam interval waktu Sore hari di segmen 1 Jalan Tambak Osowilangun dapat dilihat dalam gambar berikut:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

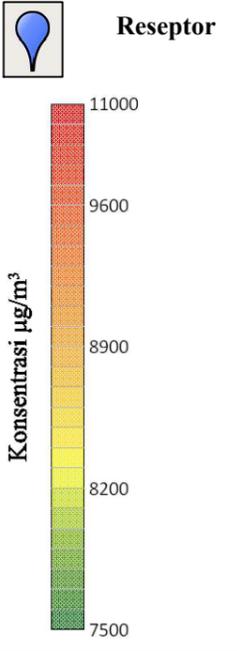


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.29 Dispersi CO Minggu Sore segmen 1

KETERANGAN



SKALA

1:2.000

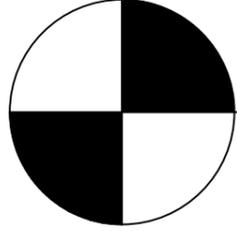
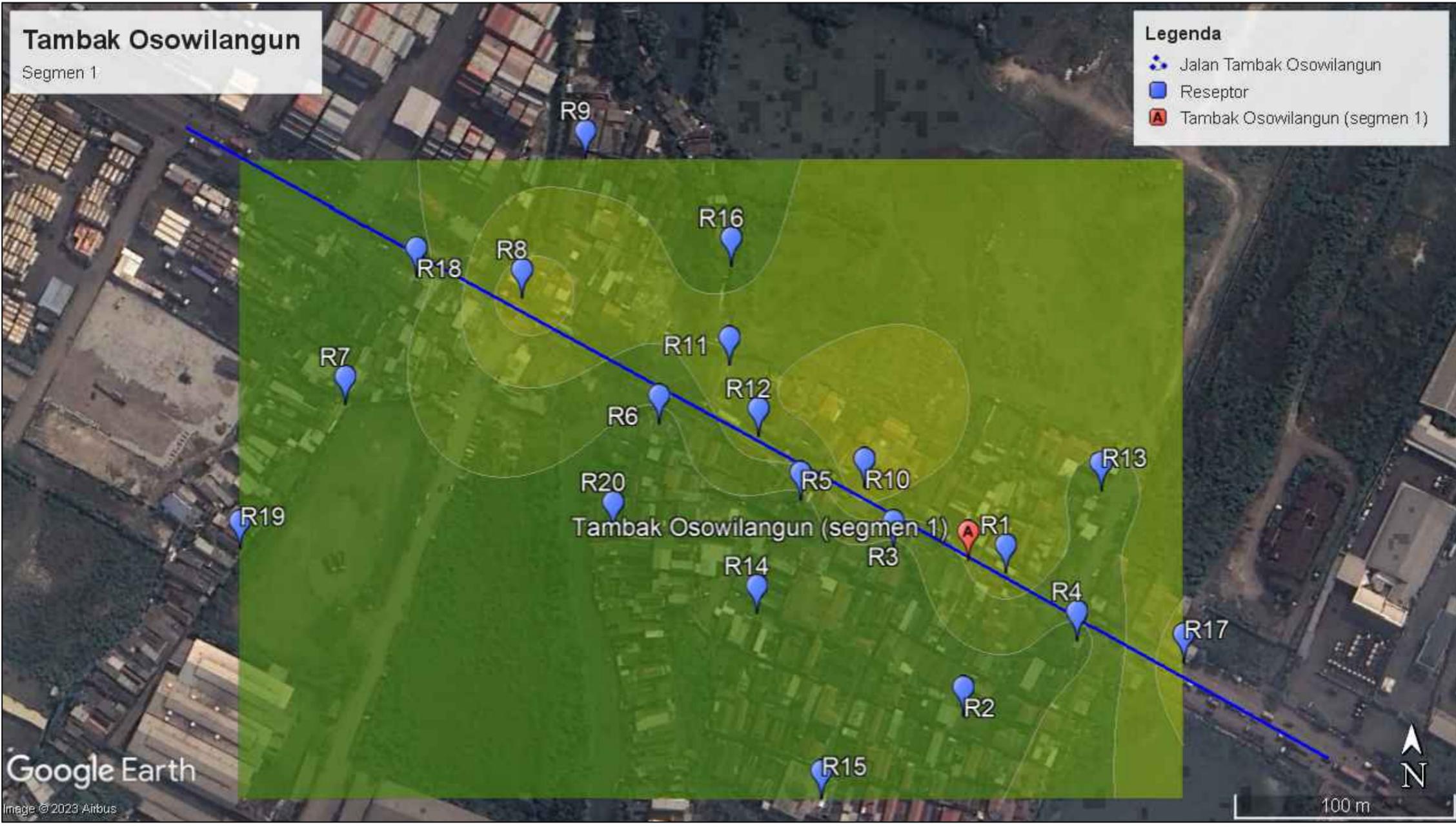
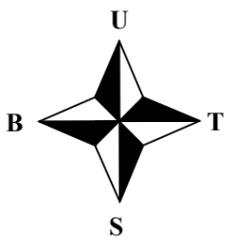
DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR



Gambar 4.29 Dispersi CO Minggu Sore segmen 1

Skala 1: 2.000

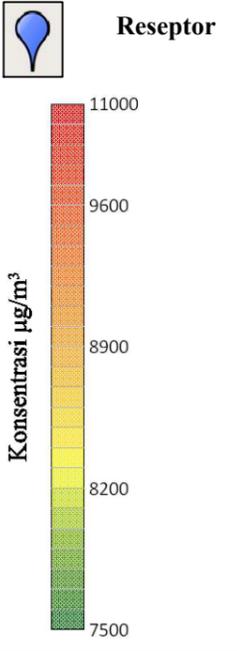


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.30 Dispersi CO Sabtu Sore segmen 1

KETERANGAN



SKALA

1:2.000

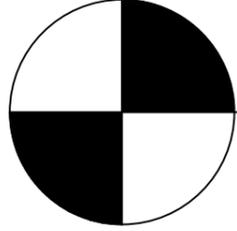
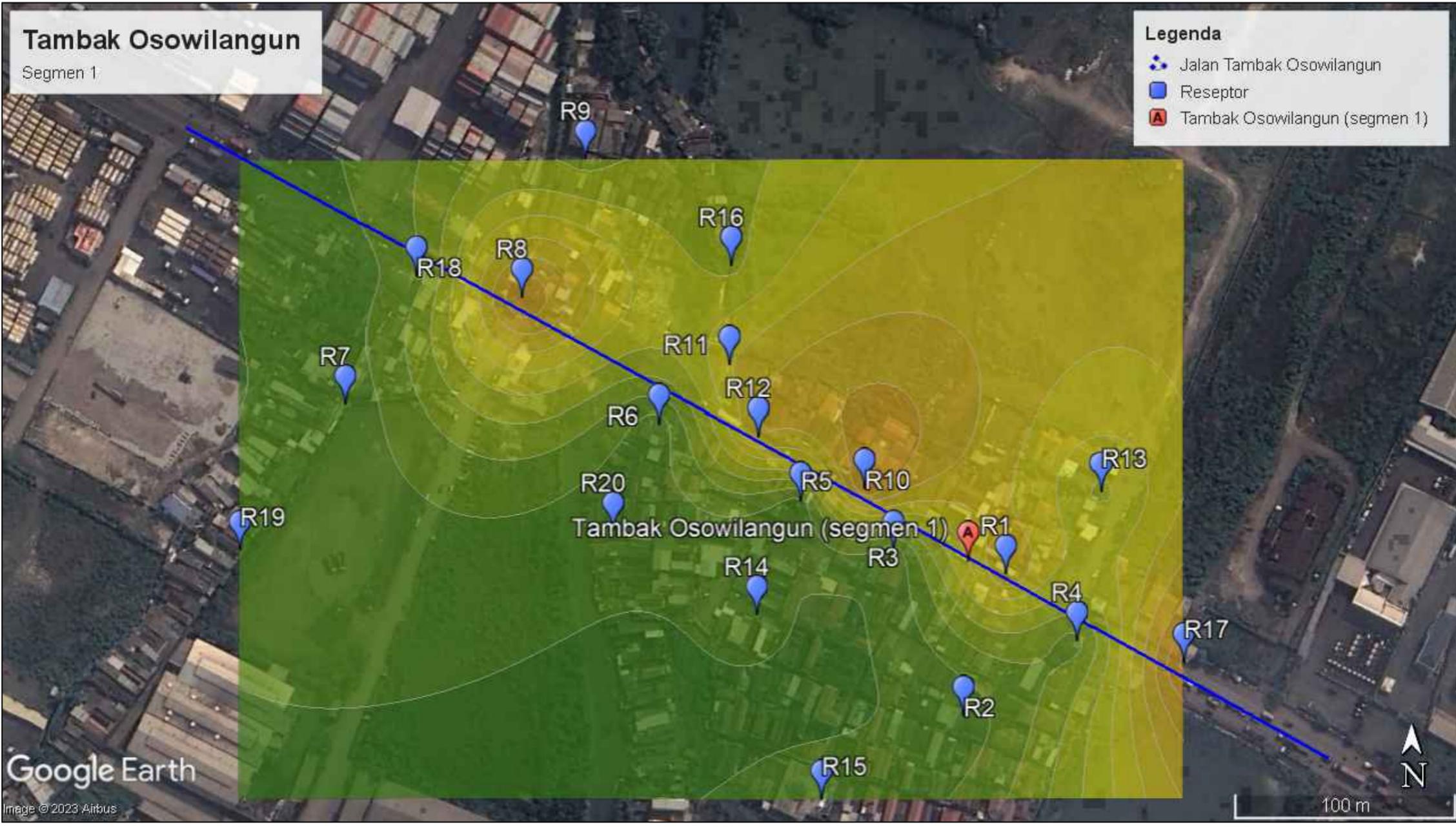
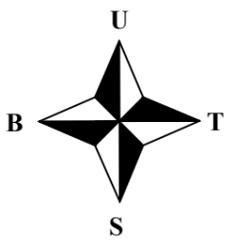
DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR



Gambar 4.30 Dispersi CO Sabtu Sore segmen 1

Skala 1: 2.000

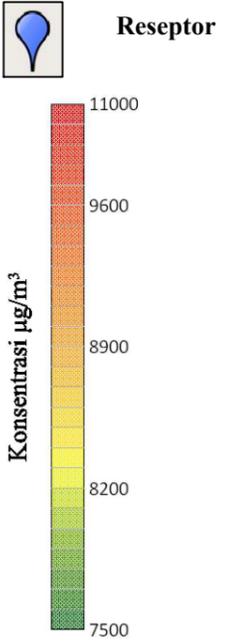


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.31 Dispersi CO Senin Sore segmen 1

KETERANGAN



SKALA

1:2.000

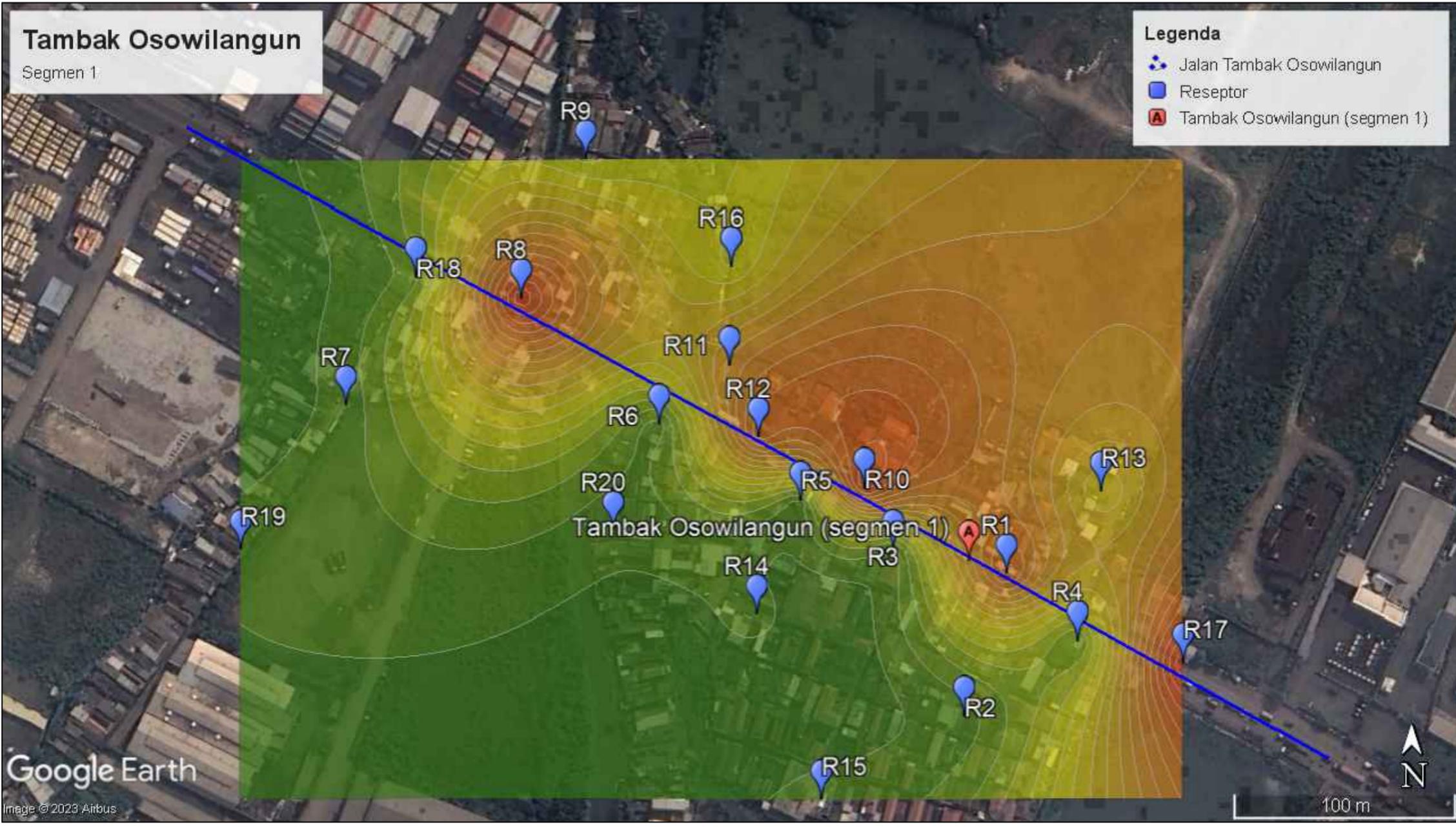
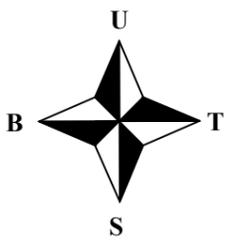
DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

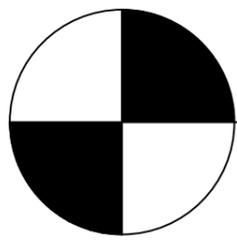
HALAMAN GAMBAR



Tambak Osowilangun
Segmen 1

Legenda
• Jalan Tambak Osowilangun
• Reseptor
• Tambak Osowilangun (segmen 1)

Google Earth
Image © 2023 Airbus



Gambar 4.31 Dispersi CO Senin Sore segmen 1
Skala 1: 2.000

Bedasarkan Gambar 4.29 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Minggu sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar 8188,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah 7852,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari selatan barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan 2,6 m/s. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah utara timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.30 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Sabtu sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar 8841,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah 7946,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan 2,37 m/s. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.31 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Senin sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar 9625,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah 7946,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat-barat daya ke arah timur-timur laut dengan kecepatan 2,42 m/s. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur-timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Dispersi polutan CO sesuai dengan arah angin. Seperti yang dikatakan Fardella dkk., (2023) bahwa arah dan kecepatan angin dapat mempengaruhi ke mana arah sebaran polutan dan seberapa tinggi konsentrasi polutan di suatu daerah. Arah angin akan menentukan daerah yang terpapar sedangkan kecepatan angin menentukan sejauh mana polutan akan terbawa sepanjang arah angin dominan.

Dapat dilihat dari Gambar 4.29 Gambar 4.30 dan Gambar 4.31 bahwa yang memiliki daerah terdampak polutan CO paling besar terjadi Senin sore. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan volume kendaraan yang melintas pada hari tersebut. Pada hari senin sore volume kendaraan yang melintas lebih tinggi dibandingkan hari lainnya. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Purnama dkk., (2018) bahwa volume kendaraan dapat mempengaruhi besarnya konsentrasi CO. Jika semakin tinggi jumlah kendaraan yang melintas maka tingkat cemaran gas Karbon Monoksida juga semakin meningkat.

ii. Dispersi Karbon Monoksida Siang Hari (Segmen 2)

Hasil pola dispersi Karbon Monoksida dalam interval waktu Siang hari di segmen 2 Jalan Tambak Osowilangun dapat dilihat dalam gambar berikut:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

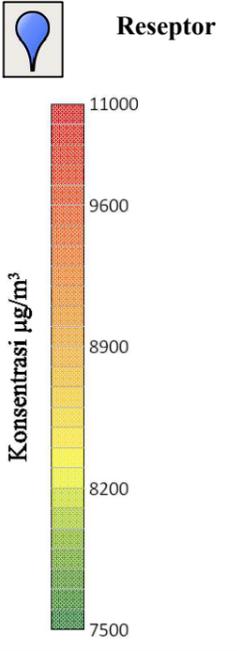


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.32 Dispersi CO Minggu Sore segmen 2

KETERANGAN



SKALA

1:3.750

DIBUAT OLEH

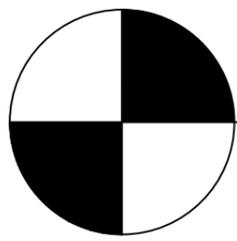
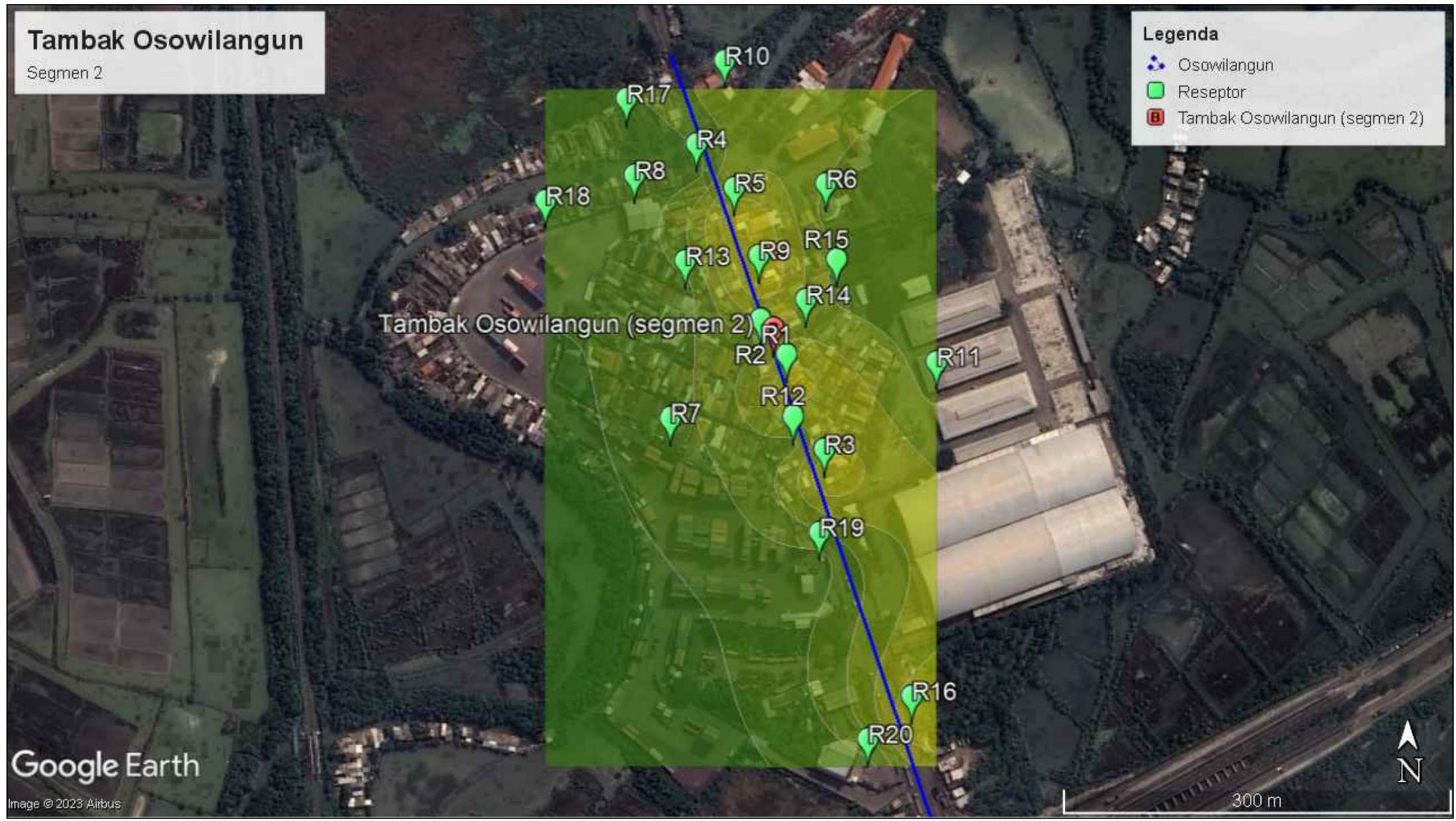
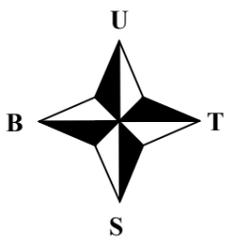
FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

127



Gambar 4.32 Dispersi CO Minggu Sore segmen 2

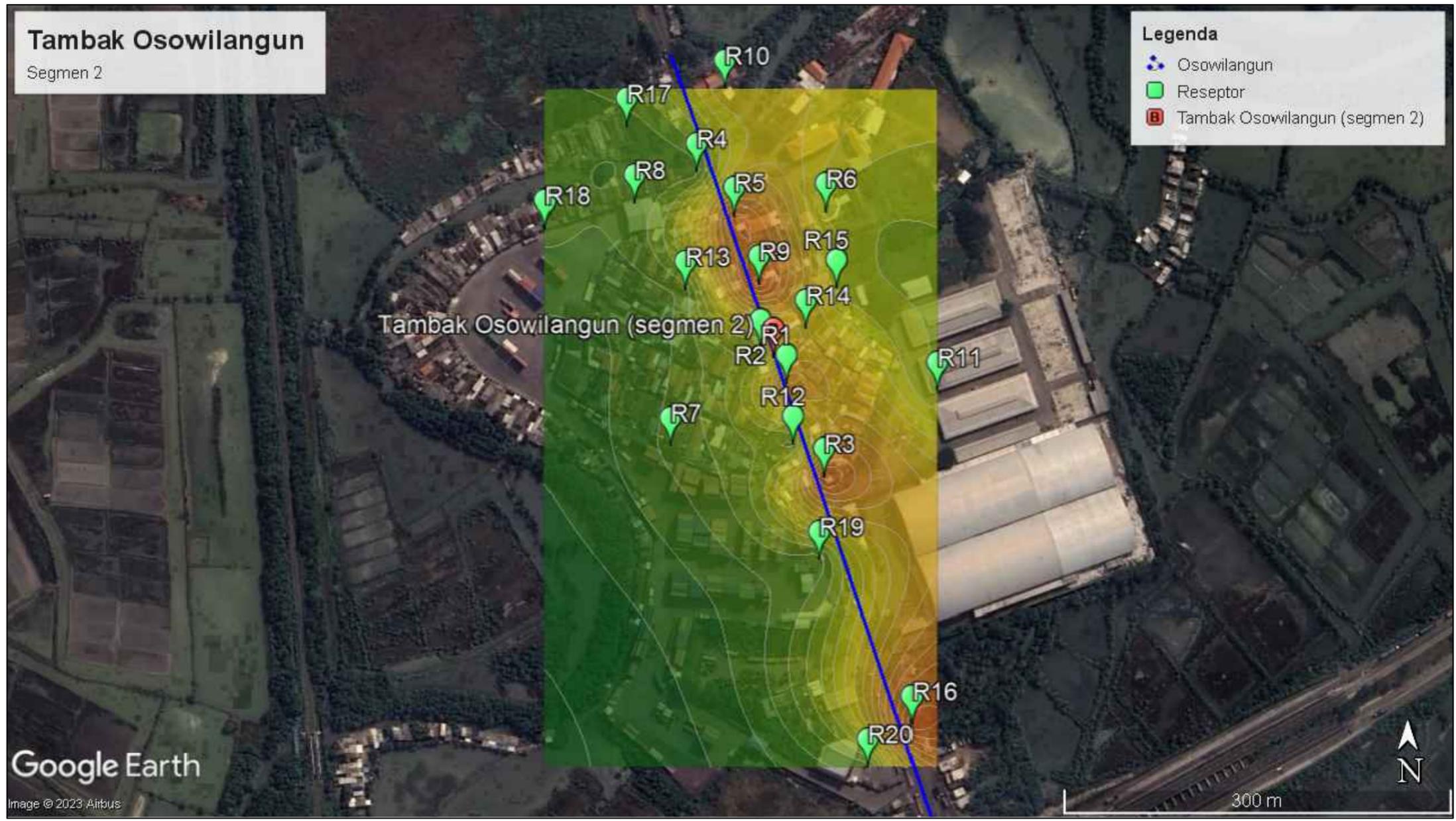
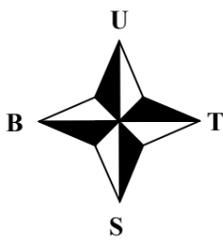
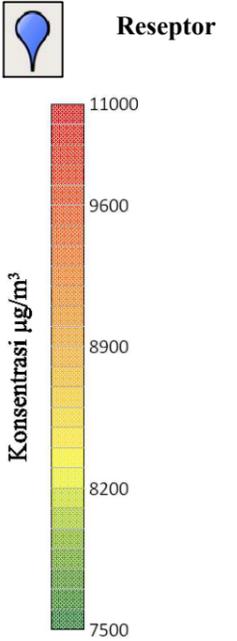
Skala 1: 3.750



JUDUL GAMBAR

Gambar 4.33 Dispersi CO Sabtu Sore segmen 2

KETERANGAN



SKALA

1:3.750

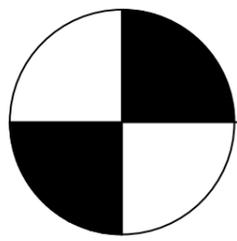
DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR



Gambar 4.33 Dispersi CO Sabtu Sore segmen 2

Skala 1: 3.750

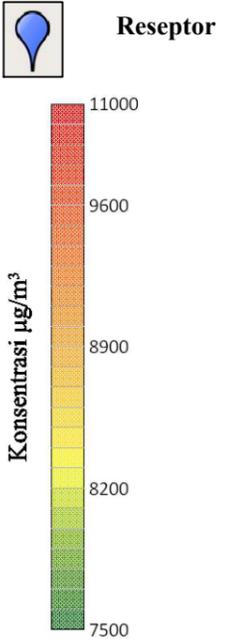


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
 SUNAN AMPEL SURABAYA
 2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.34 Dispersi CO Senin Sore segmen 2

KETERANGAN



SKALA

1:3.750

DIBUAT OLEH

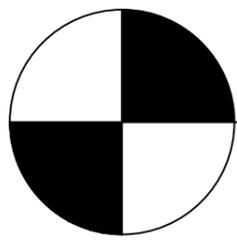
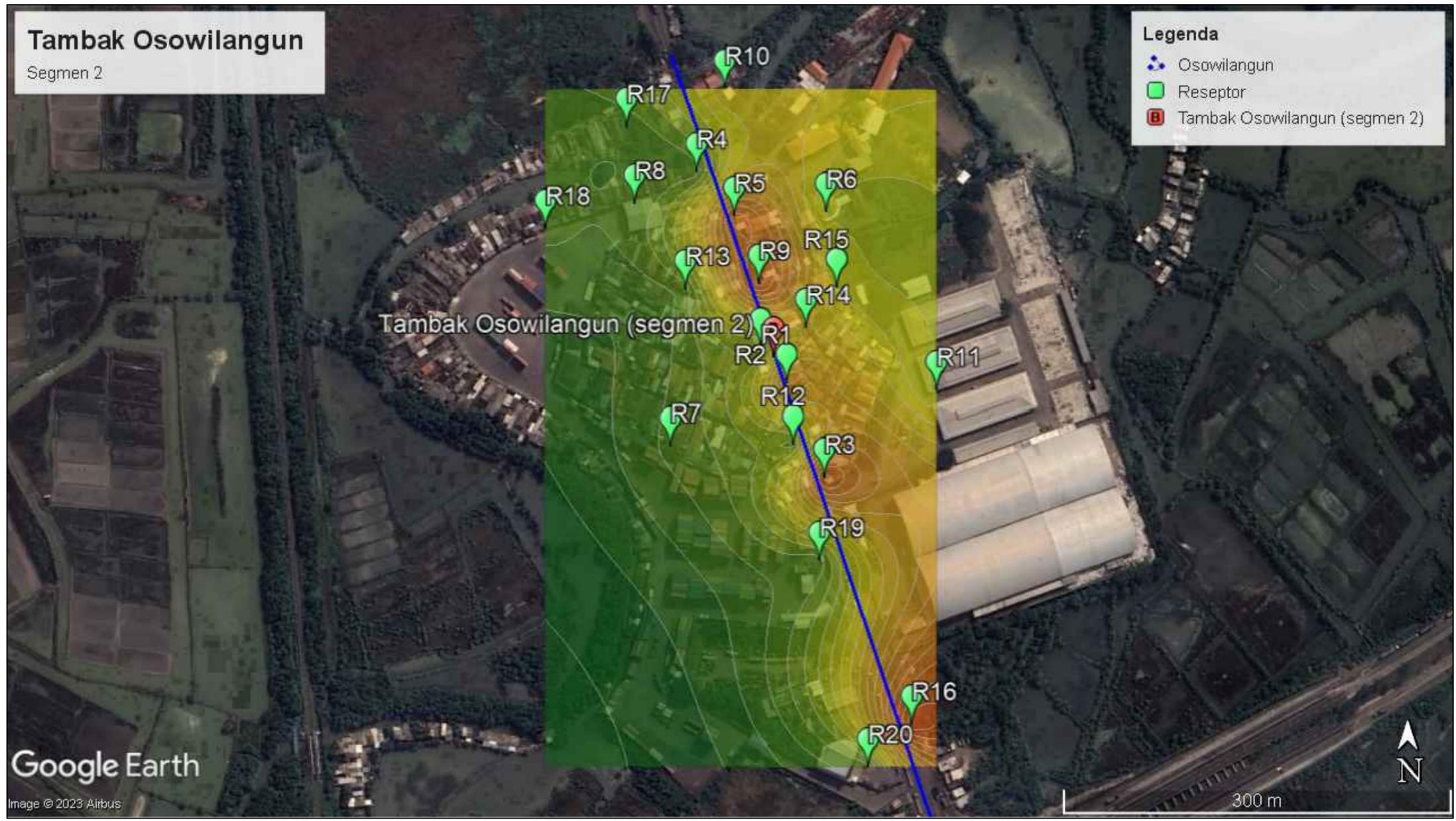
FADILAH DWI K. A.
 NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

129



Gambar 4.34 Dispersi CO Senin Sore segmen 2

Skala 1: 3.750

Bedasarkan Gambar 4.32 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Minggu sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $8301,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7852,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari selatan barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,6 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah utara timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.33 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Sabtu sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $9289,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7834,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,37 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.34 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Senin sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $9401,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7834,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat-barat daya ke arah timur-timur laut dengan kecepatan $2,42 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur-timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Pola dispersi polutan sesuai dengan arah angin sesuai dengan pernyataan Muflihah, (2018) bahwa proses dispersi polutan di udara sangat dipengaruhi oleh angin sebagai faktor utamanya. Hal ini dikarenakan angin dapat menyebabkan perpindahan suatu zat. Sehingga daerah penerima dispersi zat dapat ditentukan menggunakan arah angin.

Dapat dilihat dari Gambar 4.32 Gambar 4.33 dan Gambar 4.34 bahwa yang memiliki daerah terdampak polutan CO paling besar terjadi Senin sore. Hal ini dikarenakan adanya

perbedaan volume kendaraan yang melintas pada hari tersebut. Pada hari senin sore volume kendaraan yang melintas lebih tinggi dibandingkan hari lainnya. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Purnama dkk., (2018) bahwa volume kendaraan dapat mempengaruhi besarnya konsentrasi CO. Jika semakin tinggi jumlah kendaraan yang melintas maka tingkat cemaran gas Karbon Monoksida juga semakin meningkat.

4.3.2 Dispersi Karbon Monoksida Jalan Dr. Ir. H. Soekarno

a) Dispersi Karbon Monoksida Pagi Hari

i. Dispersi Karbon Monoksida Pagi (Segmen 1)

Hasil pola dispersi Karbon Monoksida dalam interval waktu pagi hari di segmen 1 Jalan Dr. Ir. H. Soekarno dapat dilihat dalam gambar berikut:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

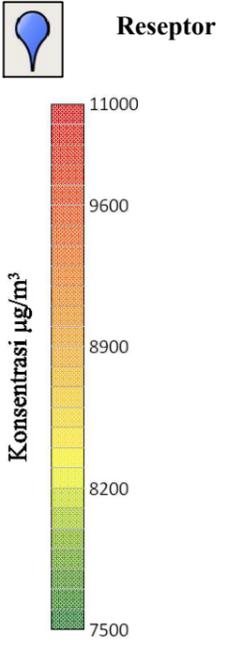


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.35 Dispersi CO Minggu Pagi segmen 1

KETERANGAN



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

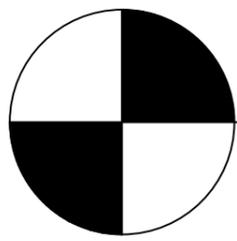
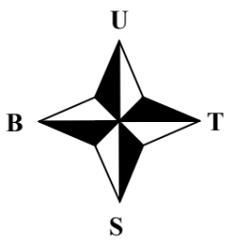
FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

132



Gambar 4.35 Dispersi CO Minggu Pagi segmen 1

Skala 1: 5.000

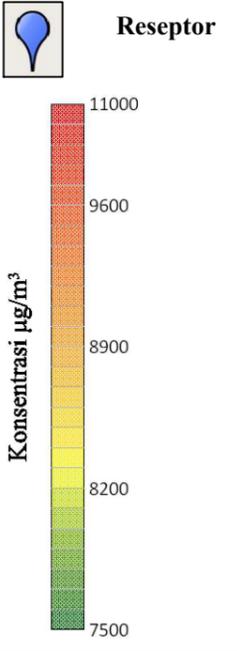


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
 SUNAN AMPEL SURABAYA
 2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.36 Dispersi CO Sabtu Pagi segmen 1

KETERANGAN



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

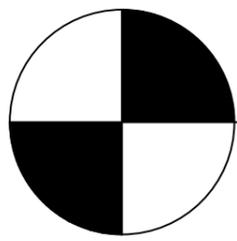
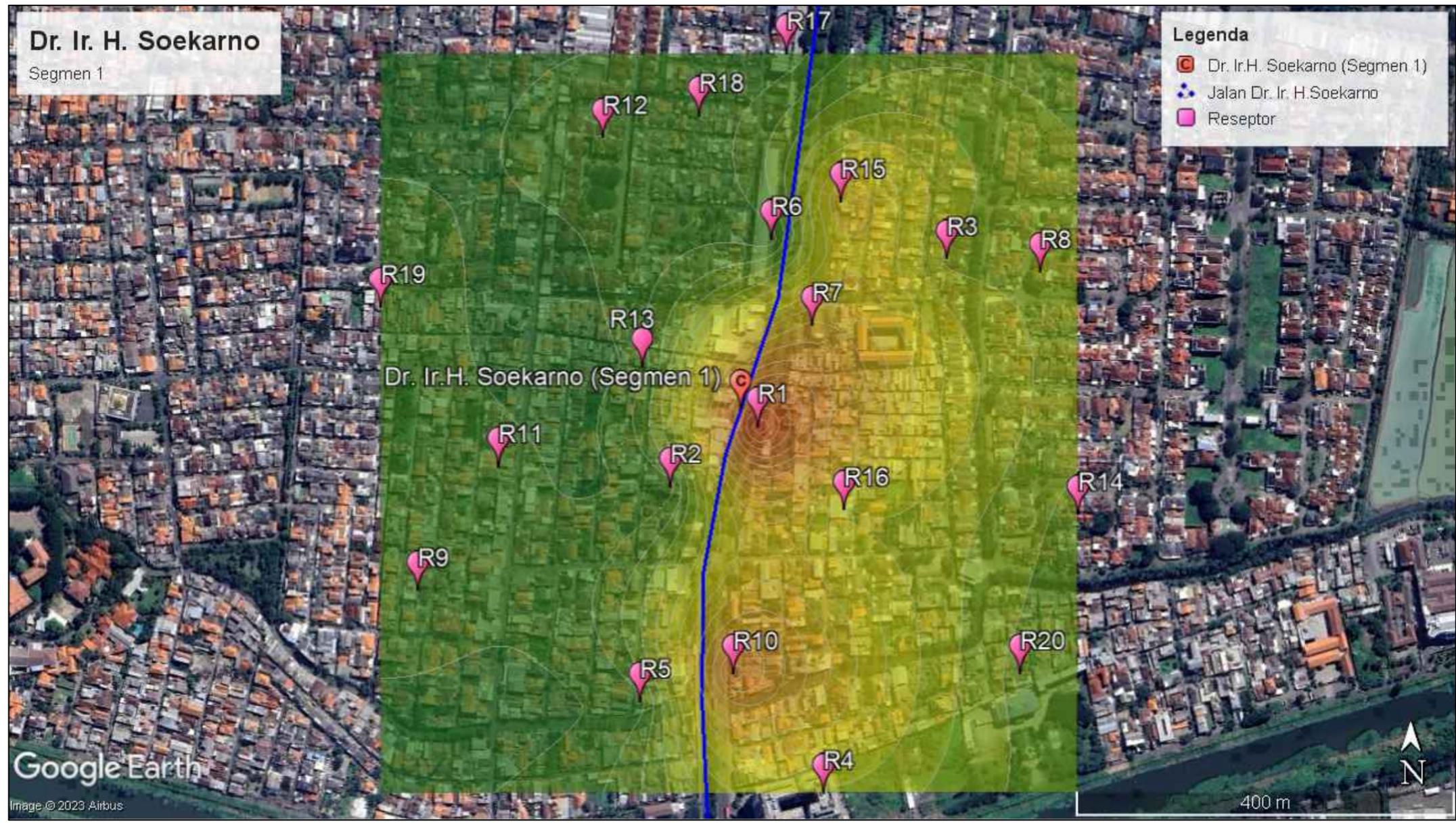
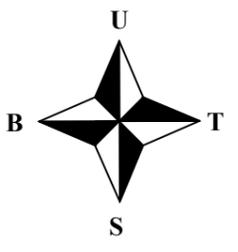
FADILAH DWI K. A.
 NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
 AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

133



Gambar 4.36 Dispersi CO Sabtu Pagi segmen 1

Skala 1: 5.000

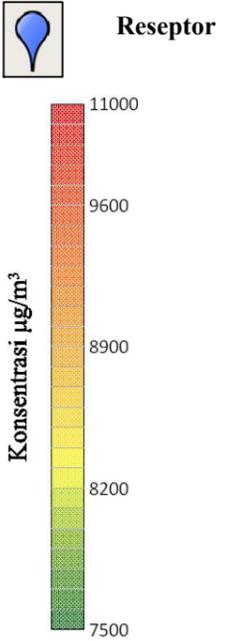


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
 SUNAN AMPEL SURABAYA
 2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.37 Dispersi CO Senin Pagi segmen 1

KETERANGAN



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

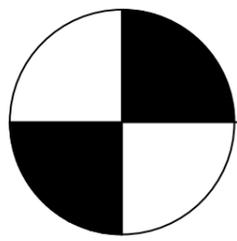
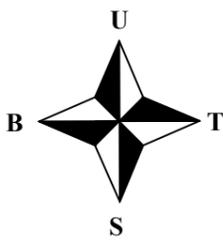
FADILAH DWI K. A.
 NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
 AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

134



Gambar 4.37 Dispersi CO Senin Pagi segmen 1

Skala 1: 5.000

Bedasarkan Gambar 4.35 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Minggu pagi. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $9504,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7920,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat barat daya ke arah timur-timur laut dengan kecepatan $2,6 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur-timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.36 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Sabtu pagi. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $9332,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7870,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat-barat laut ke arah timur tenggara dengan kecepatan $2,88 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur tenggara dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.37 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Senin pagi. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $11011,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7865,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,61 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur laut dari sumber emisi jalan raya.

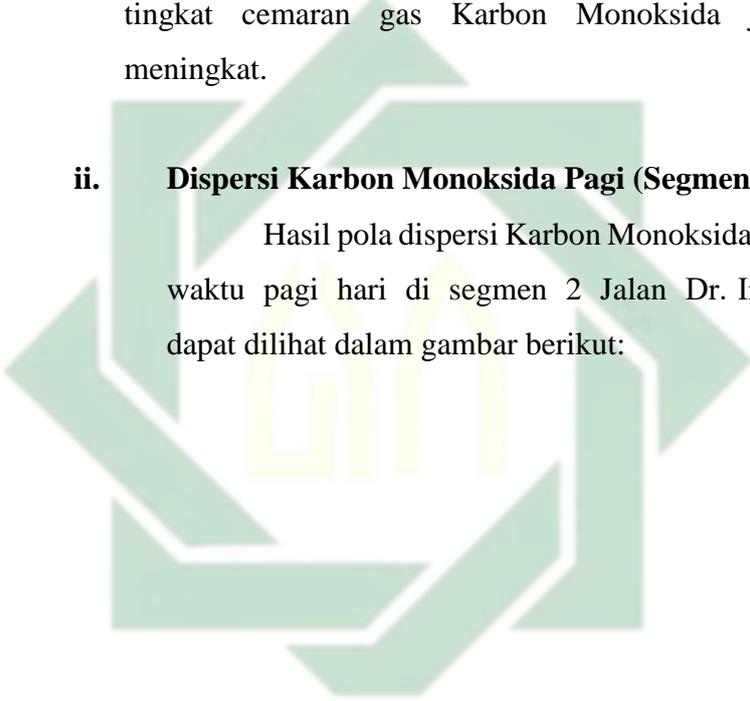
Pola dispersi polutan sesuai dengan arah angin sesuai dengan pernyataan Muflihah, (2018) bahwa proses dispersi polutan di udara sangat dipengaruhi oleh angin sebagai faktor utamanya. Hal ini dikarenakan angin dapat menyebabkan perpindahan suatu zat. Sehingga daerah penerima dispersi zat dapat ditentukan menggunakan arah angin.

Dapat dilihat dari Gambar 4.35 Gambar 4.36 dan Gambar 4.37 bahwa yang memiliki daerah terdampak polutan CO paling besar terjadi Senin pagi. Hal ini dikarenakan adanya

perbedaan volume kendaraan yang melintas pada hari tersebut. Pada hari senin pagi volume kendaraan yang melintas lebih tinggi dibandingkan hari lainnya. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Purnama dkk., (2018) bahwa volume kendaraan dapat mempengaruhi besarnya konsentrasi CO. Jika semakin tinggi jumlah kendaraan yang melintas maka tingkat cemaran gas Karbon Monoksida juga semakin meningkat.

ii. Dispersi Karbon Monoksida Pagi (Segmen 2)

Hasil pola dispersi Karbon Monoksida dalam interval waktu pagi hari di segmen 2 Jalan Dr. Ir. H. Soekarno dapat dilihat dalam gambar berikut:



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

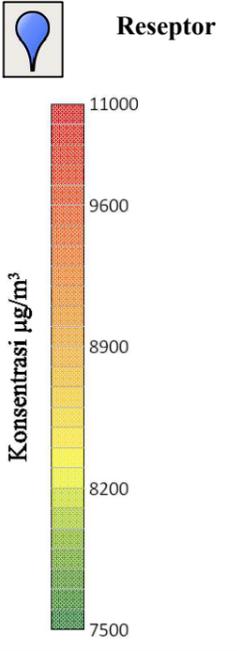


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.38 Dispersi CO Minggu Pagi segmen 2

KETERANGAN



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

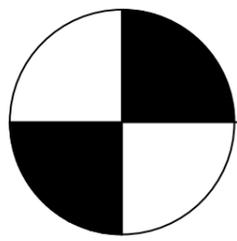
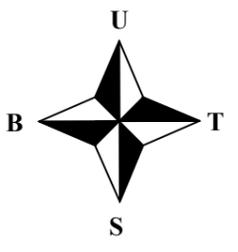
FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

137



Gambar 4.38 Dispersi CO Minggu Pagi segmen 2

Skala 1: 5.000

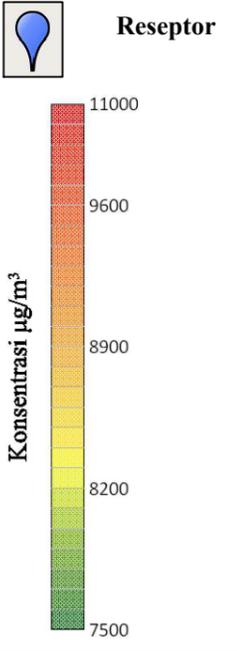


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
 SUNAN AMPEL SURABAYA
 2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.39 Dispersi CO Sabtu Pagi segmen 2

KETERANGAN



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

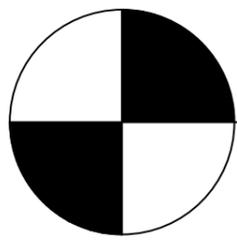
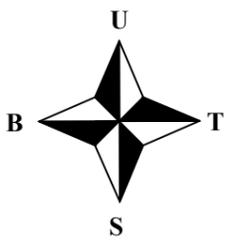
FADILAH DWI K. A.
 NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
 AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

138



Gambar 4.39 Dispersi CO Sabtu Pagi segmen 2

Skala 1: 5.000



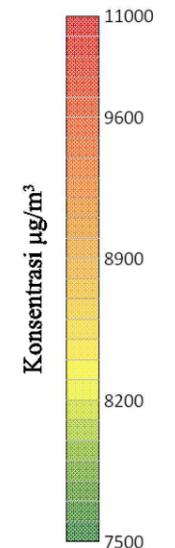
JUDUL GAMBAR

Gambar 4.40 Dispersi CO Senin Pagi segmen 2

KETERANGAN



Reseptor



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.

NIM. H95219044

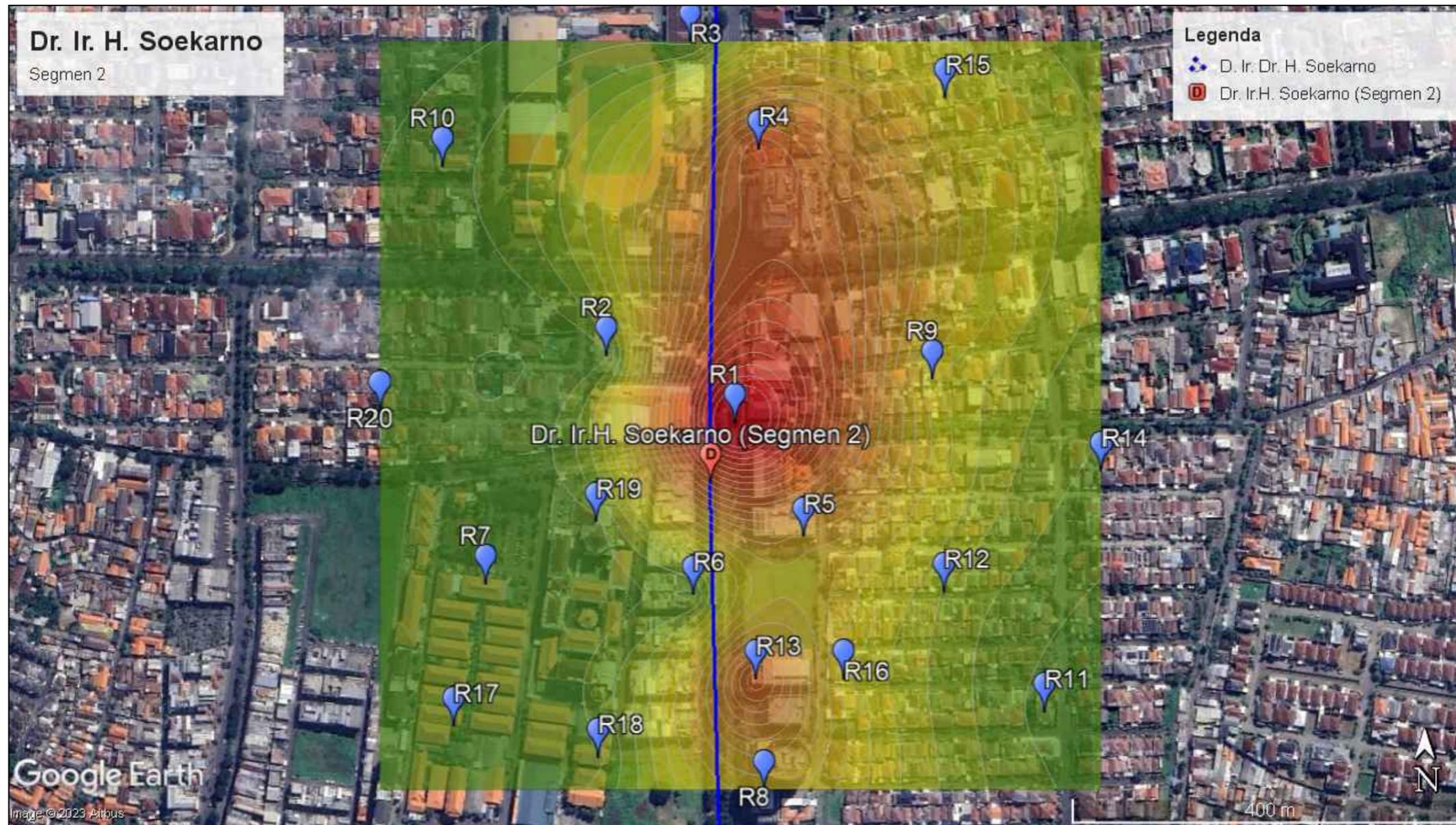
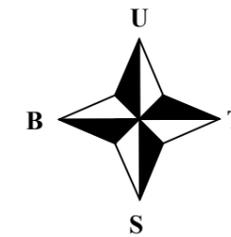
DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.

AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

139



Dr. Ir. H. Soekarno

Segmen 2

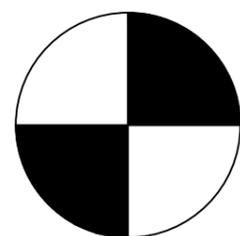
Legenda

- D. Ir. Dr. H. Soekarno
- Dr. Ir.H. Soekarno (Segmen 2)

Google Earth

Image © 2023 Airbus

400 m



Gambar 4.40 Dispersi CO Senin Pagi segmen 2

Skala 1: 5.000

Bedasarkan Gambar 4.38 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Minggu pagi. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $8712,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7920,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat barat daya ke arah timur-timur laut dengan kecepatan 2,6 m/s. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur-timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.39 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Sabtu pagi. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $8994,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7870,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat-barat laut ke arah timur tenggara dengan kecepatan 2,88 m/s. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur tenggara dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.40 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Senin pagi. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $10449,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7865,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan 2,61 m/s. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Pola dispersi polutan sesuai dengan arah angin sesuai dengan pernyataan Muflihah, (2018) bahwa proses dispersi polutan di udara sangat dipengaruhi oleh angin sebagai faktor utamanya. Hal ini dikarenakan angin dapat menyebabkan perpindahan suatu zat. Sehingga daerah penerima dispersi zat dapat ditentukan menggunakan arah angin.

Dapat dilihat dari Gambar 4.38 Gambar 4.39 dan Gambar 4.40 bahwa yang memiliki daerah terdampak polutan CO paling besar terjadi Senin pagi. Hal ini dikarenakan adanya

perbedaan volume kendaraan yang melintas pada hari tersebut. Pada hari senin pagi volume kendaraan yang melintas lebih tinggi dibandingkan hari lainnya. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Purnama dkk., (2018) bahwa volume kendaraan dapat mempengaruhi besarnya konsentrasi CO. Jika semakin tinggi jumlah kendaraan yang melintas maka tingkat cemaran gas Karbon Monoksida juga semakin meningkat.

b) Dispersi Karbon Monoksida Siang Hari

i. Dispersi Karbon Monoksida Siang Hari (Segmen 1)

Hasil pola dispersi Karbon Monoksida dalam interval waktu Siang hari di segmen 1 Jalan Dr. Ir. H. Soekarno dapat dilihat dalam gambar berikut:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

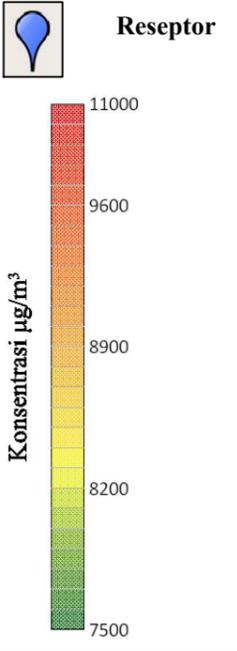


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.41 Dispersi CO Minggu Siang segmen 1

KETERANGAN



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

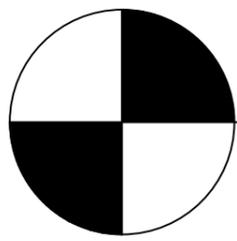
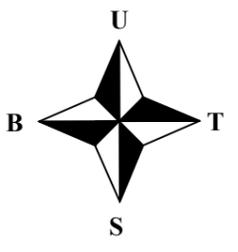
FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

142



Gambar 4.41 Dispersi CO Minggu Siang segmen 1

Skala 1: 5.000



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

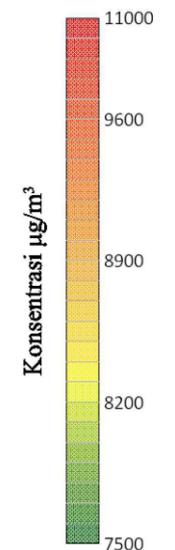
JUDUL GAMBAR

Gambar 4.42 Dispersi CO Sabtu Siang segmen 1

KETERANGAN



Reseptor



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.

NIM. H95219044

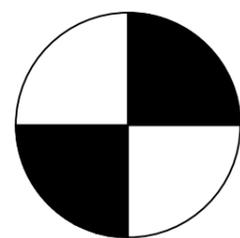
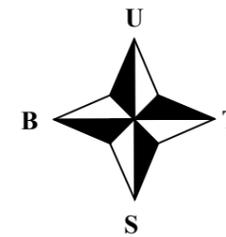
DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.

AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

143



Gambar 4.42 Dispersi CO Sabtu Siang segmen 1

Skala 1: 5.000

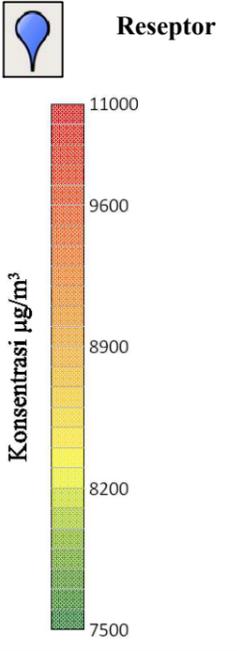


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.43 Dispersi CO Senin
Siang segmen 1

KETERANGAN



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

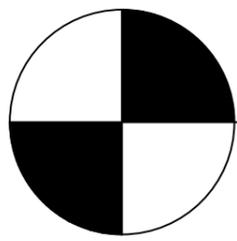
FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

144



Gambar 4.43 Dispersi CO Senin Siang segmen 1

Skala 1: 5.000

Bedasarkan gambar 4.41 dapat diketahui pola dispersi konsentrasi CO pada hari Sabtu sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $9379,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7816,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,37 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.42 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Minggu sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $9402,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7742,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari selatan barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,6 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah utara timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.43 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Senin sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $9207,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7765,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat-barat daya ke arah timur-timur laut dengan kecepatan $2,42 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur-timur laut dari sumber emisi jalan raya.

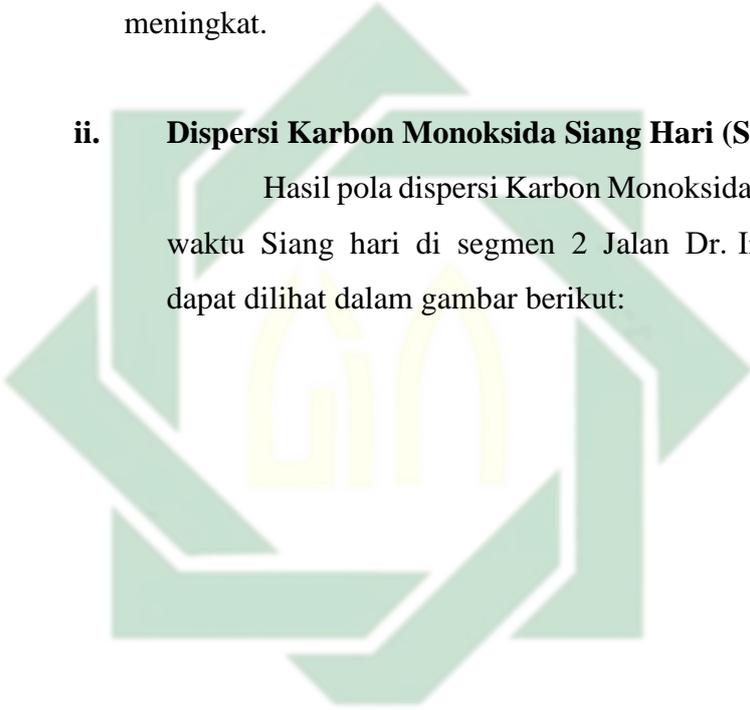
Pola dispersi polutan sesuai dengan arah angin sesuai dengan pernyataan Muflihah, (2018) bahwa proses dispersi polutan di udara sangat dipengaruhi oleh angin sebagai faktor utamanya. Hal ini dikarenakan angin dapat menyebabkan perpindahan suatu zat. Sehingga daerah penerima dispersi zat dapat ditentukan menggunakan arah angin.

Dapat dilihat dari Gambar 4.41 Gambar 4.42 dan Gambar 4.43 bahwa yang memiliki daerah terdampak polutan CO paling besar terjadi Sabtu siang. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan volume kendaraan yang melintas pada hari tersebut.

Pada hari sabtu siang volume kendaraan yang melintas lebih tinggi dibandingkan hari lainnya. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Purnama dkk., (2018) bahwa volume kendaraan dapat mempengaruhi besarnya konsentrasi CO. Jika semakin tinggi jumlah kendaraan yang melintas maka tingkat cemaran gas Karbon Monoksida juga semakin meningkat.

ii. Dispersi Karbon Monoksida Siang Hari (Segmen 2)

Hasil pola dispersi Karbon Monoksida dalam interval waktu Siang hari di segmen 2 Jalan Dr. Ir. H. Soekarno dapat dilihat dalam gambar berikut:



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

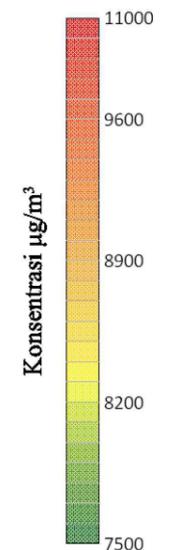
JUDUL GAMBAR

Gambar 4.44 Dispersi CO Minggu Siang segmen 2

KETERANGAN



Reseptor



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.

NIM. H95219044

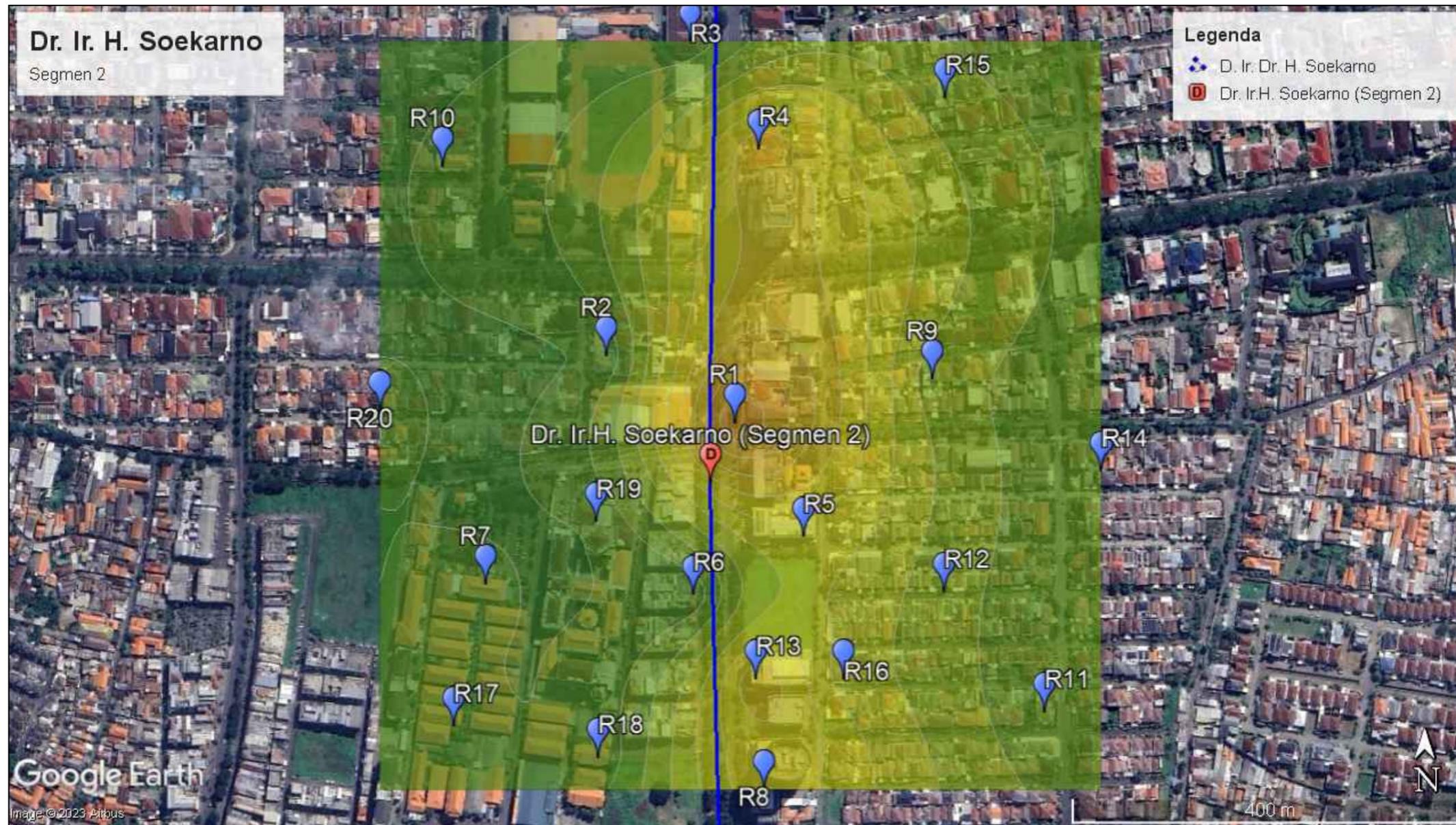
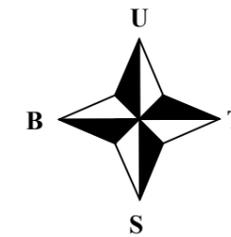
DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.

AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

147



Dr. Ir. H. Soekarno

Segmen 2

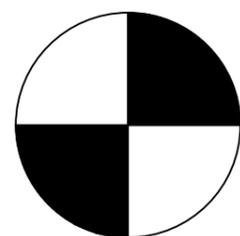
Legenda

- D. Ir. Dr. H. Soekarno
- Dr. Ir.H. Soekarno (Segmen 2)

Google Earth

Image © 2023 Airbus

400 m



Gambar 4.44 Dispersi CO Minggu Siang segmen 2

Skala 1: 5.000

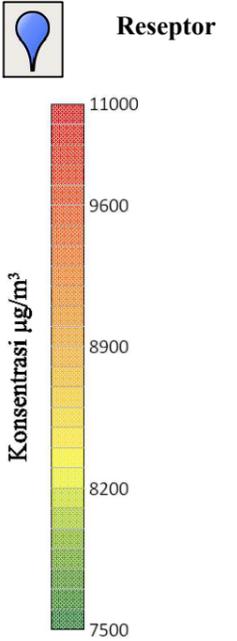


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.45 Dispersi CO Sabtu Siang segmen 2

KETERANGAN



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

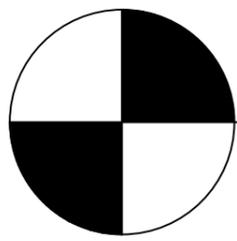
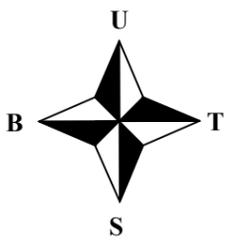
FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

148



Gambar 4.45 Dispersi CO Sabtu Siang segmen 2

Skala 1: 5.000



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

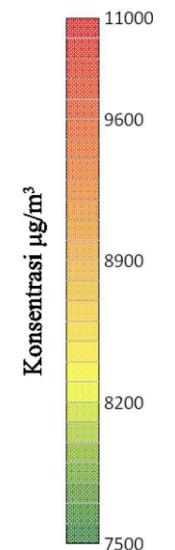
JUDUL GAMBAR

Gambar 4.46 Dispersi CO Senin Siang segmen 2

KETERANGAN



Reseptor



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.

NIM. H95219044

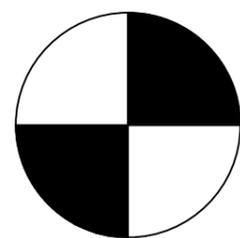
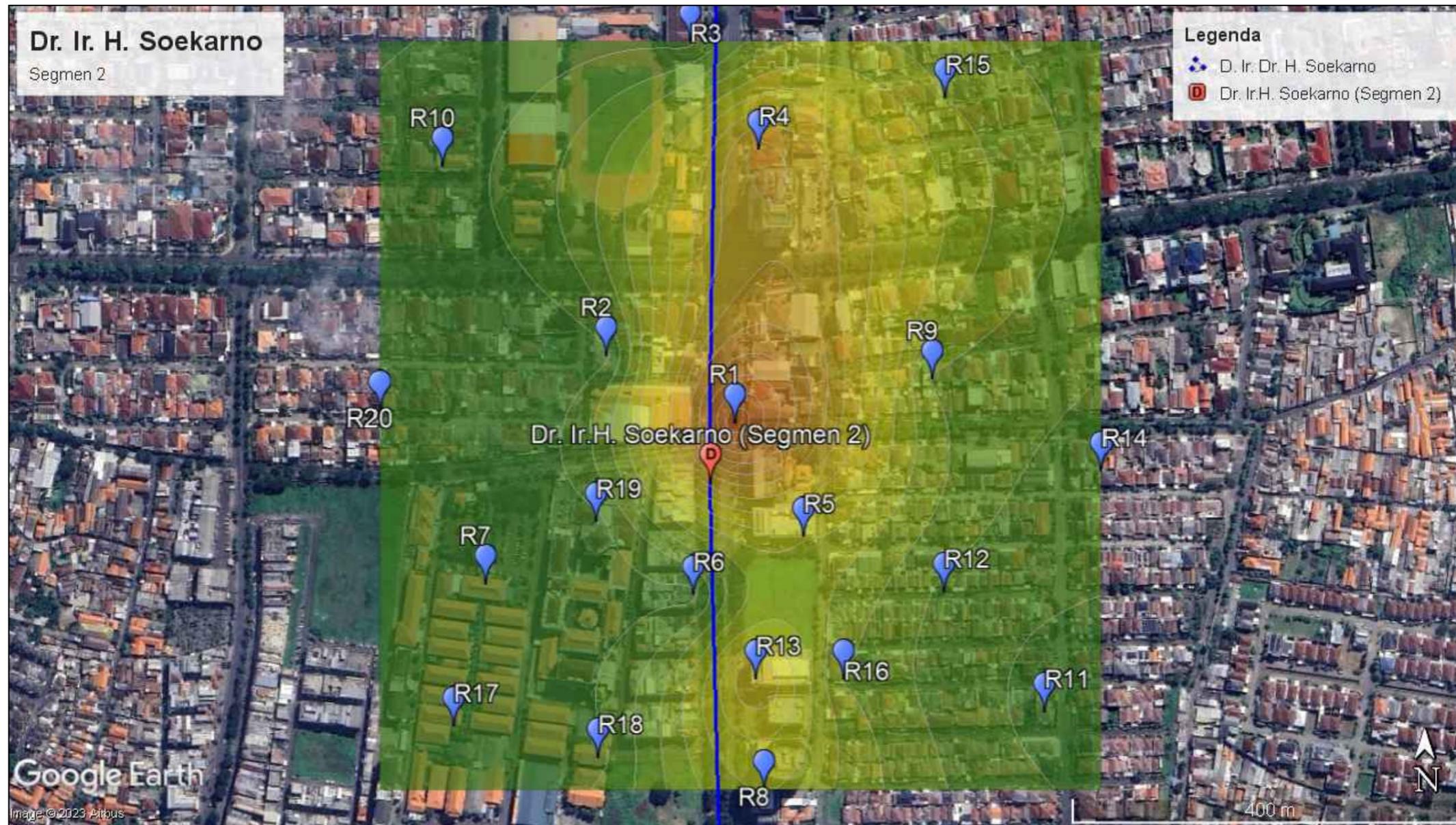
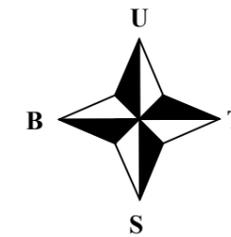
DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.

AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

149



Gambar 4.46 Dispersi CO Senin Siang segmen 2

Skala 1: 5.000

Bedasarkan gambar 4.44 dapat diketahui pola dispersi konsentrasi CO pada hari Sabtu sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $8821,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7816,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,37 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.45 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Minggu sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $8959,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7742,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari selatan barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,6 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah utara timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.46 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Senin sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $9207,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7765,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat-barat daya ke arah timur-timur laut dengan kecepatan $2,42 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur-timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Arah angin mempengaruhi sebaran polutan seperti penelitian yang dilakukan oleh (Iramawati dkk., 2018) konsentrasi tertinggi pada lokasi penelitian berada di daerah selatan, yang disebabkan oleh arah angin dominan pada *windrose* yaitu ke arah selatan, sehingga sebaran polutanterbawa oleh arah angin mengarah ke arah selatan.

Dapat dilihat dari Gambar 4.41 Gambar 4.42 dan Gambar 4.43 bahwa yang memiliki daerah terdampak polutan CO paling besar terjadi senin siang. Hal ini dikarenakan adanya

perbedaan volume kendaraan yang melintas pada hari tersebut. Pada hari senin siang volume kendaraan yang melintas lebih tinggi dibandingkan hari lainnya. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Purnama dkk., (2018) bahwa volume kendaraan dapat mempengaruhi besarnya konsentrasi CO. Jika semakin tinggi jumlah kendaraan yang melintas maka tingkat cemaran gas Karbon Monoksida juga semakin meningkat

c) Dispersi Karbon Monoksida Sore Hari

i. Dispersi Karbon Monoksida Sore Hari (Segmen 1)

Hasil pola dispersi Karbon Monoksida dalam interval waktu Sore hari di segmen 1 Jalan Dr. Ir. H. Soekarno dapat dilihat dalam gambar berikut:

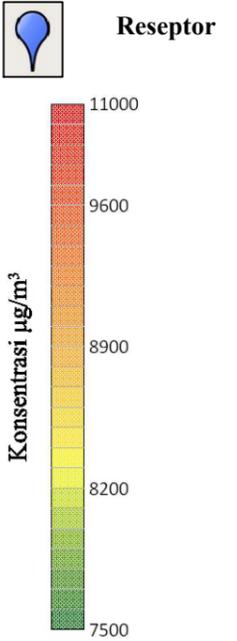
UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



JUDUL GAMBAR

Gambar 4.47 Dispersi CO Minggu Sore segmen 1

KETERANGAN



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

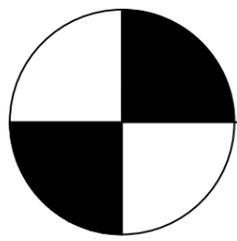
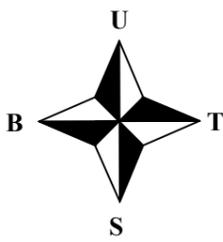
FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

152



Gambar 4.47 Dispersi CO Minggu Sore segmen 1

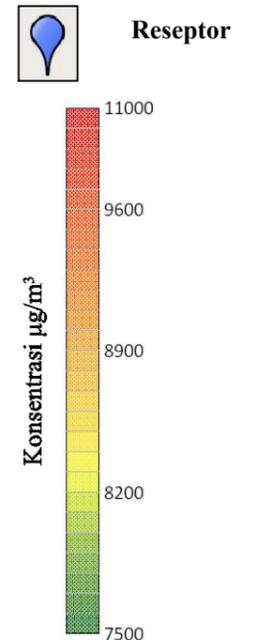
Skala 1: 5.000



JUDUL GAMBAR

Gambar 4.47 Dispersi CO Sabtu Sore segmen 1

KETERANGAN



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.

NIM. H95219044

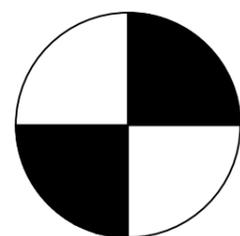
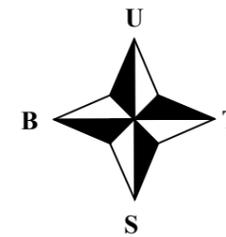
DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.

AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

153



Gambar 4.47 Dispersi CO Sabtu Sore segmen 1

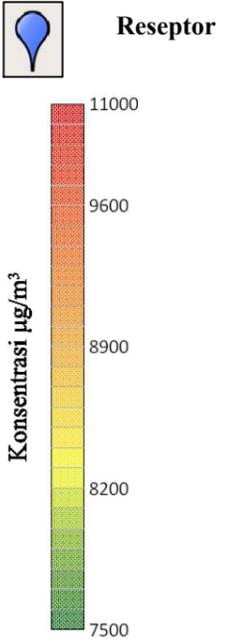
Skala 1: 5.000



JUDUL GAMBAR

Gambar 4.48 Dispersi CO Senin Sore segmen 1

KETERANGAN



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

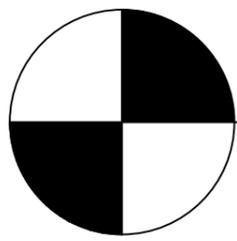
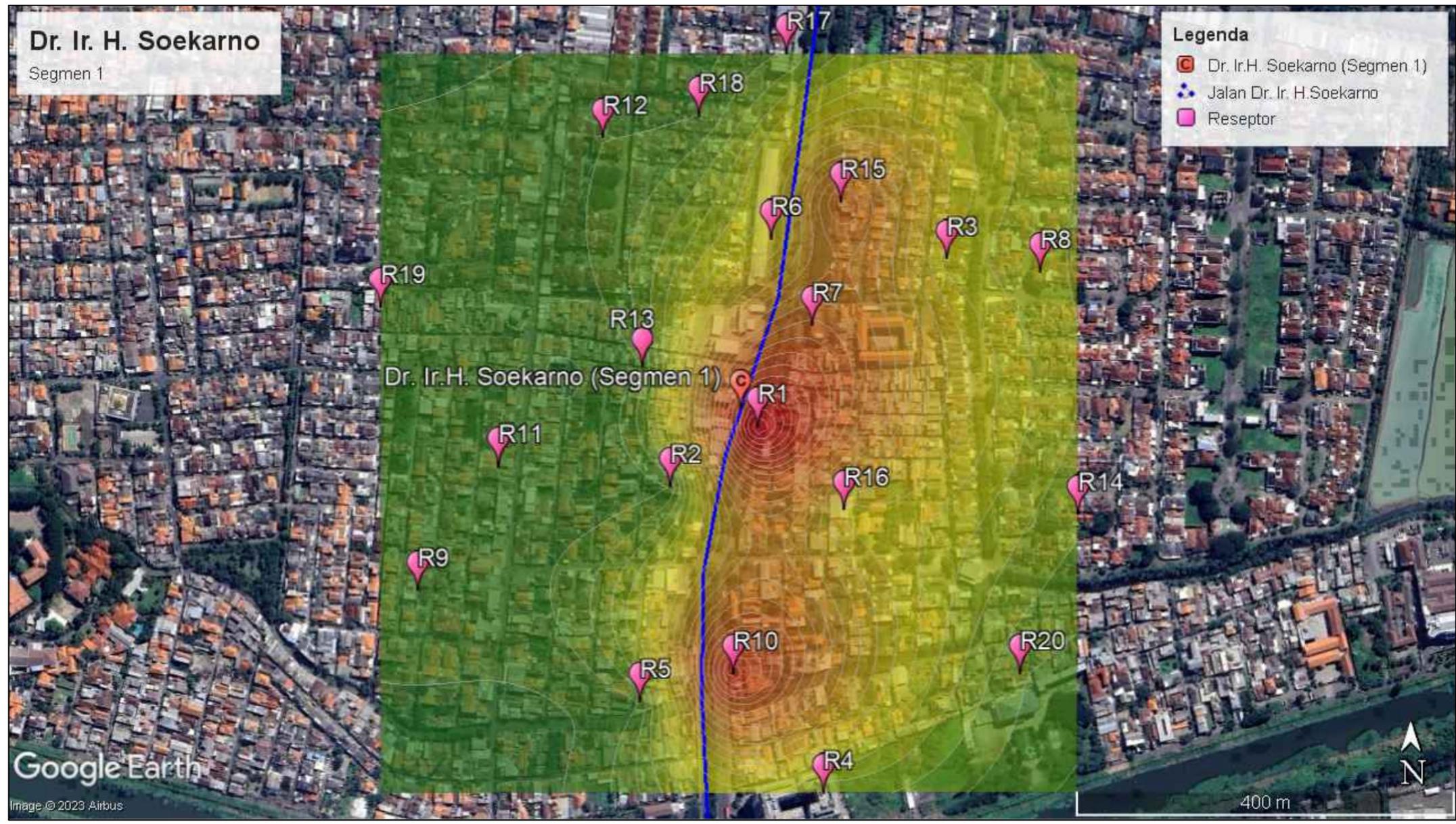
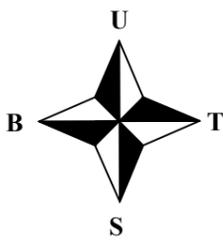
FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

154



Gambar 4.48 Dispersi CO Senin Sore segmen 1

Skala 1: 5.000

Bedasarkan gambar 4.47 dapat diketahui pola dispersi konsentrasi CO pada hari Sabtu sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $9711,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7813,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,37 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.48 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Minggu sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $9931,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7811,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari selatan barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,6 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah utara timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.49 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Senin sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $10138,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7798,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat-barat daya ke arah timur-timur laut dengan kecepatan $2,42 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur-timur laut dari sumber emisi jalan raya.

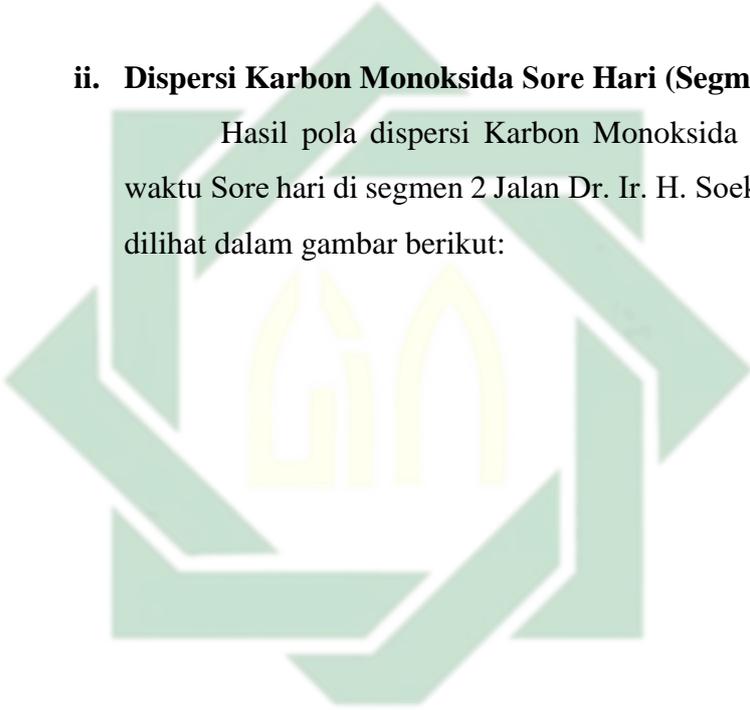
Pola dispersi polutan sesuai dengan arah angin sesuai dengan pernyataan Dewi dkk., (2018) Lokasi sebaran polutan debu, SO_2 dan NO_x yang bersumber dari sumber polutan titik yang menyebar berdasarkan arah angin dominan.

Dapat dilihat dari Gambar 4.47 Gambar 4.48 dan Gambar 4.49 bahwa yang memiliki daerah terdampak polutan CO paling besar terjadi senin sore. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan volume kendaraan yang melintas pada hari tersebut. Pada hari senin sore volume kendaraan yang melintas lebih

tinggi dibandingkan hari lainnya. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Purnama dkk., (2018) bahwa volume kendaraan dapat mempengaruhi besarnya konsentrasi CO. Jika semakin tinggi jumlah kendaraan yang melintas maka tingkat cemaran gas Karbon Monoksida juga semakin meningkat

ii. Dispersi Karbon Monoksida Sore Hari (Segmen 2)

Hasil pola dispersi Karbon Monoksida dalam interval waktu Sore hari di segmen 2 Jalan Dr. Ir. H. Soekarno dapat dilihat dalam gambar berikut:



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

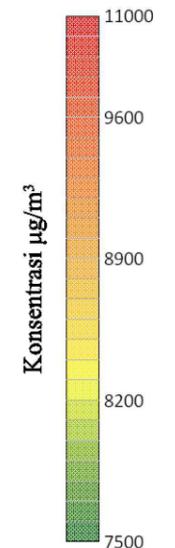
JUDUL GAMBAR

Gambar 4.50 Dispersi CO Minggu Sore segmen 2

KETERANGAN



Reseptor



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.

NIM. H95219044

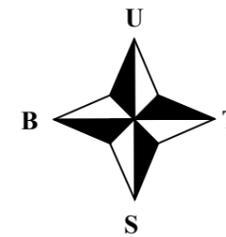
DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.

AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

157

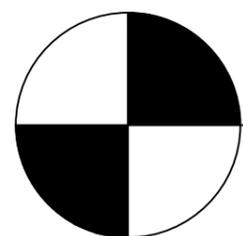


Dr. Ir. H. Soekarno

Segmen 2

Legenda

- D. Ir. Dr. H. Soekarno
- Dr. Ir.H. Soekarno (Segmen 2)



Gambar 4.50 Dispersi CO Minggu Sore segmen 2

Skala 1: 5.000



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

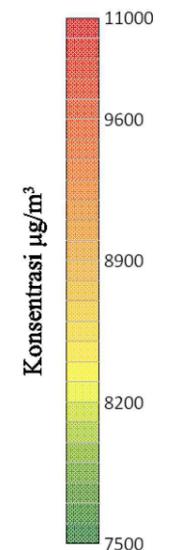
JUDUL GAMBAR

Gambar 4.51 Dispersi CO Sabtu Sore segmen 2

KETERANGAN



Reseptor



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

FADILAH DWI K. A.

NIM. H95219044

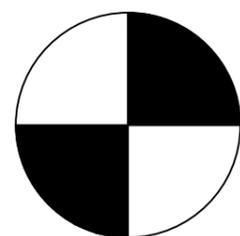
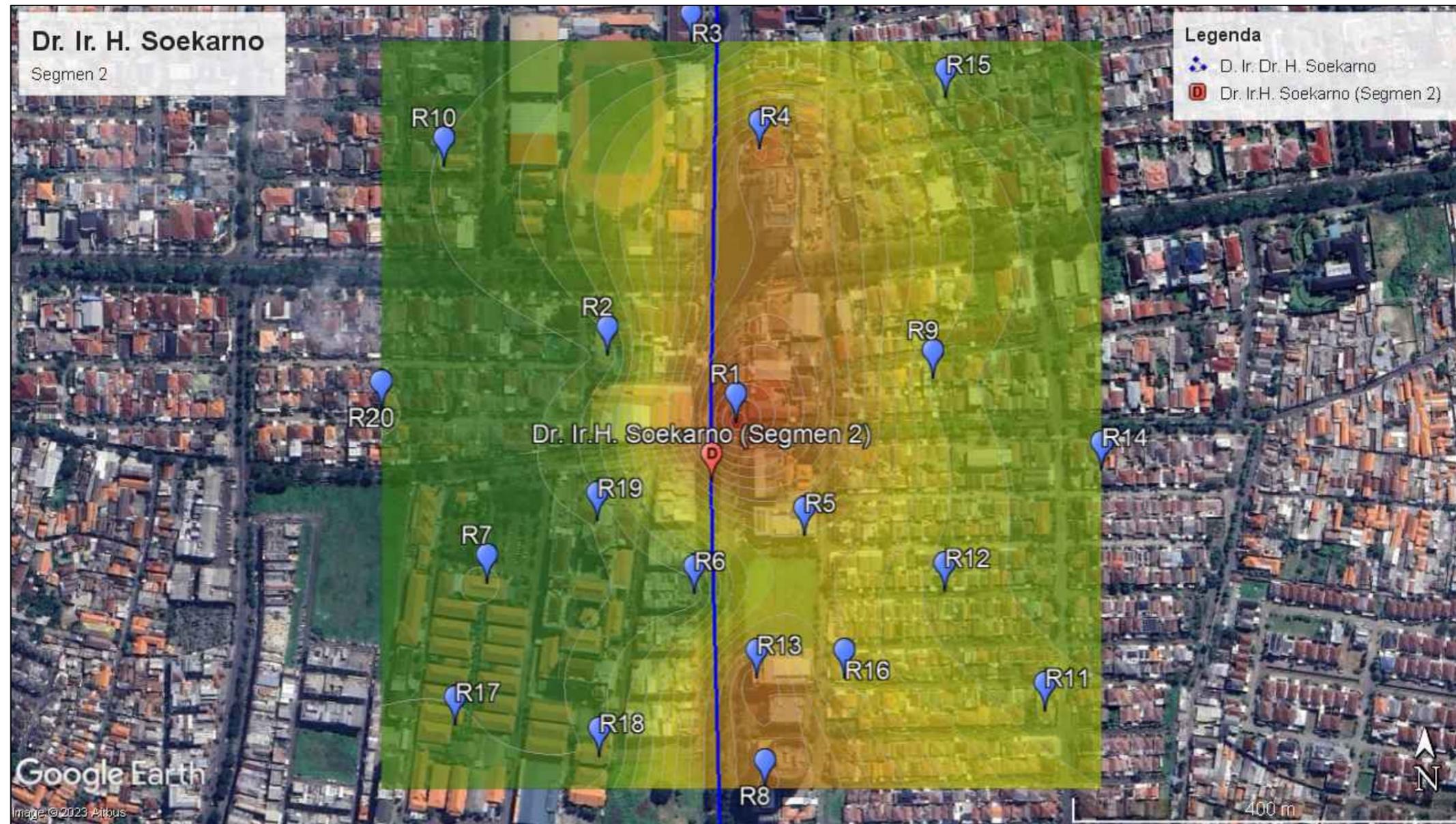
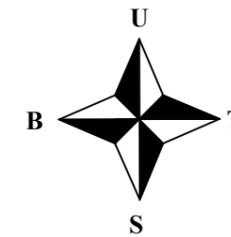
DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.

AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

158



Gambar 4.51 Dispersi CO Sabtu Sore segmen 2

Skala 1: 5.000

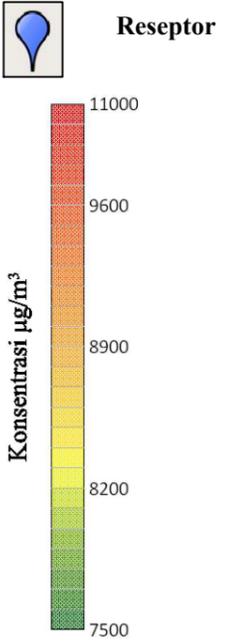


PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA
2023

JUDUL GAMBAR

Gambar 4.52 Dispersi CO Senin Sore segmen 2

KETERANGAN



SKALA

1:5.000

DIBUAT OLEH

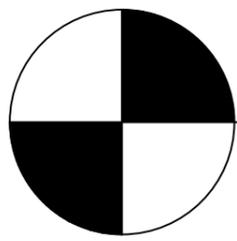
FADILAH DWI K. A.
NIM. H95219044

DOSEN PEMBIMBING

IDA MUNFARIDA, M.Si. M.T.
AMRULLAH, M.Ag

HALAMAN GAMBAR

159



Gambar 4.52 Dispersi CO Senin Sore segmen 2

Skala 1: 5.000

Bedasarkan gambar 4.50 dapat diketahui pola dispersi konsentrasi CO pada hari Sabtu sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $9153,3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7813,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,37 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.51 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Minggu sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $9485,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7811,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari selatan barat daya ke arah timur laut dengan kecepatan $2,6 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah utara timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Gambar 4.52 menunjukkan pola dispersi konsentrasi CO pada hari Senin sore. Dari penggambaran dapat terlihat bahwa konsentrasi tertinggi sebesar $10583,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi terendah adalah $7798,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Arah angin dari barat-barat daya ke arah timur-timur laut dengan kecepatan $2,42 \text{ m/s}$. Hal ini menyebabkan arah persebaran konsentrasi CO cenderung ke arah timur-timur laut dari sumber emisi jalan raya.

Pola dispersi polutan sesuai dengan arah angin sesuai dengan pernyataan Sugiarto dkk., (2019) bahwa semakin tinggi kecepatan angin maka polutan akan semakin mudah tersebar ke udara bebas, sedangkan kondisi arah angin akan mempengaruhi sejauh mana polutan akan terbawa oleh angin. Arah angin dan kecepatan angin akan sangat mempengaruhi konsentrasi polutan di lapangan, semakin tinggi kecepatan angin konsentrasi polutan akan semakin kecil karena polutan terbawa angin menjauhi lokasi pengukuran sedangkan arah angin akan sangat

mempengaruhi konsentrasi polutan. Partikel berukuran lebih kecil akan tinggal lama di udara dan menyebar secara global mengikuti arah angin yang membawanya.

Dapat dilihat dari Gambar 4.50 Gambar 4.51 dan Gambar 4.52 bahwa yang memiliki daerah terdampak polutan CO paling besar terjadi senin sore. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan volume kendaraan yang melintas pada hari tersebut. Pada hari senin sore volume kendaraan yang melintas lebih tinggi dibandingkan hari lainnya. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Purnama dkk., (2018) bahwa volume kendaraan dapat mempengaruhi besarnya konsentrasi CO. Jika semakin tinggi jumlah kendaraan yang melintas maka tingkat cemaran gas Karbon Monoksida juga semakin meningkat

4.4 Analisis Validasi Model

Analisis validasi model digunakan untuk mengetahui keakuratan model dengan melihat nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Hasil pemodelan menggunakan Caline-4 akan diukur ketepatan pemodelannya dengan dibandingkan nilai konsentrasi CO aktual (konsentrasi Lapangan). Sehingga perlu diketahui konsentrasi aktual di lapangan. Pengukuran konsentrasi CO di ruas Jalan Tambak Osowilangun dilakukan pada Sabtu 01 April 2023, Minggu 02 April 2023 hingga Senin 03 April 2023. Pengukuran volume kendaraan di ruas Jalan Dr. Ir H. Soekarno dilakukan pada Sabtu 08 April 2023, Minggu 09 April 2023 hingga Senin 10 April 2023. Durasi pengambilan sampel dilakukan selama 1 jam dalam interval waktu pagi, siang dan sore menggunakan CO meter. Data yang ditampilkan pada alat CO meter berupa ppm untuk dapat membandingkan dengan baku mutu, perlu diadakan konversi ppm menjadi $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Berikut contoh perhitungan konversi konsentrasi CO. Jika data diketahui, konsentrasi pada saat sabtu pagi di segmen 1 jalan Tambak

Oswilangun adalah pada saat 5 menit pertama = 9,1 ppm lalu dihitung menggunakan rumus (3), temperatur udara saat sampling = 28,8° C, tekanan udara = 1 atm, konstanta gas universal = 0,0821 dan Molecular Weight (MW) Karbon Monoksida adalah 28 g/mol, maka konversi ppm ke µg/m³ sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 C_{\mu g/m^3} &= ppm \times MW \times \frac{1000P}{RT} \\
 &= 9,3 ppm \times 28 g/mol \times \frac{1000 \times 1}{0,0821 \times (28,8 + 273)K} \\
 &= 10277,1 \mu g/m^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka nilai konsentrasi karbon monoksida pada hari Sabtu pagi i segmen 1 jalan Tambak Oswilangun telah dikonversi sebesar 10.277,1 µg/m³. Berikut adalah hasil perhitungan konversi karbon monoksida dengan satuan ppm ke µg/m³ pada lokasi lain.

4.4.1 Konsentrasi CO Lapangan Pagi Hari

Berikut hasil perhitungan konsentrasi CO lapangan pada siang hari, dilakukan pada interval waktu 06.00-09.00 WIB:

Tabel 4.13 Konsentrasi Lapangan CO Pagi Hari

Titik	Konsentrasi ug/m3		
	Hari		
	Sabtu	Minggu	Senin
1	10277,1	8261,5	12058,9
2	10748,5	8730,9	8730,9
3	9899,9	9106,4	9106,4
4	10842,8	8824,8	8824,8
5	11993,0	9240,0	13296,0
6	11430,8	9994,2	13483,3
7	11805,6	9522,8	11142,4
8	10119,1	9899,9	11236,0

Sumber : Hasil analisis, 2023

Dari hasil pengukuran keseluruhan, nilai konsentrasi karbon monoksida Di Jalan Tambak Oswilangun dan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno dengan interval waktu pagi hari tertinggi terjadi pada hari

Senin pada titik 1 yaitu sebesar 12.058,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan nilai terendah terjadi pada hari Sabtu pada titik 1 yaitu sebesar 8.261,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.4.2 Konsentrasi CO Lapangan Siang Hari

Berikut hasil perhitungan konsentrasi CO lapangan pada siang hari, dilakukan pada interval waktu 12.00-14.00 WIB:

Tabel 4.14 Konsentrasi Lapangan CO Siang Hari

Titik	Konsentrasi $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Hari		
	Sabtu	Minggu	Senin
1	9029,0	8828,4	8973,2
2	8842,8	9571,8	9158,2
3	9401,3	8270,8	8880,7
4	8935,9	8456,7	9528,3
5	9678,7	9770,5	9429,6
6	10139,6	10049,6	10631,4
7	10508,3	8933,0	9707,0
8	9402,1	9956,6	10723,9

Sumber : Hasil analisis, 2023

Dari hasil pengukuran keseluruhan, nilai konsentrasi karbon monoksida Di Jalan Tambak Osowilangun dan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno dengan interval waktu siang hari tertinggi terjadi pada hari Senin pada titik 1 yaitu sebesar 10.631,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan nilai terendah terjadi pada hari Sabtu pada titik 1 yaitu sebesar 8.270,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.4.3 Konsentrasi CO Lapangan Sore Hari

Berikut hasil perhitungan konsentrasi CO lapangan pada siang hari, dilakukan pada interval waktu 16.00-18.00 WIB:

Tabel 4.15 Konsentrasi Lapangan CO Sore Hari

Titik	Konsentrasi $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Hari		
	Sabtu	Minggu	Senin
1	9140,0	8974,1	11938,0
2	9140,0	9535,0	10818,8
3	11005,3	9628,4	11751,4
4	11098,6	9721,9	11844,7

5	10415,0	11255,6	14111,6
6	11530,9	11627,7	12997,5
7	10880,0	9953,3	13368,9
8	11716,9	11441,6	12904,7

Sumber : Hasil analisis, 2023

Dari hasil pengukuran keseluruhan, nilai konsentrasi karbon monoksida Di Jalan Tambak Osowilangun dan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno dengan interval waktu sore hari tertinggi terjadi pada hari Senin pada titik 1 yaitu sebesar 13.368,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan nilai terendah terjadi pada hari Sabtu pada titik 1 yaitu sebesar 8.974,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.4.4 Rekapitulasi Konsentrasi CO lapangan

Untuk mengetahui hasil rekapitulasi CO Lapangan setiap ruas jalan dibagi 2 segmen. Segmen 1 pada Jalan Tambak Osowilangun dengan titik lokasi pengamatan 1 dan 2, untuk segmen 2 titik lokasi pengamatan 3 dan 4. Begitu pula dengan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno segmen 1 titik lokasi pengamatan titik 5 dan 6, serta segmen 2 adalah titik lokasi pengamatan titik 7 dan 8. Konsentrasi dihitung berdasarkan tiap segmen ruas jalan. Sehingga titik lokasi pengamatan nilai konsentrasinya dirata-rata. Titik 1 dan 2 dirata-rata menjadi konsentrasi segmen 1 di Jalan tambak Osowilangun. Titik 3 dan 4 dirata-rata menjadi konsentrasi segmen 2 di Jalan tambak Osowilangun. Titik 5 dan 6 dirata-rata menjadi konsentrasi segmen 1 di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno. Titik 7 dan 8 dirata-rata menjadi konsentrasi segmen 2 di Jalan Dr. Ir. H. Soekarno.. Dari data konsentrasi CO lapangan yang dilakukan pada interval waktu pagi, siang dan sore didapatkan hasil rekapitulasi sebagai berikut:

Tabel 4.16 Rekapitulasi Konsentrasi CO Lapangan

Hari	Waktu	Konsentrasi CO Lapangan ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
		Jalan Tambak Osowilangun		Jalan Dr. Ir. H. Soekarno	
		Segmen 1	Segmen 2	Segmen 1	Segmen 2
Sabtu	Pagi	10512,8	10371,4	11711,9	10962,4
	Siang	8935,9	9168,6	9909,1	9955,2

	Sore	9140,0	11052,0	10973,0	11298,4
Minggu	Pagi	8496,2	8965,6	9617,1	9711,4
	Siang	9200,1	8363,7	9910,0	9444,8
	Sore	9254,5	9675,2	11441,6	10697,5
Senin	Pagi	11638,2	11170,8	13389,6	11189,2
	Siang	9065,7	9204,5	10030,5	10215,4
	Sore	11378,4	11798,1	13554,6	13136,8

Sumber : Hasil analisis, 2023

Dari Hasil rekapitulasi Konsentrasi CO lapangan diketahui bahwa nilai konsentrasi tertinggi terjadi pada Senin interval pagi hari di segmen 1 Jalan Dr. Ir. H. Soekarno yaitu sebesar 13.389,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan nilai terendah terjadi pada hari Minggu interval waktu siang pada segmen 2 Jalan Tambak Osowilangun yaitu sebesar 8.363,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.4.5 Validasi Model

Menganalisis validasi model Caline-4 menggunakan uji MAPE (*Mean Absolute Presentage Error*). Perhitungan MAPE dilakukan menggunakan rumus (3). Berikut hasil analisis validasi model untuk jalan Tambak Osowilangun:

Tabel 4.17 Analisis Validasi Model CO Jalan Tambak Osowilangun

Hari	Waktu	Konsentrasi CO Lapangan ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Konsentrasi CO Model ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		MAPE (%)	
		Segmen 1	Segmen 2	Segmen 1	Segmen 2	Segmen 1	Segmen 2
Sabtu	Pagi	10512,8	10371,4	8938,2	9051,4	14,98	12,73
	Siang	8935,9	9168,6	8600,8	8600,8	3,75	6,19
	Sore	9140,0	11052,0	8505,8	8841,6	6,94	20,00
Minggu	Pagi	8496,2	8965,6	8224,0	8561,9	3,20	4,50
	Siang	8828,4	8363,7	8140,7	8252,2	11,52	1,33
	Sore	9254,5	9675,2	8076,7	8301,0	12,73	14,20
Senin	Pagi	11638,2	11170,8	9310,6	8861,9	20,00	20,67
	Siang	9065,7	9204,5	8325,7	8436,7	8,16	8,34
	Sore	11378,4	11798,1	9177,3	8841,6	19,34	25,06
Rata-rata						11,87	

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Analisis validasi model juga dilakukan untuk jalan Dr. Ir. H. Soekarno. Berikut hasil analisis validasi untuk jalan Dr. Ir. H. Soekarno:

Tabel 4.18 Analisis Validasi Model CO Jalan Dr. Ir. H. Soekarno

Hari	Waktu	Konsentrasi CO Lapangan ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Konsentrasi CO Model ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		MAPE (%)	
		Segmen 1	Segmen 2	Segmen 1	Segmen 2	Segmen 1	Segmen 2
Sabtu	Pagi	11711,9	10962,4	9332,1	8994,8	20,32	17,95
	Siang	9909,1	9955,2	9402,1	8959,7	5,12	10,00
	Sore	10973,0	11298,4	9931,5	9485,1	9,49	16,05
Minggu	Pagi	9617,1	9711,4	9504,0	8712,0	1,18	10,29
	Siang	9910,0	9444,8	9379,6	8821,3	5,35	6,60
	Sore	11441,6	10697,5	9711,4	9153,3	15,12	14,43
Senin	Pagi	13389,6	11189,2	11011,3	10449,5	17,76	6,61
	Siang	10030,5	10215,4	9207,8	9207,8	8,20	9,86
	Sore	13554,6	13136,8	10138,1	10583,7	25,21	19,43
Rata-rata						12,27	

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Dari hasil perhitungan nilai MAPE pada jalan Tambak Osowilangun memiliki nilai 11,87% dan pada jalan Dr. Ir. H. Soekarno memiliki nilai 12,27%. Kedua nilai ini berada diantara 10-20%, sehingga nilai model konsentrasi CO menggunakan Caline-4 adalah akurat. Hal ini berdasarkan (Wardhani dkk., 2022) yang mengatakan bahwa nilai model peramalan $10 \leq \text{MAPE} \leq 20$ adalah baik.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

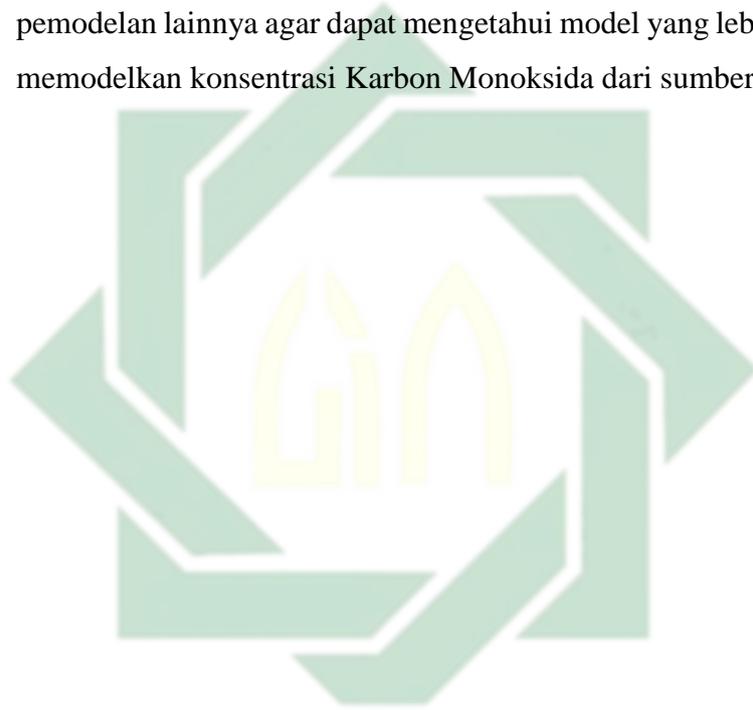
Dari hasil analisis data serta pembahasan pada penelitian ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Hasil Nilai Konsentrasi Karbon Monoksida menggunakan model Caline-4 di ruas Jalan Tambak Osowilangun, pada hari Sabtu konsentrasi CO tertinggi terjadi pada Pagi hari sebesar $9617,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada hari Minggu Konsentrasi CO tertinggi terjadi pada Pagi hari sebesar $8674,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada hari Senin konsentrasi CO tertinggi pada Pagi hari sebesar $9759,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan pada jalan Dr. Ir. H. Soekarno pada hari Sabtu konsentrasi CO tertinggi terjadi pada Sore hari sebesar $9931,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada hari Minggu Konsentrasu CO tertinggi terjadi pada Sore hari sebesar $9711,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada hari Senin konsentrasi CO tertinggi pada Pagi hari sebesar $11011,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- 2) Hasil Sebaran Karbon Monoksida CO di wilayah Jalan Tambak Osowilangun dan Jalan Dr. Ir. H. Soekarno cenderung mengarah ke arah angin dominan yang berhembus. Konsentrasi CO pada pagi hari cenderung lebih tinggi, lalu akan menurun pada siang hari dan akan naik kembali pada sore hari. Daerah yang terdapat polutan CO paling besar terjadi pada pagi hari di Jalan Dr.Ir.H.Soekarno.
- 3) Hasil Uji Validasi perbandingan konsentrasi CO Caline-4 dengan Konsentrasi lapangan menunjukkan nilai nilai MAPE sebesar 11,87% pada Jalan Tambak Osowilangun dan pada jalan Dr. Ir. H. Soekarno memiliki nilai MAPE sebesar 12,27%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil model memiliki nilai peramalan yang baik.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat di berikan adalah:

- 1) Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan titik sampel pada tiap lokasi pengamatan agar mendapatkan nilai keakuratan lebih.
- 2) Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk parameter pencemaran lainnya agar dapat membandingkan kinerja model.
- 3) Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan aplikasi pemodelan lainnya agar dapat mengetahui model yang lebih akurat untuk memodelkan konsentrasi Karbon Monoksida dari sumber bergerak.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, F. S. (2018). *Analisis Konsentrasi Udara Ambien CO Di Jalan Alternatif Car Free Day Kota Makassar Menggunakan Program Caline-4*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Al-Quran Kementrian Agama RI. (2023). *Alquran dan Terjemahannya*, Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an
- Adriani, A. (2020). Analisis Pola Dispersi Polutan pada Kawasan Pabrik di Kecamatan Somba Opu. *Dewantara Journal of Technology*, 1(1), 12–17. <https://doi.org/10.59563/djtech.v1i1.24>
- Aini, A. N., Anwar, I. F., Sufanir, A. M. S., & Astor, Y. (2018). Survei Dan Pemetaan Zona Kebisingan Arus Lalu Lintas pada Kawasan Rsup Dr Hasan Sadikin Bandung. *Potensi: Jurnal Sipil Politeknik*, 20(1). <https://doi.org/10.35313/potensi.v20i1.993>
- Alfiah, T., & Yuliawati, E. (2018). Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan Udara Ambien Terhadap Pengguna Jalan Dan Masyarakat Sekitar Pada Ruas Jalan Ir. Sukarno Surabaya. *Infomatek*, 20(1), 27. <https://doi.org/10.23969/infomatek.v20i1.878>
- Andriani, R., Nurhasanah, N., & Adriat, R. (2019). Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Kota Pontianak. *Prisma Fisika*, 7(2), 143. <https://doi.org/10.26418/pf.v7i2.35830>
- Astuti, D. Y. (2018). *Pengetahuan tentang Udara*. Bandung: PT Sarana Pancakarya Nusantara.
- Benson, P. (1989). *Caline4-A Dispersion Model for Predicting Air Pollutant Concentrations Near Roadway*. Sacramento, CA: California Department of Transportation.
- Brimblecombe, P. (1986). *Air composition and chemistry*. Cambridge University Press.
- Budianto, E. (2005). *Pemetaan Kontur dan Pemodelan Spasial 3 Dimensi Menggunakan Surfer*. Yogyakarta: Andi.

- Cahyono, T. (2017). *Penyehatan Udara*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Colls, J. (2002). *Air Pollution (2002) 2nd ed.* London: Spon Press.
- Dahlan, E. (2021). Evaluasi Kecepatan Rata-Rata terhadap Kendaraan Arus Bebas (Studi Kasus: Jalan Kolonel Abunjani Kota Jambi). *Jurnal Talenta Sipil*, 4(2), 221. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v4i2.78>
- Dewapandhu, B. A., & Pribadi, A. (2023). Analisis Penyebaran Gas Nitrogen Dioksida (NO₂) di Jalan Raya Dramaga – Ciampea Kabupaten Bogor dengan Menggunakan Model Caline-4. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 8(1), 67–76. <https://doi.org/10.29244/jstil.8.1.67-76>
- Dewi, N. W. S. P., June, T., Yani, M., & Mujito, M. (2018). Estimasi Pola Dispersi Debu, So₂ Dan Nox Dari Industri Semen Menggunakan Model Gauss Yang Diintegrasikan Dengan Screen3. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(1), 109–119. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.109-119>
- Fardella, M., Bachtiar, V. S., & Raharjo, S. (2023). Analisis Pola Dispersi Total Suspended Particulate dengan Variasi Waktu dan Tempat pada Tambang Batu Kapur. *Serambi Engineering*, VIII(2).
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Udara dan Air*. Yogyakarta: Kanisus.
- Hadi, D. S. (2021). *Rancang Bangun Knalpot Sepeda Motor Matic Berbahan Stainless Steel Guna Menurunkan Emisi Gas Buang Menggunakan Aplikasi Solidworks* (Tugas Akhir). Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera.
- Ilham, H. (2021). *Analisis Kualitas Udara Untuk Parameter No₂ Pada Jalan Arteri Bermedian Di Kota Makassar* (Skripsi). Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Indushri, S., Saraswati, R., & Ansari, M. S. (2020). Influence Of Vehicular Traffic On Urban Air Quality- Coimbatore City, 07(02).
- Iramawati, C., Turmuzi, M., Suryati, I., Setyowati, L., & Mahyuni, E. L. (2018). Pengaruh Kecepatan Angin, Kelembapan dan Suhu Udara terhadap konsentrasi SO₂ Ambien dan Pemetaan SO₂ Ambien di Sekitar PT. Kawasan Industri Medan. *JURNAL DAMPAK*, 15(2).

- Isworo, S., Sri Oetari, P., Noor Alita, I., & Ajie, T. (2019). The Prediction of Air Quality Status : Carbon Monoksida (CO), Nitrogen Dioxide (NO₂) and Total Suspended Particulate in Mobilization Stage of Railroad Construction Plan Kedundang Station and Yogyakarta New Airport Station. *International Journal of Applied Science*, 2(1), p7. <https://doi.org/10.30560/ijas.v2n1p7>
- Kurniawan, A. (2019). *Dasar-dasar Analisis Kualitas Lingkungan*. Malang: Wineka Media.
- Kurniawan, A. W., & Zarah, P. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Yogyakarta: Pandiva Buku.
- Kusuma, Y. (2013). Pengaruh Bahan Bakar Pada Aktivitas Transportasi Terhadap Pencemaran Udara. *Sigma-Mu*, 5(1).
- Machdar, I. (2018). *Pengantar Pengendalian Pencemaran (Pencemaran Air, Pencemaran Udara dan Kebisingan)*. Yogyakarta: Deepublish.
- Maharani, J. (2019). *Perbandingan Tingkat Pencemaran Karbon Monoksida (CO) Di Ruas Jalan Ring Road Utara Gejayan Yogyakarta Menggunakan Pemodelan Dispersi Gauss Dan Pengukuran Langsung* (Skripsi). Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Majumder, S. (2019). Emission load distribution and prediction of NO₂ and PM₁₀ using ISCST3 and CALINE4 line source modeling.
- Melissa. (2007). *Validasi dan Aplikasi Model Caline 4 Pada Ruas Jalur Trans-Jakarta Busway* (Skripsi). Bandung: Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Mihelcic, J. R. (1999). *Fundamentals of Environmental Engineering*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- MKJI. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*.
- Muflihah, I. (2018). *Aplikasi Model Dispersi Pencemar Konservatif Dari Aktivitas Lalu Lintas Di Wilayah Surabaya Timur Menggunakan Model Gauss Termodifikasi* (Skripsi). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mukono, H. (2011). *Aspek kesehatan Pencemaran Udara*. Surabaya: Airlangga University Pres.

- Muziansyah, D., Sulistyorini, R., & Sebayang, S. (2015). Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Koita Bandar Lampung). *JRSDD*, 3(1).
- Nevers, N. de. (2000). *Air Pollution Control Engineering Second Edition*. McGraw-Hill: Singapura.
- Ofrial, S. A. M. P., Zakaria, A., Herianto, D., & Herianto, F. D. (2020). Pemodelan dispersi udara ambien oleh polutan karbon monoksida sektor transportasi di kota Bandar Lampung. *Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri*, 1(2), 16–21.
- Pratama, A., & Sofyan, A. (2020). ANALISIS DISPERSI PENCEMAR UDARA PM10 DI KOTA BANDUNG MENGGUNAKAN WRFCHEM DATA ASIMILASI. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 26(1).
- Purnama, N. L., Yushardi, Y., & Gani, A. A. (2018). Monitoring Karbon Monoksida (Co) Dan Parameter Meteorologis Di Terminal Tawang Alun Kabupaten Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(1), 85. <https://doi.org/10.19184/jpf.v7i1.7229>
- Ruviana, R., Setyawan, A., & Musniati, N. (2021). Hubungan Paparan Karbon Monoksida Dan Faktor Lainnya Dengan Tekanan Darah Pada Pekerja Bengkel Sepeda Motor Di Kecamatan Pancoran Mas Kota Depok. *Jurnal Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (JK3L)*, Vo.02(2).
- Saleh, S. H., & Hassoon, A. F. (2021). Atmospheric stability classes and its effect on co concentration emission around Kirkuk refinery. *Journal of Physics: Conference Series*, 1963(1), 012034. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1963/1/012034>
- Saragih, R. W., & Siregar, P. S. (2021). Analisis Data Angin Permukaan Di Bandara Syarif Kasim Ii Pekanbaru Menggunakan Metode Windrose. *Putri Santy*, 3(2).
- Sartika, D. (2011). *Analisis Kebisingan Pada Proses Pengolahan Teh Hitam Di Ruang Penggilingan, Pengerangan, Dan Sortasi Di Ptpn Viii Perkebunan Gunung Mas, Cisarua, Jawa Barat (SKRIPSI)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Sasmita, A., Reza, M., Elystia, S., & Syarah Adriana. (2022). Analisis Pengaruh Kecepatan Dan Volume Kendaraan Terhadap Emisi Dan Konsentrasi Karbon Monoksida Di Jalan Jenderal Sudirman, Kota Pekanbaru. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(4), 269–279. <https://doi.org/10.24002/jts.v16i4.5452>
- Sengkey, S. L., Jansen, F., & Wallah, S. E. (2011). Tingkat pencemaran udara CO akibat lalu lintas dengan model prediksi polusi udara skala mikro. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 1(2).
- Seran, S. S., Henong, S. B., Semiun, O. E., & Pattiraja, A. H. (2022). Analisis Pencemaran Udara di Simpangan Bersinyal menggunakan Box Model (Studi Kasus Simpang Bersinyal Jl. Frans Seda), 6.
- Siburian, S. (2020). *Pencemaran Udara dan Emisi Gas Rumah Kaca*. Jakarta: Kreasi Cendekia Pustaka (KCP).
- Sihotang. (2010). *Kandungan Senyawa Kimia*. Yogyakarta: University Press.
- Sin Ko Ko, S., Jindal, R., Trivitayanurak, W., Tantrakarnapa, K., & Surinkul, N. (2022). Simulation of PM2.5 Concentrations around the Proposed Yangon Outer Ring Road (Eastern Section) in Myanmar Using CALINE 4 Model. *Environment and Natural Resources Journal*, 20(4), 1–11. <https://doi.org/10.32526/enrj/20/202200029>
- Siyoto, S., & Sodik, M. A. (2015). *Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Literasi Media publishing.
- Soedomo, M. (2001). *Pencemaran Udara*. Bandung: ITB.
- Sugiarto, S., Herawati, P., & Riyanti, A. (2019). Analisis Konsentrasi SO₂, NO₂ dan Partikulat pada Sumber Emisi Tidak Bergerak (Cerobong) Berbahan Bakar Batubara dan Cangkang (Studi Kasus di Kabupaten Muaro Jambi). *Jurnal Daur Lingkungan*, 2(1), 21. <https://doi.org/10.33087/daurling.v2i1.20>
- Tanggara, M. A. P., Agustin, I. W., & Hariyani, S. (2021). Kinerja Jalan Di Kota Surabaya Berdasarkan Tingkat Pelayanan Jalan, 10.
- Vallero, D. A. (2008). *Foundamental of Air Pollution: Fourth Edition*. California: Academic Press.

- Vesilind, P. A., Morgan, S. M., & Lauren, L. G. (2004). *Introduction to Environmental Engineering* (3rd ed). United States of America: Cengage Learning.
- Visscher, A. D. (2014). *Air Dispersion Modelling Foundations and Applications*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Wardhani, A. K., Israwan, F., Setiawan, J., Wahyuddin, S., Khikmah, L., Ilham, A., & Nurmuslimah, S. (2022). *Teknik Peramalan Pada Teknologi Informasi*. Padang: PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Wirosoedarmo, R., Suharto, B., Universitas Brawijaya, Proborini, D. E., & Universitas Brawijaya. (2020). Analisis Pengaruh Jumlah Kendaraan Bermotor dan Kecepatan Angin Terhadap Karbon Monoksida di Terminal Arjosari. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(2), 57–64. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2020.007.02.2>
- Yang, Q., Shen, H., & Liang, Z. (2020). Analysis of particulate matter and carbon monoxide emission rates from vehicles in a Shanghai tunnel. *Sustainable Cities and Society*, 56, 102104. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102104>

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A