

**PEMODELAN KONSENTRASI KARBON MONOKSIDA (CO)
MENGUNAKAN METODE GAUSSIAN DI KAWASAN PEREMPATAN
GEDANGAN KABUPATEN SIDOARJO**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh

Nurul Aulia Fadilah

NIM. H95219051

Dosen Pembimbing

Ida Munfarida, M.Si., M.T.

Rr Diah Nugraheni Setyowati, M.T.

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

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Nama : Nurul Aulia Fadilah
Nim : H95219051
Program Studi : Teknik Lingkungan
Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul **“PEMODELAN KONSENTRASI KARBON MONOKSIDA (CO) MENGGUNAKAN METODE GAUSSIAN DI KAWASAN PEREMPATAN GEDANGAN KABUPATEN SIDOARJO”**. 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, 14 Juli 2023

Yang Menyatakan



(Nurul Aulia Fadilah)

NIM. H95219051



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING SIDANG TUGAS AKHIR

Nama : Nurul Aulia Fadilah
NIM : H95219051
Judul Tugas Akhir : Pemodelan Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)
Menggunakan Metode *Gaussian* di Kawasan Perempatan
Gedangan Kabupaten Sidoarjo

Telah disetujui untuk pendaftaran Sidang Tugas Akhir

Surabaya, 26 Juni 2023

Dosen Pembimbing 1

Ida Munfarida, M.Si., M.T.

NIP. 198411302015032001

Dosen Pembimbing 2

Rr Diah Nugraheni S., M.T.

NIP. 198205012014032001

PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG AKHIR

Nama : Nurul Aulia Fadilah
NIM : H95219051
Judul : Pemodelan Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Metode Gaussian di Kawasan Perempatan Gedangan Kabupaten Sidoarjo

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



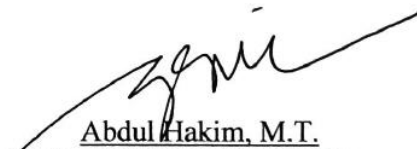
Rr. Diah Nugraheni S., M.T.
NIP. 198205012014032001

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

UIN Sunan Ampel Surabaya



Abdul Hamdani, M.Pd
196507312000031002



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 : NURUL AULIA FADILAH
NIM : H95219051
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : nurulauliafadilah25@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 :

PEMODELAN KONSENTRASI KARBON MONOKSIDA (CO)

MENGGUNAKAN METODE GAUSSIAN DI KAWASAN

PEREMPATAN GEDANGAN KABUPATEN SIDOARJO

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, 14 Juli 2023

Penulis

(NURUL AULIA FADILAH)

Pemodelan Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Metode *Gaussian* di Kawasan Perempatan Gedangan Kabupaten Sidoarjo

ABSTRAK

Kendaraan bermotor merupakan penghasil pencemaran udara terbesar di perkotaan termasuk di Kabupaten Sidoarjo. Dalam lima tahun ke belakang jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan. Sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor, hal tersebut tentunya mengakibatkan peningkatan terhadap kepadatan lalu lintas yang mampu memperburuk kualitas udara salah satunya karbon monoksida (CO). Perempatan Gedangan Kabupaten Sidoarjo merupakan persimpangan yang menghubungkan antara Kabupaten Sidoarjo dan Kota Surabaya dengan kepadatan tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai pemodelan karbon monoksida menggunakan metode *Gaussian*, menganalisis persebaran CO menggunakan Matlab dan memvalidasi hasil model *Gaussian* dengan hasil data lapangan menggunakan rumus MAPE dan RMSE. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif melalui pengambilan data dari pengukuran di lapangan dan pemodelan. Penentuan pemodelan konsentrasi karbon monoksida menggunakan model *Gaussian* dan dipetakan persebarannya menggunakan *software* MATLAB, selanjutnya divalidasi menggunakan MAPE dan RMSE. Analisis data penelitian menunjukkan bahwa hasil tertinggi dari nilai pemodelan yaitu pada hari Senin sore sebesar $34.694 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan terendah terjadi pada hari Minggu siang sebesar $20.198 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jarak sebaran paling jauh terjadi pada Senin pagi sejauh 99 m kearah timur dan terpendek terjadi pada Sabtu pagi sejauh 45 m kearah tenggara. Hasil validasi menggunakan *MAPE* antara pemodelan *Gaussian* dengan data lapangan adalah sebesar 11,01%, yang menunjukkan bahwa hasil validasi tergolong kedalam kategori “baik”. Sedangkan hasil validasi *RMSE* sebesar 3252,39 yang menunjukkan bahwa hasil validasi kurang akurat.

Kata kunci : *Gaussian*, Karbon Monoksida, Kendaraan Bermotor.

Modeling the Concentration of Carbon Monoxide (CO) Using the Gaussian Method in the Gedangan Intersection Area, Sidoarjo Regency

ABSTRACT

Motorized vehicles are urban areas' most significant air pollution contributors, including in Sidoarjo Regency. The number of motorized vehicles in Indonesia has significantly increased in the past five years. Along with the growing number of motorized vehicles, this has inevitably led to increased traffic density, which can worsen air quality including carbon monoxide (CO). The Gedangan Intersection in Sidoarjo Regency is a high-density junction that connects Sidoarjo Regency and Surabaya City. This research aimed to determine the modelling value of carbon monoxide using the Gaussian method, analyze the distribution of CO using Matlab, and validate the Gaussian model results with field data using the MAPE and RMSE formulas. This research was a qualitative descriptive study that involved data collection from field measurements and modelling. The concentration modelling of carbon monoxide was determined using the Gaussian model and mapped using MATLAB software, then validated using MAPE and RMSE. The research data analysis showed that the highest modelling value occurred on Monday afternoon, reaching $34.694 \mu\text{g}/\text{m}^3$, while the lowest value occurred on Sunday noon, reaching $20.198 \mu\text{g}/\text{m}^3$. The farthest dispersion distance occurred on Monday morning, extending 99 m to the east, while the shortest distance occurred on Saturday morning, extending 45 m to the southeast. The validation results using MAPE between the Gaussian modelling and field data were 11,01%, indicating that the validation results were categorized as "good." However, the RMSE validation result was 3252,39 indicating less accuracy.

Keywords : *Gaussian, Carbon Monoxide, Motor Vehicle.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Udara	7

DAFTAR TABEL

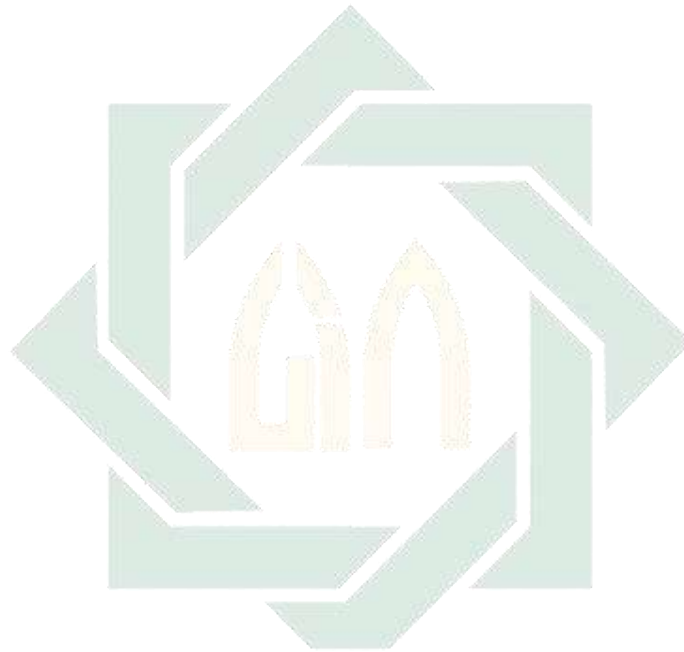
Tabel 2. 1 Parameter atau Bahan Pencemar Dominan Beserta Sumber Spesifik	10
Tabel 2. 2 Nilai Baku Mutu Udara Ambien	11
Tabel 2. 3 Pengelompokan Kendaraan Bermotor	13
Tabel 2. 4 Nilai Faktor Pengali Satuan Mobil Penumpang.....	15
Tabel 2. 5 Stabilitas Atmosfer Pasquil-Gifford	15
Tabel 2. 6 Konstanta Persamaan McCullen	16
Tabel 2. 7 Kategori Intensitas Sinar Matahari	16
Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu	19
Tabel 3. 1 Data Primer	36
Tabel 3. 2 Data Sekunder	37
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Kecepatan Angin Interval Pagi.....	56
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Kecepatan Angin Siang Hari	57
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Kecepatan Angin Sore.....	58
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Hasil Nilai Rata-rata Kecepatan Angin.....	59
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Arah Angin.....	59
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Intensitas Sinar Matahari Pagi.....	61
Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Intensitas Sinar Matahari Siang	62
Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Intensitas Sinar Matahari Sore	63
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Hasil Nilai Rata-rata Intensitas Sinar Matahari	64
Tabel 4. 10 Kelas Stabilitas Atmosfer.....	65
Tabel 4. 11 Hasil Pengukuran Volume Kendaraan Bermotor Interval Pagi	67
Tabel 4. 12 Hasil Pengukuran Volume Kendaraan Bermotor Interval Siang	68
Tabel 4. 13 Hasil Pengukuran Volume Kendaraan Bermotor Interval Sore.....	69
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Hasil Volume Kendaraan Bermotor	69
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Hasil Pengukuran Kecepatan Kendaraan Bermotor.....	72
Tabel 4. 16 Faktor Pengali Satuan Mobil Penumpang.....	75
Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Kekuatan Emisi Hari Sabtu	78
Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan Kekuatan Emisi Hari Minggu	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian	28
Gambar 3. 2 Peta Pedoman Penentuan Lokasi Pemantauan Kualitas Udara <i>Roadside</i>	29
Gambar 3. 3 Peta Lokasi Titik Sampling	31
Gambar 3. 4 Kerangka Pikir Penelitian.....	33
Gambar 3. 5 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	35
Gambar 3. 6 <i>CO Analyzer</i>	38
Gambar 3. 7 <i>Software Traffic Counter</i>	38
Gambar 3. 8 Speedgun	39
Gambar 3. 9 Anemometer	41
Gambar 3. 10 Luxmeter	42
Gambar 3. 11 <i>Software</i> MATLAB.....	44
Gambar 3. 12 Tampilan Layar Awal Matlab	45
Gambar 3. 13 Tampilan Setelah Script Dimasukkan pada <i>Command Window</i>	45
Gambar 3. 14 Contoh Hasil <i>Running Script</i>	46
Gambar 3. 15 Contoh Hasil Plot Pemodelan Gaussian.....	46
Gambar 4. 1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian dari arah Timur ke Barat.....	49
Gambar 4. 2 Gambaran Umum Lokasi Penelitian dari Arah Utara ke Selatan.....	50
Gambar 4. 3 Kondisi Eksisting Titik Sampling 1	51
Gambar 4. 4 Kondisi Eksisting Titik Sampling 2	51
Gambar 4. 5 Kondisi Eksisting Titik Sampling 3	52
Gambar 4. 6 Kondisi Eksisting Titik Sampling 4	53
Gambar 4. 7 Kondisi Eksisting Titik Sampling 5	53
Gambar 4. 8 Kondisi Eksisting Titik Sampling 6	54
Gambar 4. 9 Kondisi Eksisting Titik Sampling 7	55
Gambar 4. 10 Kondisi Eksisting Titik Sampling 8	55
Gambar 4. 11 Hasil Simulasi Gaussian Sabtu Pagi.....	89
Gambar 4. 12 Hasil Plot Gaussian Sabtu Pagi	90
Gambar 4. 13 Hasil Simulasi Gaussian Sabtu Siang.....	92
Gambar 4. 14 Hasil Plot Gaussian Sabtu Siang	93

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I DOKUMENTASI 134
LAMPIRAN II PERHITUNGAN..... 136



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR SINGKATAN

CO	: Karbon Monoksida
HV	: Kendaraan Berat
LV	: Kendaraan Ringan
MAPE	: <i>Mean Absolute Percentage Error</i>
MC	: Sepeda Motor
RMSE	: <i>Root Mean Squared Error</i>
SMP	: Satuan Mobil Penumpang

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

C	: Konsentrasi Polutan pada Titik x,y,z (g/m^3)
Q	: Kekuatan Emisi Polutan (g/s)
μ	: Kecepatan Angin (m/s)
σ	: Koefisien Dispersi (m)
σ_y	: Dispersi Secara Horizontal Terhadap Sumbu X (m)
σ_z	: Dispersi Secara Horizontal Terhadap Sumbu Y (m)
H	: Tinggi Sumber Pencemar (m)
y	: Jarak Sebaran (m)
x	: Jarak Searah Angin (m)
z	: Ketinggian Reseptor (m)
V	: Kecepatan Rata-Rata (km/jam)
qCO	: Laju Emisi CO (gr/km)
n	: Hasil Pengali Emisi CO (smp/s)
ppm _v	: Konsentrasi CO di Lapangan (ppm)
MW	: Berat Senyawa CO (g/mol)
P	: Tekanan Udara (1 atm)
R	: Konstanta Gas Universal (L-Atm/Mole-K)
T	: Suhu di Lapangan (K)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang padat penduduk. Jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2021 mencapai 272,7 juta jiwa (BPS, 2022). Dalam 10 tahun terakhir, Indonesia mengalami laju pertumbuhan penduduk rata-rata sebesar 1,25%. Sejalan dengan itu, seiring meningkatnya laju pertumbuhan penduduk berbanding lurus dengan meningkatnya pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor. Hal ini dibuktikan dengan data yang dihimpun oleh Korlantas Polri, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia hingga akhir tahun 2022 telah mencapai 152,5 juta unit dengan mayoritas adalah sepeda motor. Menurut laporan statistik kendaraan darat yang diterbitkan oleh BPS (2021), dalam 5 tahun ke belakang jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan yaitu sebesar 6,13%. Namun kecenderungan peningkatan jumlah kendaraan tersebut tidak berbanding lurus dengan peningkatan panjang jalan di tingkat nasional, provinsi maupun kabupaten/kota (Priyambodo, 2018). Hal tersebut tentunya mengakibatkan peningkatan terhadap kepadatan lalu lintas yang mampu memperburuk kualitas udara. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Haryanto (2018), menunjukkan bahwa 80% polusi udara di dunia disumbang oleh kendaraan bermotor. Indonesia dari tahun 1998 hingga 2016 tercatat sebagai negara terbersih namun saat ini beralih masuk kedalam kategori dua puluh negara paling berpolusi dengan peningkatan tingkat pencemaran udara sebanyak 171% (Greenstone & Fan, 2019).

Sumber utama penghasil polutan karbon monoksida (CO) adalah kendaraan bermotor, terutama bagi kendaraan dengan memiliki masa pakai lama. Sekitar 59,2% hasil pembakaran mesin kendaraan bermotor adalah berupa CO (Azhari & Hakim, 2020). Dalam penelitian yang telah dilakukan oleh Kemala dkk (2020), membuktikan bahwa perubahan jumlah konsentrasi polutan CO di udara berbanding lurus dengan jumlah kendaraan bermotor. Sehingga makin

tinggi volume kendaraan yang beraktivitas di suatu tempat, maka semakin tinggi pula konsentrasi CO di wilayah tersebut.

Karbon monoksida (CO) adalah sejenis gas yang tidak memiliki bau, berwarna, atau rasa dan tidak terlihat secara kasat mata. Gas ini terbentuk akibat hasil dari pembakaran karbon yang tidak sempurna dari mesin kendaraan bermotor. Data dari U.S. Environmental Protection Agency (USEPA, 2020) menyebutkan bahwa secara nasional konsentrasi CO yang dihasilkan oleh sektor transportasi adalah sebesar 28,45 juta ton setiap tahunnya atau 44,32% dari total emisi CO di dunia. Kepadatan volume kendaraan pada suatu wilayah hingga menimbulkan kemacetan mampu mempengaruhi kondisi kualitas udara di wilayah tersebut. Dimana pada kota-kota besar sering terjadi di persimpangan atau perempatan jalan. Di dukung oleh data dari World Health Organization (WHO, 2018), mayoritas kota besar di seluruh dunia, rata-rata setidaknya memiliki salah satu parameter polutan di udara yang telah melewati ambang batas aman yang dan hal tersebut membuka peluang timbulnya masalah kesehatan. Polutan karbon monoksida dari pembakaran mesin kendaraan dalam konsentrasi rendah dapat menyebabkan pusing dan keletihan, sedangkan pada konsentrasi tinggi mampu menyebabkan penyakit jantung hingga kematian (Karunia, 2019).

Perempatan jalan merupakan persimpangan dari empat jalan yang saling bergabung dan beririsan. Tingginya volume kendaraan pada perempatan jalan seringkali mengakibatkan kemacetan lalu lintas dan penurunan kualitas udara disekitar wilayah tersebut. Selain itu, salah satu penyebab kemacetan adalah ketidakseimbangan antara kapasitas jalan yang tersedia untuk menampung volume kendaraan dengan peningkatan jumlah kendaraan yang terus meningkat dari tahun ke tahun (Arifin, 2019). Menurut Risdiyanto (2014), fakta yang ada menunjukkan adanya peningkatan volume kendaraan yang signifikan dan melampaui kapasitas jalan yang tersedia. Akibatnya, upaya untuk terus-menerus membangun jalan baru guna mengatasi kemacetan menjadi tak lagi memungkinkan karena adanya keterbatasan lahan, dan sumber daya finansial.

Kabupaten Sidoarjo merupakan kota industri yang memiliki fungsi vital dalam mendukung perekonomian Kota Surabaya. Sektor perekonomian dan perdagangan memiliki peran besar dalam menunjang perekonomian Kabupaten Sidoarjo. Kabupaten dengan jumlah penduduk sebanyak 2.09 juta jiwa (BPS Sidoarjo, 2022) juga tak lepas dari berbagai permasalahan salah satunya adalah kepadatan lalu lintas yang menyebabkan kemacetan, terutama di persimpangan jalan. Salah satu contohnya di perempatan Gedangan Sidoarjo yang menjadi persimpangan dengan tingkat kepadatan volume lalu lintas dan hambatan tinggi (Pratama dkk., 2022).

Perempatan Gedangan merupakan persimpangan yang mempertemukan Jalan Ahmad Yani dengan Jalan Raya Jenggolo dan Jalan Raya Sukodono. Perempatan Gedangan Ahmad Yani menurut SIPANJA Dishub Jawa Timur (2023) merupakan jalan nasional yang menjadi akses utama untuk menghubungkan Kota Surabaya menuju Kabupaten Sidoarjo. Sedangkan Jalan Raya Jenggolo dan Raya Sukodono adalah jalan provinsi yang saling beririsan dengan Jalan Ahmad Yani. Pada sekitar perempatan ini terdapat beberapa fasilitas penting seperti kantor kecamatan dan kantor kepolisian, berbagai macam toko, kedai makanan, minimarket, sekolah, hingga stasiun kereta api. Selain itu, minimnya tempat parkir membuat sepanjang sisi jalan raya sering dijadikan sebagai tempat parkir maupun pemberhentian kendaraan umum saat menurunkan penumpang. Dengan demikian dapat dikatakan Perempatan Gedangan merupakan salah satu jalur transportasi utama di kabupaten yang dapat dipastikan ramai akan kendaraan.

Dampak negatif dari pencemaran udara dapat mengakibatkan kerusakan pada ekosistem. Aktivitas sehari-hari manusia seringkali tidak mempertimbangkan perlindungan terhadap lingkungan, dengan fokus yang lebih pada eksplorasi dan pemenuhan kebutuhan pribadi. Sayangnya, tindakan tersebut tanpa disadari dapat merusak kondisi lingkungan yang seharusnya menjadi tempat tinggal yang aman dan sehat. Mengenai hal tersebut telah dijelaskan dalam QS al-A'raf/7:56 :

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

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

Dalam ayat diatas telah dijelaskan bahwa sebagai manusia sudah seharusnya kita menjaga lingkungan sebagai tempat tinggal untuk menjauhkan diri dari risiko kerusakan alam. Upaya pengendalian pencemaran udara, setelah dilakukan perhitungan konsentrasi polutan perlu juga dilakukan pemodelan untuk mengetahui sejauh mana persebaran polutan. Ada berbagai model yang memiliki kemampuan untuk menggambarkan sebaran polutan yang berasal dari emisi kendaraan bermotor, salah satunya adalah model *Gaussian* yang dapat divisualisasikan menggunakan Matlab. Model *Gaussian Line Source* dirancang khusus untuk memprediksi konsentrasi polutan yang dihasilkan dari emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di jalan (Nagendra dkk, 2020). Model ini sering digunakan dalam memprediksi pulotan karena dapat memetakan persebaran polutan akibat aktivitas kendaraan bermotor dengan nilai akurasi yang tinggi (Sasmita dkk., 2021).

Pemantauan kualitas udara dan penanganan polusi udara khususnya gas karbon monoksida menjadi tindakan yang penting dalam pengelolaan kualitas udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan menggambarkan peta penyebaran karbon monoksida menggunakan metode *Gaussian* dan Matlab. Dengan sumber emisi berupa volume kendaraan yang melintasi Perempatan Gedangan Sidoarjo yang berdasarkan pada PP nomor 22 tahun 2021.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, berikut ini merupakan rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini:

1. Berapa nilai pemodelan konsentrasi karbon monoksida di Perempatan Gedangan Sidoarjo menggunakan metode *Gaussian*?

2. Bagaimana persebaran karbon monoksida di Perempatan Gedangan Sidoarjo menggunakan Matlab?
3. Bagaimana validasi hasil model *Gaussian* dengan hasil data lapangan menggunakan rumus MAPE dan RMSE?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut ini merupakan tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui nilai pemodelan konsentrasi karbon monoksida di Perempatan Gedangan Sidoarjo menggunakan metode *Gaussian*.
2. Menganalisis persebaran karbon monoksida di Perempatan Gedangan Sidoarjo menggunakan Matlab.
3. Memvalidasi hasil model *Gaussian* dengan hasil data lapangan menggunakan rumus MAPE dan RMSE.

1.4 Manfaat Penelitian

a. Bagi Dinas Terkait

Menjadi bahan evaluasi yang bermanfaat untuk memperbaiki kondisi lalu lintas di Perempatan Gedangan Sidoarjo guna mencegah kemacetan dan penurunan kualitas udara di masa depan.

b. Bagi Akademisi

Menjadi bahan studi yang bermanfaat dan berkontribusi dalam memperluas pengetahuan, wawasan serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai pemodelan konsentrasi karbon monoksida di persimpangan.

c. Bagi Masyarakat

Menjadi bahan pembelajaran untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap dampak risiko dari paparan karbon monoksida yang diakibatkan oleh kendaraan bermotor apabila melebihi baku mutu serta lebih bijak dalam penggunaan dan pemeliharaan kondisi kendaraan bermotor.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini meliputi:

1. Area penelitian terbatas pada Perempatan Gedangan Sidoarjo, yang mencakup Jalan Ahmad Yani, Jalan Raya Sukodono, dan Raya Jenggolo.
2. Variabel yang diukur meliputi konsentrasi karbon monoksida, kecepatan angin, intensitas sinar matahari, jumlah kendaraan, dan kecepatan kendaraan.
3. Prediksi sebaran konsentrasi karbon monoksida di Perempatan Gedangan Sidoarjo menggunakan rumus model Gaussian.
4. Pemetaan hasil sebaran karbon monoksida dilakukan menggunakan *software* MATLAB.
5. Validitas hasil penelitian dievaluasi menggunakan rumus *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Root Mean Squared Error* (RMSE).



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udara

Udara adalah campuran gas yang mengelilingi bumi dan memiliki peran penting bagi keberlangsungan seluruh makhluk hidup. Secara umum udara dibedakan menjadi dua kelompok yaitu udara emisi dan udara. Udara emisi yaitu udara yang dikeluarkan langsung oleh sumber emisi contohnya seperti cerobong pabrik dan knalpot kendaraan. Dan udara ambien adalah udara bebas di atmosfer bumi yang sehari-hari dihirup oleh makhluk hidup.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 telah disebutkan bahwa udara ambien merupakan udara bebas di lapisan troposfer permukaan bumi dalam wilayah Indonesia yang mampu memberi pengaruh terhadap kesehatan baik bagi manusia maupun makhluk hidup serta unsur lingkungan hidup lain. Menurut (Karunia, 2019) udara adalah lapisan yang mengelilingi bumi yang terdiri dari berbagai campuran gas. Komponen konsentrasinya selalu bervariasi yaitu uap air dan karbon dioksida. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan suhu. Udara yang bersih dan kering umumnya terdiri dari 78 Nitrogen, 20% Oksigen dan 1% gas lain (Istramadhanti, 2021).

2.2 Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah bertambahnya suatu zat fisik, kimia atau biologi di udara secara bersamaan dalam jumlah yang banyak akibat aktivitas manusia maupun peristiwa alam sehingga menyebabkan turunnya kualitas udara. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021 telah dijelaskan bahwa pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya suatu zat atau komponen lain ke dalam udara ambien dalam jumlah tertentu, sehingga melampaui baku mutu udara yang telah ditetapkan dan menyebabkan menurunnya kualitas udara. Pencemaran udara akan terus berkembang seiring dengan laju pertumbuhan

ekonomi dan perkembangan teknologi. Semakin berkembangnya kualitas ekonomi, masyarakat akan semakin banyak memanfaatkan perkembangan teknologi yang dapat menimbulkan pencemaran udara seperti motor dan mobil.

Pencemaran udara merupakan permasalahan yang biasa terjadi di wilayah kota-kota besar. Hal tersebut dapat terjadi karena di wilayah perkotaan terdapat lebih banyak jumlah penduduk. Semakin banyak jumlah penduduk, maka semakin banyak pula kendaraan bermotor yang digunakan. Selain itu perkembangan ekonomi mampu membuat manusia bergantung terhadap kemajuan teknologi seperti motor dan mobil yang dapat menimbulkan masalah baru. Dibuktikan dengan 80% pencemaran udara di dunia disumbang oleh penggunaan kendaraan bermotor (Haryanto, 2018). Namun tidak hanya disebabkan oleh kendaraan bermotor, pencemaran udara juga dapat diakibatkan oleh aktivitas lain seperti pabrik industri, pembakaran sampah, hingga peristiwa alam seperti letusan gunung berapi dan kebakaran hutan.

Terjadinya pencemaran udara tentunya memberi dampak bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya di bumi. Kualitas udara yang buruk dan melebihi baku mutu mampu menyebabkan penurunan konsentrasi, pusing, infeksi saluran pernafasan, pemicu kanker, menghambat fotosintesis dan respirasi pada tumbuhan hingga kematian bagi manusia dan hewan. Tak hanya bagi makhluk hidup, pencemaran udara juga mampu merusak cat pada bangunan (Karunia, 2019). Berbagai dampak yang berbahaya membuat pencemaran udara dipandang sebagai masalah yang sangat penting. Sehingga apabila terjadi pencemaran harus segera dilakukan pengendalian agar pencemaran tidak semakin parah. Salah satu bentuk upaya pengendalian pencemaran udara adalah dengan melakukan pencegahan misalnya dengan cara melakukan pemodelan peta persebaran polutan untuk mengetahui sejauh mana dampak pencemaran udara yang terjadi sebagai upaya preventif.

2.3 Sumber Pencemaran Udara

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Catleya dkk., 2021), sumber pencemaran udara di dunia terbagi menjadi dua kelompok yaitu sumber alamiah dan sumber antropogenik. Sumber alamiah adalah zat pencemar yang dihasilkan akibat proses atau kegiatan alam seperti kegiatan vulkanik gunung berapi, kebakaran hutan dan lain sebagainya. Sedangkan sumber pencemar antropogenik adalah zat pencemar yang dihasilkan dari kegiatan manusia seperti hasil sisa pembakaran dari bahan bakar transportasi, sisa pembakaran industri dan lain-lain. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup telah menjelaskan bahwa, sumber pencemaran udara adalah segala kegiatan manusia yang menghasilkan zat, komponen atau substansi penyebab pencemaran udara sehingga menyebabkan kualitas udara ambien melebihi baku mutu yang berlaku. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Primasanti & Indriastiningsih, 2021), sumber pencemaran udara dibagi menjadi dua sumber yaitu sumber alami yang berasal dari dampak akibat letusan gunung berapi dan kebakaran hutan. Sedangkan satu lagi berasal dari sumber manusia yang berasal dari emisi pabrik dan sektor transportasi. Zat pencemar udara yang bersumber dari aktivitas manusia antara lain berupa Karbon monoksida (CO), Sulfur oksida (SO_x), Nitrogen oksida (NO_x), Hidrokarbon (HC), Ozon (O₃) dan Partikulat.

Penyebab pencemaran udara di Indonesia menunjukkan bahwa lebih dari 70% disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor (Primasanti & Indriastiningsih, 2021). Zat-zat berbahaya yang dihasilkan dari pembakaran kendaraan bermotor mampu menyebabkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia maupun kualitas lingkungan hidup. Berikut tabel di bawah ini adalah contoh zat-zat pencemar beserta sumbernya secara spesifik yang telah diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.12 tahun 2010 :

Tabel 2. 1 Parameter atau Bahan Pencemar Dominan Beserta Sumber Spesifik

No	Parameter Pencemar	Sumber Pencemar
1	Karbon Monoksida (CO)	Boiler, cerobong pembangkit listrik, pemanas bahan bakar.
2	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	Boiler, cerobong pembangkit listrik, pemanas bahan bakar.
3	Sulfur Dioksida (SO ₂)	Boiler, cerobong pembangkit listrik, pemanas bahan bakar.
4	Hidrokarbon (HC)	Boiler, cerobong pembangkit listrik, pemanas bahan bakar.
5	Asam Klorida (HCL)	<i>Picking</i> /penghilang karat
6	Amonia (NH ₃)	Cerobong <i>prilling tower</i> pabrik pupuk/bahan kimia
7	Klorin (CL ₂)	Industri soda (NaOH), cerobong pemutih industri <i>pulp</i> dan <i>paper</i>
8	Total Partikulat	Boiler, cerobong pembangkit listrik, pemanas bahan bakar, sampah peleburan logam.
9	Klorin Dioksida (CLO ₂)	Cerobong pemutih industri <i>pulp</i> dan <i>paper</i>
10	Total Sulfur Tereduksi (TRS sebagai H ₂ S)	Industri <i>pulp</i> dan <i>paper</i>

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.12 tahun 2010

Menurut ketentuan dalam Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021, sumber penghasil pencemar udara dapat dikelompokkan kedalam 5 kategori yaitu:

1. Sumber bergerak, merujuk pada sumber emisi yang memiliki pola pergerakan dan tidak diam di satu lokasi tertentu, seperti emisi kendaraan bermotor.
2. Sumber bergerak spesifik, adalah serupa dengan sumber bergerak namun emisi dihasilkan oleh pesawat, kereta api, kapal laut, dan kendaraan berat lainnya.
3. Sumber tidak bergerak, adalah sumber emisi yang tidak memiliki pola berpindah dan menetap pada satu tempat, contohnya emisi dari kegiatan industri.

2.6 Kendaraan Bermotor

Kendaraan bermotor merupakan jenis transportasi darat yang mengandalkan mesin sebagai alat penggerak dan membutuhkan bahan bakar sebagai tenaga penggerak mesin. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 30 tahun 2020, terdapat 4 klasifikasi kendaraan bermotor yang dapat dibedakan menjadi:

1. Sepeda motor adalah kendaraan bermotor yang memiliki dua atau tiga roda dan dapat dilengkapi dengan rumah-rumahan atau tanpa rumah-rumahan.
2. Mobil penumpang adalah jenis kendaraan bermotor dengan berat di bawah 3.500 kg yang dirancang untuk membawa maksimal 8 orang penumpang.
3. Mobil bus adalah kendaraan bermotor dengan berat lebih dari 3.500 kg yang memiliki kapasitas untuk mengangkut lebih dari 8 orang penumpang.
4. Mobil barang adalah kendaraan bermotor yang dirancang khusus untuk membawa barang dan bukan untuk mengangkut penumpang.

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang tidak sebanding dengan infrastruktur jalan dapat menyebabkan kemacetan di area perkotaan. Kemacetan sering terjadi pada jam sibuk, terutama pada pagi dan sore hari. Kemacetan lalu lintas dapat memiliki dampak negatif, termasuk pencemaran udara. Untuk dapat menggerakkan kendaraan digunakan bahan bakar fosil sebagai energi penggerak kendaraan. Emisi gas buang dari pembakaran bahan bakar tersebut terdiri dari campuran berbagai gas dan partikel yang menjadi zat pencemar udara, salah satunya karbon monoksida (Sengkey dkk., 2011).

Klasifikasi kendaraan merupakan aspek penting dalam rekayasa lalu lintas dan perencanaan transportasi. Di Indonesia, klasifikasi kendaraan didasarkan pada Buku Pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) yang mempertimbangkan berbagai faktor seperti kecepatan, percepatan, dimensi, dan manuver yang spesifik untuk setiap jenis kendaraan. MKJI memberikan pengelompokan kendaraan sebagai berikut (1997):

Tabel 2. 3 Pengelompokan Kendaraan Bermotor

No	Jenis Kendaraan	Pengertian	Contoh
----	-----------------	------------	--------

No.	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		<i>Gaussian Line Source</i> di Jalan Jendral Sudirman Pekanbaru”	dengan nilai 6.603,95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di titik 1 dan 14.620,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di titik 2 dimana kondisi tersebut tidak melebihi baku mutu. Sedangkan berdasarkan perhitungan osentasi CO dengan model <i>Gaussian line source</i> didapatkan konsentrasi tertinggi yaitu pada hari Selasa pada sumber (0 m) di titik 1 dengan nilai 27,19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan di titik 2 sebesar 26,86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil peta persebaran emisi CO tertinggi dengan nilai 25,06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, di tandai dengan warna merah sebesar (Sasmita dkk., 2021).
2	Fyra Catleya, Yonik Meilawati Yustiani, dan Astri Widiastuti Habiah (2021)	“Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas dengan Model Prediksi Udara Skala Mikro di Jalan Sudirman Jakarta”	Pada penelitian ini dilakukan didapatkan hasil pemodelan prediksi konsentrasi CO dari kendaraan bermotor berada di kisaran 5.364 ppm hingga 12.469 ppm. Prediksi konsentrasi polutan paling tinggi ada pada hari Senin sore dan paling rendah ada pada hari Sabtu pagi. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa konsentrasi di ruas Jl. Sudirman Jakarta masih memenuhi baku mutu (Catleya dkk., 2021).
3	M. Iwan Fermi, dkk (2022)	“Analisis Dispersi Karbonmonoksida (CO) dari Transportasi di Jalan HR. Soebrantas Pekanbaru dengan Model <i>Gaussian Line Source</i> ”	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi CO berdasarkan prediksi jumlah kendaraan menggunakan model Gaussian ada di titik 1 pada hari Senin pukul 16.00 – 17.00 WIB yaitu $5,27 \times 10^{-8}$ ppm, sedangkan kosentrasi terendah ada di titik 3 pada hari Minggu pukul 10.00 – 11.00 WIB yaitu $5,21 \times 10^{-13}$ ppm. Peta persebaran CO dengan pemodelan <i>Gaussian</i> pada konsentrasi tertinggi ditandai dengan warna merah dengan jumlah kendaraan mencapai 10.911 unit/jam (Fermi dkk., 2022).
4	Taufik, dkk (2022)	“Prediksi Gas Karbon Monoksida (CO) dari	Pada penelitian ini mengkombinasikan model <i>Gaussian line source</i> dengan metode

No.	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		Sumber Kendaraan Bermotor dengan Metode <i>Gaussian Line Source</i> Berbasis Sistem Informasi Geografis”	<i>geographic information system</i> (GIS) kemudian dibandingkan dengan baku mutu PP No. 22 tahun 2021 dan dipetakan menggunakan aplikasi GIS. Volume lalu lintas tertinggi adalah pada pagi hari sebanyak 3.103 unit/jam dan sore hari 2.996 unit/jam. Nilai emisi CO tertinggi di Jl. M.T. Haryono adalah pada sore hari sebesar 18.493,3 $\mu\text{g} \cdot (\text{m} \cdot \text{s})^{-1}$. Hasil pemodelan konsentrasi CO dengan GIS menunjukkan hasil tidak melebihi baku mutu dengan kisaran nilai 3,1-28,5 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan warna hitam yang mengartikan konsentrasi rendah (Taufik dkk., 2022).
5	Nurachmawati Meindah Sari, dkk (2022)	“ <i>Dispersion of Carbon Monoxide Pollutant and The Effect of Health (Case Study on Frontage Road Surabaya by Gaussian Line Source Equation Model)</i> ”	Pada penelitian ini menunjukkan bahwa sebaran polutan cCI di frontage Ahmad Yani Surabaya bersifat horizontal dan melawan arah angin. Hal tersebut terjadi karena pola persebaran polutan CO dipengaruhi oleh arah dan kecepatan angin. Konsentrasi CO pada malam hari lebih tinggi dibandingkan malam hari sehingga dapat berdampak bagi kesehatan tergantung jumlah paparan, durasi paparan dan status kesehatan orang yang terpapar (Sari dkk., 2022).
6	Le Yuan, dkk (2021)	“ <i>Constraining emission estimates of carbon monoxide using a perturbed emissions ensemble with observations: a focus on Beijing</i> ”	Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa akibat program pengurangan emisi, nilai konsentrasi CO tahunan dari sektor industri, transportasi, daya dan pemukiman di Beijing mengalami penurunan. Pengukuran emisi CO yang dilakukan di sebuah menara di tengah kota memberikan hasil bahwa dari tahun 2013 hingga tahun 2016 mengalami pengurangan emisi pada sektor transportasi sebesar 44-88%.(Yuan dkk., 2021)

No.	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
7	Rama Kanth Angatha dan Arpan Mehar (2020)	<i>“Impact of Traffic on Carbon Monoxide Concentrations Near Urban Road Mid-Blocks”</i>	Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi konsentrasi CO di jalan perkotaan India. Dari data lapangan di beberapa lokasi dapat disimpulkan bahwa salahsatu faktor yang mampu mempengaruhi konsentrasi CO adalah peningkatan volume lalu lintas dan kecepatan rata-rata aliran lalu lintas. Estimasi RMSE telah mengkonformasi bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara nilai CO yang diperkirakan dan yang diamati (Angatha & Mehar, 2020).
8	Shadab Ahmad, Garhan A. Kidwai dan Kafeel Ahmad (2019)	<i>“Evaluating Traffic-related Near-road CO Dispersionson an Urban Road During Summer Season: A ModelInter-comparison”</i>	Penelitian ini menggabungkan dua model untuk memprediksi konsentrasi CO dari lalu lintas kendaraan di New Klang Valley Expressway Malaysia. Model ini dikembangkan dengan menggunakan enam prediktor CO lalu lintas yaitu jumlah kendaraan, jumlah kendaraan berat, jumlah sepeda motor, suhu, kecepatan angin dan model permukaan digital. Konsentrasi CO lalu lintas diamati empat kali perhari dengan interval 15 menit pada hari kerja dan hari libur. Hasil menunjukkan model yang dikembangkan telat mencapai akurasi validitas sebesar 80% (Ahmad dkk., 2019).
9	Norhidayah Abdull, Minoru Yoneda, dan Yoko Shimada (2020)	<i>“Traffic Characteristics and Pollutant Emission from Road Transport in Urban Area”</i>	Penelitian ini memprediksi polutan udara untuk karakteristik lalu lintas (volume lalu lintas kecepatan kendaraan dan tingkat kemacetan) dan klasifikasi kendaraan (mobil kendaraan dan truk) di jalan raya nasional di Kota Kyoto, Jepang. Hasil mengungkapkan bahwa 75% ruas jalan dapat diklasifikasikan sebagai jalan padat. Ruas jalan yang paling padat dengan pergerakan arus lalu lintas yang



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Secara umum, penelitian ini menggunakan metode kuantitatif karena data yang digunakan berupa angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut hingga penyajian hasil dan disajikan dalam bentuk gambar, tabel maupun grafik (Ahyar dkk., 2020). Angka-angka tersebut yang akan memprediksi sejauh mana pola persebaran konsentrasi karbon monoksida di perempatan Gedangan. Menurut Sastypratiwi & Nyoto (2020) prediksi menjadi teknik yang paling banyak digunakan dalam sebuah penelitian kuantitatif.

Metodologi penelitian ini berisi mengenai deskripsi singkat proses yang dilakukan selama penelitian dan menganalisis data (Fauzi dkk., 2022). Didalamnya terdapat beberapa tahapan yang saling berhubungan sehingga harus dilakukan secara runut sesuai tahapan yang berupa tahap persiapan, pelaksanaan dan pengolahan data. Tahapan persiapan merupakan tahap untuk mengidentifikasi masalah dan pengumpulan informasi melalui studi literatur maupun survey lapangan. Tahap mengidentifikasi masalah ini seringkali disebut sebagai tahap paling sulit dan krusial dalam sebuah penelitian karena keberhasilan penelitian adalah apabila hasil dan kesimpulan yang diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian atau mampu menjawab rumusan masalahnya (Fauzi dkk., 2022). Selanjutnya pada tahap pelaksanaan dilakukan pengambilan data primer dan sekunder. Diakhiri dengan tahap pengolahan data yang bertujuan untuk menyederhanakan data awal penelitian sehingga menjadi lebih mudah dipahami (Fauzi dkk., 2022) dalam hal ini yaitu berupa memodelkan konsentrasi CO dengan metode gaussian menggunakan Excel, membuat peta persebaran konsentrasi CO menggunakan *Software* MATLAB dan kemudian dianalisis menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan RMSE (*Root Mean Square Error*).

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

3.2.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini direncanakan berlangsung selama enam bulan, dimulai dari bulan Februari 2023 hingga Juli 2023. Tahap-tahap penelitian mencakup pengajuan judul, penyusunan proposal, pengambilan data, pengolahan data, dan penyusunan laporan tugas akhir. Pengambilan data konsentrasi karbon monoksida (CO) dan jumlah kendaraan mengacu pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Maharani (2019). Penelitian ini akan melibatkan total tiga hari pengambilan data, dengan rincian dua hari libur dan satu hari kerja. Lebih rinci lagi, hari Sabtu akan digunakan sebagai representasi hari setengah kerja dan setengah libur, hari Minggu sebagai representasi hari libur, dan hari Senin sebagai representasi hari kerja.

A. Waktu Pengambilan Sampel CO

Pengukuran konsentrasi CO pada penelitian ini mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.12 Tahun 2010 tentang pelaksanaan pengendalian pencemaran udara di daerah. Pengukuran di tiap titik dilakukan dengan durasi waktu sampling masing-masing 1 jam untuk parameter CO dalam interval:

- a) Interval waktu pada pukul 06.00-09.00 (mewakili waktu pagi)
- b) Interval waktu pada pukul 12.00-14.00 (mewakili waktu siang)
- c) Interval waktu pada pukul 16.00-18.00 (mewakili waktu sore)

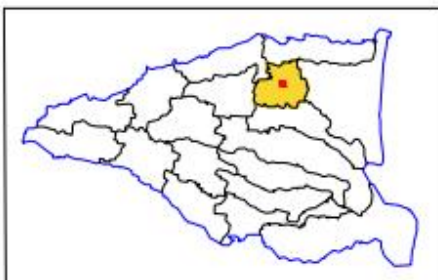
B. Waktu Pengambilan Sampel Jumlah Kendaraan Bermotor

Pengukuran volume kendaraan bermotor menurut MKJI (1997) dilakukan pada periode satu jam puncak. Hal ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Sasmita dkk (2022), bahwa pengukuran jumlah kendaraan bermotor dilakukan pada jam puncak karena konsentrasi CO mencapai nilai tertinggi pada jumlah kendaraan tertinggi.

3.2.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Perempatan Gedangan Sidoarjo dengan titik koordinat $7^{\circ}23'22.73''S$ $112^{\circ}43'40.67''E$. Terdapat tiga jalan yang digunakan sebagai titik sampling penelitian yaitu Jalan Ahmad Yani, Jalan Raya Sukodono dan Jalan Raya Jenggolo. Berdasarkan data yang dihimpun dalam Sistem Informasi Prasarana Jalan Dinas Perhubungan Jawa Timur (SIPANJA, 2023), Jalan Ahmad Yani termasuk kedalam kategori jalan nasional dengan volume lalu lintas dan hambatan kategori tinggi (Pratama dkk, 2022). Hal tersebut bisa terjadi karena Jalan A. Yani akses utama yang menghubungkan antara kendaraan dari Kabupaten Sidoarjo dengan Kota Surabaya sehingga rentan terjadi kemacetan lalu lintas yang berpengaruh terhadap kualitas udara. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



GAMBAR 3.1 PETA LOKASI PENELITIAN

SKALA NTS



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

TUGAS AKHIR

Judul Gambar :

PETA LOKASI PENELITIAN

Keterangan :

-  Lokasi Penelitian
-  Kecamatan Gedangan

SUMBER

Google Earth, 2023

DIBUAT OLEH

NURUL AULIA FADILAH
H95219051

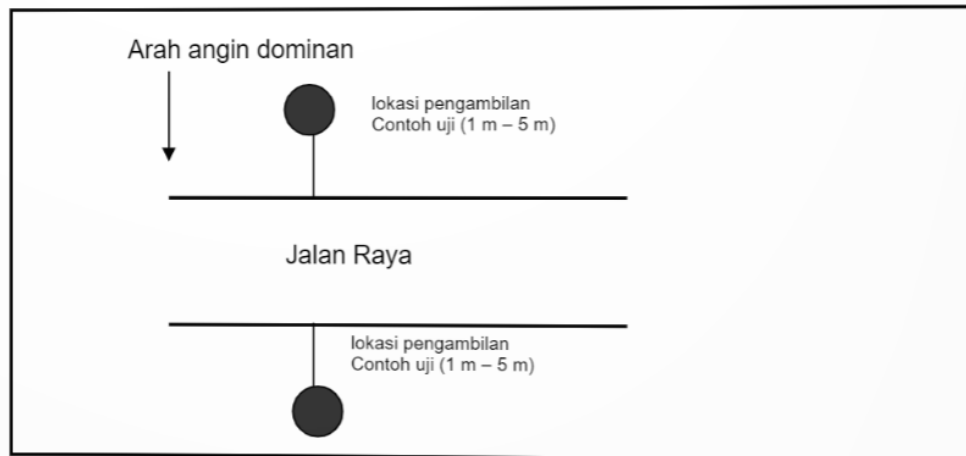
DOSEN PEMBIMBING

Ida Munfarida, M.Si., M.T.
Rr Diah Nugraheni S., M.T.

HALAMAN

32

Berdasarkan lokasi penelitian yaitu pada Perempatan Gedangan, lokasi titik pengambilan sampel pada penelitian ini penentuannya berpedoman pada SNI 19-7119-2005 bagian 9 yaitu tentang penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara *roadside*. Berdasarkan peraturan tersebut, penulis menentukan lokasi sebagai sampling di titik perempatan Gedangan yaitu pada persimpangan dari Jalan Ahmad Yani, Jalan Raya Sukodono dan Jalan Raya Jenggolo. Pemilihan titik lokasi tersebut dengan alasan karena mampu mewakili keseluruhan daerah perempatan sehingga dapat menggambarkan kondisi kualitas udara pada perempatan Gedangan Sidoarjo. Gambar 3.2 merupakan pedoman penentuan lokasi titik sampling sesuai dengan SNI 19-7119.9-2005 adalah sebagai berikut:



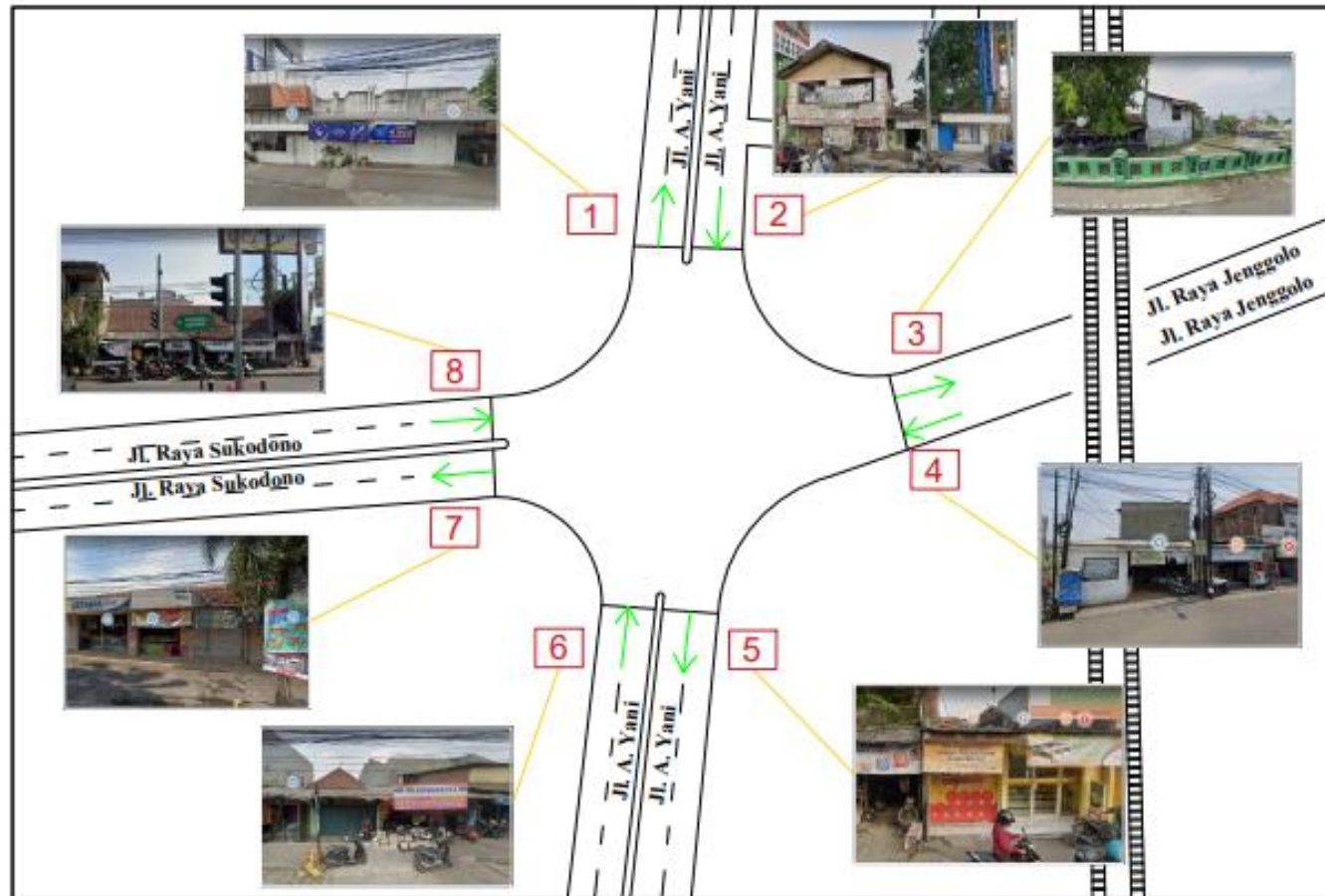
Gambar 3. 2 Peta Pedoman Penentuan Lokasi Pemantauan Kualitas Udara *Roadside*

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

Selain pedoman yang telah disebutkan sebelumnya, penentuan lokasi pengambilan sampel untuk uji pemantauan kualitas udara ambien juga diatur dalam SNI 19-7119-2005 bagian 6. Menurut bagian ini, sangat penting untuk memastikan bahwa titik sampel yang dipilih memberikan data yang representative dan mampu mewakili untuk area yang dipantau. Dengan memperhatikan ketentuan tersebut, maka ditetapkan 8 lokasi pengambilan sampel yang cukup mewakili simpang Gedangan Sidoarjo.

Penentuan 8 lokasi pengambilan sampel simpang Gedangan Sidoarjo adalah sebagai berikut:

1. **Titik sampel 1** terletak di Jalan A. Yani Utara (arah Kota Surabaya) dan sumber emisi dari kendaraan di Jalan A. Yani Selatan, Jalan Raya Sukodono, dan Jalan Raya Jenggolo.
2. **Titik sampel 2** terletak di Jalan A. Yani Utara (arah Kabupaten Sidoarjo) dan sumber emisi dari kendaraan di Jalan A. Yani Utara.
3. **Titik sampel 3** terletak di Jalan Raya Jenggolo (ke arah timur) dan sumber emisi dari kendaraan di Jalan A. Yani Utara, Jalan A. Yani Selatan, dan Jalan Raya Sukodono.
4. **Titik sampel 4** terletak di Jalan Raya Jenggolo (ke arah barat) dan sumber emisi dari kendaraan di Jalan Raya Jenggolo.
5. **Titik sampel 5** ditempatkan di Jalan A. Yani Selatan (arah ke Kab. Sidoarjo) dan sumber emisi dari kendaraan di Jalan A. Yani Utara, Jalan Raya Sukodono, dan Jalan Raya Jenggolo.
6. **Titik sampel 6** terletak di Jalan A. Yani Selatan (menuju Kota Surabaya) dan sumber emisi dari kendaraan di Jalan A. Yani.
7. **Titik sampel 7** terletak di Jalan Raya Sukodono (ke arah barat) dan sumber emisi dari kendaraan di Jalan A. Yani Selatan, Jalan A. Yani Utara, dan Jalan Raya Jenggolo.
8. **Titik sampel 8** terletak di Jalan Raya Sukodono (ke arah timur) dan sumber emisi dari kendaraan di Jalan Raya Sukodono.



GAMBAR 3.3 PETA LOKASI TITIK SAMPLING

SKALA NTS



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

TUGAS AKHIR

Judul Gambar :

PETA LOKASI TITIK SAMPLING

Keterangan :

- Arah Laju Kendaraan
- Lokasi Titik Sampling

SUMBER

Google Earth, 2023

DIBUAT OLEH

NURUL AULIA FADILAH
H95219051

DOSEN PEMBIMBING

Ida Munfarida, M.Si., M.T.
Rr Diah Nugraheni S., M.T.

HALAMAN

35

3.4 Kerangka Pikir

Kerangka pikir adalah deskripsi yang menjelaskan terkait alur dalam sebuah penelitian. Kerangka pikir berisi mengenai alur pemikiran yang dirancang berdasarkan kegiatan penelitian yang akan dilakukan (Ningrum, 2017). Kerangka pikir menjadi hal yang penting dalam sebuah penelitian karena menjadi panduan dalam penyelesaian dari awal hingga akhir (Ahyyar dkk., 2020). Adanya kerangka pikir bertujuan untuk menjaga ketercapaian tujuan utama dari sebuah penelitian yang optimal. Tanpa adanya kerangka pikir kegiatan dalam sebuah penelitian akan menjadi acak atau tidak runut, menghabiskan banyak sumber daya namun gagal menjawab tujuan utama dari sebuah penelitian.

Kerangka pikir berisi mengenai garis besar penelitian yang dijelaskan lebih detail lagi (Fauzi dkk., 2022). Menurut Hikmawati (2020), pada umumnya kerangka pikir akan menguraikan landasan teori penelitian baik teori utama maupun teori pendukung yang menjadi bahan kajian dalam penelitian sesuai variabel yang diteliti. Di dalamnya berisi mengenai tahapan-tahapan yang akan dilakukan pada sebuah penelitian, mulai dari tahap persiapan hingga akhir. Mulai dari adanya sebuah permasalahan atau kasus dilapangan, kemudian pengambilan data, pengolahan data, hingga uji validasi sehingga mendapatkan solusi dari sebuah permasalahan. Berikut di bawah ini Gambar 3.4 merupakan kerangka pikir dari penelitian ini:

Selain menghitung konsentrasi CO, untuk melakukan pemodelan menggunakan rumus Gaussian perlu diketahui data jumlah kendaraan yang melintasi jalan di kawasan Perempatan Gedangan Sidoarjo. Pengukuran sampel data jumlah kendaraan bermotor dilakukan dengan menggunakan *Software Traffic Counter* sebagai alat ukur untuk menghitung jumlah kendaraan. Selanjutnya data tersebut dianalisis menggunakan rumus *Gaussian* di Excel untuk didapatkan data prediksi konsentrasi CO. Kemudian untuk mengetahui pola persebaran polutan CO di kawasan Perempatan Gedangan Sidoarjo, maka dibuat menggunakan *Software MATLAB* dengan memasukkan nilai prediksi CO dari Excel. Langkah terakhir setelah mendapatkan data actual konsentrasi CO di kawasan gedangan dan data prediksi konsentrasi CO dari Excel selanjutnya dilakukan uji validasi menggunakan rumus MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan RSME (*Root Mean Square Error*).

3.5 Tahapan Penelitian

Untuk lebih memahami ringkasan rangkaian kegiatan pokok dari sebuah kegiatan, maka dibuatlah diagram alir dari setiap tahapan penelitian. Tahapan penelitian memuat setiap detail kegiatan yang akan dilakukan dalam penelitian ini dimulai dengan tahap persiapan, kemudian tahap pelaksanaan, pengolahan data, hingga tahap akhir yaitu berupa tahap penyusunan laporan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Diagram alir penelitian dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.5.

3.6.1 Tahap Persiapan Penelitian

Tahap persiapan adalah tahap awal dengan kegiatan berupa pengumpulan data mengenai penelitian terkait atau penelitian terdahulu dengan topik yang berhubungan dengan penelitian, kemudian melakukan pengamatan pada lokasi penelitian dan melakukan prosedur perizinan untuk mendapatkan persetujuan penelitian kepada pihak terkait.

3.6.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian

1) Metode Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data primer terdiri atas data yang diperoleh dengan cara melakukan pengukuran secara langsung di lapangan. Di bawah ini merupakan data primer yang diperlukan dalam penelitian ini.

Tabel 3. 1 Data Primer

No	Parameter	Alat Ukur	Sumber
1.	Konsentrasi Karbon Monoksida	<i>CO Analyzer</i>	SNI 7119:10:2011
2.	Jumlah Kendaraan	<i>Software Traffic Counter</i>	Fermi dkk., 2022
3.	Kecepatan Angin	Anemometer	Winarno dkk., 2019
4.	Intensitas Sinar Matahari	Lux meter	Diva, 2022
5.	Kecepatan Kendaraan	<i>Speed gun</i>	Syahriansyah dkk., 2022

b. Data Sekunder

Data sekunder terdiri dari berbagai data yang didapatkan dari berbagai sumber seperti literature terkait, jurnal, penelitian terdahulu atau data yang disediakan oleh dinas terkait. Di bawah ini terdapat tabel data sekunder yang diperlukan dalam mendukung analisis penelitian ini.

Tabel 3. 2 Data Sekunder

No	Parameter	Sumber
1.	Arah Angin	Data BMKG bulan April 2023
2.	Peta Lokasi Penelitian	<i>Google Earth</i> bulan Februari 2023

2) Metode Pengambilan Sampel

Dalam penelitian ini, variabel yang diukur meliputi konsentrasi CO, kecepatan angin, intensitas sinar matahari, jumlah, dan kecepatan kendaraan bermotor. Untuk mengambil sampel konsentrasi CO, kecepatan angin, kecepatan kendaraan bermotor dan intensitas sinar matahari, digunakan metode otomatis dengan menggunakan perangkat yang telah disebutkan, yaitu CO Analyzer untuk mengukur konsentrasi CO, Anemometer untuk mengukur kecepatan angin, Lux meter untuk mengukur intensitas sinar matahari dan *speedgun* untuk mengukur kecepatan kendaraan. Sedangkan untuk menghitung jumlah kendaraan yang melintas, digunakan metode manual yaitu dengan menggunakan Software Traffic Counter.

a. Pengukuran Konsentrasi CO

Pengukuran konsentrasi CO dilakukan secara real-time menggunakan CO Analyzer yang menggunakan sistem sensor yang sangat responsif terhadap konsentrasi CO di udara. Prinsip pengoperasian alat ini adalah mendeteksi otomatis dan menampilkan nilai konsentrasi CO dalam satuan part per million (ppm) pada layarnya ketika terdapat keberadaan CO di area tertentu. Nilai ppm tersebut selanjutnya diubah menjadi satuan mikrogram per meter kubik ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) untuk dibandingkan dengan baku mutu udara yang dituangkan dalam Peraturan Pemerintah

Data jumlah kendaraan yang sudah didapatkan kemudian dilakukan perhitungan jumlah kendaraan per detik. Perhitungan tersebut dapat dilakukan menggunakan rumus dibawah ini:

$$\text{kendaraan/detik} = \frac{\text{jumlah kendaraan}}{3600}$$

.....Rumus (3.1)

Dalam waktu yang bersamaan dengan perhitungan jumlah kendaraan, selanjutnya dilakukan perhitungan kecepatan rata-rata kendaraan yang melintas pada setiap titik sampling yang dilakukan secara otomatis menggunakan alat *Speed gun* dengan menghitung jarak yang ditempuh dibagi dengan waktu tempuh. Cara kerja *Speed Gun* yaitu dengan mengarahkan alat ke arah kendaraan yang melaju, kemudian taris tuas *speed gun* kemudian akan muncul nilai kecepatan kendaraan yang melintas. Data kecepatan yang sudah didapat kemudian di hitung nilai rata-ratanya.



Gambar 3. 8 Speedgun

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2023)

Kemudian menghitung nilai laju emisi kendaraan. Laju emisi merupakan jumlah polutan yang dilepaskan oleh kendaraan dalam satu kilometer per jarak tempuh. Tingkat emisi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut, yang

atmosfer. Pada penelitian ini stabilitas atmosfer dibutuhkan untuk menggambarkan peta persebaran konsentrasi CO di Perempatan Gedangan. Hasil pengukuran dari alat anemometer ini dalam satuan m/s. Gambar 3.8 merupakan alat anemometer yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin:



Gambar 3. 9 Anemometer

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2023)

d. Perhitungan Data Intensitas Sinar Matahari

Pengambilan data intensitas sinar matahari dilakukan secara langsung dengan menggunakan alat ukur berupa lux meter. Tujuan pengukuran intensitas sinar matahari adalah untuk mengetahui kelas stabilitas atmosfer dari wilayah yang diteliti. Pada penelitian ini stabilitas atmosfer dibutuhkan untuk menggambarkan peta persebaran konsentrasi CO di Perempatan Gedangan. Hasil pengukuran dari alat lux meter ini adalah dalam satuan lux. Pada gambar 3.9 menunjukkan alat luxmeter yang digunakan untuk mengukur intensitas sinar matahari.

R = Konstanta Gas Universal (0,082 L-atm/mole-K)

T = Suhu di lapangan (K) (C+273)

Data yang didapatkan dari hasil pengukuran secara langsung adalah konsentrasi CO pada perempatan Gedangan Sidoarjo kemudian akan diolah dan dianalisis dalam bentuk tabel. Selanjutnya data konsentrasi CO akan dibandingkan dengan baku mutu kualitas udara pada peraturan terkait yaitu Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021.

2. Memodelkan Konsentrasi CO menggunakan rumus *Gaussian*

Data-data yang telah terkumpul selanjutnya akan dilakukan pemodelan konsentrasi CO dengan rumus *Gaussian* menggunakan Excel. Model ini sering digunakan karena dapat memetakan persebaran polutan akibat aktivitas kendaraan bermotor dengan nilai akurasi yang tinggi (Sasmita dkk., 2021). Pemodelan konsentrasi CO didapatkan dengan menggunakan rumus *Gaussian* sebagai berikut (Holzbecher, 2006):

$$C = \frac{Q}{4\pi x \sqrt{\sigma_y \sigma_z}} \exp\left(-\frac{vy^2}{4x\sigma_y}\right) \left[\exp\left(-\frac{v(z-H)^2}{4x\sigma_z}\right) + \exp\left(-\frac{v(z+H)^2}{4x\sigma_z}\right) \right] \exp\left(-\frac{\lambda}{v}x\right)$$
$$C = \frac{Q}{\pi \mu \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{H^2}{\sigma_z^2}\right)\right)$$

.....Rumus (3.7)

Dimana:

C = Konsentrasi polutan pada titik x,y,z (g/m³)

Q = Laju emisi polutan (g/s)

μ = Kecepatan angin (m/s)

σ_y = Dispersi secara horizontal terhadap sumbu x (m)

σ_z = Dispersi secara horizontal terhadap sumbu y (m)

H = Tinggi sumber pencemar (m)

x = Jarak searah angin (m)

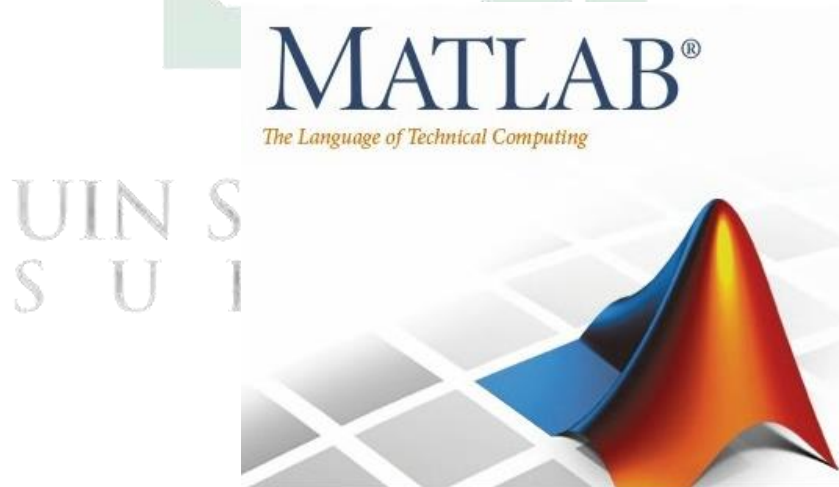
y = Jarak sebaran polutan (m)

z = Ketinggian reseptor (m)

Hasil dari pemodelan konsentrasi karbon monoksida tersebut yang kemudian dapat diinput dalam *software MATLAB* dan menghasilkan peta persebaran konsentrasi karbon monoksida

b) Hasil Peta Persebaran Karbon Monoksida

Untuk mengetahui distribusi karbon monoksida dimasukkan data hasil pemodelan CO dengan rumus Gaussian dari excel tersebut ke *Software MATLAB*. Karena *Software MATLAB* memiliki kemampuannya untuk memvisualisasikan berbagai jenis data, grafik, dan fungsi yang kompleks (Widiarsono, 2005). Matlab memiliki kemampuan model matematika yang berupa persamaan fungsi pencemaran yang terjadi pada suatu wilayah tertentu. Kemampuan Matlab tersebut dapat dipergunakan dalam memodelkan persebaran polutan di udara dalam penelitian ini yaitu karbon monoksida.

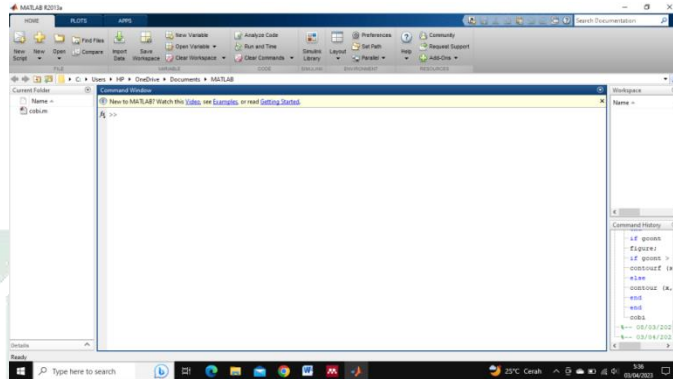


Gambar 3. 11 *Software MATLAB*

(Sumber: Google, 2023)

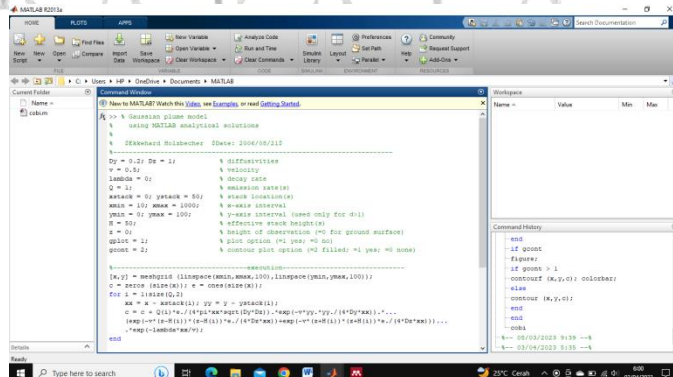
Langkah-langkah untuk membuat peta persebaran CO menggunakan *software MATLAB* adalah sebagai berikut (Widyani, 2018):

1. Membuka *software* MATLAB R2013a, kemudian akan muncul *command window* seperti gambar di bawah ini lalu klik *new script* pada bagian kanan atas.



Gambar 3. 12 Tampilan Layar Awal Matlab

2. Salin dan masukkan script model *Gaussian* pada *command window* seperti pada gambar di bawah. Kemudian ubah angka pada masing-masing perintah sesuai data hasil dari pemodelan *Gaussian* sebelumnya menggunakan Excel yang berupa konstanta stabilitas atmosfer (m), kecepatan angin (m/s), kekuatan emisi (gr/s), tinggi sumber emisi (m) dan ketinggian reseptor (m). Klik enter atau run untuk menjalankan simulasi. Script model Gaussian plume yang dimasukkan seperti yang ditunjukkan gambar 3.12.



Gambar 3. 13 Tampilan Setelah Script Dimasukkan pada *Command Window*



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum

Perempatan Gedangan yang terletak pada koordinat $7^{\circ}23'22.73''S$ $112^{\circ}43'40.67''E$ merupakan simpang yang menghubungkan 4 jalan sekaligus, yaitu Jalan A. Yani, Jalan Raya Sukodono dan Jalan Raya Jenggolo. Secara geografis, Jalan A. Yani pada Perempatan Gedangan berbatasan dengan Kecamatan Sedati di sebelah timur dan Kecamatan Sukodono di sebelah barat (BPS, 2021). Jalan A. Yani merupakan jalan nasional yang menjadi akses utama untuk menghubungkan Kota Surabaya menuju Kabupaten Sidoarjo (SIPANJA, 2023). Sedangkan Jalan Raya Jenggolo dan Raya Sukodono adalah jalan provinsi yang saling beririsan dengan Jalan A. Yani. Pada sekitar perempatan ini terdapat beberapa fasilitas penting seperti kantor kecamatan dan kantor kepolisian, berbagai macam toko, kedai makanan, minimarket, sekolah, hingga stasiun kereta api. Selain itu, minimnya tempat parkir membuat sepanjang sisi jalan raya sering dijadikan sebagai tempat parkir maupun pemberhentian kendaraan umum saat menurunkan penumpang. Dengan demikian dapat dikatakan Perempatan Gedangan merupakan salah satu jalur transportasi utama di Kabupaten Sidoarjo yang dapat dipastikan ramai akan kendaraan.



Gambar 4. 1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian dari arah Timur ke Barat



Gambar 4. 2 Gambaran Umum Lokasi Penelitian dari Arah Utara ke Selatan

4.2 Penentuan Lokasi Titik Sampling

Penelitian ini dilakukan di Perempatan Gedangan Sidoarjo, dengan tiga jalan yang dipilih sebagai titik sampling, yaitu Jalan A. Yani, Jalan Raya Sukodono, dan Jalan Raya Jenggolo sesuai pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.3. Data yang dikumpulkan meliputi pengukuran konsentrasi karbon monoksida, jumlah kendaraan bermotor, kecepatan kendaraan, intensitas sinar matahari, dan kecepatan angin. Penentuan lokasi titik sampling dalam penelitian ini mengikuti pedoman yang diatur dalam SNI 19-7119-2005 bagian 9. Berdasarkan aturan dan kriteria yang telah disebutkan, terdapat total 8 titik sampling yang ditentukan. Di bawah ini adalah gambaran kondisi eksisting dari lokasi titik sampling tersebut.

4.2.1 Titik Sampling 1

Titik sampling 1 berlokasi di Jalan A. Yani Utara, yang merupakan rute kendaraan dari Kabupaten Sidoarjo, Jalan Raya Sukodono, dan Jalan Raya Jenggolo menuju Kota Surabaya. Koordinat titik sampling 1 adalah $7^{\circ}23'21.68''S$ $112^{\circ}43'40.34''E$. Pada lokasi titik sampling 1, terdapat beberapa pohon yang tumbuh di trotoar. Data yang dikumpulkan pada titik sampling ini meliputi pengukuran konsentrasi karbon monoksida, jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan, intensitas sinar matahari, kecepatan angin dan kecepatan kendaraan. Gambar 4.3 merupakan gambar kondisi eksisting di titik sampling 1.



Gambar 4. 3 Kondisi Eksisting Titik Sampling 1

4.2.2 Titik Sampling 2

Titik sampling 2 berlokasi di Jalan A. Yani Utara, yang merupakan rute kendaraan dari Kota Surabaya menuju Kabupaten Sidoarjo, Jalan Raya Sukodono dan Jalan Raya Jenggolo. Koordinat titik sampling 2 adalah $7^{\circ}23'21.71''S$ $112^{\circ}43'41.06''E$. Pada lokasi titik sampling 2, tidak terdapat pohon yang tumbuh disekitar trotoar sehingga dimanfaatkan untuk berjualan ataupun sebagai tempat parkir. Data yang dikumpulkan pada titik sampling ini meliputi pengukuran konsentrasi karbon monoksida, jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan, intensitas sinar matahari, kecepatan angin dan kecepatan kendaraan. Gambar 4.4 merupakan gambar kondisi eksisting di titik sampling 2.



Gambar 4. 4 Kondisi Eksisting Titik Sampling 2

4.2.3 Titik Sampling 3

Titik sampling 3 berlokasi di Jalan Raya Jenggolo (menuju ke arah timur), yang merupakan rute kendaraan melintas dari arah Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo dan Jalan Raya Sukodono menuju ke arah Kecamatan Sedati. Koordinat titik sampling 3 adalah $7^{\circ}23'22.40''S$ $112^{\circ}43'41.70''E$. Pada lokasi titik sampling 3, tidak terdapat pohon yang tumbuh disekitar trotoar. Data yang dikumpulkan pada titik sampling ini meliputi pengukuran konsentrasi karbon monoksida, jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan, intensitas sinar matahari, kecepatan angin dan kecepatan kendaraan. Gambar 4.5 merupakan gambar kondisi eksisting di titik sampling 3.



Gambar 4. 5 Kondisi Eksisting Titik Sampling 3

4.2.4 Titik Sampling 4

Titik sampling 4 berlokasi di Jalan Raya Jenggolo (menuju ke arah barat), yang merupakan rute kendaraan melintas dari arah Kecamatan Sedati menuju arah Kabupaten Sidoarjo, Jalan Raya Sukodono dan Kota Surabaya. Koordinat titik sampling 4 adalah $7^{\circ}23'22.97''S$ $112^{\circ}43'41.60''E$. Pada lokasi titik sampling 4, tidak terdapat pohon yang tumbuh disekitar trotoar. Data yang dikumpulkan pada titik sampling ini meliputi pengukuran konsentrasi karbon monoksida, jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan, intensitas sinar matahari, kecepatan angin dan kecepatan kendaraan. Gambar 4.6 merupakan gambar kondisi eksisting di titik sampling 4.



Gambar 4. 6 Kondisi Eksisting Titik Sampling 4

4.2.5 Titik Sampling 5

Titik sampling 5 berlokasi di A. Yani Selatan, yang merupakan rute kendaraan melintas dari arah Kota Surabaya, Jalan Raya Sukodono dan Jalan Raya Jenggolo menuju ke arah Kabupaten Sidoarjo. Koordinat titik sampling 5 adalah $7^{\circ}23'23.65''S$ $112^{\circ}43'40.91''E$. Pada lokasi titik sampling 5, terdapat pohon yang tumbuh disekitar trotoar. Data yang dikumpulkan pada titik sampling ini meliputi pengukuran konsentrasi karbon monoksida, jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan, intensitas sinar matahari, kecepatan angin dan kecepatan kendaraan. Gambar 4.7 merupakan gambar kondisi eksisting di titik sampling 5.



Gambar 4. 7 Kondisi Eksisting Titik Sampling 5

4.2.6 Titik Sampling 6

Titik sampling 6 berlokasi di A. Yani Selatan, yang merupakan rute kendaraan melintas dari arah Kabupaten Sidoarjo menuju ke arah Kota Surabaya, Jalan Raya Sukodono dan Jalan Raya Jenggolo. Koordinat titik sampling 6 adalah $7^{\circ}23'23.62''S$ $112^{\circ}43'40.24''E$. Pada lokasi titik sampling 6, tidak terdapat pohon yang tumbuh disekitar trotoar. Data yang dikumpulkan pada titik sampling ini meliputi pengukuran konsentrasi karbon monoksida, jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan, intensitas sinar matahari, kecepatan angin dan kecepatan kendaraan. Gambar 4.8 merupakan gambar kondisi eksisting di titik sampling 6.



Gambar 4. 8 Kondisi Eksisting Titik Sampling 6

4.2.7 Titik Sampling 7

Titik sampling 7 berlokasi di Jalan Raya Sukodono (menuju ke arah barat), yang merupakan rute kendaraan melintas dari arah Kabupaten Sidoarjo, Kota Surabaya dan Jalan Raya Jenggolo menuju ke arah Kecamatan Sukodono. Koordinat titik sampling 7 adalah $7^{\circ}23'23.24''S$ $112^{\circ}43'39.66''E$. Pada lokasi titik sampling 7, terdapat pohon yang tumbuh disekitar trotoar. Data yang dikumpulkan pada titik sampling ini meliputi pengukuran konsentrasi karbon monoksida, jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan, intensitas sinar matahari, kecepatan angin dan kecepatan kendaraan. Gambar 4.9 merupakan gambar kondisi eksisting di titik sampling 7.



Gambar 4. 9 Kondisi Eksisting Titik Sampling 7

4.2.8 Titik Sampling 8

Titik sampling 7 berlokasi di Jalan Raya Sukodono (menuju kearah timur), yang merupakan rute kendaraan melintas dari arah Kecamatan Sukodono menuju ke arah Kabupaten Sidoarjo, Kota Surabaya dan Jalan Raya Jenggolo. Koordinat titik sampling 8 adalah $7^{\circ}23'22.47''S$ $112^{\circ}43'39.65''E$. Pada lokasi titik sampling 8, tidak terdapat pohon yang tumbuh disekitar trotoar. Data yang dikumpulkan pada titik sampling ini meliputi pengukuran konsentrasi karbon monoksida, jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan, intensitas sinar matahari, kecepatan angin dan kecepatan kendaraan. Gambar 4.10 merupakan gambar kondisi eksisting di titik sampling 8.



Gambar 4. 10 Kondisi Eksisting Titik Sampling 8

4.3 Hasil Pengukuran Data Meteorologi

Informasi meteorologi diperlukan untuk menentukan dispersi atau sebaran yang dinyatakan dalam kelas stabilitas atmosfer. Pengukuran data meteorologi diperoleh dari pengolahan data kecepatan angin dan intensitas sinar matahari yang telah diukur secara langsung di lapangan.

4.3.1 Kecepatan Angin

Data kecepatan angin di Perempatan Gedangan Kabupaten Sidoarjo diperoleh melalui pengukuran langsung pada 8 titik sampling. Pengukuran dilakukan selama 3 hari berturut-turut, yaitu antara tanggal 15 hingga 17 April 2023, yang mencakup hari Sabtu, Minggu, dan Senin. Setiap pengukuran memiliki durasi 15 menit pada setiap titik sampling. Pengukuran kecepatan angin dilakukan menggunakan Anemometer. Data mengenai arah angin diperoleh dari sumber resmi BMKG. Berikut ini adalah data hasil pengukuran kecepatan angin yang di lapangan.

A. Pengukuran Pagi

Pengukuran kecepatan angin pada interval pagi dilakukan antara pukul 06.00-09.00 WIB dengan durasi 15 menit tiap masing-masing titik. Pada tabel 4.1 menampilkan data kecepatan angin pada hari Sabtu, Minggu dan Senin pada interval pagi adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Kecepatan Angin Interval Pagi

PAGI			
Kecepatan Angin (m/s)			
Titik	Hari		
	Sabtu	Minggu	Senin
1	2,6	2,8	3,8
2	2,8	2,8	3,9
3	3,8	3,8	3,6
4	3,6	2,9	2,8
5	2,9	3,7	2,8
6	3,8	3,7	3,9

C. Pengukuran Sore

Pengukuran intensitas sinar matahari pada interval sore dilakukan antara pukul 16.00-18.00 WIB. Data intensitas sinar matahari pada hari Sabtu, Minggu, dan Senin dengan interval sore dapat dilihat dalam Tabel 4.8 di bawah ini:

Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Intensitas Sinar Matahari Sore

Rata-rata Sore			
Sinar Matahari (Lux)			
Titik	Hari		
	Sabtu	Minggu	Senin
1	38521	13379	17712
2	32442	14894	13351
3	16982	13566	15426
4	16071	13388	13436
5	11306	11899	15844
6	11506	12178	17208
7	37724	13671	11045
8	16982	14480	12061
Rata-rata	22692	13432	14510

Sumber : Hasil Analisa, 2023

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa rata-rata intensitas sinar matahari pada interval sore mencapai nilai tertinggi pada hari Sabtu, dengan nilai sebesar 22.692 Lux. Sebaliknya, nilai rata-rata terendah terjadi pada hari Minggu, dengan nilai sebesar 13.432 Lux. Dari seluruh data pengukuran, dapat dianalisis bahwa nilai intensitas sinar matahari tertinggi interval sore terjadi pada hari Sabtu di titik 1, dengan nilai sebesar 38.521 Lux. Di sisi lain, nilai terendah terjadi pada hari Senin di titik 7, dengan nilai sebesar 11.045 Lux.

Berdasarkan data pengukuran yang telah disajikan sebelumnya, Tabel 4.9 merupakan tabel rekapitulasi yang merangkum nilai rata-rata intensitas sinar matahari beserta kategorinya dalam tiga hari dan interval waktu sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Rekapitulasi Hasil Nilai Rata-rata Intensitas Sinar Matahari

Rekap Rata-rata Sinar Matahari (Lux)			
Waktu	Hari		
	Sabtu	Minggu	Senin
Pagi	37329 (Kuat)	37358 (Kuat)	28056 (Kuat)
Siang	38208 (Kuat)	31305 (Kuat)	21091 (Kuat)
Sore	22692 (Kuat)	13432 (Kuat)	14510 (Kuat)

Sumber : Hasil Analisa, 2023

Hasil perhitungan di atas merupakan rekapitulasi dari rata-rata intensitas sinar matahari pada 8 titik sampling selama hari dan interval waktu yang sama. Dari tabel yang disajikan, dapat dianalisis bahwa intensitas sinar matahari terbesar terjadi pada hari Sabtu pada interval waktu siang, dengan nilai mencapai 38.208 Lux. Di sisi lain, intensitas sinar matahari terendah terjadi pada hari Minggu pada interval waktu sore, dengan nilai sebesar 13.432 Lux.

Terdapat hubungan berbanding terbalik antara intensitas sinar matahari dan konsentrasi karbon monoksida. Semakin tinggi intensitas sinar matahari, maka konsentrasi CO cenderung semakin rendah. Fenomena ini dapat terjadi karena sinar matahari memiliki kecenderungan mampu memecah emisi (Miladina, 2019).

4.3.3 Stabilitas Atmosfer

Skala Pasquill-Gifford umumnya digunakan untuk mengklasifikasikan kelas stabilitas atmosfer berdasarkan kecepatan angin dan intensitas sinar matahari. Skala Pasquill-Gifford mengkategorikan stabilitas atmosfer ke dalam kelas yang berbeda, mulai dari A hingga untuk mewakili berbagai tingkat stabilitas atmosfer. Setiap kelas mewakili kondisi atmosfer yang berbeda, yang dapat berimplikasi pada penyebaran polutan dan kualitas udara. Hasil analisis kelas stabilitas atmosfer di

Penelitian yang dilakukan oleh Maharani (2019) menunjukkan temuan yang sejalan dengan realita diatas, dimana hari Senin sore menjadi jumlah kendaraan terbanyak dengan volume kendaraan bermotor sebanyak 11.905 unit. Jumlah tersebut terdiri dari sepeda motor sebanyak 9.300 unit, mobil pribadi sebanyak 2.517 unit dan mobil solar sebanyak 88 unit. Tingginya volume kendaraan yang melintas pada hari Senin dapat diakibatkan pengaruh jam pulang dari beraktivitas jam pulang kerja, sehingga menyebabkan peningkatan volume kendaraan. Dengan demikian, faktor-faktor seperti kegiatan serentak, lokasi penelitian, dan pola perjalanan harian seperti jam pulang kerja dapat menjadi penyebab tingginya volume kendaraan bermotor pada interval waktu pagi dan sore hari di Perempatan Gedangan Kabupaten Sidoarjo.

Tingginya volume kendaraan tentunya berpengaruh terhadap konsentrasi CO pada suatu wilayah. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sinaga dkk. (2017), menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang berbanding lurus antara jumlah volume kendaraan dengan jumlah konsentrasi CO, dimana semakin tinggi volume kendaraan maka semakin tinggi pula konsentrasi CO pada wilayah tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian Haryanto (2018), menunjukkan bahwa 80% polusi udara di dunia disumbang oleh kendaraan bermotor. Tingginya volume kendaraan menyebabkan kecepatan kendaraan semakin rendah hingga mengalami kemacetan, pembakaran bahan bakar menjadi tidak efisien dan menyebabkan pengumpulan polutan pada suatu tempat (Aida dkk., 2019).

4.5 Hasil Perhitungan Kekuatan Emisi (Q)

Untuk mengetahui kekuatan emisi, maka dilakukan perhitungan dengan cara menghitung rata-rata kecepatan kendaraan bermotor, jumlah kendaraan per detik, satuan mobil penumpang (smp), serta laju emisi.

4.5.1 Kecepatan Rata-rata Kendaraan Bermotor

Kecepatan rata-rata kendaraan bermotor dalam penelitian ini didapatkan dengan melakukan pengukuran pada 8 titik yang telah ditentukan menggunakan alat otomatis yaitu *Speed Gun*. Pengukuran dilakukan selama 3 hari (Sabtu, Minggu, Senin) berturut-turut, yaitu pada tanggal 15 hingga 17 April 2023. Setiap pengukuran memiliki durasi 60 menit di setiap titik sampling. Berikut ini adalah hasil pengukuran kecepatan rata-rata kendaraan bermotor dalam kilometer per jam (km/jam) selama periode pengukuran pada hari Sabtu, Minggu, Senin:

Tabel 4. 15 Rekapitulasi Hasil Pengukuran Kecepatan Kendaraan Bermotor

Kecepatan Kendaraan (Km/Jam)				
Hari	Waktu	Jenis Kendaraan		
		MC	LV	HV
Sabtu	Pagi	28	27	27
	Siang	29	27	26
	Sore	29	28	26
Minggu	Pagi	27	25	24
	Siang	27	25	25
	Sore	26	25	24
Senin	Pagi	26	27	26
	Siang	27	27	24
	Sore	27	26	24

Sumber : Hasil Analisa, 2023

Hasil rekapitulasi pada tabel 4.15, dapat disimpulkan bahwa kecepatan rata-rata kendaraan bermotor yang melintasi Perempatan Gedangan Kabupaten Sidoarjo tergolong stabil, karena tidak mengalami perubahan yang signifikan selama periode pengukuran yang dilakukan. Untuk kategori sepeda motor (MC) nilai rata-rata kecepatan tertinggi adalah sebesar 29 km/jam, sedangkan nilai rata-rata kecepatan terendah sebesar 26 km/jam. Kategori kendaraan ringan (LV) memiliki nilai rata-rata kecepatan tertinggi adalah sebesar 28 km/jam, sedangkan nilai rata-rata kecepatan terendah adalah sebesar 25 km/jam. Kategori kendaraan berat

(HV) memiliki nilai rata-rata kecepatan tertinggi sebesar 27 km/jam, sedangkan nilai rata-rata kecepatan terendah yaitu sebesar 24 km/jam.

Kecepatan kendaraan merupakan faktor yang berpengaruh terhadap besarnya emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Kecepatan dan volume kendaraan akan mempengaruhi kepadatan lalu lintas. Hubungan kecepatan kendaraan, volume kendaraan dan emisi CO juga menunjukkan hasil yang berbanding lurus. Dimana semakin tinggi kepadatan lalu lintas maka akan semakin rendah kecepatan kendaraan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Sasmita dkk., 2022), kecepatan kendaraan yang rendah akan menghasilkan emisi CO yang lebih besar. Hal tersebut juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Aida dkk. (2019) bahwa kendaraan bermotor yang melaju dengan kecepatan yang konstan membuat pembakaran bahan bakar menjadi lebih efisien dan menghasilkan emisi yang lebih emisi CO yang lebih kecil.

4.5.2 Laju Emisi (q)

Perhitungan laju emisi (q) kendaraan bermotor dilakukan dengan menggunakan rumus 3.3 dan dalam perhitungannya hanya membutuhkan data jumlah kecepatan rata-rata dari kendaraan bermotor.

Di bawah ini merupakan salah satu contoh perhitungan nilai laju emisi kendaraan. Diketahui kecepatan rata-rata kendaraan bermotor pada hari Sabtu di titik 1 dengan interval waktu pagi untuk sepeda motor (MC) adalah 29,17 km/jam; kendaraan ringan (LV) 29,21 km/jam; dan kendaraan berat (HV) 28,05 km/jam, sehingga berikut ini merupakan hasil perhitungan nilai laju emisinya:

$$\begin{aligned}q_{CO} (MC) &= 867,92 \times (V^{-0,8648}) \\ &= 867,92 \times (29,17^{-0,8648}) \\ &= 46,94 \text{ gr/km}\end{aligned}$$

46,90 gr/km; dan kendaraan berat (HV) 48,57 gr/km, dengan menggunakan data diatas maka perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q (\text{MC}) &= n \times q \\ &= 1,22 \times 46,94 \\ &= 57,39 \text{ gr/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q (\text{LV}) &= n \times q \\ &= 0,20 \times 46,90 \\ &= 9,51 \text{ gr/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q (\text{HV}) &= n \times q \\ &= 0,04 \times 48,57 \\ &= 2,02 \text{ gr/s} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diperoleh hasil bahwa kekuatan emisi (Q) pada hari Sabtu pagi di titik 1 adalah sepeda motor (MC) 57,39 gr/s, kendaraan ringan (LV) 9,51 gr/s, kendaraan berat (HV) 2,02 gr/s. Dengan demikian, total kekuatan emisi pada hari Sabtu pagi di titik 1 adalah sebesar 68,92 gr/s. Di bawah adalah perhitungan kekuatan emisi (Q) dari 8 titik yang telah dilakukan dengan selama 3 hari (Sabtu, Minggu, Senin) dan 3 interval.

A. Hasil Perhitungan Hari Sabtu

Perhitungan nilai total kekuatan emisi (Q) dapat dilakukan dengan menggunakan data jumlah kendaraan, kecepatan rata-rata kendaraan, kendaraan per-detik, nilai satuan mobil penumpang (smp), dan laju emisi. Hasil perhitungan total kekuatan emisi (Q) pada hari Sabtu di 8 titik dengan interval waktu pagi, siang dan sore dapat dilihat pada tabel 4.17 berikut:

Sabtu								
Titik	Waktu	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Kec. Rata-rata	Kend/detik	Smp (n)	Laju Emisi (q)(gr/km)	Kekuatan Emisi (Q)
	Sore	MC	1454	29,80	0,40	0,24	46,09	11,17
		LV	147	27,83	0,04	0,04	48,90	2,00
		HV	59	27,91	0,02	0,03	48,78	1,57
		Total						
Titik 4	Pagi	MC	1098	27,74	0,31	0,18	49,03	8,97
		LV	111	27,79	0,03	0,03	48,95	1,51
		HV	88	25,51	0,02	0,05	52,72	2,54
		Total						
	Siang	MC	1094	29,37	0,30	0,18	46,67	8,51
		LV	160	26,57	0,04	0,04	50,90	2,26
		HV	125	24,87	0,03	0,07	53,88	3,69
		Total						
	Sore	MC	1323	28,48	0,37	0,22	47,93	10,57
		LV	146	27,07	0,04	0,04	50,07	2,03
		HV	51	26,28	0,01	0,03	51,39	1,43
		Total						
Titik 5	Pagi	MC	3534	27,71	0,98	0,59	49,08	28,91
		LV	1856	26,63	0,52	0,52	50,79	26,18
		HV	242	27,08	0,07	0,13	50,06	6,63
		Total						
	Siang	MC	3157	29,81	0,88	0,53	46,08	24,24
		LV	680	27,11	0,19	0,19	50,01	9,45
		HV	222	28,54	0,06	0,12	47,85	5,81
		Total						
	Sore	MC	4650	28,48	1,29	0,78	47,93	37,15
		LV	127	28,94	0,04	0,04	47,27	1,67
		HV	693	27,39	0,19	0,38	49,58	18,80
		Total						
Titik 6	Pagi	MC	5017	27,58	1,39	0,84	49,27	41,20
		LV	465	28,41	0,13	0,13	48,03	6,20
		HV	45	27,59	0,01	0,02	49,26	1,21
		Total						
	Siang	MC	4490	28,23	1,25	0,75	48,30	36,14

Minggu								
Titik	Waktu	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Kec. Rata-rata	Kend/detik	Smp (n)	Laju Emisi (q)	Kekuatan Emisi (Q)
	Sore	Total						31,57
		MC	2175	26,281	0,60	0,36	51,38	18,62
		LV	1075	24,358	0,30	0,30	54,87	16,38
		HV	52	22,274	0,01	0,03	59,28	1,69
Total						36,69		
Titik 3	Pagi	MC	939	27,40	0,26	0,16	49,55	7,75
		LV	119	25,52	0,03	0,03	52,70	1,74
		HV	91	24,88	0,03	0,05	53,88	2,68
		Total						12,18
	Siang	MC	1158	26,55	0,32	0,19	50,92	9,83
		LV	274	24,01	0,08	0,08	55,55	4,23
		HV	122	23,76	0,03	0,07	56,05	3,74
		Total						17,80
	Sore	MC	1206	26,78	0,34	0,20	50,55	10,16
		LV	346	24,66	0,10	0,10	54,28	5,22
		HV	92	24,14	0,03	0,05	55,30	2,78
		Total						18,16
Titik 4	Pagi	MC	976	26,88	0,27	0,16	50,39	8,20
		LV	121	25,06	0,03	0,03	53,54	1,80
		HV	99	22,99	0,03	0,05	57,69	3,13
		Total						13,12
	Siang	MC	1435	25,90	0,40	0,24	52,04	12,45
		LV	557	24,70	0,15	0,15	54,20	8,39
		HV	63	23,37	0,02	0,03	56,87	1,96
		Total						22,79
	Sore	MC	1312	26,07	0,36	0,22	51,73	11,31
		LV	488	24,86	0,14	0,14	53,90	7,31
		HV	41	24,60	0,01	0,02	54,40	1,22
		Total						19,84
Titik 5	Pagi	MC	2839	26,66	0,79	0,47	50,74	24,01
		LV	491	25,43	0,14	0,14	52,86	7,21
		HV	21	24,38	0,01	0,01	54,82	0,63
		Total						31,85
	Siang	MC	2404	25,32	0,67	0,40	53,05	21,26

Minggu								
Titik	Waktu	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Kec. Rata-rata	Kend/detik	Smp (n)	Laju Emisi (q)	Kekuatan Emisi (Q)
		LV	756	24,90	0,21	0,21	53,82	11,30
		HV	71	23,62	0,02	0,04	56,35	2,19
		Total						
	Sore	MC	3843	25,90	1,07	0,64	52,03	33,33
		LV	350	25,89	0,10	0,10	52,05	5,06
		HV	726	23,30	0,20	0,40	57,02	22,65
		Total						
Titik 6	Pagi	MC	2810	24,86	0,78	0,47	53,91	25,25
		LV	477	24,75	0,13	0,13	54,11	7,17
		HV	22	23,87	0,01	0,01	55,83	0,67
		Total						
	Siang	MC	2724	23,96	0,76	0,45	55,66	25,27
		LV	1026	23,51	0,29	0,29	56,58	16,13
		HV	18	24,61	0,01	0,01	54,39	0,54
		Total						
	Sore	MC	5005	23,55	1,39	0,83	56,50	47,13
		LV	981	22,91	0,27	0,27	57,86	15,77
		HV	99	23,60	0,03	0,05	56,38	3,05
		Total						
	Titik 7	Pagi	MC	972	28,00	0,27	0,16	48,64
LV			114	27,67	0,03	0,03	49,14	1,56
HV			1171	26,15	0,33	0,64	51,59	33,06
Total							42,50	
Siang		MC	1699	28,40	0,47	0,28	48,04	13,60
		LV	732	27,01	0,20	0,20	50,18	10,20
		HV	60	27,31	0,02	0,03	49,70	1,63
		Total						
Sore		MC	723	27,82	0,20	0,12	48,91	5,89
		LV	296	26,41	0,08	0,08	51,16	4,21
		HV	15	26,68	0,00	0,01	50,71	0,42
		Total						
Titik 8		Pagi	MC	1037	28,72	0,29	0,17	47,58
	LV		230	26,71	0,06	0,06	50,66	3,24
	HV		103	26,20	0,03	0,06	51,52	2,90

Senin								
Titik	Waktu	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Kec. Rata-rata	Kend/detik	Smp (n)	Laju Emisi (q)	Kekuatan Emisi (Q)
		LV	1576	26,52	0,44	0,44	50,97	22,31
		HV	474	24,34	0,13	0,26	54,89	14,24
		Total						
	Sore	MC	4824	26,77	1,34	0,80	50,56	40,65
		LV	2072	26,00	0,58	0,58	51,86	29,85
		HV	665	23,55	0,18	0,36	56,49	20,56
		Total						
Titik 2	Pagi	MC	5378	26,17	1,49	0,90	51,57	46,22
		LV	986	25,22	0,27	0,27	53,25	14,58
		HV	178	23,63	0,05	0,10	56,33	5,49
		Total						
	Siang	MC	3880	26,65	1,08	0,65	50,76	32,82
		LV	2296	26,74	0,64	0,64	50,61	32,28
		HV	480	24,66	0,13	0,26	54,29	14,26
		Total						
	Sore	MC	2590	27,41	0,72	0,43	49,55	21,39
		LV	1812	25,80	0,50	0,50	52,21	26,28
		HV	852	24,05	0,24	0,47	55,46	25,86
		Total						
Titik 3	Pagi	MC	801	27,32	0,22	0,13	49,68	6,63
		LV	183	26,60	0,05	0,05	50,85	2,58
		HV	106	28,20	0,03	0,06	48,34	2,80
		Total						
	Siang	MC	1092	28,09	0,30	0,18	48,50	8,83
		LV	407	26,27	0,11	0,11	51,39	5,81
		HV	262	27,94	0,07	0,14	48,74	6,99
		Total						
	Sore	MC	1119	26,24	0,31	0,19	51,45	9,60
		LV	267	25,64	0,07	0,07	52,49	3,89
		HV	257	26,58	0,07	0,14	50,88	7,16
		Total						
Titik 4	Pagi	MC	847	28,47	0,24	0,14	47,95	6,77
		LV	115	26,11	0,03	0,03	51,67	1,65
		HV	80	25,79	0,02	0,04	52,23	2,29

Senin									
Titik	Waktu	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Kec. Rata-rata	Kend/detik	Smp (n)	Laju Emisi (q)	Kekuatan Emisi (Q)	
	Siang	Total							10,71
		MC	1721	27,12	0,48	0,29	50,00	14,34	
		LV	544	24,93	0,15	0,15	53,78	8,13	
		HV	224	25,50	0,06	0,12	52,73	6,46	
	Sore	Total							28,93
		MC	2248	27,96	0,62	0,37	48,69	18,24	
		LV	231	25,60	0,06	0,06	52,56	3,37	
		HV	222	25,37	0,06	0,12	52,96	6,43	
		Total							28,05
Titik 5	Pagi	MC	5407	25,51	1,50	0,90	52,72	47,51	
		LV	1105	25,99	0,31	0,31	51,87	15,92	
		HV	64	24,66	0,02	0,04	54,28	1,90	
		Total							65,34
	Siang	MC	2714	26,83	0,75	0,45	50,47	22,83	
		LV	704	26,80	0,20	0,20	50,52	9,88	
		HV	168	25,71	0,05	0,09	52,37	4,81	
		Total							37,52
	Sore	MC	4035	26,05	1,12	0,67	51,76	34,81	
		LV	580	26,39	0,16	0,16	51,19	8,25	
		HV	209	26,90	0,06	0,11	50,36	5,76	
		Total							48,82
Titik 6	Pagi	MC	2885	29,07	0,80	0,48	47,08	22,64	
		LV	854	26,59	0,24	0,24	50,85	12,06	
		HV	43	26,48	0,01	0,02	51,04	1,20	
		Total							35,90
	Siang	MC	5601	28,33	1,56	0,93	48,14	44,94	
		LV	1894	27,03	0,53	0,53	50,14	26,38	
		HV	594	26,24	0,17	0,33	51,45	16,72	
		Total							88,04
	Sore	MC	5117	28,00	1,42	0,85	48,63	41,48	
		LV	1982	27,39	0,55	0,55	49,57	27,29	
		HV	565	25,97	0,16	0,31	51,90	16,05	
		Total							84,81
Titik 7	Pagi	MC	1016	27,91	0,28	0,17	48,77	8,26	



GAMBAR 4.12 PETA SEBARAN CO SABTU PAGI

SKALA 1 : 1.250



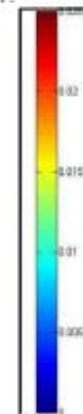
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

Judul Gambar :

PETA SEBARAN CO
SABTU PAGI

Keterangan :



Karbon Monoksida (g/m³)

SKALA

1 : 1.250

DIBUAT OLEH

NURUL AULIA FADILAH
H95219051

DOSEN PEMBIMBING

Ida Munfarida, M.Si, M.T.
Rr Diah Nugraheni S., M.T.

HALAMAN

90

Berdasarkan gambar 4.11 dan 4.12 terlihat bahwa pola sebaran karbon monoksida dalam bentuk 2 dimensi mengarah ke Tenggara sesuai dengan arah angin pada saat pengukuran di lapangan. Pada tabel 4.21 telah disebutkan bahwa kategori stabilitas atmosfer B (tidak stabil), kecepatan angin sebesar 3,2 m/s dan kekuatan emisi kendaraan (Q) sebesar 40,48 gr/s. Konsentrasi polutan pada jarak 4,04 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,025 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 8,08 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,02 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 12,12 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,015 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 18,18 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,01 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 11,11 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,00807 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 44,44 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,005 gr/m³. Dan pola sebaran karbon monoksida pada hari Sabtu pagi akan hilang pada jarak 45 m dari sumber polutan. Maka berdasarkan hasil pola sebaran diatas, terlihat bahwa semakin jauh jarak sebaran dari sumber polutan maka konsentrasi polutan akan semakin kecil (Rahadi dkk., 2019). Hal tersebut dapat terjadi karena semakin besar kecepatan angin yang berhembus, maka semakin kecil konsentrasi polutan di udara karena polutan akan terdispersi ke banyak arah.

B. Interval Siang

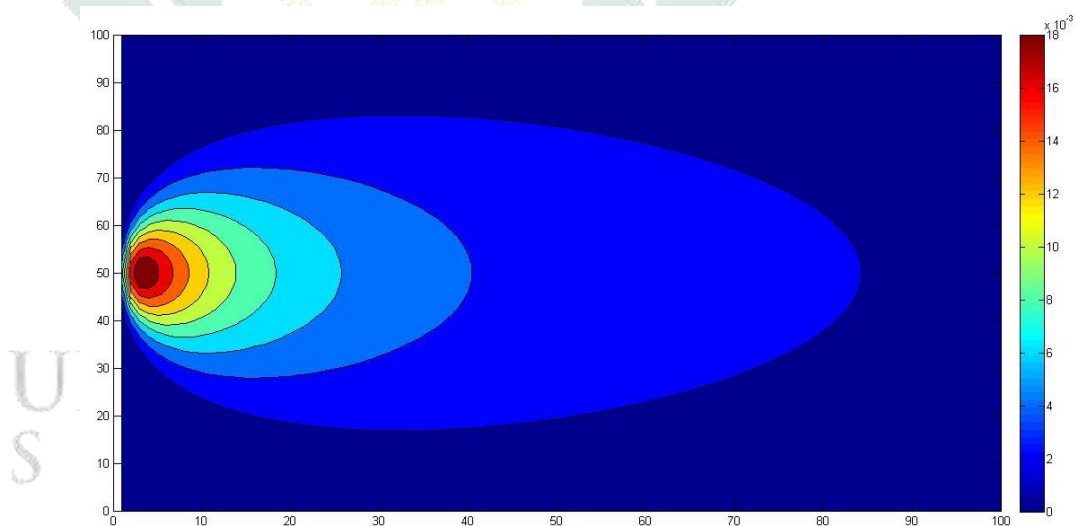
Simulasi pola sebaran dilakukan menggunakan *software MATLAB*. Simulasi ini dilakukan setelah semua data yang dibutuhkan dalam rumus *Gaussian* terpenuhi. Berikut ini merupakan data yang dibutuhkan untuk mensimulasikan pola sebaran konsentrasi CO hari Sabtu siang pada tanggal 15 April 2023 adalah:

Tabel 4. 22 Data Simulasi Model Sabtu Siang

Sabtu Siang	
Stabilitas Atmosfer	B
σ_y	31,3786
σ_z	25,1714
π	3,14
V	3,3
Q	30,96
Jarak x	100 m
Jarak y	100 m
H	0,5 m
Z	0

Sumber : Hasil Analisa, 2023

Hasil Simulasi model Gaussian dapat dilihat pada gambar :



Gambar 4. 13 Hasil Simulasi Gaussian Sabtu Siang



GAMBAR 4.14 PETA SEBARAN CO SABTU SIANG

SKALA 1 : 1.250



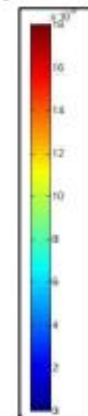
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

Judul Gambar :

PETA SEBARAN CO
SABTU SIANG

Keterangan :



Karbon Monoksida (gr/m³)

SKALA

1 : 1.250

DIBUAT OLEH

NURUL AULIA FADILAH
H95219051

DOSEN PEMBIMBING

Ida Munfarida, M.Si., M.T.
Rr Diah Nugrahenni S., M.T.

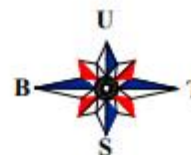
HALAMAN

93

Berdasarkan gambar 4.13 dan 4.14 menunjukkan bahwa pola sebaran karbon monoksida dalam bentuk 2 dimensi mengarah ke Tenggara sesuai dengan arah angin saat pengukuran di lapangan. Pada tabel 4.22 telah disebutkan bahwa kategori stabilitas atmosfer B (tidak stabil), kecepatan angin sebesar 3,3 m/s dan kekuatan emisi kendaraan (Q) sebesar 30,96 gr/s, Berdasarkan data diatas didapatkan hasil konsentrasi polutan pada jarak 4,04 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,018 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 6,06 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,016 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 8,08 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,014 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 12,12 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,012 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 14,14 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,010 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 18,18 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,008 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 26,26 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,006 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 40,40 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,004 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 84.84 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,002 gr/m³. Dan pola sebaran karbon monoksida pada hari Sabtu siang akan hilang pada jarak 85 m dari sumber polutan. Menurut Chairiah (2022), berdasarkan hasil tersebut terbentuk suatu pola dimana semakin jauh jarak prediksi sebaran dengan sumber polutan, semakin rendah pula konsentrasi polutan yang terdeteksi diudara. Hal tersebut terjadi karena menurut Agustina dkk. (2019), kecepatan angin mampu menyebabkan penurunan konsentrasi CO di udara sebesar 61,68%, sedangkan 38,32% lainnya disebabkan oleh faktor lain.

C. Interval Sore

Simulasi pola sebaran dilakukan menggunakan *software MATLAB*. Simulasi ini dilakukan setelah semua data yang dibutuhkan



GAMBAR 4.16 PETA SEBARAN CO SABTU SORE

SKALA 1 : 1.250



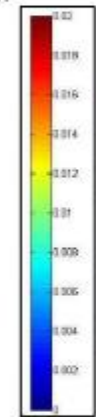
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

Judul Gambar :

PETA SEBARAN CO
SABTU SORE

Keterangan :



Karbon Monoksida (gr/m³)

SKALA

1 : 1.250

DIBUAT OLEH

NURUL AULIA FADILAH
H95219051

DOSEN PEMBIMBING

Ida Munfarida, M.Si., M.T.
Rr Diah Nugrahini S., M.T.

HALAMAN

96

Berdasarkan gambar 4.15 dan 4.16 menunjukkan bahwa pola sebaran karbon monoksida dalam bentuk 2 dimensi mengarah ke Tenggara sesuai dengan arah angin saat pengukuran di lapangan. Pada tabel 4.23 telah disebutkan bahwa kategori stabilitas atmosfer B (tidak stabil), kecepatan angin sebesar 3,3 m/s dan kekuatan emisi kendaraan (Q) sebesar 31,65 gr/s. Berdasarkan data diatas didapatkan hasil konsentrasi polutan pada jarak 4,04 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,02 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 6,06 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,018 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 8,08 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,016 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 10,10 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,014 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 12,12 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,012 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 16,16 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,01 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 20,20 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,008 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 26,26 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,006 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 42,42 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,004 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 86,86 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,002 gr/m³. Dan pola sebaran karbon monoksida pada hari Sabtu sore akan hilang pada jarak 87 m dari sumber polutan. Dalam penelitian yang dilakukan Adriani (2020) menyebutkan bahwa jarak sebaran dan konsentrasi CO menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik. Jarak sebaran polutan dipengaruhi oleh kecepatan angin, dimana semakin tinggi kecepatan angin maka seakin rendah konsentrasi CO di suatu wilayah. Hal tersebut dapat terjadi karena angin memiliki kemampuan untuk menyebarkan polutan ke wilayah lainnya.

4.6.2 Hasil Pemodelan Hari Minggu

A. Interval Pagi

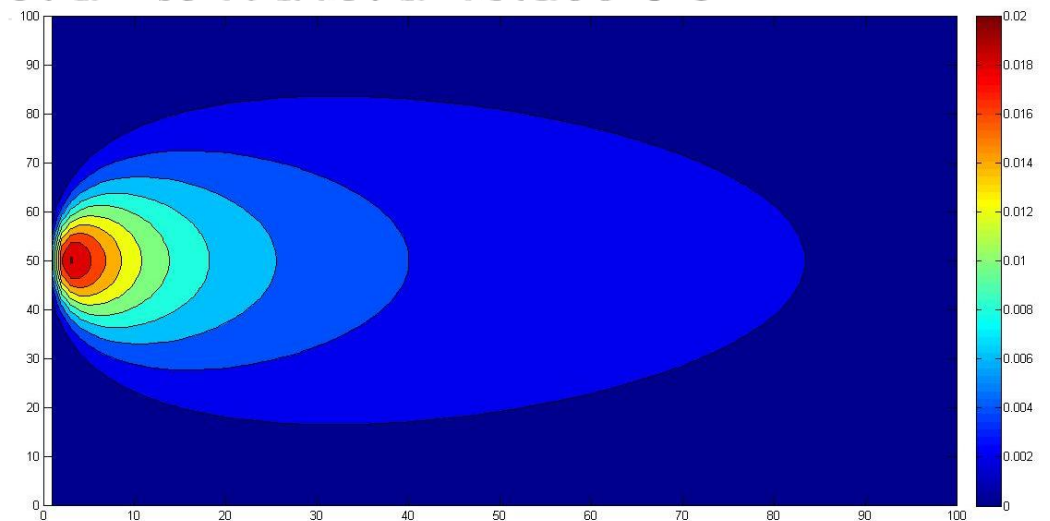
Simulasi pola sebaran dilakukan menggunakan *software MATLAB*. Simulasi ini dilakukan setelah semua data yang dibutuhkan dalam rumus *Gaussian* terpenuhi. Berikut ini merupakan data yang dibutuhkan untuk mensimulasikan pola sebaran konsentrasi CO hari Minggu pagi tanggal 16 April 2023 adalah:

Tabel 4. 24 Data Simulasi Model Minggu Pagi

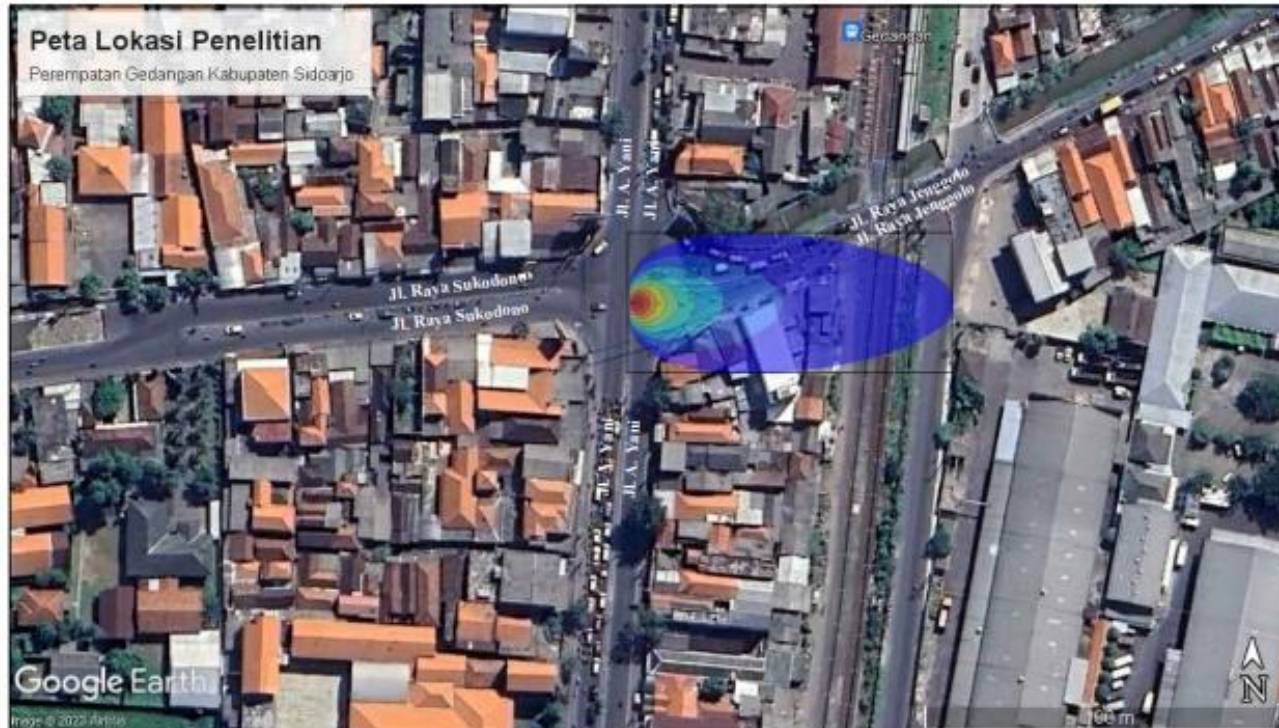
Minggu Pagi	
Stabilitas Atmosfer	B
σ_y	31,3786
σ_z	25,1714
π	3,14
V	3,2
Q	30,61
Jarak x	100 m
Jarak y	100 m
H	0,5 m
Z	0

Sumber : Hasil Analisa, 2023

Hasil Simulasi model Gaussian dapat dilihat pada gambar :



Gambar 4. 17 Hasil Simulasi Gaussian Minggu Pagi



GAMBAR 4.18 PETA SEBARAN CO MINGGU PAGI

SKALA 1 : 1.250



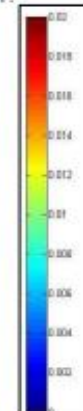
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

Judul Gambar :

PETA SEBARAN CO
MINGGU PAGI

Keterangan :



SKALA

1 : 1.250

DIBUAT OLEH

NURUL AULIA FADILAH
H95219051

DOSEN PEMBIMBING

Ida Munfarida, M.Si., M.T.
Rr Diah Nugrahini S., M.T.

HALAMAN

99

Berdasarkan gambar 4.17 dan 4.18 menunjukkan bahwa pola sebaran karbon monoksida dalam bentuk 2 dimensi mengarah ke Timur sesuai dengan arah angin saat pengukuran di lapangan. Pada tabel 4.24 telah disebutkan bahwa kategori stabilitas atmosfer B (tidak stabil), kecepatan angin sebesar 3,2 m/s dan kekuatan emisi kendaraan (Q) sebesar 30,61 gr/s. Berdasarkan data diatas didapatkan hasil konsentrasi polutan pada jarak 4,04 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,02 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 6,06 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,018 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 8,08 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,016 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 10,10 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,014 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 12,12 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,012 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 16,16 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,01 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 20,20 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,008 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 26,26 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,006 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 42,42 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,004 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 86,86 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,002 gr/m³. Dan pola sebaran karbon monoksida pada pemodelan *Gaussian* pada hari Minggu pagi akan hilang pada jarak 87 m dari sumber polutan. Tingginya konsentrasi polutan di udara tidak ditentukan hanya berdasarkan jumlah kendaraan yang menghasilkan emisi, namun juga dipengaruhi oleh faktor meteorologis di wilayah tersebut. Pola sebaran yang sempit mengakibatkan polutan menjadi lebih pekat dengan kadar tinggi karena polutan terkonsentrasi hanya pada satu wilayah. Luas atau sempitnya sebaran polutan dipengaruhi oleh faktor meteorologis di suatu wilayah (Maharani, 2019). Semakin tinggi kecepatan angin yang bertiup, semakin rendah pula kadar



GAMBAR 4.20 PETA SEBARAN CO MINGGU SIANG

SKALA 1 : 1.250



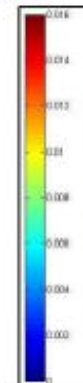
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

Judul Gambar :

PETA SEBARAN CO
MINGGU SIANG

Keterangan :



Karbon Monoksida (g/m³)

SKALA

1 : 1.250

DIBUAT OLEH

NURUL AULIA FADILAH
H95219051

DOSEN PEMBIMBING

Ida Munfarida, M.Si., M.T.
Rr Diah Nugraheni S., M.T.

HALAMAN

102

Berdasarkan gambar 4.19 dan 4.20 menunjukkan bahwa pola sebaran karbon monoksida dalam bentuk 2 dimensi mengarah ke Timur sesuai dengan arah angin saat pengukuran di lapangan. Pada tabel 4.25 telah disebutkan bahwa kategori stabilitas atmosfer B (tidak stabil), kecepatan angin sebesar 3,5 m/s dan kekuatan emisi kendaraan (Q) sebesar 28,60 gr/s. Berdasarkan data diatas didapatkan hasil konsentrasi polutan pada jarak 6,06 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,016 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 8,08 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,014 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 10,10 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,012 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 14,14 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,01 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 18,18 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,008 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 22,22 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,006 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 38,38 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,004 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 78,78 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,002 gr/m³. Dan pola sebaran karbon monoksida pada hari Minggu siang akan hilang pada jarak 79 m dari sumber polutan. Pergerakan persebaran polutan dapat diprediksi berdasarkan pergerakan angin. Arah angin menentukan akan dibawa kemana polutan berdasarkan arah dominan, sedangkan kecepatan angin menentukan jarak sebaran polutan di udara. Selain jarak sebaran, konsentrasi polutan di udara juga dipengaruhi oleh kecepatan angin (Aida dkk., 2019). Dimana semakin jauh angin membawa polutan dari sumbernya, maka konsentrasinya akan semakin rendah.

C. Interval Sore

Simulasi pola sebaran dilakukan menggunakan *software MATLAB*. Simulasi ini dilakukan setelah semua data yang dibutuhkan dalam rumus *Gaussian* terpenuhi. Berikut ini merupakan data yang



GAMBAR 4.22 PETA SEBARAN CO MINGGU SORE

SKALA 1 : 1.250



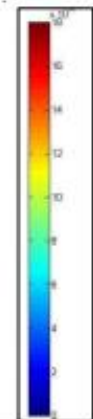
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

Judul Gambar :

PETA SEBARAN CO
MINGGU SORE

Keterangan :



Karbon Monoksida (gr/m³)

SKALA

1 : 1.250

DIBUAT OLEH

NURUL AULIA FADILAH
H95219051

DOSEN PEMBIMBING

Ida Munfarida, M.Si., M.T.
Rr Diah Nugraheni S., M.T.

HALAMAN

105

Berdasarkan gambar 4.21 dan 4.22 menunjukkan bahwa pola sebaran karbon monoksida dalam bentuk 2 dimensi mengarah ke Timur sesuai dengan arah angin saat pengukuran di lapangan. Pada tabel 4.26 telah disebutkan bahwa kategori stabilitas atmosfer B (tidak stabil), kecepatan angin sebesar 3,6 m/s dan kekuatan emisi kendaraan (Q) sebesar 33,67 gr/s. Berdasarkan data diatas didapatkan hasil konsentrasi polutan pada jarak 6,06 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,018 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 8,08 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,016 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 10,10 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,014 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 12,12 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,012 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 16,16 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,01 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 20,20 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,008 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 29,29 m dari sumber pencema adalah sebesar 0,006 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 44,44 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,004 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 92,92 m dari sumber adalah sebesar 0,002 gr/m³. Dan pola sebaran karbon monoksida pada hari Minggu siang akan hilang pada jarak 93 m dari sumber polutan. Dalam memprediksi dispersi polutan pada sektor transportasi sangat dipengaruhi oleh parameter meterologi yaitu angin. Angin memiliki dampak yang besar terhadap persebaran polutan sektor transportasi baik secara vertikal maupun horizontal (Nuryanto dkk., 2021). Menurut Chairiah (2022), kecepatan angin dan kosentrasi polutan CO memiliki hubungan yang berbanding terbalik. Hal tersebut dibuktikan dengan semakin semakin tinggi kecepatan angin, polutan akan terdispersi semakin jauh dan konsentasinya menjadi rendah.

4.6.3 Hasil Pemodelan Hari Senin

A. Interval Pagi

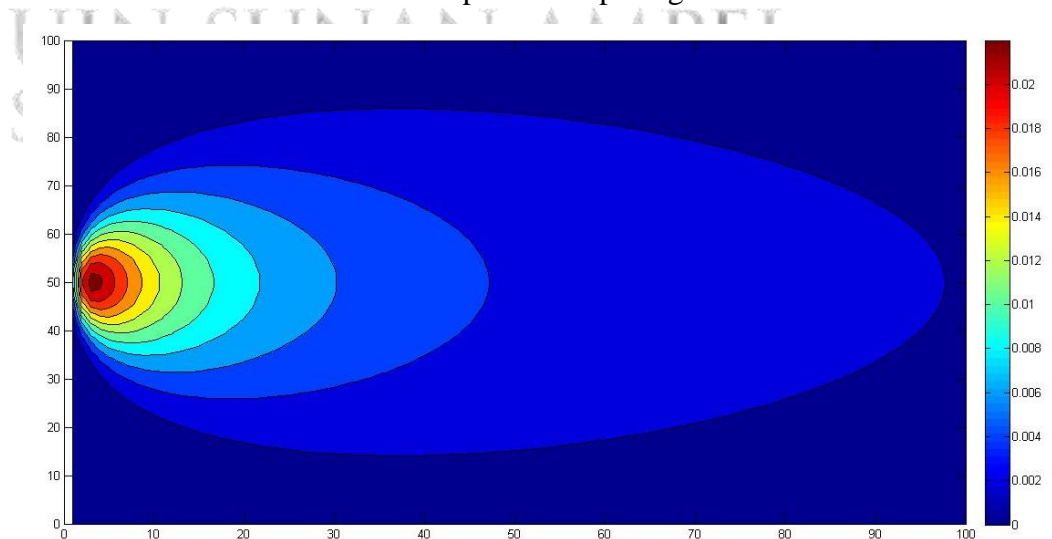
Simulasi pola sebaran dilakukan menggunakan *software MATLAB*. Simulasi ini dilakukan setelah semua data yang dibutuhkan dalam rumus *Gaussian* terpenuhi. Berikut ini merupakan data yang dibutuhkan untuk mensimulasikan pola sebaran konsentrasi CO hari Senin pagi pada tanggal 17 April 2023 adalah:

Tabel 4. 27 Data Simulasi Model Senin Pagi

Senin Pagi	
Stabilitas Atmosfer	B
σ_y	31,3786
σ_z	25,1714
π	3,14
V	3,3
Q	35,69
Jarak x	100 m
Jarak y	100 m
H	0,5 m
Z	0

Sumber : Hasil Analisa, 2023

Hasil Simulasi model Gaussian dapat dilihat pada gambar :



Gambar 4. 23 Hasil Simulasi Gaussian Senin Pagi



GAMBAR 4.24 PETA SEBARAN CO SENIN PAGI

SKALA 1 : 1.250



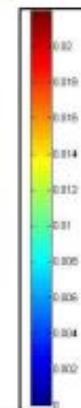
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

Judul Gambar :

PETA SEBARAN CO
SENIN PAGI

Keterangan :



Karbon Monoksida (gr/m³)

SKALA

1 : 1.250

DIBUAT OLEH

NURUL AULIA FADILAH
H95219051

DOSEN PEMBIMBING

Ida Munfarida, M.Si, M.T.
Rr Diah Nugraheni S., M.T.

HALAMAN

108

Berdasarkan gambar 4.23 dan 4.24 menunjukkan bahwa pola sebaran karbon monoksida dalam bentuk 2 dimensi mengarah ke Timur sesuai dengan arah angin pada saat pengukuran di lapangan. Pada tabel 4.27 telah disebutkan bahwa kategori stabilitas atmosfer B (tidak stabil), kecepatan angin sebesar 3,3 m/s dan kekuatan emisi kendaraan (Q) sebesar 35,69 gr/s. Berdasarkan data diatas didapatkan hasil konsentrasi polutan pada jarak 4,04 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,02 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 6,06 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,018 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 8,08 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,016 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 12,12 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,014 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 14,14 m dari sumber adalah sebesar 0,012 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 18,18 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,01 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 22,22 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,008 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 30,30 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,006 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 48,48 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,004 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 98,98 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,002 gr/m³. Dan pola sebaran karbon monoksida pada hari Senin pagi akan hilang pada jarak 99 m dari sumber polutan. Ada banyak faktor yang mempengaruhi persebaran polutan di udara, salah satunya adalah kecepatan angin. Dalam keadaan angin yang bertiup kencang membuat polutan terdispersi semakin jauh sehingga konsentrasi polutan menjadi rendah (Amalia & Marshita, 2021).

B. Interval Siang

Simulasi pola sebaran dilakukan menggunakan *software MATLAB*. Simulasi ini dilakukan setelah semua data yang dibutuhkan dalam rumus *Gaussian* terpenuhi. Berikut ini merupakan data yang dibutuhkan untuk



GAMBAR 4.26 PETA SEBARAN CO SENIN SIANG

SKALA 1 : 1.250



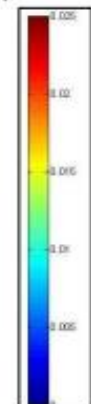
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

Judul Gambar :

PETA SEBARAN CO
SENIN SIANG

Keterangan :



Karbon Monoksida (g/m³)

SKALA

1 : 1.250

DIBUAT OLEH

NURUL AULIA FADILAH
H95219051

DOSEN PEMBIMBING

Ida Munfarida, M.Si., M.T.
Rr Diah Nugraheni S., M.T.

HALAMAN

111



GAMBAR 4.28 PETA SEBARAN CO SENIN SORE

SKALA 1 : 1.250



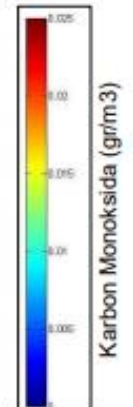
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

Judul Gambar :

PETA SEBARAN CO
SENIN SORE

Keterangan :



SKALA

1 : 1.250

DIBUAT OLEH

NURUL AULIA FADILAH
H95219051

DOSEN PEMBIMBING

Ida Munfarida, M.Si, M.T.
Rr Diah Nugraheni S., M.T.

HALAMAN

114

Berdasarkan gambar 4.27 dan 4.28 menunjukkan bahwa pola sebaran karbon monoksida dalam bentuk 2 dimensi mengarah ke Timur sesuai dengan arah angin pada saat pengukuran di lapangan. Pada tabel 4.29 telah disebutkan bahwa kategori stabilitas atmosfer B (tidak stabil), kecepatan angin sebesar 3,4 m/s dan kekuatan emisi kendaraan (Q) sebesar 47,55 gr/s. Berdasarkan data diatas didapatkan hasil konsentrasi polutan pada jarak 6,06 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,025 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 10,10 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,02 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 14,14 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,015 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 24,24 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,01 gr/m³. Konsentrasi polutan pada jarak 50,50 m dari sumber pencemar adalah sebesar 0,005 gr/m³. Dan pola sebaran karbon monoksida pada hari Senin sore akan hilang pada jarak 51 m dari sumber polutan. Jauh dekatnya jarak dispersi polutan dipengaruhi oleh kecepatan angin. Dalam penelitian yang dilakukan Turyanti (2011) Kecepatan angin memiliki pengaruh negatif terhadap konsentrasi CO, dimana semakin kencang angin berhembus membuat polutan terdispersi semakin jauh sehingga konsentrasi CO semakin kecil.

4.7 Uji Validasi Pemodelan

Validasi dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana data hasil pemodelan yang dihasilkan mendekati data aktual di lapangan. Semakin kecil selisih antara data aktual dengan data hasil pemodelan, maka semakin valid dan akurat data hasil pemodelan yang dihasilkan (Suprayogi dkk., 2014). Di bawah ini tercantum hasil pengukuran konsentrasi karbon monoksida di lapangan serta hasil validasi menggunakan rumus MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan RMSE (*Root Mean Squared Error*).

4.7.1 Hasil Pengukuran Konsentrasi Karbon Monoksida

Pengambilan sampel dan pengukuran konsentrasi karbon monoksida (CO) di Perempatan Gedangan Kabupaten Sidoarjo dilakukan

Hasil validasi menggunakan *Root Mean Squared Error* (RMSE) didapatkan hasil perhitungan sebesar 3252,39. Dalam penelitian yang sudah dilakukan oleh Hamdanah & Fitriyah (2021), menyatakan bahwa dimana semakin kecil atau mendekati 0 nilai RMSE maka hasil prediksi akan semakin akurat. Dimana jika dibandingkan dengan hasil perhitungan validasi dari penelitian ini, nilai tersebut masih jauh untuk mendekati angka 0. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil validasi menggunakan RMSE kurang baik akurasi jika di bandingkan dengan hasil validasi menggunakan MAPE.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai pemodelan karbon monoksida menggunakan metode *Gaussian* pada Perempatan Gedangan Kabupaten Sidoarjo, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai pemodelan konsentrasi karbon monoksida dari 8 titik pengukuran dengan konsentrasi tertinggi adalah pada hari Sabtu pagi yaitu sebesar $31.062 \mu\text{g}/\text{m}^3$; hari Minggu pagi yaitu sebesar $23.458 \mu\text{g}/\text{m}^3$; dan hari Senin sore yaitu sebesar $34.694 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan konsentrasi terendah terjadi pada Sabtu siang sebesar $23.274 \mu\text{g}/\text{m}^3$; hari Minggu siang sebesar $20.198 \mu\text{g}/\text{m}^3$; dan hari Senin pagi sebesar $26.695 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
2. Hasil sebaran karbon monoksida terjauh terjadi pada hari Sabtu sore kearah Tenggara sejauh 87 m; hari Minggu sore kearah timur sejauh 93 m; dan hari Senin pagi kearah timur sejauh 99 m. Sedangkan jarak sebaran karbon monoksida terpendek terjadi pada hari Sabtu pagi kearah tenggara sejauh 45 m; hari Minggu siang kearah timur sejauh 79 m; dan hari Senin siang kearah timur dengan jarak 46 m.
3. Hasil uji validitas menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) menunjukkan kategori baik dengan hasil sebesar 11,01%. Sedangkan untuk uji validitas menggunakan *Root Mean Squared Error* (RMSE) menunjukkan hasil yang kurang akurat dengan nilai sebesar 3252,39.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, terdapat saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya antar lain:

1. Dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mempelajari perbedaan faktor meteorologi pada saat musim hujan. Hal ini akan menambah pemahaman mengenai bagaimana faktor cuaca mempengaruhi dispersi karbon monoksida.

2. Dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode pemodelan lain untuk mengetahui efektivitas dan keakuratan suatu metode dalam memodelkan dispersi karbon monoksida dari sumber kendaraan bermotor.
3. Dilakukan penelitian dengan cakupan lokasi penelitian yang lebih luas dan menggunakan data terbaru. Dengan melibatkan lebih banyak lokasi dalam penelitian dan menggunakan data terbaru, dapat diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif tentang pola dispersi karbon monoksida dan apakah konsentrasi polutan mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Hal ini akan memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang masalah pencemaran udara di daerah yang diteliti.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Abdull, N., Yoneda, M., & Shimada, Y. (2020). Traffic characteristics and pollutant emission from road transport in urban area. *Air Quality, Atmosphere and Health*, 13(6), 731–738. <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00830-w>
- Adriani. (2020). Analisis Pola Dispersi Polutan pada Kawasan Pabrik di Kecamatan Somba Opu. *Dewantara Journal of Technology*, 1(1), 12–17.
- Agustina, L., Simanjuntak, P. P., & Khoir, A. N. (2019). Pengaruh Parameter Meteorologi Terhadap Konsentrasi CO₂ dan CH₄ di DKI Jakarta. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 6(2), 30–38. <https://doi.org/10.36754/jmkg.v6i2.121>
- Ahmad, S., Kidwai, F. A., & Ahmad, K. (2019). Evaluating Traffic-related Near-road CO Dispersions on an Urban Road During Summer Season: A Model Inter-comparison. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, 16(1), 69–79. <https://doi.org/10.3233/AJW190008>
- Ahyar, H., Maret, U. S., Andriani, H., Sukmana, D. J., Mada, U. G., Hardani, S.Pd., M. S., Nur Hikmatul Auliya, G. C. B., Helmina Andriani, M. S., Fardani, R. A., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Sukmana, D. J., & Istiqomah, R. R. (2020). *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif* (Nomor March).
- Aida, R., Rohmawati, F. Y., & Turyanti, A. (2019). The Effect of Car Free Day (CFD) on Pollutant Emissions at Alternative Roads (Case Study: RE Martadinata Street, Bogor City). *Agromet*, 33(1), 8–19. <https://doi.org/10.29244/j.agromet.33.1.8-19>
- Amalia, A., & Marshita, F. B. (2021). Pengaruh Faktor Meteorologis Terhadap Perubahan Konsentrasi PM10 Periode Sebelum dan Saat PSBB di Kota Surabaya dan Sekitarnya (The Influence of Meteorological Factors on Changes

in PM10 Concentrations Before and During PSBB in Surabaya City and its Surro. *Buletin GAW Bariri (BGB)* , 2(1), 24–36.

- Angatha, R. K., & Mehar, A. (2020). Impact of Traffic on Carbon Monoxide Concentrations Near Urban Road Mid-Blocks. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*, 101(4), 713–722. <https://doi.org/10.1007/s40030-020-00464-2>
- Arifin, M. (2019). Analisis Kemacetan Lalu Lintas di Persimpangan Jl. Kapten Mulyadi. *MoDuluS: Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil*, 1(1), 16. <https://doi.org/10.32585/modulus.v1i1.377>
- Azhari, & Hakim, L. (2020). Analisis Regresi Alat Ukur Emisi Gas Karbon Monoksida Berbasis Arduino Uno. *Edufisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(1), 8–15. www.electroschematics.com
- Budiman, H. (2016). Analisis Dan Perbandingan Akurasi Model Prediksi Rentet Waktu Support Vector Machines Dengan Support Vector Machines Particle Swarm Optimization Untuk Arus Lalu Lintas Jangka Pendek. *Systemic: Information System and Informatics Journal*, 2(1), 19–24. <https://doi.org/10.29080/systemic.v2i1.103>
- Catleya, F., Yustiani, Y. M., & Hasbiah, A. W. (2021). Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas dengan Model Prediksi Udara Skala Mikro di Jalan Sudirman Jakarta. *Infomatek*, 23(1), 55–68. <https://doi.org/10.23969/infomatek.v23i1.4016>
- Chairiah, A. (2022). Pengaruh Kecepatan Angin dan Kelembaban Udara terhadap Konsentrasi Gas H₂S di TPA Batu Layang Kota Pontianak. *JURLIS: Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura*, 3(1), 62–67. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jurlis/article/view/56359>
- Diva, T. M. (2022). *Analisa Pengukuran Pencahayaan, Kebisingan, CO₂ dan CO*

pada Bengkel Motor Non Resmi “Sabel Motor.”

- Fauzi, A., Nisa, B., Napitupulu, D., Abdillah, F., Utama, A. A. G. S., & Zonyfar, C. (2022). *Metodologi Penelitian*.
- Fermi, M. I., Sasmita, A., Elystia, S., & Alfarobi, M. H. (2022). Analisis Dispersi Karbonmonoksida (CO) dari Transportasi di Jalan HR. Soebrantas Pekanbaru dengan Model Gaussian Line Source. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 5(3), 218–227. <https://doi.org/10.26760/jrh.v5i3.218-227>
- Firdaus, Z. M., Handayani, H. H., & Hidayat, H. (2020). *Pemanfaatan Data LiDAR dan Foto Udara untuk Pemodelan Kota Tiga Dimensi (Studi Kasus: Wilayah Surabaya Barat) Utilization of LiDAR Data and Aerial Photos for Three-Dimensional City Modeling (Case Study: West Surabaya Region)*. 16(1), 80–92.
- Greenstone, M., & Fan, Q. (2019). Kualitas Udara Indonesia yang Memburuk dan Dampaknya terhadap Harapan Hidup. *Air Quality Life Index*, 1–10.
- Hamdanah, F. H., & Fitriana, D. (2021). Analisis Performansi Algoritma Linear Regression dengan Generalized Linear Model untuk Prediksi Penjualan pada Usaha Mikra, Kecil, dan Menengah. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 10(1), 23. <https://doi.org/10.23887/janapati.v10i1.31035>
- Haryanto, B. (2018). Climate Change and Urban Air Pollution Health Impacts in Indonesia. In *Springer Climate* (hal. 215–239). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61346-8_14
- Hasibuan, F., Warsito, & Suciwati, S. W. (2015). Simulasi Model Dispersi Polutan Gas dan Partikulat Molekul Pada Pabrik Semen Dengan Menggunakan Software Matlab 7.12. *JURNAL Teori dan Aplikasi Fisika*, 03(02), 142–150.
- Hikmawati, F. (2020). *Metodologi Penelitian* (Vol. 4, Nomor 1). <http://journal.um->

- Holzbecher, E. (2006). *Environmental Modeling Using MATLAB Second Edition*.
- Jambhulkar, A., & Borkar, S. (2019). A Study of Road Traffic Pollution and its Impact on Human Health. In *Public Health Relevance of Road Traffic Injury in India (1)* (Nomor 11, hal. 118–137). <https://www.bloomsbury.com/in/public-health-relevance-of-road-traffic-injury-in-india-9789389000627/>
- Karunia, D. (2019). Pengaruh Aktivitas Manusia Terhadap Perubahan Kualitas Udara. *INA-Rxiv Papers, 1*, 1–5. <https://doi.org/10.31227/osf.io/rxejg>
- Kemala, N., Gani, A., & Mahidin. (2020). Evaluasi Pengaruh Kendaraan Bermotor Terhadap Kualitas Udara Ambien pada Berbagai Tipe Ruas Jalan Kota Banda Aceh. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat, 21*(1), 21–30. <https://doi.org/10.25104/jptd.v21i1.974>
- Kualita, Q. G. (2007). Memprakirakan Dampak Lingkungan: Kualitas Udara. In *Deputi Bidang Tata Lingkungan-Kementerian Negara Lingkungan Hidup. Jakarta*.
- Laskarzewska, B., & Mehrvar, M. (2009). Atmospheric Chemistry in Existing Air Atmospheric Dispersion Models and Their Applications: Trends, Advances and Future in Urban Areas in Ontario, Canada and in Other Areas of the World. *International Journal of Engineering, 3*(1), 21–57.
- Maharani, J. (2019). Perbandingan Tingkat Pencemaran Karbon Monoksida (CO) Di Ruas Jalan Ring Road Utara Gejayan Yogyakarta Menggunakan Pemodelan Dispersi Gauss dan Pengukuran Langsung. <https://Dspace.Uii.Ac.Id/Handle/123456789/49>, 1–35.
- Mihelcic, J. R. (1999). Fundamentals of Environmental Chemistry. In *John Wiley & Sons, Inc*. [https://doi.org/10.1016/0144-8617\(95\)90046-2](https://doi.org/10.1016/0144-8617(95)90046-2)

- Miladina, A. (2019). *Perbandingan Tingkat Pencemaran Karbon Monoksida (CO) di Ruas Jalan Solo-Yogyakarta menggunakan Pemodelan Dispersi Gauss dan Pengukuran Langsung*.
- MKJI. (1997). Manual Kapasitas Jalan Indonesian. In *Direktoat Jenderal Bina Marga*.
- Nabillah, I., & Ranggadara, I. (2020). Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut. *JOINS (Journal of Information System)*, 5(2), 250–255. <https://doi.org/10.33633/joins.v5i2.3900>
- Naufal, M. T. F. (2022). *Pemodelan Karbon Monoksida Menggunakan Metode Gaussian Pada ersimpangan Margorejo Ahmad Yani Surabaya*.
- Ningrum. (2017). Pengaruh Penggunaan Metode Berbasis Pemecahan Masalah (Problem Solving) Terhadap Hasil Belajar Ekonomi Siswa Kelas X Semester Genap Man 1 Metro Tahun Pelajaran 2016/2017. *PROMOSI (Jurnal Pendidikan Ekonomi)*, 5(2), 145–151. <https://doi.org/10.24127/ja.v5i2.1224>
- Nisa, K. (2023). *STUDI POLA DISPERSI EMISI GAS SO₂ DARI CEROBONG KILANG PT PERTAMINA (PERSERO) RU V BALIKPAPAN*. 5(41), 1–17.
- Nuryanto, Gultom, H. M., & Melinda, S. (2021). Pengaruh Angin Permukaan dan Kelembapan Udara terhadap Suspended Particulate Matter (SPM) di Sorong Periode Januari –Juli 2019. *Buletin GAW Bariri (BGB)*, 2(2), 71–78. <https://doi.org/10.31172/bgb.v2i2.51%0A>
- Pratama, E. P. W., Widhiarto, H., & Rizkiardi, A. (2022). Analisis Kemacetan di Jalan A. Yani, Kecamatan Gedangan, Kabupaten Sidoarjo. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, 5(2), 79–84. <https://doi.org/10.25139/jprs.v5i2.4649>
- Primasanti, Y., & Indriastiningsih, E. (2021). Analisis dampak pencemaran udara pt

delta dunia textile terhadap kondisi masyarakat. *Jiki*, 14(1), 20–29.

Priyambodo, P. (2018). Analisis Korelasi Jumlah Kendaraan dan Pengaruhnya Terhadap PDRB di Provinsi Jawa Timur. *Warta Penelitian Perhubungan*, 30(1), 59. <https://doi.org/10.25104/warlit.v30i1.634>

Rahadi, B., Kurniati, E., & Imaya, A. T. (2019). Analisis Sebaran Polutan SO₂, NO_x dan PM₁₀ dari Sumber Bergerak pada Jalan Arteri Kota Malang. *Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 6(3), 40–51. <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/323/314>

Rangga, B., Fitriyaningsih, Y., & Wijayanto, D. (2014). Analisis Dispersi Gas Karbon Monoksida (CO) Dari Sumber Transportasi Menggunakan Model Meti-Lis. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 2(1), 1–11. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v2i1.6748>

Risdiyanto. (2014). *Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas: Teori dan Aplikasi*.

Rizaldi, M. A., Azizah, R., Latif, M. T., Sulistyorini, L., & Salindra, B. P. (2022). Literature Review: Dampak Paparan Gas Karbon Monoksida Terhadap Kesehatan Masyarakat yang Rentan dan Berisiko Tinggi. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(3), 253–265. <https://doi.org/10.14710/jkli.21.3.253-265>

Sari, N. M., Azizah, R., Sulistyorini, L., Emanuel, E. P. L., Rianti, E. D. D., Ama, F., Sahadewa, S., Listyawati, A. F., Soekanto, A., & Hardiyono. (2022). Dispersion of Carbon Monoxide Pollutant and The Effect of Health (Case Study on Frontage Road Surabaya by Gaussian Line Source Equation Model). *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma*, 11(2), 156–165. <https://doi.org/10.30742/jikw.v11i2.2416>

Sasmita, A., Khaira, I., Elystia, S., & Reza, M. (2021). Dispersi Karbon Monoksida (CO) dari Emisi Transportasi Menggunakan Model Gaussian Line Source di

- Jalan Jendral Sudirman Pekanbaru. *Journal of Environmental Engineering and Waste Management*, 6(2), 145. <https://doi.org/10.33021/jenv.v6i2.1448>
- 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>
- Sastypratiwi, H., & Nyoto, R. D. (2020). Analisis Data Artikel Sistem Pakar Menggunakan Metode Systematic Review. *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 6(2), 250. <https://doi.org/10.26418/jp.v6i2.40914>
- Sengkey, S. L., Jansen, F., & Wallah, S. (2011). Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas dengan Model Prediksi Polusi Udara Skala Mikro. *Jurnal Ilmiah MEDIA ENGINEERING*, 1(2), 2087–9334.
- Sinaga, S., Sudarno, & Handayani, D. S. (2017). *Pengaruh Jumlah Kendaraan dan Faktor Meteorologis terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Jalan Pandanaran Kawasansimpang Lima, Kota Semarang*. 1–8.
- Suprayogi, I., Trimaijon, & Mahyudin. (2014). Model prediksi liku kalibrasi menggunakan pendekatan jaringan saraf tiruan (ZST) (Studi Kasus : Sub DAS Siak Hulu). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 1(1), 1–18.
- Syahna, D. B., Sunarko, Priambodo, D., & Hamzah, I. (2019). *Kajian Kelas Stabilitas Udara Pada Tapak PLTN di Pulau Bangka*. 151–156.
- Syahriansyah, Perdana, M. G., & Surya, A. (2022). *Analisis Kecepatan Menggunakan Speed Gun dengan Metode 85 Persentil pada Ruas Jalan S. Parman Banjarmasin*. 1–12.
- Taufik, Assidieq, M., Rosdiana, Sumarlin, Adami, A., Irawandani, T. D., Ilham, &

- Wibowo, D. (2022). Prediksi Gas Karbon Monoksida (CO) dari Sumber Kendaraan Bermotor dengan Metode Gaussian Line Source Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 9(3), 91–101. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2022.009.03.2>
- Turyanti, A. (2011). MENGGUNAKAN REGRESI LINIER BERGANDA (Studi kasus: Daerah Dago Pakar dan Cisaranten, Bandung). *J.Agromet*, 25(1), 29–36. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/agromet>
- Wardhani, A. K., Israwan, F., & Setiawan, J. (2022). *Teknik Peramalan Pada Teknologi Informasi .pdf*.
- Widiarsono, T. (2005). *Tutorial Praktis Belajar Matlab*.
- Widyani, A. F. (2018). *Aplikasi Model Gauss Termodifikasi Terhadap Dispersi Pencemaran Udara dari Sumber Majemuk (Studi Kasus Industri Semen di Kabupaten Bogor)*.
- Winarno, G. D., Harianto, S. P., & Santoso, T. (2019). Klimatologi Pertanian. In *Pusaka Media*.
- Yuan, L., Popoola, O. A. M., Hood, C., Carruthers, D., Jones, R. L., Liu, H., Lv, Z., Zhang, Q., & Archibald, A. T. (2021). Constraining emission estimates of carbon monoxide using a perturbed emissions ensemble with observations: a focus on Beijing. *Air Quality, Atmosphere and Health*, 14(10), 1587–1603. <https://doi.org/10.1007/s11869-021-01041-7>