

TUGAS AKHIR - RE 184804

**ESTIMASI DISPERSI POLUTAN CO DI WILAYAH
KECAMATAN KRAMATWATU DENGAN
PENDEKATAN MODEL GAUSS TERMODIFIKASI**

ISRINANNISA YANE AULIA
03211840000017

Dosen Pembimbing
Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T.
NIP. 19751018 200501 1 003

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2022



TUGAS AKHIR - RE184804

**ESTIMASI DISPERSI POLUTAN CO DI WILAYAH
KECAMATAN KRAMATWATU DENGAN
PENDEKATAN MODEL GAUSS TERMODIFIKASI**

ISRINANNISA YANE AULIA

03211840000017

Dosen Pembimbing

Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T.

NIP. 19751018 200501 1 003

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022



FINAL PROJECT - RE 184804

**ESTIMATION OF CO POLLUTANT DISPERSION IN
KRAMATWATU DISTRICT USING THE GAUSS
MODIFIED APPROACH**

ISRINANNISA YANE AULIA

03211840000017

Advisor

Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T.

NIP. 19751018 200501 1 003

DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Faculty of Civil, Environmental and Geo Engineering

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2022

LEMBAR PENGESAHAN

ESTIMASI DISPERSI POLUTAN CO DI WILAYAH KECAMATAN KRAMATWATU DENGAN PENDEKATAN MODEL GAUSS TERMODIFIKASI

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : Isrinannisa Yane Aulia
NRP. 0321184000017

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T.


Pembimbing


2. Prof. Ir. Joni Hermana, M.Sc.Es., Ph.D.


Penguji

3. Dr. Eng. Arie Dipareza Syafe'i, S.T., MEPM.


Penguji

4. Arseto Yekti Bagastyo, S.T., MT., MPhil, Ph.D.


Penguji



PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Isrinannisa Yane Aulia/03211840000017
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing / NIP : Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T./19751018 200501 1 003

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Estimasi Dispersi Polutan CO di Wilayah Kecamatan Kramatwatu dengan Pendekatan Model Gauss Termodifikasi” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Mengetahui
Dosen Pembimbing

Surabaya, 22 Juli 2022
Mahasiswa,



Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., MT
NIP. 19751018 200501 1 003



Isrinannisa Yane Aulia
NRP. 03211840000017

ESTIMASI DISPERSI POLUTAN CO DI WILAYAH KECAMATAN KRAMATWATU DENGAN PENDEKATAN MODEL GAUSS TERMODIFIKASI

Nama Mahasiswa : Isrinannisa Yane Aulia / 0321184000017
NRP : Teknik Lingkungan FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T

Abstrak

Letak Kecamatan Kramatwatu dinilai strategis karena berada di antara Kabupaten Serang, Kota Cilegon dan Kota Serang. Hal tersebut menjadikan wilayah ini padat lalu lintas dan sering dilewati oleh kendaraan berat seperti truk dan tronton. Keadaan tersebut berbanding terbalik dengan jumlah RTH yang semakin menurun. Banyak keluhan dari warga tentang kondisi kualitas udara yang buruk di sekitar pemukiman mereka. Keadaan ini tidak didukung dengan stasiun pemantau terdekat. Hal ini menyebabkan warga tidak mengetahui dengan pasti berapa konsentrasi suatu parameter polutan yang mereka terima. Stasiun terdekat yaitu Stasiun Banten 5 yang terletak di Pendopo Gubernur Lama Provinsi Banten pada jarak sekitar 9 km dari wilayah ini. tersebut tidak sesuai dengan kriteria jarak minimum stasiun pemantau kualitas udara terhadap lokasi uji. Jarak minimum yang diperbolehkan adalah 5 km. Maka, diperlukan model dispersi pencemar pada wilayah ini untuk memprediksi sebaran emisi serta kualitas udara yang diterima oleh warga sekitar.

Penelitian ini membutuhkan data *traffic counting*, profil jalan, data pendukung geometri jalan, data pola arus lalu lintas, data meteorologis serta data konsentrasi polutan sebagai verifikasi model yang dibangun. Penelitian ini menggunakan data hasil *traffic counting* pada jam puncak diruas jalan yang menjadi lokasi penelitian karena pada waktu tersebut emisi kendaraan merupakan penyumbang utama penurunan kualitas udara ambien wilayah ini. Data yang diperoleh kemudian diolah menjadi data beban emisi. Adapun polutan yang akan diuji adalah jenis gas karbon monoksida (CO). Gas tersebut dipilih karena mayoritas keluhan warga merujuk pada beberapa dampak negatif dari gas CO seperti pusing, sakit kepala dan mual setelah berkendara. Selanjutnya, data beban emisi menjadi input data ke dalam persamaan Gauss termodifikasi. Persamaan ini merupakan hasil modifikasi persamaan Gauss sumber titik. Sumber garis dianggap sebagai kumpulan titik yang bernilai *infinity*. Penelitian ini membatasi garis yang *infinity* tersebut menjadi sumber garis pada nilai tertentu sepanjang ruas jalan yang menjadi lokasi penelitian. Persamaan Gauss pada sumber garis tersebut kemudian dibuat suatu pemodelan dispersi polutan menggunakan *software* Matlab.

Adapun hasil penelitian ini adalah pola sebaran emisi gas CO akibat aktivitas lalu lintas pada ruas jalan di Kecamatan Kramatwatu cenderung tersebar ke arah barat daya dan menuju selatan barat daya pada arah angin dominan dari arah NNE. Konsentrasi tertinggi berada pada radius 0-803 meter dengan konsentrasi CO $2478 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sampai dengan $173,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Masyarakat terdekat yang bermukim sekitar ruas jalan di Kecamatan Kramatwatu berada pada jarak 6,5 meter. Adapun konsentrasi gas CO yang mereka hirup berdasarkan hasil model yaitu $55,51 \times 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa keluhan masyarakat bukan akibat dari gas CO akibat aktivitas lalu lintas.

Kata kunci: beban emisi, karbon monoksida, Matlab, pemodelan Gauss termodifikasi, *traffic counting*.

ESTIMATION OF CO POLLUTANT DISPERSION IN KRAMATWATU DISTRICT USING THE GAUSS MODIFIED APPROACH

Student Name/NRP : Isrinannisa Yane Aulia / 0321184000017
Department : Teknik Lingkungan FTSP-ITS
Advisor : Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., MT.

Abstract

The location of Kramatwatu district is considered strategic because it is located between Serang Regency, Cilegon City and Serang City. This makes this area heavy in traffic and is often passed by heavy vehicles such as trucks and trontons. This situation is inversely proportional to the decreasing number of green open spaces. Many complaints from residents about the poor air quality conditions around their settlements. This situation is not supported by the nearest monitoring station. This causes residents not to know with certainty the concentration of a pollutant parameter they receive. The nearest station is Banten 5 Station which is located in the Old Governor's Hall of Banten Province at a distance of about 9 km from this area. that does not meet the criteria for the minimum distance of the air quality monitoring station to the test location. The minimum distance allowed is 5 km. Therefore, a pollutant dispersion model is needed in this area to predict the emission distribution and air quality received by local residents.

This research requires traffic counting data, road profiles, supporting road geometry data, traffic flow pattern data, meteorological data and pollutant concentration data as verification of the model built. This study uses data from traffic counting at peak hours on the road that is the research location because at that time vehicle emissions are the main contributor to the decrease in ambient air quality in this region. The data obtained is then processed into emission load data. The pollutant to be tested is the type of carbon monoxide (CO) gas. The gas was chosen because the majority of residents' complaints referred to some of the negative effects of CO gas such as dizziness, headaches and nausea after driving. Next, the emission load data becomes the input data into the modified Gauss equation. This equation is the result of a modification of the point source Gauss equation. The source of the line is considered as a collection of points that have an infinity value. This study limits the line whose infinity is the source of the line at a certain value along the road that is the location of the study. The Gauss equation at the source of the line is then made a pollutant dispersion model using Matlab software.

The results of this study are the distribution pattern of CO gas emissions due to traffic activities on roads in Kramatwatu District tends to spread to the southwest and south-southwest in the dominant wind direction from the NNE direction. The highest concentration is in a radius of 0-803 meters with a CO concentration of 2478 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ up to 173,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The nearest community living around the road in Kramatwatu District is 6,5 meters away. The concentration of CO gas they inhaled based on the model results was 555,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. These results indicate that public complaints are not the result of CO gas due to traffic activities.

Kata kunci: carbon monoxide, emission load, matlab, modified Gaussian modeling, traffic counting.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, kemudahan dan kelancaran sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu tidak terlepas dari peran serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si, M.T., atas segala masukan dan nasihatnya selama kegiatan penelitian dan dalam penyusunan laporan tugas akhir.
2. Bapak Prof. Ir. Joni Hermana, M.Sc. ES., Ph.D., Bapak Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST, MEPM dan Bapak Arseto Yekti Bagastyo, ST., MT., MPhil, PhD atas arahan dan saran yang diberikan untuk penelitian ini.
3. Ibu Ervin Nurhayati, S.T., M.T., PhD., sebagai dosen wali atas bimbingan selama menjalani kegiatan perkuliahan di Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS.
4. Rekan-rekan surveyor dalam pengerjaan tugas akhir atas kerja sama, ketersediaann waktu dan bantuannya.
5. Teman-teman Teknik Lingkungan ITS 2018, khususnya anggota Laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim, atas segala bantuan dan dukungannya selama pengerjaan tugas akhir.

Penyusun juga mengucapkan terima kasih kepada Mamah, Ayah, Dek Dina, dan Dek Aldi serta keluarga besar atas segala dukungan materi, doa dan moral demi kelancaran tugas akhir. Penyusun mengharapkan saran dan kritik dari pembaca demi penyempurnaan terkait tugas akhir ini.

Surabaya, Juli 2022
Penyusun

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
Abstrak.....	iii
Abstract.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Ruang Lingkup.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Gambaran Umum Wilayah Studi dan Penelitian Terdahulu.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Gambaran Umum Wilayah Studi.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 Hasil Penelitian Terdahulu.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Pengolahan Data <i>Traffic Counting</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Pengolahan Data <i>Traffic Counting</i> Berdasarkan MKJI (1997).....	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Pengolahan Data <i>Traffic Counting</i> Berdasarkan PKJI (2014).....	Error! Bookmark not defined.
a. Pengolahan data <i>traffic counting</i> pada jalan bebas hambatan.....	Error! Bookmark not defined.
b. Pengolahan data <i>traffic counting</i> pada jalan perkotaan.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Perhitungan Faktor Kecepatan.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Pencemaran Udara dan Jenis Sumber Pencemar.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.1 Zat Pencemar CO.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.2 Konversi satuan PPM ke dalam $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada suatu jenis gas.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Perhitungan Beban Emisi untuk Nilai Konsentrasi CO.....	Error! Bookmark not defined.
2.6 Model Dispersi Udara.....	Error! Bookmark not defined.
2.7 Pemodelan Gauss Termodifikasi.....	Error! Bookmark not defined.
2.8 Verifikasi Model.....	Error! Bookmark not defined.
2.9 MATLAB (Matrix Laboratory).....	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Gambaran Umum Wilayah Studi.....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Kerangka Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3 Penjelasan Kerangka Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.1 Ide Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.2 Studi Pustaka.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.3 Pengumpulan Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.4 Analisis Data dan Pembahasan.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.5 Kesimpulan dan Saran.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	Error! Bookmark not defined.
4.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.1 Profil Lokasi Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.2 Karakteristik Pola Lalu Lintas Daerah Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
4.2 Pengolahan Data <i>Traffic Counting</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Konversi Satuan Kendaraan.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Perhitungan Kapasitas Jalan.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.3 Penentuan Derajat Kejenuhan (D_j).....	Error! Bookmark not defined.
4.3 Perhitungan Beban Emisi untuk Nilai Konsentrasi CO.....	Error! Bookmark not defined.
4.4 Analisis Data Konsentrasi CO Ambien Sebagai Data Verifikasi Model.....	Error! Bookmark not defined.
4.5 Analisis Data Meterologi.....	Error! Bookmark not defined.
4.6 Pembuatan Model Dispersi.....	Error! Bookmark not defined.
4.6.1 Pembuatan Model Menggunakan Excel.....	Error! Bookmark not defined.
4.6.2 Pembuatan Model Menggunakan Matlab.....	Error! Bookmark not defined.
4.7 Verifikasi Model Terbangun.....	Error! Bookmark not defined.

4.8	Pembahasan Hasil Model dan Hasil Verifikasi Model.....	Error! Bookmark not defined.
4.9	Pembuatan Skenario dan <i>Overlay</i> Model.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		Error! Bookmark not defined.
5.1.	Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2.	Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA.....		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN I DATA HASIL <i>TRAFFIC COUNTING</i>		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN II DATA HASIL KONVERSI SATUAN KENDARAAN		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN III DATA HASIL NILAI DERAJAT JENUH (D_j)		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN IV DATA HASIL PENENTUAN FAKTOR KOREKSI (f)		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN V DATA HASIL PERHITUNGAN BEBAN EMISI		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN VI DATA HASIL KONVERSI SATUAN CO AMBIEN.....		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN VII DATA HASIL ESTIMASI KONSENTRASI CO PADA TITIK PANTAU DENGAN KECEPATAN ANGIN BERBEDA		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN VIII <i>SCRIPT</i> DAN DATA INPUT UNTUK MEMBANGUN MODEL DISPERSI PADA MATLAB		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN IX DOKUMENTASI LAPANGAN		Error! Bookmark not defined.
BIODATA PENULIS		Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2. 1 Kondisi Ruas Jalan yang Ada di Kecamatan Kramatwatu.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 2 Peta Wilayah Studi Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 3 Pola Lalu Lintas Ruas Jalan Raya Serang Cilegon, Kecamatan Kramatwatu.. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 4 Pola Lalu Lintas Pada Hari Puncak Ruas Jalan Serang Cilegon.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 5 Kecepatan sebagai fungsi dari derajat kejenuhan pada JBH4/2 atau JBH6/2.. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 6 Hubungan v_T dengan D_j , pada Tipe Jalan 2/2TB.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 7 Hubungan v_T dengan D_j , pada Jalan 4/2B, 6/2B.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 8 konversi arah angin ke dalam sumbu kartesius.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 2 Kerangka Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 3 *Interface Meteoblue***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 4 Koordinat kartesian pemodelan dispersi Gauss pada sumber garis ...**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 1 Hasil *Plotting* Penentuan v_T Sepeda Motor Pukul 07-00-08.00 WIB pada Jalur Cilegon-Serang dengan Tipe jalur 4/2B**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 2 *Windrose* Kecamatan Kramatwatu 14 Maret 2022**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 3 Kontur Pola Serbaran CO Ruas Jalan di Kecamatan Kramatwatu pada Jam Puncak 07.00-08.00 WIB**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 4 Kontur Pola Serbaran CO Ruas Jalan di Kecamatan Kramatwatu pada Jam Puncak 12.00-13.00 WIB**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 5 Kontur Pola Serbaran CO Ruas Jalan di Kecamatan Kramatwatu pada Jam Puncak 16.00-17.00 WIB**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 6 Kemacetan Lalu Lintas di Kecamatan Kramatwatu Akibat Perbaikan Jalan .. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 7 Pola Dispersi CO Hasil *Overlay Model*.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Jenis Wilayah di Kecamatan Kramatwatu	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 2 Data <i>Traffic Counting</i> Arus Arah Cilegon Menuju Serang.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 3 Data <i>Traffic Counting</i> Arus Arah Serang Menuju Cilegon	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 4 Emp untuk Jalan Perkotaan Tidak Terbagi	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 5 Emp untuk Jalan Perkotaan Terbagi	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 6 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 7 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 8 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisah Arah (FC_{sp})	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 9 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Hambatan Samping (FC_{SF}) untuk Jalan Perkotaan (Jalan dengan Bahu/dengan Kerb)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 10 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FC_{CS})	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 11 Ekr untuk Jalan Bebas Hambatan 4/2B Tipe Alinemen Datar	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 12 Ekr untuk Jalan Bebas Hambatan 6/2B Tipe Alinemen Datar	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 13 Arus Bebas Dasar (v_{BD}) pada Tipe Alinemen Datar JBH	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 14 Penyesuaian Kecepatan Akibat Perbedaan Lebar Efektif Lajur Lalu Lintas (v_{BL}) Terhadap Kecepatan Arus Bebas KR pada Tipe Alinemen Datar	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 15 Nilai C_o pada JBH.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 16 Nilai FC_L pada JBH.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 17 Ekvivalen Kendaraan Ringan untuk Tipe Jalan 2/2TT	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 18 Ekvivalen Kendaraan Ringan untuk Jalan Terbagi dan Satu Arah	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 19 Kecepatan Arus Bebas Dasar, v_{BD}	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 20 Nilai Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Dasar Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif, v_{BL}	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
Tabel 2. 21 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping, FV_{BHS} , untuk Jalan Berbahu dengan Lebar Efektif LBE	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 22 Faktor Penyesuaian Arus Bebas Akibat Hambatan Samping untuk Jalan Berkereb dengan Jarak Kereb ke Penghalang Terdekat L_{K-p}	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 23 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan Akibat Ukuran Kota (FV_{UK}) ...	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
Tabel 2. 24 Kapasitas Dasar, C_o	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 25 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Lajur Atau Jalur Lalu Lintas, FC_{LJ}	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
Tabel 2. 26 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Pemisahan Arah Lalu Lintas, FC_{PA}	Error! Bookmark not defined.
defined.	
Tabel 2. 27 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat KHS pada Jalan Berbahu, FC_{HS}	Error! Bookmark not defined.
defined.	
Tabel 2. 28 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat KHS pada Jalan Berkereb dengan Jarak dari Kereb ke Hambatan Samping Terdekat Sejauh L_{KP} , FC_{HS}	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 29 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Ukuran Kota, FC_{UK}	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 30 Faktor Koreksi Kecepatan Rata-Rata Kendaraan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 31 Efek CO Pada Level Konsentrasi Tertentu	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 32 Baku Mutu Udara Ambien CO	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 33 Faktor Emisi Kendaraan Bermotor Untuk Kota Metropolitan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 34 Faktor Emisi Gas Buang Kendaraan Untuk Kota Metropolitan dan Kota Besar di Indonesia Berdasarkan Sub-Kategori dalam Kategori Mobil, Ditambah dengan Kendaraan Roda 3	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
Tabel 2. 35 Kategori Kendaraan Bermotor.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 36 Metode Stabilitas Pasquil.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 37 Koefisien σ_y dan σ_z pada Daerah Rural	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 38 Koefisien σ_y dan σ_z pada Daerah Urban	Error! Bookmark not defined.

Tabel 3. 1 Ruas Jalan Lokasi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 2 Data yang Digunakan pada Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 3 Faktor Emisi Gas CO yang Digunakan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1 Daftar Ruas Jalan yang Menjadi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 <i>Traffic Counting</i> Jalan Raya Serang Cilegon	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3 Data Volume Kendaraan pada Ruas Jalan Serang Cilegon	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4 Faktor Emp pada Ruas Jalan Serang Cilegon.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5 Data Volume Kendaraan pada Ruas Jalan Tol Jakarta Merak.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 6 Faktor Ekr pada Ruas Jalan Tol Jakarta Merak	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 7 Data <i>Windspeed</i> dan Arah Angin Kecamatan Kramatwatu 14 Maret 2022.....	Error! Bookmark not defined.
defined.	
Tabel 4. 8 Hasil Estimasi Konsentrasi CO pada Titik Pantau	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 9 Selisih Data Model dengan Data Lapangan.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan RMSE	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 11 Kecepatan dan Arah Angin untuk Pembuatan Skenario dan <i>Overlay</i> Model Pada Hari Puncak dan pada Jam Puncak Pagi	Error! Bookmark not defined.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecamatan Kramatwatu merupakan salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Serang. Kecamatan ini terletak pada koordinat. -5.987 sampai dengan -6.092 Lintang Selatan dan 106.064 sampai dengan 106.148 Bujur Timur, dengan ketinggian wilayah kurang dari 500 mdpl (Bappeda, 2016). Kecamatan ini memiliki 15 Desa dengan total penduduk 100.119 jiwa yang menempati Kecamatan Kramatwatu pada tahun 2020 (BPS, 2021). Kecamatan ini merupakan daerah yang menghubungkan Kabupaten Serang, Kota Serang dengan Kota Cilegon. Hal ini mengakibatkan padatnya lalu lintas. Selain itu, kecamatan ini sering dilalui kendaraan berat seperti truk dan tronton (Bantennews, 2019) yang akan masuk menuju Gerbang Tol Serang Barat maupun Gerbang Tol Cilegon Timur. Data kepadatan lalu lintas kecamatan ini lebih dari 15.000 jumlah kendaraan yang melintas perhari (Bappeda, 2016).

Hal itu berbanding terbalik dengan penurunan jumlah Ruang Terbuka Hijau (RTH) akibat penambangan galian di kaki Gunung Pinang, bahkan warga sekitar tidak mengetahui kegiatan tersebut ilegal atau legal, karena tidak ada sosialisasi (Iqbal, 2020). Kondisi ini akan berdampak terhadap penurunan kualitas udara. Berdasarkan data laporan Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi Banten (2016), indeks kualitas udara ambien termasuk dalam kategori kurang dengan angka indeks 58,80, data laporan Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi Banten tahun 2017, indeks kualitas udara ambien termasuk dalam kategori kurang baik dengan angka indeks 75,57.

Sedangkan, data terbaru hasil monitoring stasiun pemantau kualitas udara terdekat yaitu stasiun Banten 5 yang terletak pada jarak kurang lebih 9 km dari Kecamatan Kramatwatu, pada tanggal 14 Januari 2022 per jam 15.00 WIB memiliki indeks kualitas udara kategori baik (DLH, 2022), hal ini dikarenakan musim penghujan dan terjadinya presipitasi sebesar 15.0 mm pada sore hingga malam hari (*Plume Labs*, 2022). Akan tetapi, data tersebut tidak bisa digunakan, karena tidak sesuai dengan standar minimum jarak stasiun pemantau kualitas udara terhadap lokasi uji, yaitu 5 km (KLH, 2003). Maka, masyarakat Kecamatan Kramatwatu tidak mendapatkan data akurat mengenai kualitas udara yang mereka hirup. Berdasarkan hasil survei tanggal 13 sampai dengan 15 Januari 2022 pada 31 responden, 9 diantaranya adalah pengguna ruas jalan Kecamatan Kramatwatu dan 25 diantaranya adalah masyarakat yang bermukim di sekitar lokasi penelitian, terjadi beberapa keluhan dari masyarakat sekitar area ruas jalan arteri. Sebanyak 37% masyarakat mengeluh tentang kualitas udara sekitar rumah yang buruk dengan skala 3 dari 1 sampai dengan 5, serta gejala yang sering mereka rasakan seperti sakit kepala, gelisah, iritasi atau sakit tenggorokan, berdebu dan sering tercium gas menyengat. Sedangkan menurut data dari DLH Provinsi Banten (2016), kegiatan transportasi berupa jumlah volume kendaraan merupakan sumber utama penentu kualitas udara ambien Provinsi Banten. Emisi yang dikeluarkan kendaraan bermotor menghasilkan senyawa karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂) dan partikulat. Keluhan dari masyarakat merujuk pada efek negatif dari gas serta partikulat yang umumnya diemisikan oleh kendaraan bermotor.

Penelitian ini dilakukan analisis pola sebaran emisi gas CO yang berasal dari aktivitas lalu lintas serta estimasi nilai konsentrasi gas CO yang akan diterima oleh masyarakat sekitar. Gas CO dipilih karena memiliki *lifetime* hari hingga minggu sehingga dapat menyebabkan transportasi polutan secara global, dan dapat menyebabkan efek negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Salah satu metode untuk memprediksi efek tersebut adalah dengan menggunakan model dispersi. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk model dispersi yaitu menggunakan pemodelan Gauss termodifikasi. Metode ini dipilih karena dapat

merespon *input* secara cepat dengan menghitung satu formula persamaan. Akan tetapi, model ini akan memberikan hasil yang buruk dalam keadaan kecepatan angin yang rendah. Model ini dapat diaplikasikan secara komputasi atau menggunakan aplikasi seperti AERMOD, CTDM, ADMS, CALINE3 dan lain sebagainya (Leelossy *et. al.*, 2014). Pada penelitian ini konsentrasi emisi pada sumber dibuat suatu model sebaran secara komputasi menggunakan *software* Matlab.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pola sebaran emisi CO akibat aktivitas lalu lintas Kecamatan Kramatwatu. Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pola sebaran emisi gas CO dari sumber aktivitas lalu lintas berdasarkan arah angin dominan menggunakan model Gauss termodifikasi?
2. Berapa besar konsentrasi CO ambien dari sumber aktivitas lalu lintas saat jam puncak yang akan diterima oleh masyarakat sekitar berdasarkan model sebaran Gauss termodifikasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memperoleh dua hal sebagai berikut.

1. Mengkaji pola sebaran emisi gas CO dari sumber aktivitas lalu lintas berdasarkan arah angin dominan menggunakan model Gauss termodifikasi.
2. Mengkaji konsentrasi gas CO ambien dari sumber aktivitas lalu lintas yang akan diterima oleh masyarakat sekitar berdasarkan model sebaran Gauss.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sumber emisi berdasarkan aktivitas lalu lintas kendaraan bermotor yang melintasi jalan bebas hambatan, jalan arteri primer maupun sekunder dan jalan lokal primer di Kecamatan Kramatwatu pada jam puncak Hari Senin.
2. Data meteorologi diperoleh dari www.meteoblue.com.
3. Jenis emisi yang akan dilakukan pemodelan adalah gas CO.
4. Model Gauss yang digunakan adalah model Gauss yang telah termodifikasi untuk sumber *line source*.
5. Aktivitas dari lalu lintas tidak memperhatikan data emisi saat terjadi hal luar biasa seperti kemacetan, kecelakaan dan lain-lain.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi peneliti lain, akademisi, masyarakat sekitar dan instansi terkait. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberi masukan secara akademis tentang pengelolaan kualitas udara di sekitar lokasi.
2. Memperoleh jumlah rata-rata konsentrasi polutan yang diemisikan kendaraan pada ruas jalan bebas hambatan, jalan arteri primer maupun sekunder dan jalan lokal primer Kecamatan Kramatwatu.
3. Memperoleh estimasi pola sebaran polutan yang diemisikan kendaraan pada ruas jalan bebas hambatan, jalan lokal, jalan kolektor, jalan arteri primer dan sekunder Kecamatan Kramatwatu yang akan diterima oleh masyarakat sekitar.
4. Dapat digunakan sebagai bahan rekomendasi bagi instansi terkait tentang kebijakan yang perlu dilakukan dalam pengendalian pencemaran udara sekitar lokasi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Wilayah Studi dan Penelitian Terdahulu

2.1.1. Gambaran Umum Wilayah Studi

Wilayah lokasi studi penelitian ini adalah Kecamatan Kramatwatu. Berdasarkan data BPS Kecamatan Kramatwatu (2021), wilayah ini merupakan salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Serang. Wilayah ini memiliki total luas 48,59 km². Kecamatan ini diapit oleh Kota Serang dan Kota Cilegon. Adapun batasan wilayah ini adalah sebagai berikut.

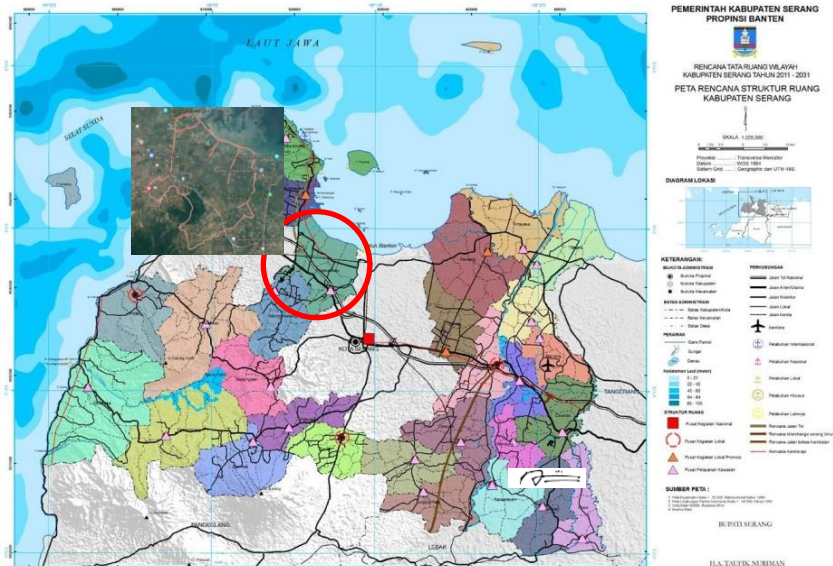
- Bagian Utara : Laut Jawa
- Bagian Timur : Kecamatan Kasemen (Kota Serang)
- Bagian Selatan : Kecamatan Taktakan (Kota Serang)
- Bagian Barat : Kecamatan Cibeber (Kota Cilegon)

Kondisi tersebut menjadikan wilayah ini sebagai lokasi strategis lalu lalang lalu lintas, mulai dari kendaraan bermotor tipe ringan hingga berat. Dengan keadaan demikian, maka dapat diasumsikan wilayah ini memiliki emisi kendaraan yang tinggi.



Gambar 2. 1 Kondisi Ruas Jalan yang Ada di Kecamatan Kramatwatu

Berikut adalah peta lokasi studi penelitian Kecamatan Kramatwatu.



Gambar 2. 2 Peta Wilayah Studi Penelitian

Sumber: Lampiran I Peraturan Daerah Kabupaten Serang Nomor 10 Tahun 2011

Kecamatan ini memiliki 15 desa yang terdiri dari wilayah *urban* (perkotaan) maupun wilayah *rural* (pedesaan). Berikut adalah daftar desa pada wilayah studi berdasarkan data data BPS Kecamatan Kramatwatu tahun 2021.

Tabel 2. 1 Klasifikasi Jenis Wilayah di Kecamatan Kramatwatu

Desa/Kelurahan <i>Village/Subdistrict</i>	Perkotaan <i>Urban</i>	Perdesaan <i>Rural</i>
(1)	(2)	(3)
1. Lebakwana	√	-
2. Pelamunan	√	-
3. Margasana	-	√
4. Kramatwatu	√	-
5. Pejaten	√	-
6. Wanayasa	√	-
7. Harjatani	√	-
8. Serdang	√	-
9. Toyomerto	-	√
10. Pegadangan	√	-
11. Pamengkang	-	√
12. Tonjong	-	√
13. Terate	-	√
14. Teluk Terate	-	√
15. Margatani	√	-

Sumber: BPS Kecamatan Kramatwatu dalam angka 2021

Pengukuran kualitas udara terdekat dari lokasi penelitian ini adalah pada stasiun pemantau kualitas udara Banten 5 yang terletak di Pendopo Gubernur Lama Kabupaten Serang, sekitar 9 km dari lokasi. Banyaknya emisi oleh kendaraan dapat diketahui berdasarkan jenis ruas jalan yang dilewati (Wisi, 2012), menurut UU No 38 tahun 2004 pasal 8 mengklasifikasikan jalan menjadi empat macam berdasarkan fungsinya, yaitu sebagai berikut.

- Jalan arteri
Jalan yang melayani angkutan umum dengan ciri jarak tempuh kendaraan yang jauh serta dengan kecepatan rata-rata tinggi dan jalan masuk dibatasi berdasarkan daya guna.
- Jalan kolektor
Jalan yang melayani angkutan angkutan pengumpul dengan ciri-ciri jarak tempuh kendaraan sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jalan masuk dibatasi.
- Jalan lokal
Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri jarak tempuh kendaraan dekat, kecepatan rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi
- Jalan lingkungan
Jalan yang melayani angkutan lingkungan dengan ciri-ciri jarak tempuh kendaraan dekat serta dengan kecepatan rendah.

Sedangkan, menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2005 Tentang Jalan bebas hambatan, Jalan bebas hambatan yang digunakan untuk lalu lintas antarkota didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 80 (delapan puluh) kilometer per jam, dan untuk jalan bebas hambatan di wilayah perkotaan didesain dengan kecepatan rencana paling rendah 60 (enam puluh) kilometer per jam. Jalan bebas hambatan didesain untuk mampu menahan muatan sumbu terberat (MST) paling rendah 8 (delapan) ton.

Penelitian ini dipilih ruas jalan arteri dan ruas jalan bebas hambatan sebagai lokasi penelitian karena dianggap cenderung memiliki kepadatan kendaraan yang tinggi. Adapun nama jalan yang ada di wilayah Kecamatan ini sebagai lokasi studi di Kecamatan Kramatwatu adalah sebagai berikut.

1. Jalan Raya Serang Cilegon
2. Jalan Tol Merak-Jakarta
3. Jalan Nasional Lingkar Selatan
4. Jalan Raya Waringin Kurung
5. Jalan Waringin Kurung

2.1.2 Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian ini menggunakan metode *traffic counting* sebagai perhitungan sumber emisi. Penelitian terdahulu mengenai *traffic counting* di wilayah Kecamatan Kramatwatu telah dilaksanakan oleh Ansori dkk., (2020). Penelitian tersebut dilaksanakan pada tahun 2019 di ruas Jalan Raya Serang Cilegon dengan data geometri jalan sebagai berikut.

Segmen	: Serang dan Cilegon
Kelas administrasi jalan	: Nasional
Panjang yang diambil	: 1,0 Km
Tipe jalan	: 2/2 TB
Lebar badan jalan	: 10 m
Lebar perlajur	: 5 m
Lebar bahu	: 2,5 M
Kelas fungsional	: Arteri
Provinsi	: Banten

Adapun data hasil *traffic counting* yang telah dilakukan Ansori dkk., adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 2 Data Traffic Counting Arus Arah Cilegon Menuju Serang

No	Waktu	Arus Arah Cilegon Menuju Serang											
		Rabu, 17 Juli 2019				Sabtu, 20 Juli 2019				Senin, 22 Juli 2019			
		LV	HV	MC	JML	LV	HV	MC	JML	LV	HV	MC	JML
1	06.00 - 07.00	652	55	1893	2600	454	71	2076	2601	709	47	3169	3925
2	07.00 - 08.00	641	70	2028	2739	462	78	2034	2574	793	73	3885	4751
3	11.00 - 12.00	778	108	1323	2209	496	82	1862	2440	771	101	2040	2912
4	12.00 - 13.00	684	108	1080	1872	449	69	1832	2350	787	102	2063	2952
5	16.00 - 17.00	762	77	2155	2994	492	93	2292	2877	870	87	2344	3301
6	17.00 - 18.00	682	75	2031	2788	503	89	2324	2916	776	90	2177	3043

Sumber:(Ansori dkk., 2020)

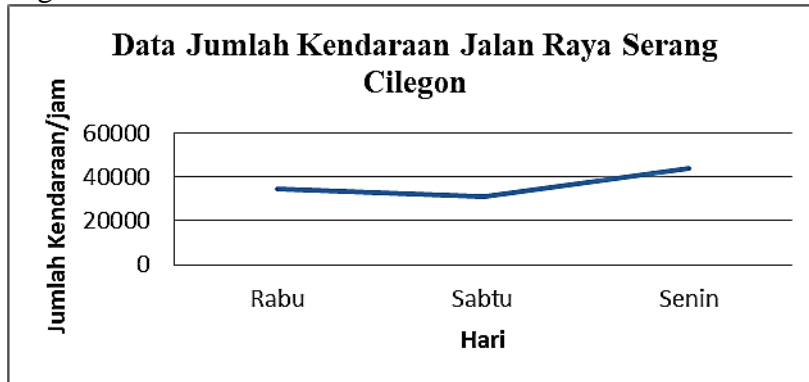
Tabel 2. 3 Data Traffic Counting Arus Arah Serang Menuju Cilegon

No	Waktu	Arus Arah Serang Menuju Cilegon											
		Rabu, 17 Juli 2019				Sabtu, 20 Juli 2019				Senin, 22 Juli 2019			
		LV	HV	MC	JML	LV	HV	MC	JML	LV	HV	MC	JML
1	06.00 - 07.00	523	81	2579	3183	450	68	2022	2540	616	78	2621	3315
2	07.00 - 08.00	833	101	3769	4703	494	79	2014	2587	911	109	4259	5279
3	11.00 - 12.00	704	132	1640	2476	472	81	1961	2514	787	129	2136	3052
4	12.00 - 13.00	871	138	1586	2595	474	85	1913	2472	920	109	2083	3112

No	Waktu	Arus Arah Serang Menuju Cilegon											
		Rabu, 17 Juli 2019				Sabtu, 20 Juli 2019				Senin, 22 Juli 2019			
		LV	HV	MC	JML	LV	HV	MC	JML	LV	HV	MC	JML
5	16.00 - 17.00	702	87	2373	3162	503	77	1930	2510	936	102	3431	4469
6	17.00 - 18.00	630	88	2282	3000	512	80	1877	2469	770	90	2840	3700

Sumber: (Ansori dkk., 2020)

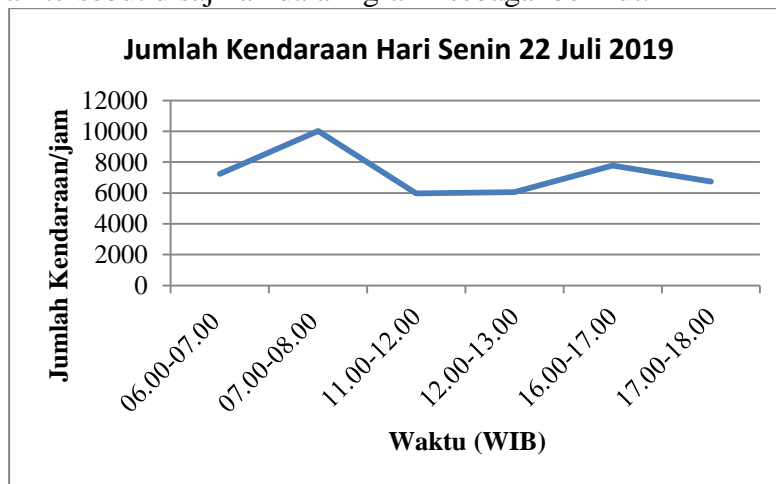
Berdasarkan data *traffic counting* tersebut, didapatkan pola lalu lintas perhari yang disajikan dalam grafik sebagai berikut.



Gambar 2. 3 Pola Lalu Lintas Ruas Jalan Raya Serang Cilegon, Kecamatan Kramatwatu

Sumber: Pengolahan Data Sekunder, 2022

Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa hari puncak saat terjadi volume lalu lintas maksimum adalah saat Hari Senin. Sedangkan, pola lalu lintas pada hari puncak tersebut tiap jam dari penelitian tersebut disajikan dalam grafik sebagai berikut.



Gambar 2. 4 Pola Lalu Lintas Pada Hari Puncak Ruas Jalan Serang Cilegon

Sumber: Pengolahan Data Sekunder, 2022

Berdasarkan grafik tersebut, diperoleh data pola jam puncak pagi, siang dan sore pada arus lalu lintas ruas Jalan Raya Serang Cilegon. Adapun jam puncak tersebut terjadi pada pukul 07.00 WIB, 12.00-13.00 WIB dan 16.00-17.00 WIB. Selanjutnya, dari data *traffic counting* yang diperoleh, dilakukan perhitungan derajat jenuh (D_j) ruas jalan yang diambil menggunakan metode MKJI, 1997. Adapun perhitungan D_j dilakukan dengan langkah sebagai berikut (Ansori, 2020).

1. Perhitungan Arus Lalu Lintas

Perhitungan arus lalu lintas menggunakan faktor koreksi emp berdasarkan MKJI, 1997 sebagai berikut.

- emp LV = 1,0
- emp HV = 1,2
- emp MC = 0,25

Adapun persamaan untuk menghitung volume lalu lintas adalah sebagai berikut.

$$Q \text{ smp} = (\text{emp LV} \times \text{LV} + \text{emp HV} \times \text{HV} + \text{emp MC} \times \text{MC})$$

Perhitungan arus lalu lintas pada tipe lajur 2/2TB, kalkulasi kedua ruas dijumlahkan. Adapun jumlah *traffic counting* pada pukul 07.00-08.00 WIB yaitu sebesar 1704 kendaraan/jam untuk jenis kendaraan LV, 182 kendaraan/jam untuk jenis kendaraan HV dan 8144 kendaraan/jam untuk jenis kendaraan MC. Maka arus lalu lintas yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$$Q \text{ smp} = (\text{emp LV} \times \text{LV} + \text{emp HV} \times \text{HV} + \text{emp MC} \times \text{MC})$$

$$Q \text{ smp} = (1,0 \times 1704 + 1,2 \times 182 + 0,25 \times 8144)$$

$$Q \text{ smp} = 3958,4 \text{ smp/jam}$$

2. Perhitungan Kapasitas Jalan

Perhitungan kapasitas jalan menurut MKJI, 1997 adalah dengan persamaan sebagai berikut.

$$C (\text{smp/jam}) = C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

Di mana:

C = kapasitas jalan

C₀ = kapasitas dasar

FC_w = faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas

FC_{sp} = faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah

FC_{sf} = faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping

FC_{cs} = faktor penyesuaian ukuran kota

Adapun nilai dari masing-masing parameter pengali untuk perhitungan kapasitas jalan adalah sebagai berikut.

$$C_0 = 2900$$

$$FC_w = 1,29$$

$$FC_{sp} = 1,00$$

$$FC_{sf} = 0,98$$

$$FC_{cs} = 0,95$$

Maka, nilai kapasitas jalan yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$$C (\text{smp/jam}) = C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

$$C (\text{smp/jam}) = 2900 \times 1,29 \times 1 \times 0,98 \times 0,95$$

$$C (\text{smp/jam}) = 3482,9$$

3. Perhitungan Derajat Kejenuhan

Persamaan perhitungan untuk derajat kejenuhan jalan (D_j) berdasarkan MKJI, 1997 adalah sebagai berikut.

$$D_j = \frac{Q}{C}$$

Berdasarkan persamaan tersebut, maka diperoleh nilai D_j Ruas Jalan Serang Cilegon sebagai berikut.

$$D_j = \frac{3958,4 \text{ smp/jam}}{3482,9 \text{ smp/jam}}$$

$$D_j = 1,17$$

2.2 Pengolahan Data *Traffic Counting*

Pengolahan data *traffic counting* dilakukan untuk mengetahui volume lalu lintas dan kapasitas suatu ruas jalan. Kedua data ini akan menghasilkan derajat kejenuhan. Angka derajat kejenuhan suatu ruas jalan menentukan kecepatan rata-rata kendaraan yang melintas. Adapun metode perhitungan yang dilakukan dapan mengacu pada MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) maupun PKJI (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia).

2.2.1. Pengolahan Data *Traffic Counting* Berdasarkan MKJI (1997)

Penelitian ini menggunakan metode perhitungan berdasarkan pedoman MKJI, 1997 pada jenis tipe jalan perkotaan. Proses analisa pada jalan tidak terbagi akan dilakukan perhitungan pada kedua arah lalu lintas secara tidak terpisah, sedangkan pada jalan terbagi analisa dilakukan pada kedua arah arus secara terpisah. Adapun pengolahan data *traffic counting* pada tipe jalan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Konversi satuan kendaraan/jam ke dalam smp/jam

Proses konversi satuan kendaraan/jam menjadi satuan smp/jam dengan cara nilai dari hasil *traffic counting* (kendaraan/jam) dikalikan dengan faktor emp (ekuivalensi mobil penumpang) pada masing masing jenis kendaraan. Adapun rincian jenis kendaraan dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:

- Kendaraan ringan (LV) (termasuk mobil penumpang, minibus, *pick-up*, truk kecil dan *jeep*)
- Kendaraan berat (HV) (termasuk truk dan bus)
- Sepeda motor (MC)

Penentuan nilai smp memerlukan nilai emp dari masing-masing jenis kendaraan. Kendaraan LV memiliki nilai emp satu. Sedangkan, untuk jenis kendaraan lainnya, nilai emp dapat ditentukan pada tabel berikut.

Tabel 2. 4 Emp untuk Jalan Perkotaan Tidak Terbagi

Tipe jalur	Arus lalu lintas (kendaraan/jam)	emp		
		HV	MC	
			Lebar jalur lalu lintas Wc (m)	
			≤ 6	> 6
2/2 TB	0	1,3	0,5	0,4
	≤ 1800	1,2	0,35	0,25
4/2 TB	0	1,3	0,4	
	≤ 1800	1,2	0,25	

Sumber: MKJI (1997)

Tabel 2. 5 Emp untuk Jalan Perkotaan Terbagi

Tipe jalur	Arus lalu lintas (kendaraan/jam)	emp	
		HV	MC
4/2 B	0	1,3	0,4
	≤ 1050	1,2	0,25
6/2 B	0	1,3	0,4
	≤ 1050	1,2	0,25

Sumber: MKJI (1997)

2. Perhitungan kapasitas jalan

Kapasitas jalan merupakan arus lalu lintas maksimum yang dapat ditampung oleh suatu ruas jalan perjamnya. Nilai kapasitas jalan dinyatakan dalam satuan smp/jam. Berikut persamaan nilai C pada tipe jalan perkotaan.

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \quad (1)$$

Di mana:

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalan

FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisah arah (hanya untuk jalan tidak terbagi)

FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb

FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Dalam kondisi ideal, nilai kapasitas jalan (C) bernilai satu. Adapun penentuan kapasitas dasar (C_o) dapat diperoleh dari tabel berikut.

Tabel 2. 6 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan

Tipe Jalan	Kapasitas dasar (smp/jam)	Catatan
6/2B	1650	Per lajur
4/2B	1650	Per lajur
4/2TB	1500	Per lajur
2/2TB	2900	Total dua arah
2/1TB	2900	

Sumber: MKJI (1997)

Sedangkan, penentuan faktor yang diperlukan dalam penentuan kapasitas (C) didapatkan dari beberapa tabel sebagai berikut.

Tabel 2. 7 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)

Tipe Jalan	Lebar jalur Lalu lintas efektif (W_e) (m)	FC_w
		Jalan Perkotaan
6/2B	Per lajur	
	3	0,92
	3,25	0,96
	3,5	1
	3,75	1,04
4/2B	Per lajur	
	3	0,91
	3,25	0,95
	3,5	1
	3,75	1,05
4/2TB	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	6,5	
	7	1
	7,5	
	8	1,14
	9	1,25
2/2TB	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	6,5	
	7	1
	7,5	
	8	1,14
9	1,25	

Tipe Jalan	Lebar jalur Lalu lintas efektif (W_c) (m)	FC _w
		Jalan Perkotaan
	10	1,29
	11	1,34
2/1TB	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	6,5	
	7	1
	7,5	
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber: MKJI (1997)

Tabel 2. 8 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisah Arah (FC_{sp})

Pemisah arah SP%-%	50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC _{sp} Jalan	2/2	1,00	0,97	0,94	0,91
Perkotaan	4/2	1,00	0,99	0,97	0,96

Sumber: MKJI (1997)

Tabel 2. 9 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Hambatan Samping (FC_{sf}) untuk Jalan Perkotaan (Jalan dengan Bahu/dengan Kerb)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FCSF) untuk: Jalan dengan Bahu (Lebar bahu efektif/ W_s) / Jalan dengan Kerb (jarak ke Kerb Penghalang/ W_g)							
		$\leq 0,5$		1,0		1,5		$\geq 2,0$	
		W_s	W_g	W_s	W_g	W_s	W_g	W_s	W_g
4/2 B	VL	0,96	0,95	0,98	0,97	1,01	0,99	1,03	1,01
	L	0,94	0,94	0,97	0,96	1	0,98	1,02	1
	M	0,92	0,91	0,95	0,93	0,98	0,95	1	0,98
	H	0,88	0,86	0,92	0,89	0,95	0,92	0,98	0,95
	VH	0,84	0,81	0,88	0,85	0,92	0,88	0,96	0,92
4/2 TB	VL	0,96	0,95	0,99	0,97	1,01	0,99	1,03	1,01
	L	0,94	0,93	0,97	0,95	1	0,97	1,02	1
	M	0,92	0,90	0,95	0,92	0,98	0,95	1	0,97
	H	0,87	0,84	0,91	0,87	0,94	0,9	0,98	0,93
	VH	0,8	0,77	0,86	0,81	0,9	0,85	0,95	0,9
2/2 TB	VL	0,94	0,93	0,96	0,95	0,99	0,97	1,01	0,99
	L	0,92	0,90	0,94	0,92	0,97	0,95	1	0,97
	M	0,89	0,86	0,92	0,88	0,95	0,91	0,98	0,94
	H	0,82	0,78	0,86	0,81	0,9	0,84	0,95	0,88
	VH	0,73	0,68	0,79	0,72	0,85	0,77	0,91	0,82

Sumber: MKJI (1997)

Tabel 2. 10 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FC_{cs})

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian untuk Ukuran Kota (FC _{cs})
< 0,1	0,86

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian untuk Ukuran Kota (FC _{CS})
0,1 - 0,5	0,90
0,5 - 1,0	0,94
1,0 - 3,0	1,00
> 3,0	1,04

Sumber: MKJI (1997)

Faktor FC_{sp} untuk jalan lebih dari empat lajur adalah satu. Sedangkan, dalam penentuan FC_{SF} untuk jalan enam lajur digunakan tabel berdasarkan jalan empat lajur dengan penyesuaian menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$FC_{6,SF} = 1 - 0,8 (1 - FC_{4,SF}) \quad (2)$$

Di mana:

FC_{6,SF} = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan enam lajur

FC_{4,SF} = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan empat lajur

3. Penentuan derajat kejenuhan (D_j)

Derajat kejenuhan (D_j) yang merupakan penentu tingkat kinerja suatu ruas jalan merupakan suatu perbandingan antara arus terhadap kapasitas jalan. Berikut adalah persamaan dari derajat kejenuhan.

$$D_j = Q/C \quad (3)$$

Di mana:

D_j = derajat kejenuhan

Q = arus lalu lintas

C = kapasitas jalan

2.2.2. Pengolahan Data *Traffic Counting* Berdasarkan PKJI (2014)

Penelitian ini menggunakan dua tipe jalan, yaitu jalan perkotaan dan jalan bebas hambatan. Pengolahan data pada kedua tipe jalan memiliki perbedaan. Adapun pengolahan data *traffic counting* pada jalan bebas hambatan berdasarkan PKJI, 2014 adalah sebagai berikut.

a. Pengolahan data *traffic counting* pada jalan bebas hambatan

1. Konversi satuan kendaraan/jam ke dalam skr/jam

Tujuan dari langkah ini adalah untuk menghitung nilai arus lalu lintas suatu ruas jalan (Q). konversi ini dilakukan dengan mengalikan data jumlah kendaraan/jam suatu jenis kendaraan terhadap masing-masing faktor ekrnya. Hasil konversi tersebut akan data *traffic counting* akan memiliki satuan skr (satuan kendaraan ringan) perjam. Faktor ini merupakan bentuk penyeragaman satuan beberapa tipe kendaraan dibandingkan dengan jenis kendaraan ringan (KR/LV) sehubungan dengan adanya pengaruh karakteristik arus campuran untuk penyeragaman satuan bagi kendaraan selain tipe KR. Adapun nilai faktor ekr KR adalah 1,0. Nilai ekr pada masing-masing tipe jalur akan berbeda. Berikut adalah faktor ekr pada masing-masing tipe jalur pada jalan bebas hambatan (JBH) dengan tipe alinyemen datar.

Tabel 2. 11 Ekr untuk Jalan Bebas Hambatan 4/2B Tipe Alinyemen Datar

q per arah (kend./jam)	Ekr			
	KR	KS	BB	TB
0	1,0	1,2	1,2	1,6
1250	1,0	1,4	1,4	2
2250	1,0	1,6	1,7	2,5
≥ 2800	1,0	1,3	1,5	2

Sumber: PKJI, 2014

Tabel 2. 12 Ekr untuk Jalan Bebas Hambatan 6/2B Tipe Alinyemen Datar

q per arah (kend./jam)	Ekr			
	KR	KS	BB	TB
0	1,0	1,2	1,2	1,6
1500	1,0	1,4	1,4	2
2750	1,0	1,6	1,7	2,5
≥ 3250	1,0	1,3	1,5	2

Sumber: PKJI, 2014

Di mana:

KR = kendaraan ringan (mobil penumpang, minibus, *pick-up*, *jeep*)

KS = kendaraan sedang (truk dua dan tiga gandar dan bus kecil)

BB = bus besar

TB = truk besar

- Perhitungan kecepatan arus bebas dasar (v_{BD}) dan penyesuaian kecepatan akibat lebar jalur lalu lintas (v_{BL}) pada jalan bebas hambatan

Kecepatan arus bebas dasar (v_{BD}) adalah kecepatan arus bebas (kecepatan kendaraan di suatu ruas jalan tanpa adanya lalu lintas lain (km/jam)) suatu segmen jalan pada suatu kondisi geometri, pola arus lalu lintas dan faktor lingkungan tertentu dalam satuan km/jam. Sedangkan, penyesuaian kecepatan akibat lebar jalur lalu lintas merupakan faktor penyesuaian kecepatan arus bebas dasar disebabkan lebar jalur efektif. Adapun penentuan nilai faktor tersebut (v_{BL}) pada JBH berdasarkan tipe jalur dengan tipe alinyemen datar adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 13 Arus Bebas Dasar (v_{BD}) pada Tipe Alinyemen Datar JBH

Tipe JBH	Kecepatan arus bebas dasar (km/jam)			
	KR	KS	BB	TB
6/2B	91	71	93	66
4/2B	88	70	90	65

Sumber: PKJI, 2014

Penetapan nilai v_B menggunakan v_B pada jenis kendaraan KR untuk keperluan analisis, sedangkan untuk jenis kendaraan lain sebagai referensi pada tabel tersebut. Untuk penetapan penyesuaian kecepatan akibat perbedaan lebar efektif lajur pada tipe alinyemen datar tercantum dalam tabel sebagai berikut.

Tabel 2. 14 Penyesuaian Kecepatan Akibat Perbedaan Lebar Efektif Lajur Lalu Lintas (v_{BL}) Terhadap Kecepatan Arus Bebas KR pada Tipe Alinyemen Datar

Tipe JBH	Lebar lajur efektif, (W_e), m Per lajur	FV_L (km/jam)
4/2B dan 6/2B	3,25	-1
	3,50	0
	3,75	2

Sumber: PKJI, 2014

Penentuan kecepatan arus bebas (v_B) atau kecepatan digunakan sebagai kriteria dasar kinerja JBH saat arus 0. Penentuan v_B digunakan untuk penentuan kecepatan rata-rata pada grafik yang tercantum dalam Gambar 2.5. Adapun nilai v_B ditentukan dengan menjumlahkan nilai v_{BD} dan nilai FV_L .

- Perhitungan kapasitas jalan (C) pada jalan bebas hambatan

Penetapan nilai kapasitas jalan pada JBH menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$C = C_o \times FC_L \quad (4)$$

Di mana:

C = kapasitas jalan

C_o = kapasitas dasar

FC_L = faktor penyesuaian kapasitas terhadap lebar jalur

Penentuan C_o berdasarkan pada tipe jalur suatu ruas JBH. Adapun nilai C_o pada masing-masing tipe jalur JBH adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 15 Nilai C_o pada JBH

Tipe JBH/Tipe alinyemen	Kapasitas dasar (skr/jam/lajur)
JBH 6/2 dan JBH4/2B	
Datar	2300
Bukit	2250
Gunung	2150

Sumber: PKJI, 2014

Sedangkan, nilai FC_L ditentukan berdasarkan lebar efektif jalur lalu lintas (W_c). berikut adalah nilai untuk FC_L pada JBH.

Tabel 2. 16 Nilai FC_L pada JBH

Tipe JBH	Lebar jalur Lalu-lintas efektif (W_c) (m)	FC_L	Catatan
JBH 6/2 dan JBH4/2B	3,25	0,96	Per Lajur
	3,5	1	
	3,75	1,03	

Sumber: PKJI, 2014

4. Perhitungan derajat kejenuhan (D_j) pada jalan bebas hambatan

Nilai derajat kejenuhan (D_j) digunakan sebagai parameter kinerja suatu ruas jalan. Adapun dalam menentukan nilai D_j diperoleh dari persamaan sebagai berikut.

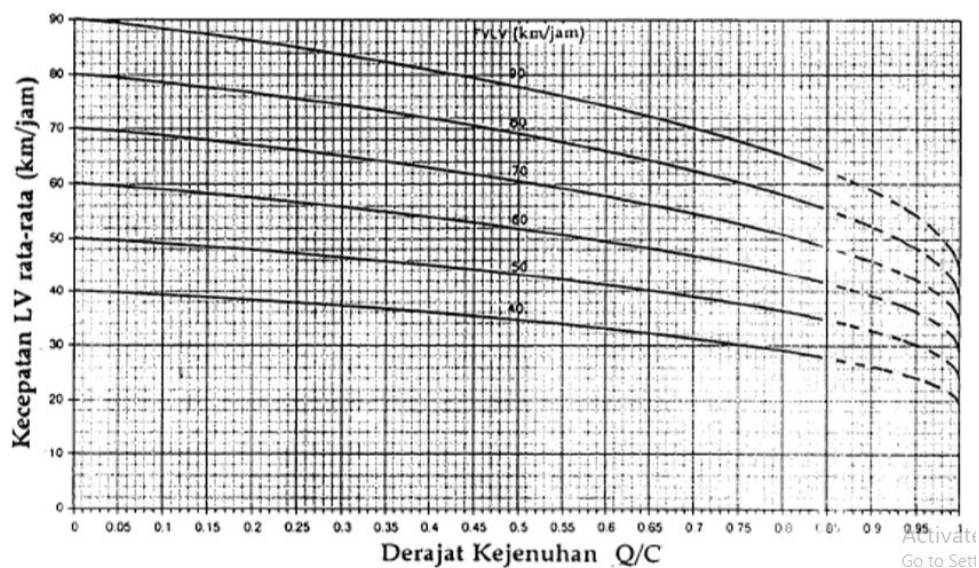
$$D_j = \frac{Q}{C} \quad (5)$$

Di mana:

Q = arus lalu lintas (skr/jam)

C = kapasitas jalan (skr/jam)

Nilai D_j yang diperoleh dapat ditentukan nilai kecepatan tempuh (v_T). Kecepatan tempuh adalah kecepatan rata-rata suatu kendaraan pada saat menempuh suatu ruas jalan (km/jam). Penentuan nilai v_T diperoleh sebagai hubungan dari fungsi D_j dan v_B dalam grafik sebagai berikut.



Gambar 2. 5 Kecepatan sebagai fungsi dari derajat kejenuhan pada JBH4/2 atau JBH6/2

Sumber: PKJI, 2014

b. Pengolahan data *traffic counting* pada jalan perkotaan

1. Konversi satuan kendaraan/jam ke dalam skr/jam

Langkah ini bertujuan untuk menghitung nilai arus lalu lintas suatu ruas jalan (Q) dengan mengalikan data jumlah kendaraan/jam suatu jenis kendaraan terhadap masing-masing faktor ekrnya. Hasil konversi tersebut adalah arus lalu lintas (Q) dalam satuan skr (satuan kendaraan ringan) perjam. Berikut adalah faktor ekr pada masing-masing tipe jalur pada jalan perkotaan dengan tipe alinyemen datar.

Tabel 2. 17 Ekuivalen Kendaraan Ringan untuk Tipe Jalan 2/2TT

Tipe Jalan	Arus Lalulintas total dua arah (kend/jam)	ekr		
		KB	SM	
			Lebar jalur lalu-lintas, LJalur	
		≤ 6m	> 6m	
2/2TT	> 3700	1,3	0,5	0,4
	≥ 1800	1,2	0,35	0,25

Sumber: PKJI, 2014

Tabel 2. 18 Ekuivalen Kendaraan Ringan untuk Jalan Terbagi dan Satu Arah

Tipe Jalan	Arus Lalulintas perlaJur (kend/jam)	ekr	
		KB	SM
2/1 dan 4/2B	> 1050	1,30	0,40
	≥ 1050	1,20	0,25
3-1/1 dan 6/2B	> 1100	1,30	0,40
	≥ 1100	1,20	0,25

Sumber: PKJI, 2014

Di mana:

KB = kendaraan berat (bus besar, truk 2 atau 3 sumbu, truk tempelan, truk gandeng)

SM = sepeda motor

2. Perhitungan kecepatan arus bebas (v_B), penentuan kecepatan arus bebas dasar (v_{BD}) dan penyesuaian kecepatan akibat lebar jalur lalu lintas (v_{BL}) pada jalan bebas hambatan

Kecepatan arus bebas (v_B) merupakan kecepatan kendaraan dapat bebas melaju cepat dan nyaman berdasar jenis kendaraan (arus bebas dasar) dan faktor geometri jalan serta hambatan samping. Penentuan v_B dapat dilakukan perhitungan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$v_B = (v_{BD} + v_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK} \quad (6)$$

Di mana:

v_B = kecepatan arus bebas

v_{BD} = kecepatan arus bebas dasar

v_{BL} = penyesuaian kecepatan akibat lebar jalur lalu lintas

FV_{BHS} = faktor penyesuaian akibat hambatan samping

FV_{BUK} = faktor penyesuaian akibat ukuran kota

Penentuan kecepatan arus bebas dasar (v_{BD}) dapat ditentukan pada tabel 2.12. Sedangkan, penentuan untuk v_{BL} dapat ditentukan pada tabel 2.13.

Tabel 2. 19 Kecepatan Arus Bebas Dasar, v_{BD}

Tipe Jalan	v_{BD} (km/jam)			
	KR	KB	SM	Rata-rata semua kendaraan
6/2B atau 3/1	61	52	48	57
4/2B atau 2/1	57	50	47	55
2/2TB	44	40	40	42

Sumber: PKJI, 2014

Tabel 2. 20 Nilai Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Dasar Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif, v_{BL}

Tipe Jalan		Lebar jalur efektif, L_e (m)	$V_{B,L}$ (km/jam)
4/2B atau Jalan Satu Arah	Per Lajur:	3	-4
		3,25	-2
		3,5	0
		3,75	2
		4	4
2/2TB	Per Jalur:	5	-9,5
		6	-3
		7	0
		8	3
		9	4
		10	6
		11	7

Sumber: PKJI, 2014

3. Penentuan faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat hambatan samping (FV_{BHS})

Faktor ini digunakan dalam perhitungan kecepatan arus bebas (v_B). Berikut tabel referensi penentuan nilai FV_{BHS} untuk jalan dengan bahu jalan dan untuk jalan dengan kereb.

Tabel 2. 21 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping, FV_{BHS} , untuk Jalan Berbahu dengan Lebar Efektif LBE

Tipe jalan	KHS	FV_{BHS}			
		LBe (m)			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
4/2B	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1	1,02	1,03
	Sedang	0,94	0,97	1	1,02
	Tinggi	0,89	0,93	0,96	0,99
	Sangat tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2TB Atau Jalan satu arah	Sangat rendah	1	1,01	1,01	1,01
	Rendah	0,96	0,98	0,99	1
	Sedang	0,9	0,93	0,96	0,99
	Tinggi	0,82	0,86	0,9	0,95

Tipe jalan	KHS	FV _{BHS}			
		LBe (m)			
		≤ 0,5 m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
	Sangat tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: PKJI, 2014

Tabel 2. 22 Faktor Penyesuaian Arus Bebas Akibat Hambatan Samping untuk Jalan Berkereb dengan Jarak Kereb ke Penghalang Terdekat L_{K-p}

Tipe jalan	KHS	FVBHS			
		LBe (m)			
		≤ 0,5 m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
4/2B	Sangat rendah	1	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,97	0,98	0,99	1
	Sedang	0,93	0,95	0,97	0,99
	Tinggi	0,87	0,9	0,93	0,96
	Sangat tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
2/2TB Atau Jalan satu arah	Sangat rendah	0,98	0,99	0,99	1
	Rendah	0,93	0,95	0,96	0,98
	Sedang	0,87	0,89	0,92	0,95
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: PKJI, 2014

4. Penentuan faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat ukuran kota (FV_{UK})

Penentuan faktor ini dilakukan untuk mengoreksi kecepatan arus bebas dasar akibat adanya faktor dari ukuran suatu kota. Adapun penentuan nilai faktor ini disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. 23 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan Akibat Ukuran Kota (FV_{UK})

Ukuran kota (juta penduduk)	faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat ukuran kota (FV _{UK})
< 0,1	0,9
0,1 - 0,5	0,93
0,5 - 1,0	0,95
1,0 - 3,0	1
> 3,0	1,03

Sumber: PKJI, 2014

5. Perhitungan kapasitas jalan (C) pada jalan perkotaan

Adapun penetapan nilai kapasitas jalan (C) pada jalan perkotaan menurut PKJI, 2014 dapat ditentukan dengan berdasarkan persamaan sebagai berikut.

$$C = C_o \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \quad (7)$$

Di mana:

- C = kapasitas jalan
- C_o = kapasitas dasar
- FC_{LJ} = faktor lebar jalur
- FC_{PA} = faktor pemisahan arah
- FC_{HS} = faktor hambatan samping
- FC_{UK} = faktor ukuran kota

Untuk menentukan masing-masing nilai faktor, dapat diperoleh dari tabel sebagai berikut.

Tabel 2. 24 Kapasitas Dasar, C_0

Tipe jalan	C_0 (skr/jam)	Catatan
4/2B atau Jalan satu arah	1650	Per lajur (satu arah)
2/2 TB	2900	Per Jalur (dua arah)

Sumber: PKJI, 2014

Tabel 2. 25 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Lajur Atau Jalur Lalu Lintas, FC_{LJ}

Tipe Jalan		Lebar jalur efektif, W_c (m)	FC_{LJ}
4/2B atau Jalan Satu Arah	Per Lajur:	3,00	0,92
		3,25	0,96
		3,50	1,00
		3,75	1,04
		4,00	1,08
2/2TB	Per Jalur:	5,00	0,56
		6,00	0,87
		7,00	1,00
		8,00	1,14
		9,00	1,25
		10,00	1,29
		11,00	1,34

Sumber: PKJI, 2014

Tabel 2. 26 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Pemisahan Arah Lalu Lintas, FC_{PA}

Pemisahan arah PA %- %	50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
2/2TB	1	0,97	0,94	0,91	0,88

Sumber: PKJI, 2014

Sedangkan, Penentuan nilai FC_{PA} untuk tipe jalan terbagi adalah satu.

Tabel 2. 27 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat KHS pada Jalan Berbahu, FC_{HS}

Tipe jalan	KHS	FC_{HS}			
		L_{Be} (m)			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
4/2B	Sangat rendah	0,96	0,98	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1
	Tinggi	0,88	0,92	0,95	0,98
	Sangat tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2TB Atau Jalan satu arah	Sangat rendah	0,94	0,96	0,99	1,01
	Rendah	0,92	0,94	0,97	1
	Sedang	0,89	0,92	0,95	0,98
	Tinggi	0,82	0,86	0,9	0,95
	Sangat tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: PKJI, 2014

Penentuan FC_{HS} untuk tipe jalur 6/2B dilakukan dengan penyesuaian tipe jalur 4/2B menggunakan persamaan dengan penentuan nilai FV_{6HS} .

Tabel 2. 28 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat KHS pada Jalan Berkereb dengan Jarak dari Kereb ke Hambatan Samping Terdekat Sejauh L_{KP} , FC_{HS}

Tipe jalan	KHS	FC_{HS}			
		Jarak: kereb ke penghalang terdekat L_{KP} , m			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
4/2B	Sangat rendah	0,95	0,97	0,99	1,01
	Rendah	0,94	0,96	0,98	1
	Sedang	0,91	0,93	0,95	0,98
	Tinggi	0,86	0,89	0,92	0,95
	Sangat tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
2/2TB Atau Jalan satu-arah	Sangat rendah	0,93	0,95	0,97	0,99
	Rendah	0,9	0,92	0,95	0,97
	Sedang	0,86	0,88	0,91	0,94
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: PKJI, 2014

Tabel 2. 29 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Ukuran Kota, FC_{UK}

Ukuran kota (juta penduduk)	faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat ukuran kota (FC_{UK})
< 0,1	0,86
0,1 - 0,5	0,90
0,5 - 1,0	0,94
1,0 - 3,0	1,00
> 3,0	1,04

Sumber: PKJI, 2014

6. Perhitungan derajat kejenuhan (D_j) pada jalan bebas hambatan

Penentuan nilai derajat kejenuhan (D_j) sebagai parameter kinerja suatu ruas jalan dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

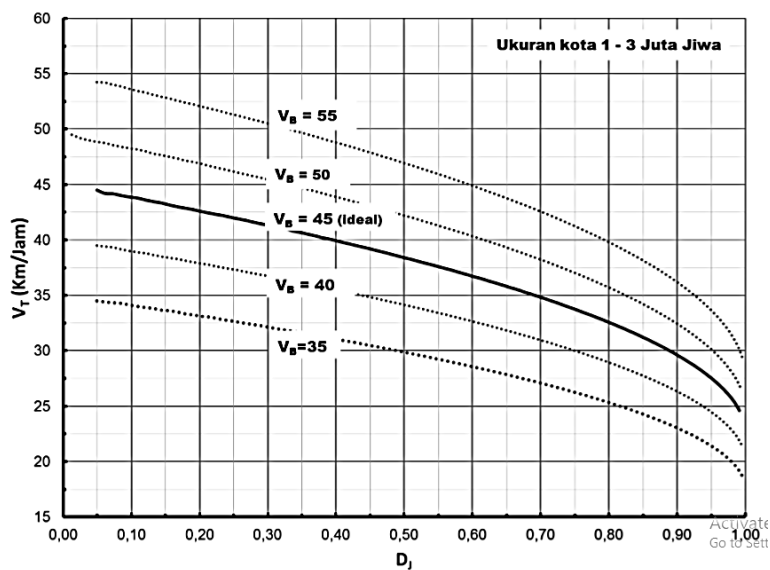
$$D_j = Q/C \quad (8)$$

Di mana:

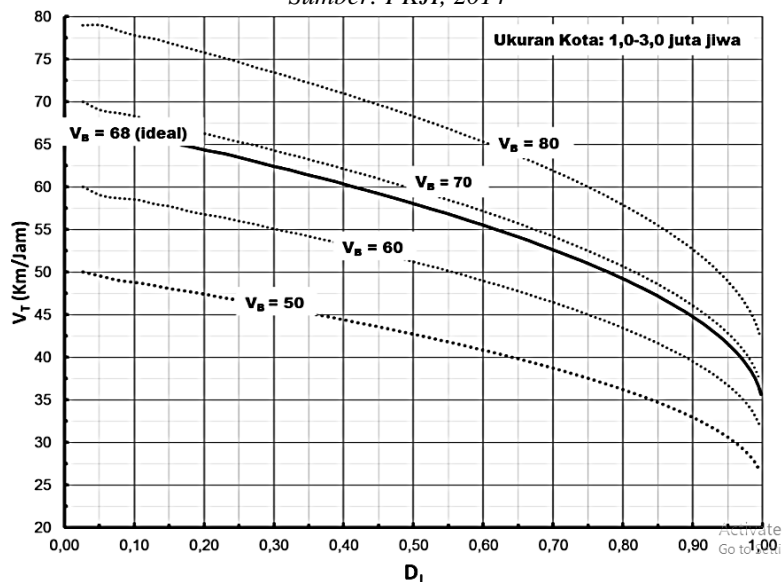
Q = arus lalu lintas (skr/jam)

C = kapasitas jalan (skr/jam)

Nilai D_j yang diperoleh, dapat ditentukan nilai kecepatan tempuh (v_T). kecepatan tempuh adalah kecepatan rata-rata suatu kendaraan pada saat menempuh suatu ruas jalan (km/jam). Penentuan nilai v_T diperoleh sebagai hubungan dari fungsi D_j dan v_B dalam grafik sebagai berikut.



Gambar 2. 6 Hubungan v_T dengan D_j , pada Tipe Jalan 2/2TB
 Sumber: PKJI, 2014



Gambar 2. 7 Hubungan v_T dengan D_j , pada Jalan 4/2B, 6/2B
 Sumber: PKJI, 2014

2.3 Perhitungan Faktor Kecepatan

Nilai kecepatan rata-rata kendaraan yang telah diperoleh, akan ditentukan nilai koreksi yang akan digunakan sebagai salah satu *input* perhitungan beban emisi kendaraan. Berikut adalah nilai faktor koreksi dari masing-masing kecepatan rata-rata kendaraan menurut Mathew, (2014) (Assomadi, 2016).

Tabel 2. 30 Faktor Koreksi Kecepatan Rata-Rata Kendaraan

kecepatan rata-rata	faktor koreksi
110	1,5
100	1,4
90	1,25
80	1
70	1
60	1
50	1,1
40	1,25
30	1,4

kecepatan rata-rata	faktor koreksi
20	1,75
10	2,5
5	3,6

Sumber : Mathew (2014)(Assomadi, 2016)

2.4 Pencemaran Udara dan Jenis Sumber Pencemar

Pencemaran udara pada lokasi penelitian merupakan jenis emisi *line source*. Sumber pencemar garis atau *line source* merupakan sumber pencemar yang mengemisikan polutan dalam bentuk garis (Seodomo, 2001). Jenis emisi *line source* pada jalan raya salah satunya adalah gas CO. Banyak keluhan warga yang menunjukkan gejala dari efek samping menghirup gas tersebut. Gas ini diemisikan oleh kendaraan bermotor yang merupakan jenis zat pencemar antropogenik. Menurut Afandi (2018) zat pencemar antropogenik adalah jenis zat pencemar yang dihasilkan oleh aktivitas manusia.

2.4.1. Zat Pencemar CO

Karbon Monoksida (CO) merupakan gas tidak berbau dan tidak berwarna hasil pembakaran tidak sempurna seperti pada kayu atau batu bara, gas ini dapat terikat 255 kali lebih kuat pada hemoglobin (Hb) dibandingkan oksigen. Gejala keracunan ditandai dengan pusing, lemas, mual, muntah dan hilang kesadaran. Konsentrasi CO dalam hemoglobin (COHb) tidak berbahaya pada kadar kurang dari 2%, akan tetapi akan berakibat fatal jika terdapat COHb di atas 40% dalam darah (Ghorani-Azam *et al.*, 2016). Berikut adalah efek negatif dari CO pada level konsentrasi tertentu.

Tabel 2. 31 Efek CO Pada Level Konsentrasi Tertentu

Air concentration	Health Effects	Actions
Outdoor: 0-2 ppm*	Normal outdoor ambient level	None needed
Less than 10 ppm	None	None needed
10-20 ppm	Fatigue in healthy people; Chest pain in people with heart disease	Investigate possible source of CO. Repair when located.
20-75 ppm	Impaired vision and concentration; Headaches, dizziness, confusions, nausea; Symptoms can mimic the flu but clear up after leaving home.	Investigate possible source of CO. Repair when located. Move all residents to fresh air
75-200 ppm	Angina, impaired vision, reduced brain function may result.	Get out of house immediately; call 911 from outside of the house
Greater than 400 ppm	Can be fatal.	Evacuate immediately. Call 911 from outside of the house.

*parts per million

Any reading over 10 ppm indicates that there is an unusual source of CO that needs to be investigated.

Sumber: Connecticut Department of Public Health (2013)

Upaya mencegah efek atau dampak negatif dari zat CO, pemerintah menetapkan suatu baku mutu ambien dari zat ini. Adapun baku mutu ambien CO pada Kecamatan Kramatwatu berpedoman pada PP No. 22 Tahun 2021 lampiran VII adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 32 Baku Mutu Udara Ambien CO

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Sistem Pengukuran
Karbon Monoksida (CO)	1 jam	10000 µg/m ³	aktif kontinu
	8 jam	4000 µg/m ³	aktif kontinu

Sumber: PP No. 22 tahun 2021

2.4.2. Konversi satuan PPM ke dalam $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada suatu jenis gas

Terdapat beberapa cara dalam menentukan nilai konsentrasi dalam satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dari satuan PPM, salah satunya adalah menggunakan persamaan hukum gas ideal (KLHK, 2016). Berikut adalah persamaan gas ideal.

$$PV = nRT$$

Di mana:

P = tekanan gas (Pa)

V = volume gas (m^3)

n = jumlah mol partikel (mol)

R = nilai ketetapan gas ideal (8,314 J/mol/K)

T = suhu gas ideal (K)

2.5 Perhitungan Beban Emisi untuk Nilai Konsentrasi CO

Perhitungan Beban emisi pencemar udara menggunakan persamaan Tier 1, berikut ini persamaannya:

$$Q = n \times F_E \times f$$

$$Q = m \times F_{ekr} \times F_E \times L \times f \quad (9)$$

Di mana:

Q = beban emisi (gram/jam)

n = jumlah kendaraan (ekr/jam)

m = jumlah kendaraan (kendaraan/jam)

F_{ekr} = faktor ekr (EKR/jam)

F_E = faktor emisi suatu jenis gas (gram/km)

f = faktor koreksi

L = panjang jalan (km)

Nilai m, F_{ekr} dan f diperoleh dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Variabel panjang jalan (L) diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan menggunakan alat ukur panjang, sedangkan nilai F_E diperoleh dari tabel sebagai berikut berdasarkan jenis kendaraan yang melintas berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 tahun 2010 tentang pelaksanaan pengendalian pencemaran udara di daerah, adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 33 Faktor Emisi Kendaraan Bermotor Untuk Kota Metropolitan

No	Kategori untuk perhitungan beban pencemar udara	CO (g/km)
1	Sepeda motor	14
2	Mobil (bensin)	40
3	Mobil (solar)	2,8
4	Mobil	32,4
5	Bis	11
6	Truk	8,4

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 tahun 2010

Jika perhitungan tipe kendaraan tanpa memerhatikan jenis bahan bakarnya ditambah dengan kendaraan beroda tiga, maka faktor emisinya adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 34 Faktor Emisi Gas Buang Kendaraan Untuk Kota Metropolitan dan Kota Besar di Indonesia Berdasarkan Sub-Kategori dalam Kategori Mobil, Ditambah dengan Kendaraan Roda 3

No	Sub-kategori untuk perhitungan beban pencemar udara	CO (g/km)
1	Angkot	43,1

No	Sub-kategori untuk perhitungan beban pencemar udara	CO (g/km)
2	Taksi	55,3
3	Roda 3 (bajaj)	70,7
4	Pick-up	31,8
5	Jeep	36,7
6	Minibus/van	24
7	Sedan	33,8

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 tahun 2010

Tabel 2. 35 Kategori Kendaraan Bermotor

Kategori Untuk Perhitungan Beban Pencemar Udara	Sub-Kategori untuk perhitungan Beban Pencemar Udara
Sepeda Motor	Roda 2
Mobil	Roda 3
	Sedan
	Jeep
	Ven/minibus
	Taksi
	Mikrolet/angkotan kota
Bis	Pick-up
	Metromini dan sejenisnya
Truk	Bis
	Truk dan alat berat

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 tahun 2010

Nilai dari beban emisi yang telah dihitung selanjutnya akan digunakan sebagai *input* pemodelan Gauss untuk mengetahui nilai konsentrasi zat pencemar CO pada jarak dan ketinggian tertentu menggunakan persamaan yang akan dijelaskan pada sub-bab 2.7

2.6 Model Dispersi Udara

Model komputasi dispersi polutan diperlukan dengan tujuan untuk memprediksi dan memahami emisi suatu polutan untuk mengurangi dampak kerugian ekonomi maupun kesehatan masyarakat. Suatu simulasi model harus dapat mengolah data secara cepat dan akurat *real time*. Suatu dispersi polutan akan dipengaruhi oleh adveksi (medan angin), reaksi kimia, peluruhan radio aktif, deposisi, turbulensi, *life time* suatu jenis polutan serta jarak dan kemampuan suatu polutan dapat diangkut. CO memiliki *life time* hari bahkan minggu. Hal ini akan menyebabkan polutan ini tersebar secara luas, maka pemodelan transportasi secara kontinental dan global perlu dilakukan. Terdapat beberapa metode dalam pemodelan dispersi di udara yaitu menggunakan model dispersi *Gaussian*, *Lagrangian* dan *Euler*.

Model dispersi *Gaussian* persamaan ini merupakan hasil dari integrasi analitis persamaan transpor polutan pada persamaan 10 yang menghasilkan distribusi *plume Gaussian*. Adapun persamaan Gauss tertera pada persamaan 11.

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} = -\bar{v} \nabla \bar{c} + S_c + \nabla_h \cdot (K_h \nabla_h \bar{c}) + \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial \bar{c}}{\partial z} \quad (10)$$

Di mana:

∇_h = operator divergen horizontal

K_h = difusitas eddy horizontal

K_z = difusitas eddy vertikal

$$\bar{c}(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z\bar{u}} \exp\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left(\exp\left(\frac{-(z-h)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(\frac{-(z+h)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right) \quad (11)$$

- \dot{C} = konsentrasi pada waktu dan titik tertentu
- Q = beban sumber
- x = arah angin
- y = arah angin tegak lurus
- z = ketinggian
- \bar{u} = kecepatan angin rata-rata
- $\sigma_y \sigma_z$ = standar deviasi pencampuran polutan arah tegak lurus vertikal dan arah vertikal

Adapun kelebihan dari metode perhitungan menggunakan Gauss adalah memiliki respon yang cepat dalam mengolah data karena hanya menghitung menggunakan satu persamaan dan dapat diproses menggunakan manual maupun komputasi. Metode perhitungan Gauss juga memiliki kekurangan pada kecepatan angin rendah, model ini akan menghasilkan hasil yang buruk. Penanganan terhadap hasil model yang buruk akibat kecepatan angin rendah adalah dengan parameterisasi turbulensi lapisan batas konvektif misalnya menggunakan AERMOD walaupun penggunaan AERMOD masih terbatas pada kondisi tunak untuk aliran dan sumbernya. Selain menggunakan AERMOD, model ini juga dapat menggunakan ADMS yang dapat menghitung simulasi kualitas udara pada berbagai jenis lokasi dan dapat menghitung deposisi dan dosis radioaktif. Simulasi lain pada model ini dengan sumber emisi jalan raya dapat menggunakan CALINE3. Penanganan kelemahan persamaan gauss juga dapat diantisipasi dengan membuat simulasi menggunakan data meteorologi grid (Leel'ossy *et al.*, 2014).

Model dispersi udara Gauss dipengaruhi oleh beberapa parameter faktor sebagai berikut.

1. Stabilitas atmosfer

Metode penentuan stabilitas atmosfer paling banyak adalah menggunakan metode Pasquill yang mendefinisikan enam kelas stabilitas atmosfer mulai dari kelas A hingga kelas F. metode ini didasarkan pada kecepatan angin, radiasi matahari dan tutupan awan (Leel'ossy *et al.*, 2014). Berikut adalah tabel metode stabilitas Pasquill.

Tabel 2. 36 Metode Stabilitas Pasquill

Pasquill Stability Categories					
u (m/s)	Daytime Isolation			Night time	
	Strong	Moderate	Slight	Thinly overcast or >= 4/8 low cloudy	CLEAR <= 3/8 cloud
<2	A	A	B	E	F
2-3	B	B	C	E	F
3-5	B	C	C	D	E
5-6	C	D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Sumber: Leel'ossy *et al.* (2014)

Penentuan nilai koefisien σ_y (kualitas *plume lateral*) atau standar deviasi distribusi horizontal dan σ_z (kualitas *plume vertical*) atau standar deviasi distribusi vertikal model dispersi Gauss pada daerah rural dengan metode Pasquill-Gifford adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 37 Koefisien σ_y dan σ_z pada Daerah Rural

Stability Class	σ_y (m)	σ_z (m)
A	$0.22x(1+0.0001x)^{-0.5}$	$0.2x$
B	$0.16x(1+0.0001x)^{-0.5}$	$0.12x$
C	$0.11x(1+0.0001x)^{-0.5}$	$0.08x(1+0.0002x)^{-0.5}$
D	$0.08x(1+0.0001x)^{-0.5}$	$0.06x(1+0.0015x)^{-0.5}$
E	$0.06x(1+0.0001x)^{-0.5}$	$0.03x(1+0.0003x)^{-1}$
F	$0.04x(1+0.0001x)^{-0.5}$	$0.016x(1+0.0003x)^{-1}$

*x is the distance to the source in meters.

Sumber: Koehn (2013)

Sedangkan untuk daerah urban, nilai koefisien σ_y (kualitas *plume lateral*) dan σ_z (kualitas *plume vertical*) model dispersi Gauss dapat ditentukan dengan metode McElroy-Pooler berikut.

Tabel 2. 38 Koefisien σ_y dan σ_z pada Daerah Urban

Stability Class	σ_y (m)	σ_z (m)
A–B	$0.32x(1+0.0004x)^{-0.5}$	$0.24x(1+0.0001x)^{0.5}$
C	$0.22x(1+0.0004x)^{-0.5}$	$0.2x$
D	$0.16x(1+0.0004x)^{-0.5}$	$0.14x(1+0.0003x)^{-0.5}$
E–F	$0.11x(1+0.0004x)^{-0.5}$	$0.08x(1+0.0015x)^{-0.5}$

*x is the distance to the source in meters.

Sumber: : Visscher, (2014)

2. Kecepatan dan arah angin

Suatu perpindahan polutan baik secara transportasi maupun transformasi dipengaruhi oleh kecepatan dan arah angin (Leel'ossy *et al.*, 2014). Berikut adalah persamaan kecepatan angin pada standar ketinggian 10 meter yang disebut dengan *power law* (Kubik *et al.*, 2011).

$$u_1 = u_2 \left(\frac{z_1}{z_2} \right)^\alpha \quad (12)$$

Keterangan :

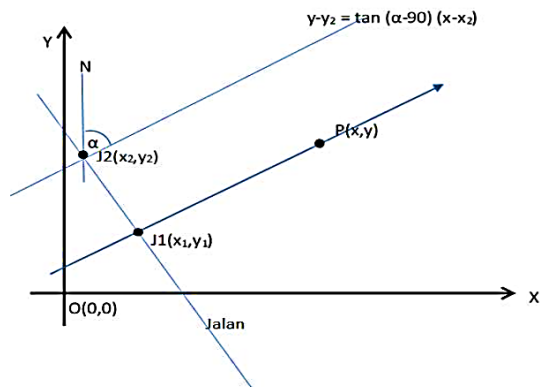
u_1 dan u_2 = kecepatan angin pada ketinggian 1 dan ketinggian 2 (m/s)

z_1 dan z_2 = ketinggian 1 dan ketinggian 2 (m)

α = fungsi stabilitas atmosfer

2.7 Pemodelan Gauss Termodifikasi

Menurut Assomadi (2016), persamaan Gauss termodifikasi merupakan hasil pengolahan rumus Gauss dari sumber titik. Sumber garis dianggap sebagai kumpulan dari beberapa sumber titik yang bernilai *infinity* dengan membentuk pola garis sejajar. Maka, dapat diasumsikan nilai Dy yaitu sebagian daripada y dapat diabaikan. Pada penelitian mengasumsikan nilai integral *infinity* dengan sebuah batas yaitu berupa panjang suatu jalan raya. Persamaan Gauss ini menggunakan arah angin tegak lurus terhadap arah dari sumber garis (*line source*) (Endrayana & Widodo, 2011). Berikut adalah konversi arah angin ke dalam sumbu kartesius dan persamaan model Gauss termodifikasi menurut Assomadi (2016).



Gambar 2. 8 konversi arah angin ke dalam sumbu kartesius

Sumber: Assomadi (2016)

Berikut adalah persamaan model Gauss line source yang memiliki interval terbatas.

$$C_L(x, y, z,) = \frac{Q}{\sqrt{2\pi}D_z x} \left(\exp\left(\frac{-(z-H)^2 v}{4D_z x}\right) + \exp\left(\frac{-(z+H)^2 v}{4D_z x}\right) \right) \left(\exp\left(\frac{-\lambda x}{v}\right) \right) \left[\operatorname{erf}\left(\frac{\sin\theta\left(\frac{L}{2}-y\right)-x \cos\theta}{\sqrt{2}D_y x}\right) + \operatorname{erf}\left(\frac{\sin\theta\left(\frac{L}{2}+y\right)+x \cos\theta}{\sqrt{2}D_y x}\right) \right] \quad (13)$$

Keterangan:

CL (x,y,z) = Konsentrasi pada titik (x,y,z) (gr/m³)

Q = Beban emisi (gr/det)

x = Jarak searah angin (m)

z = Ketinggian reseptor (m)

H = Tinggi efektif sumber dari permukaan (m)

v = Kecepatan angin (m/det)

λ = Konstanta laju reaksi

Dz, Dy = Konstanta difusi (1,75 torr.cm²/det pada T=30°C)

Persamaan model ini dibuat untuk sumber pencemar berbentuk gas tidak termasuk partikulat, model dibuat untuk sumber perkotaan dengan alinyemen datar dan atmosfer yang stabil (tidak terjadi hal luar biasa) (Assomadi, 2016).

2.8 Verifikasi Model

Proses ini akan menentukan apakah model yang telah dibuat dapat digunakan atau tidak dengan cara membandingkan data hasil pemodelan dengan data kualitas udara terukur. Adapun pengukuran kualitas udara ambien mengacu pada SNI 19-7119.6-2005 tentang penentuan lokasi sampling udara ambien. Cara untuk mendapatkan nilai verifikasi sebuah model dapat dilakukan dengan mengacu pada beberapa indikator menurut Russel dan Denis (2000) dalam Assomadi (2016) sebagai berikut.

1. *Root Mean Square Error* (RMSE)

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{1}^n (y_i - \text{obs}_i)^2}$$

2. Bias

$$\text{Bias} = \frac{1}{n} \sum_{1}^n (y_i - \text{obs}_i)^1$$

3. *Mean Fractional Bias* (MFB)

$$\mathbf{MFB} = \frac{1}{n} \sum_1^n \frac{2(y_i - \text{obs}_i)}{(y_i + \text{obs}_i)}$$

4. *Mean Fractional Error* (MFE)

$$\mathbf{MFE} = \frac{1}{n} \sum_1^n \frac{2|y_i - \text{obs}_i|}{(y_i + \text{obs}_i)}$$

5. *Correlation* (Corr)

$$\mathbf{Correlation} = \frac{\sum_1^n (y_i - \bar{y})(\text{obs}_i - \overline{\text{obs}})}{\sqrt{y_i - \bar{y}} \sqrt{(\text{obs}_i - \overline{\text{obs}})^2}}$$

6. *Mean Normalized Bias Error* (MNBE)

$$\mathbf{MNBE} = \frac{1}{n} \sum_1^n \frac{y_i - \text{obs}_i}{\text{obs}_i}$$

7. *Mean Normalized Gross Error* (MNGE)

$$\mathbf{MNGE} = \frac{1}{n} \sum_1^n \frac{|y_i - \text{obs}_i|}{\text{obs}_i}$$

8. *Unpaired Peak Prediction Accuracy* (UPA)

$$\mathbf{MNGE} = \frac{y_{\max} - \text{obs}_{\max}}{\text{obs}_{\max}}$$

Adapun rekomendasi EPA pada batas yang dapat digunakan pada masing-masing indikator adalah sebagai berikut.

Indikator	Batas Nilai
RMSE	14,2
Bias	14,2
MFB	-37
MFE	62
Corr	57,2
MNBE	± 5%
MNGE	± 30%
UPA	± 15%

Sumber: Russel dan Denis (2000) (Assomadi, 2016)

Keterangan:

\bar{y} = Nilai model rata-rata

y_i = Nilai model

obs_i = Nilai observasi

$\overline{\text{obs}}$ = Nilai observasi rata-rata

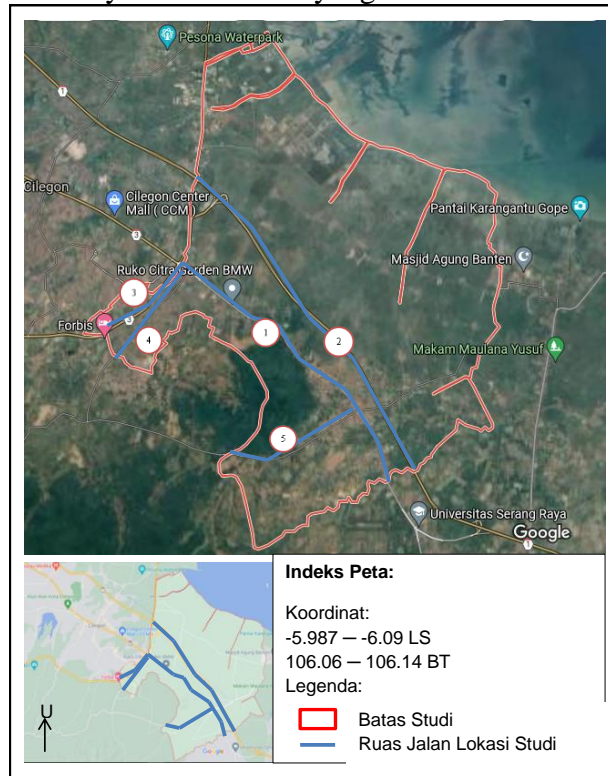
2.9 MATLAB (Matrix Laboratory)

Matlab atau Matrix Laboratory merupakan program komputasi, numerik, pemrograman dan visualisasi menggunakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dipegang oleh perusahaan MathWorks. Pemrograman ini mempunyai kegunaan utama yaitu untuk analisis data, mengembangkan algoritma serta pembuatan aplikasi dan model (MathWork, 2016). Pada penelitian ini akan digunakan Matlab R2018b (64-bit).ink lisensi ITS.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Wilayah Studi

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Kramatwatu pada ruas jalan yang melintasi kecamatan ini. Adapun ruas jalan tersebut terdiri dari ruas jalan bebas hambatan, jalan lokal, jalan kolektor, jalan arteri primer dan sekunder. Wilayah ini memiliki jumlah volume kendaraan yang tinggi, sehingga terdapat banyak keluhan dari warga sekitar terhadap kualitas udara. Akan tetapi, pada wilayah ini belum ada penelitian mengenai kualitas udara pada lokasi tersebut. Berikut ada peta wilayah lokasi studi yang dilaksanakan.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

Sumber : www.google.com/earth

Terdapat beberapa lokasi pengambilan sampel jumlah kendaraan yang melintas pada wilayah penelitian tersebut. Lokasi yang digunakan terdapat sebanyak 5 ruas jalan. Adapun ruas jalan yang digunakan yaitu:

Tabel 3. 1 Ruas Jalan Lokasi Penelitian

No	Nama Jalan	Kelas Jalan*
1	Jalan Raya Serang Cilegon	Arteri Primer
2	Jalan Tol Jakarta Merak	Tol
3	Jalan Raya Lingkar	Kolektor Primer
4	Jalan Raya Waringin Kurung	Lokal Primer
5	Jalan Waringin Kurung	Lokal Primer

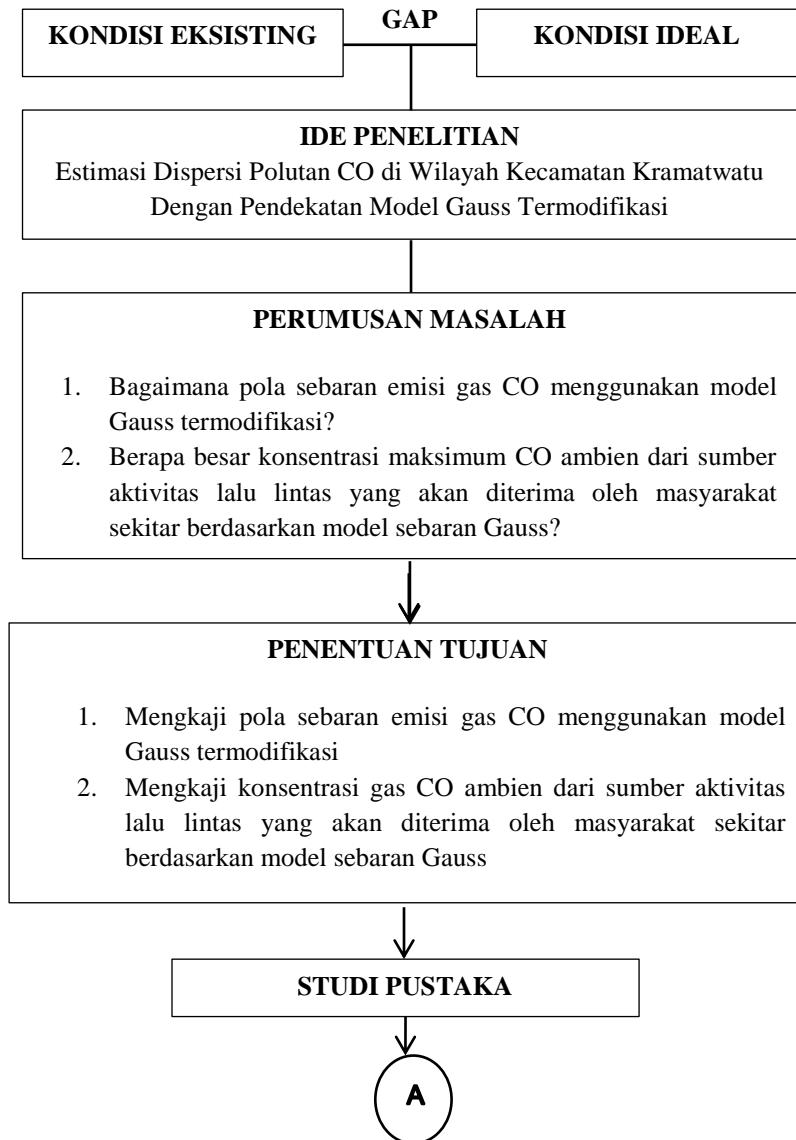
*Sumber : *Peraturan Daerah Kabupaten Serang Nomor 5 Tahun 2020*

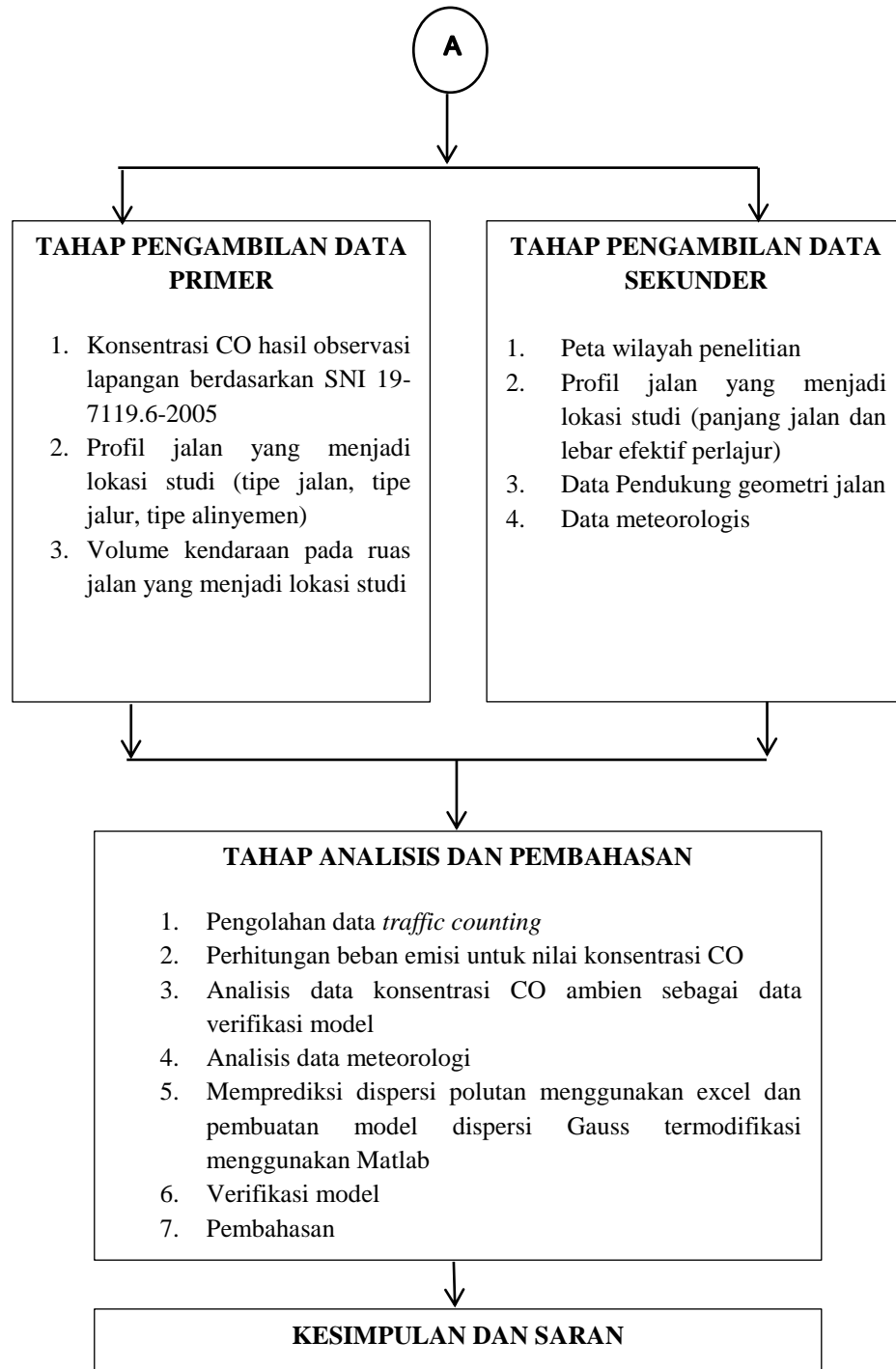
Data lokasi yang diambil pada penelitian ini terdiri dari data profil jalan, panjang jalan (km) serta data geometri ruas jalan berdasarkan hasil studi lapangan. Metode pemodelan yang

digunakan adalah model Gauss termodifikasi dengan sumber garis (*line source*) dengan jenis pencemar gas CO yang dianalisis menggunakan *software* Matlab.

3.2 Kerangka Penelitian

Proses kegiatan penelitian yang dilaksanakan dari pengumpulan data primer dan sekunder, kemudian akan dilakukan analisis dan pengolahan data dengan melakukan proses pembuatan model dispersi Gauss serta pemetaan prediksi penyebaran pencemar udara di kecamatan kramatwatu. Tahapan kerangka alir dari penelitian tersebut disajikan pada Gambar 3.2 berikut.





Gambar 3. 2 Kerangka Penelitian

3.3 Penjelasan Kerangka Penelitian

3.3.1. Ide Penelitian

Penurunan kualitas udara Kecamatan Kramatwatu umumnya diakibatkan oleh emisi polutan dari kendaraan bermotor. Penurunan kualitas udara ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi manusia serta dapat merusak lingkungan. Pemerintah dan instansi terkait dalam menentukan kebijakan pengelolaan kualitas dapat dilakukan dengan berdasarkan pola sebaran polutan dan jumlah konsentrasi yang diterima masyarakat sekitar. Proses estimasi pola dispersi polutan dapat

menggunakan model Gauss termodifikasi pada persamaan 13 menurut Assomadi (2016).

3.3.2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan sebagai referensi dalam penelitian ini. Referensi yang digunakan didapat dari jurnal *text book*, berita, dan lain sebagainya dengan sumber terpercaya. Studi literatur yang dilaksanakan untuk penelitian ini berupa:

1. Pengolahan data *traffic counting*
2. Perhitungan faktor dan beban emisi untuk nilai konsentrasi CO ambien
3. Konversi satuan PPM ke dalam $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada suatu jenis gas
4. Jenis emisi berupa CO
5. Faktor meteorologi
6. Proses pembuatan model dan verifikasi model

3.3.3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer berupa hasil survei dan pengukuran lapangan serta data sekunder. Berikut adalah jenis data primer dan sekunder yang digunakan.

Tabel 3. 2 Data yang Digunakan pada Penelitian

No.	Keterangan	Durasi	Sumber Data	Jenis Data
1	Konsentrasi CO sebagai data verifikasi	1 Hari	Pengukuran Lapangan	Data Primer
2	Data pendukung geometri jalan	1 Hari	Data Penelitian Terdahulu	Data Sekunder
3	Profil jalan yang menjadi lokasi studi	1 Hari	Pengukuran Lapangan	Data Primer dan Sekunder
4	Data volume kendaraan pada beberapa jalan di Wilayah kecamatan kramatwatu	1 Hari	<i>Traffic Counting</i>	Data Primer
5	Data meteorologis meliputi arah dan kecepatan angin	1 Hari (durasi 3 jam)	<i>www.meteoblue.com</i>	Data Sekunder
6	Peta wilayah penelitian	-	<i>Google map</i>	Data Sekunder

Adapun rincian teknis pengambilan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengambilan Data Konsentrasi CO Sebagai Data Verifikasi
Teknis pengambilan data dibuat untuk memenuhi informasi 5W+1H berikut.
 - Data yang diambil berupa data konsentrasi CO ambien
 - Pengambilan data oleh peneliti
 - Pengambilan data dilakukan dengan interval waktu satu jam bersamaan dengan waktu pengambilan sampel volume kendaraan tiap jam puncak

- Pengambilan data dilakukan pada lapangan alun-alun Kecamatan Kramatwatu pada koordinat-6,0646 BT dan 106,12011 LS yang berada pada jarak 31,085 meter dari ruas jalan terdekat berdasarkan SNI 19-7119.6-2005 tentang penentuan lokasi sampling udara ambien.
 - Data diambil menggunakan sensor digital CO dengan menempatkan alat pada elevasi tertentu dan mengoperasikan alat sesuai prosedur untuk mendapatkan data konsentrasi CO
 - Data diambil sebagai sumber verifikasi model yang dibuat
2. Pengambilan Data Pendukung Geometri Jalan pada Penelitian terdahulu Tentang *Traffic Counting* pada Ruas Jalan Serang Cilegon
 - Data yang diambil berupa data pendukung geometri jalan yaitu nilai Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah (FC_{SP}), Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping (FC_{SF}) dan Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{CS})
 - Pengambilan data oleh peneliti
 - Pengambilan data bersamaan dengan studi literatur
 - Data diambil dengan mengasumsikan pola geometri tiap ruas jalan di Kecamatan kramatwatu adalah sama
 - Data digunakan sebagai dasar perhitungan pengolahan data *traffic counting*
 3. Pengambilan Data Profil pada Beberapa Jalan di Wilayah Kecamatan Kramatwatu yang Menjadi Lokasi Penelitian
 - Data yang diambil berupa data profil jalan, yaitu data tipe jalan, tipe jalur, tipe alinyemen, panjang jalan (km) dan lebar efektif perlajur
 - Pengambilan data oleh peneliti
 - Pengambilan data dilakukan pada tanggal 21 April 2022 pukul 23.00 WIB
 - Data diambil pada ruas jalan yang menjadi lokasi penelitian
 - Data diambil pada lima ruas jalan di Kecamatan Kramatwatu yang menjadi lokasi penelitian
 - Data tipe jalan, tipe jalur dan tipe alinyemen berdasarkan hasil pengamatan peneliti didasarkan pada studi literatur dari PKJI (2014), sedangkan data lebar efektif perlajur berdasarkan hasil pengukuran lapangan menggunakan alat ukur meteran, dan data panjang jalan (km) didasarkan pada pengukuran tidak langsung melalui *google earth*.
 - Data digunakan sebagai dasar perhitungan pengolahan *traffic counting* serta perhitungan faktor dan beban emisi untuk estimasi nilai konsentrasi CO ambien
 4. Pengambilan Data Volume Kendaraan pada Jalan di Wilayah Kecamatan Kramatwatu yang Menjadi Lokasi Penelitian
 - Data yang diambil berupa data volume kendaraan
 - Pengambilan data oleh dua orang surveyor tiap ruas jalan
 - Data diambil pada Hari Senin tanggal 14 Maret 2022 saat jam puncak yaitu pukul 07.00-08.00 WIB, 12.00-13.00 WIB dan pukul 16.00-17.00 WIB
 - Data diambil pada masing-masing ruas jalan yang menjadi lokasi penelitian
 - Data diambil dengan metode *traffic counting*

- Data diambil sebagai dasar untuk perhitungan beban emisi kendaraan untuk estimasi nilai konsentrasi CO ambien pada masing-masing ruas jalan di Kecamatan Kramatwatu dengan asumsi pola lalu lintas penelitian *traffic counting* terdahulu pada ruas jalan Serang Cilegon ditahun penelitian tersebut dengan pola lalu lintas seluruh ruas jalan padat lalu lintas di Kecamatan Kramatwatu ditahun penelitian ini adalah sama
5. Pengambilan Data Meteorologis Meliputi Arah dan Kecepatan Angin
- Pengambilan data yang diperlukan adalah data kecepatan dan arah angin (*windrose*)
 - Pengambilan data oleh peneliti
 - Pengambilan data dilakukan dengan interval waktu satu hari dihari dan durasi yang sama dengan pengambilan data *traffic counting* dan pengukuran lapangan konsentrasi CO ambien yaitu pada Hari Senin tanggal 14 Maret 2022
 - Pengambilan data diambil pada situs www.meteoblue.com
 - Data didapatkan dengan mengakses www.meteoblue.com dan meng-input interval waktu dan lokasi penelitian
 - Data digunakan sebagai *input* pada pemodelan dispersi menggunakan persamaan Gauss termodifikasi
6. Peta wilayah studi
- Pengambilan data berupa peta wilayah lokasi studi yang diperlukan beserta titik koordinatnya
 - Pengambilan data oleh peneliti
 - Peta ini didapatkan dari sumber *google maps*
 - Data digunakan sebagai *input* pada pemodelan dispersi menggunakan persamaan Gauss termodifikasi

3.3.4. Analisis Data dan Pembahasan

Setelah didapatkan data penelitian, dilakukan pengolahan data sebagai berikut.

- Pengolahan Data *Traffic Counting*
 Pengolahan data *traffic counting* dilakukan untuk mengetahui nilai kecepatan rata-rata kendaraan yang melintas pada suatu ruas jalan. Pengolahan data *traffic counting* pada penelitian ini dengan tipe jalan bebas hambatan menggunakan metode PKJI tahun 2014. Sedangkan pada tipe jalan perkotaan menggunakan metode berdasarkan MKJI tahun 1997 dengan berdasarkan beberapa faktor pendukung yang diambil dari penelitian Ansori dkk., (2020). Adapun faktor pendukung yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$FC_{SP} = 1$$

$$FC_{SF} = 0,98$$

$$FC_{CS} = 0,95$$

Di mana:

$$FC_{SP} = \text{Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah 50\%-50\%}$$

$$FC_{SF} = \text{Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping}$$

$$FC_{CS} = \text{Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota}$$

Adapun langkah pengolahan data *traffic counting* menurut MKJI (1997), adalah sebagai berikut.

1. Konversi satuan kendaraan/jam ke dalam smp/jam
 Konversi dilakukan dengan mengalikan data jumlah masing-masing jenis kendaraan dengan faktor emp berdasarkan Tabel 2.4 dan Tabel 2.5.

Adapun penentuan nilai faktor emp ditentukan menggunakan teknik interpolasi terhadap jumlah arus lalu lintas suatu ruas jalan (kendaraan/jam). Hasil konversi tersebut adalah nilai arus lalu lintas (Q) dalam satuan smp/jam.

2. Perhitungan kapasitas jalan

Perhitungan nilai kapasitas jalan pada tipe jalan perkotaan berdasarkan persamaan berikut menurut MKJI (1997).

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

Nilai faktor *input* didapatkan berdasarkan Tabel 2.6, Tabel 2.7, dan berdasarkan faktor dari penelitian terdahulu oleh Ansori dkk., (2020). Nilai kapasitas memiliki satuan dalam smp/jam.

3. Penentuan derajat kejenuhan (D_j)

Penentuan derajat kejenuhan dengan membagi nilai arus lalu lintas (Q) dalam smp/jam terhadap nilai kapasitasnya dengan satuan smp/jam.

Sedangkan, langkah pengolahan data *traffic counting* pada tipe jalan bebas hambatan menurut PKJI (2014) adalah sebagai berikut.

1. Konversi satuan kendaraan/jam ke dalam skr/jam

Konversi dilakukan dengan mengalikan data jumlah masing-masing jenis kendaraan dengan faktor ekr berdasarkan Tabel 2.11 dan Tabel 2.12. Adapun penentuan nilai faktor ekr ditentukan menggunakan teknik interpolasi terhadap jumlah arus lalu lintas suatu ruas jalan (kendaraan/jam). Hasil konversi tersebut, adalah nilai arus lalu lintas (Q) dalam satuan skr/jam.

2. Perhitungan kecepatan arus bebas dasar (v_{BD}) dan penyesuaian kecepatan akibat lebar jalur lalu lintas (v_{BL}) pada jalan bebas hambatan

Penentuan nilai kecepatan arus bebas dasar (v_{BD}) pada jalan bebas hambatan diperoleh dari Tabel 2.13 berdasarkan masing-masing jenis kendaraan dan tipe jalur. Sedangkan penentuan nilai penyesuaian kecepatan akibat lebar jalur lalu lintas (v_{BL}) pada jalan bebas hambatan diperoleh dari Tabel 2.14. Hasil perolehan nilai v_{BD} dan v_B , akan ditentukan nilai kecepatan arus bebas (v_B) dengan menjumlahkan nilai v_{BD} dan nilai v_{BL} .

3. Perhitungan kapasitas jalan (C) pada jalan bebas hambatan (JBH)

Perhitungan nilai kapasitas pada JBH berdasarkan metode PKJI, (2014) menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$C = C_o \times FC_L$$

Nilai FC_L didapatkan berdasarkan Tabel 2.15.

4. Perhitungan derajat kejenuhan (D_j) pada jalan bebas hambatan

Penentuan derajat kejenuhan dengan membagi nilai arus lalu lintas (Q) dalam skr/jam terhadap nilai kapasitasnya dengan satuan skr/jam.

• Perhitungan Beban Emisi untuk Nilai Konsentrasi CO

Perhitungan beban emisi digunakan sebagai salah satu *input* pada pemodelan Gauss yang dibuat. Adapun persamaan dalam perhitungan beban emisi dengan adalah sebagai berikut.

$$Q = m \times F_{ekr} \times F_E \times L \times f$$

Di mana:

Q = beban emisi (gram/jam)

m = jumlah kendaraan (kendaraan/jam)

F_{ekr} = faktor ekr (EKR/jam)

- F_E = faktor emisi suatu jenis gas (gram/km)
 f = faktor koreksi
 L = panjang ruas jalan (km)

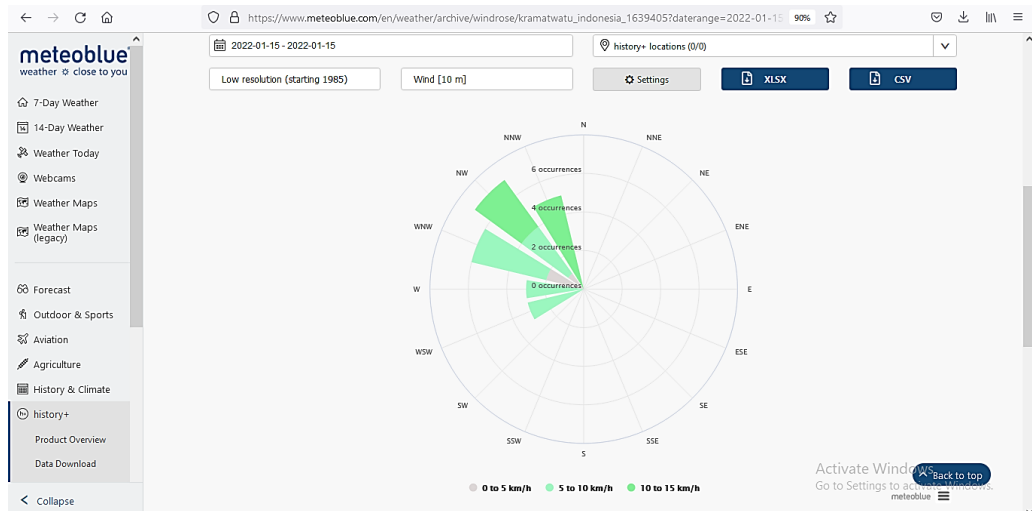
Penentuan variabel *input* dalam persamaan tersebut dilakukan dengan langkah sebagai berikut.

1. Penentuan nilai jumlah kendaraan (m)
 Nilai ini didapatkan dari hasil *traffic counting* masing-masing ruas kendaraan yang telah dilaksanakan dalam satuan kendaraan/jam.
2. Penentuan nilai faktor ekr (F_{ekr})
 Nilai faktor ekr didapatkan dari Tabel 2.17 dan Tabel 2.18 berdasarkan tipe jalan, jenis kendaraan dan arus lalu lintas dalam satuan kendaraan/jam. Nilai ekr ditentukan menggunakan interpolasi terhadap arus lalu lintas yang telah diketahui.
3. Penentuan nilai faktor emisi suatu jenis gas CO (F_E)
 Penentuan faktor emisi suatu jenis gas CO dapat diperoleh pada Tabel 2.33 dan Tabel 2.34 dalam satuan gram/km. Berikut adalah masing-masing faktor emisi jenis gas CO yang digunakan.

Tabel 3. 3 Faktor Emisi Gas CO yang Digunakan

Kategori perhitungan pencemar udara	CO (g/km)
Sepeda motor	14
Mobil	32,4
Angkot	43,1
Pick-up	31,8
Minibus/van	24
Truk	8,4
Bus	11

4. Penentuan nilai faktor koreksi (f)
 Penentuan nilai ini diperoleh berdasarkan Tabel 2.30 dengan metode interpolasi nilai faktor terhadap nilai kecepatan rata-rata kendaraan yang melintas di suatu ruas jalan. Adapun nilai kecepatan rata-rata tersebut diperoleh dari hasil *plotting* nilai D_j dan nilai v_B pada grafik pada Gambar 2.5, Gambar 2.6 dan Gambar 2.7.
- Analisis Data Konsentrasi CO Ambien Sebagai Data Verifikasi Model
 Data konsentrasi CO ambien yang diukur menggunakan alat digital CO memiliki nilai konsentrasi dalam satuan PPM. Sedangkan, hasil dari model yang dibuat memiliki satuan gr/m^3 . Untuk melakukan verifikasi model, maka data konsentrasi CO harus dalam satuan yang sejenis. Maka dilakukan konversi menggunakan persamaan gas ideal.
 - Analisis data meteorologi
 Data meteorologi yang dianalisis berupa data arah dan kecepatan angin. Data ini sebagai *input* dalam pemodelan dispersi Gauss untuk memperkirakan sebaran pencemar gas CO. Data diperoleh dari www.meteoblue.com yaitu salah satu layanan meteorologi yang dibuat di University of Bassel tahun 2006 berdasarkan model NOAA/NCEP. Layanan ini memberikan data meteorologi seperti arah dan kecepatan angin perhari, perbulan, perminggu bahkan pertahun pada suatu area (Meteoblue, 2006). Berikut adalah tampilan *interface* pada layanan data meteorologi pada www.meteoblue.com.

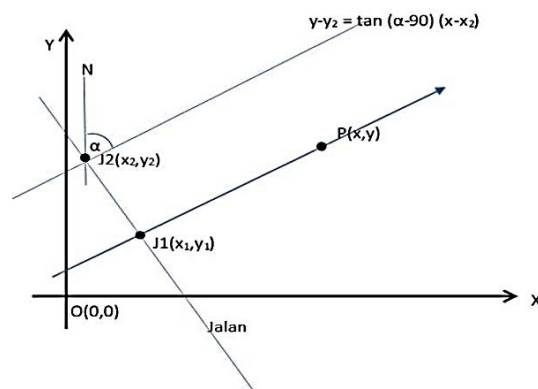


Gambar 3. 3 Interface Meteoblue

Sumber: www.meteoblue.com

Setelah didapatkan data meteorologi, kemudian ditentukan juga stabilitas atmosfer lokasi penelitian berdasarkan tabel Pasquill-Gifford mengenai *stability class*. Kriteria ini mempertimbangkan tutupan awan yang memengaruhi radiasi sinar matahari, jenis daerah atau lokasi penelitian serta data kecepatan angin.

- Memprediksi Sebaran Dispersi Polutan dan Pembuatan Model Dispersi Gauss Tahap ini akan diperoleh hasil estimasi konsentrasi CO ambien yang akan diterima oleh warga terdekat, sehingga dapat diketahui kualitas ambien sekitar. Data konsentrasi polutan pada sumber bergerak hasil observasi lapangan dan perhitungan beban emisi selanjutnya dimasukkan ke dalam persamaan model Gauss termodifikasi. Persamaan model Gauss pada *line source* yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya oleh Assomadi (2016).



Gambar 3. 4 Koordinat kartesian pemodelan dispersi Gauss pada sumber garis

Sumber: Assomadi, 2016

Penelitian ini menggunakan pencemar bersifat konservatif (tidak mengalami reaksi fotokimia di atmosfer). Konstanta laju reaksi (λ) bernilai nol. Berdasarkan persamaan ini kemudian dibuat model pada *software* Matlab.

- Proses Verifikasi Model Proses ini digunakan dengan membandingkan data hasil pemodelan terhadap data observasi lapangan konsentrasi polutan CO ambien. Adapun lokasi pengambilan sampel polutan CO adalah pada Alun-Alun Kramatwatu. Pemilihan lokasi sesuai dengan SNI 19-7119.6-2005 tentang penentuan lokasi sampling udara ambien. Proses pengambilan sampel diwaktu yang sama dengan pengambilan sampel *traffic counting*. Pengambilan sampel menggunakan alat

sensor CO digital. Cara untuk mendapatkan nilai verifikasi adalah dengan mengetahui nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) berdasarkan panduan US EPA dan membandingkan kedua data tersebut berdasarkan selisih yang diperoleh. Model dapat dikatakan baik jika memiliki nilai $RMSE \geq 14,2$. Setelah proses verifikasi, kemudian diambil keputusan bahwa model yang dibuat dapat dipakai atau tidak.

- **Pembahasan**

Pembahasan penelitian ini berdasarkan hasil analisis model dispersi yang telah dilakukan. Tahap ini diuraikan konsentrasi emisi terhadap sebaran dispersi yang terjadi pada hari dan jam puncak pada lima lokasi ruas jalan di Kecamatan Kramatwatu. Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui konsentrasi maksimal yang diterima masyarakat sekitar sebagai perbandingan atas keluhan mengenai kualitas udara yang mereka hirup pada hari dan jam puncak maksimum volume kendaraan terjadi.

3.3.5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan berupa ringkasan penelitian yang telah dilakukan pembahasan. Kesimpulan berupa hasil konsentrasi sebaran polutan CO terutama pada jam dan hari puncak pada lokasi sekitar menggunakan model Gauss termodifikasi serta hasil analisis konsentrasi CO jam puncak yang akan diterima masyarakat sekitar terhadap keluhan mereka.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian

4.1.1. Profil Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada lima ruas jalan di daerah Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang. Ruas jalan ini dipilih karena memiliki lalulintas yang padat. Berikut adalah daftar ruas jalan pada penelitian beserta titik koordinatnya.

Tabel 4. 1 Daftar Ruas Jalan yang Menjadi Penelitian

No	Nama Jalan	Kelas Jalan*	Titik Koordinat**			
			E		S	
			Awal	Akhir	Awal	Akhir
1	Jalan Raya Serang Cilegon	Arteri Primer	106,126	106,084	-6,079	-6,035
2	Jalan Tol Jakarta Merak	Tol	106,131	106,094	-6,077	-6,023
3	Jalan Raya Lingkar	Kolektor Primer	106,083	106,067	-6,035	-6,049
4	Jalan Raya Waringin Kurung	Lokal Primer	106,085	106,070	-6,036	-6,053
5	Jalan Waringin Kurung	Lokal Primer	106,120	106,093	-6,064	-6,073

Sumber: *Peraturan Daerah Kabupaten Serang Nomor 5 Tahun 2020

**Google earth

Pengambilan data profil jalan juga dilakukan sebagai dasar perhitungan *traffic counting*. Pengambilan data ini dilakukan secara langsung dengan pengukuran lapangan oleh peneliti pada tanggal 21 April 2022 pukul 23.00 WIB. Adapun data yang diperoleh terdiri dari data tipe jalan, tipe jalur, tipe alinyemen, panjang jalan (km) dan lebar efektif perlajur. Berikut adalah hasil perolehan data profil jalan pada kelima ruas jalan.

- Lokasi : Jalan Raya Serang Cilegon
 Kelas jalan : Arteri Primer
 Tipe jalan : Jalan Perkotaan
 Tipe jalur : 4/2B
 Tipe alinyemen : Datar
 Panjang Jalan : 7,056 km
 Lebar efektif perlajur : 3,5 m
- Lokasi: Jalan Tol Jakarta Merak
 Kelas jalan : Tol
 Tipe jalan : Jalan Bebas Hambatan
 Tipe jalur : 4/2B
 Tipe alinyemen : Datar
 Panjang Jalan : 7,348 km
 Lebar efektif perlajur : 3,5 m
- Lokasi: Jalan Raya Lingkar Selatan
 Kelas jalan : Kolektor Primer
 Tipe jalan : Jalan Perkotaan
 Tipe jalur : 6/2B
 Tipe alinyemen : Datar
 Panjang Jalan : 2,221 km
 Lebar efektif perlajur : 3,75 m
- Lokasi: Jalan Raya Waringinkurung
 Kelas jalan : Lokal Primer
 Tipe jalan : Jalan Perkotaan

- Tipe jalur : 2/2TB
- Tipe alinyemen : Datar
- Panjang Jalan : 2,539 km
- Lebar efektif perlajur : 2,5 m
- Lokasi:Jalan Waringinkurung
 - Kelas jalan : Lokal Primer
 - Tipe jalan : Jalan Perkotaan
 - Tipe jalur : 2/2TB
 - Tipe alinyemen : Datar
 - Panjang Jalan : 3,372 km
 - Lebar efektif perlajur : 2,5 m

Sedangkan, data pendukung diperoleh dari penelitian terdahulu oleh Ansori dkk., (2020), dengan asumsi data pendukung ditahun tersebut dan pada seluruh ruas jalan arteri dan lokal di Kecamatan Kramatwatu adalah sama seperti keadaan data pendukung di tahun penelitian ini. Adapun data pendukung yang digunakan adalah data faktor pemisah arah, data faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah dan faktor hambatan samping sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 FC_{SP} &= 1 \\
 FC_{SF} &= 0,98 \\
 FC_{CS} &= 0,95
 \end{aligned}$$

Keterangan:

$$\begin{aligned}
 FC_{SP} &= \text{Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah } 50\%-50\% \\
 FC_{SF} &= \text{Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping} \\
 FC_{CS} &= \text{Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota}
 \end{aligned}$$

4.1.2. Karakteristik Pola Lalu Lintas Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian Ansori dkk., (2020) pada ruas jalan Serang Cilegon memiliki pola hari pucak pada Hari Senin, dan pada jam puncak pukul 07.00 WIB, 12.00-13.00 WIB dan 16.00-17.00 WIB. Adapun pola jumlah kendaraan perjam pada jam puncak tersebut disajikan pada Tabel 2.4. Penelitian ini mengasumsikan pada tahun 2022, pola arus lalu lintas pada semua ruas jalan di Kecamatan Kramatwatu adalah sama, baik ditahun penelitian ini dilaksanakan maupun tahun pada *traffic counting* penelitian sebelumnya. Maka, dalam penelitian ini dilakukan *traffic counting* pada Hari Senin, 14 Maret 2022 dengan jam puncak pukul 07.00 WIB, 12.00-13.00 WIB dan 16.00-17.00 WIB. *Traffic counting* dilakukan pada jenis kendaraan sepeda motor, mobil pribadi, angkot, *pick-up*, minibus/van, truk dan bis. Data lengkap hasil *traffic counting* disajikan pada lampiran I. Berikut adalah hasil *traffic counting* pada ruas Jalan Raya Serang Cilegon

Tabel 4. 2 Traffic Counting Jalan Raya Serang Cilegon

Waktu	Jalur Cilegon-Serang						
	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Pick-up	Minibus/van	Truk	Bis
07.00-08.00	4902	349	564	51	61	118	29
12.00-13.00	5381	1575	2234	38	4	210	11
16.00-17.00	7347	1001	1308	24	24	263	46

Waktu	Jalur Serang-Cilegon						
	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Pick-up	Minibus/van	Truk	Bis
07.00-08.00	4525	322	521	48	57	51	13
12.00-13.00	2897	848	1203	21	2	113	6
16.00-17.00	2501	341	445	8	8	90	16

Sumber: Data Lapangan (2022)

4.2 Pengolahan Data Traffic Counting

Pengolahan data *traffic counting* digunakan untuk mencari faktor kecepatan rata-rata pada *input* perhitungan beban emisi. Adapun pengolahan data hasil *traffic counting* dilakukan dengan langkah sebagai berikut.

4.2.1. Konversi Satuan Kendaraan

Konversi satuan kendaraan digunakan metode berbeda antara tipe jalan perkotaan dengan tipe jalan bebas hambatan. Pada tipe jalan perkotaan menggunakan metode MKJI (1997) sedangkan pada tipe jalan bebas hambatan menggunakan metode PKJI (2014). Konversi satuan kendaraan ringan menggunakan metode MKJI (1997) dengan cara mengalikan data volume kendaraan (kendaraan/jam) hasil *traffic counting* dengan faktor emp pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.5 berdasarkan hasil interpolasi. Adapun hasil dari konversi satuan kendaraan disajikan pada lampiran II dan berikut adalah salah satu perhitungan konversi kendaraan pada ruas Jalan Serang Cilegon.

Tabel 4. 3 Data Volume Kendaraan pada Ruas Jalan Serang Cilegon

Waktu	Jalur Cilegon-Serang							Volume Kendaraan (kendaraan/jam)
	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Pick-up	Minibus/van	Truk	Bis	
07.00-08.00	4902	349	564	51	61	118	29	6074
12.00-13.00	5381	1575	2234	38	4	210	11	9453
16.00-17.00	7347	1001	1308	24	24	263	46	10013

Waktu	Jalur Serang-Cilegon							Volume Kendaraan (kendaraan/jam)
	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Pick-up	Minibus/van	Truk	Bis	
07.00-08.00	4525	322	521	48	57	51	13	5537
12.00-13.00	2897	848	1203	21	2	113	6	5090
16.00-17.00	2501	341	445	8	8	90	16	3409

Sumber: Data Lapangan (2022)

Berdasarkan Tabel 4.3 maka didapatkan pada Ruas Jalan Serang Cilegon dengan tipe jalur 4/2B memiliki volume kendaraan pada kedua jalur tiap jam puncak lebih dari 1800 kendaraan/jam. Maka, berdasarkan tabel faktor emp pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.5 dengan interpolasi didapatkan nilai emp pada masing-masing ruas jalan dan masing masing jam puncak pada jenis kendaraan berbeda adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 4 Faktor Emp pada Ruas Jalan Serang Cilegon
07.00-08.00 WIB

Jalur Cilegon-Serang		Jalur Serang-Cilegon	
Jenis kendaraan	emp	Jenis kendaraan	emp
Sepeda motor	0,25	Sepeda motor	0,25
Mobil pribadi	1	Mobil pribadi	1
Angkot	1	Angkot	1
Pick up	1	Pick up	1
Minibus/van	1	Minibus/van	1
Truk	1,2	Truk	1,2
Bus	1,2	Bus	1,2

12.00-13.00 WIB

Jalur Cilegon-Serang		Jalur Serang-Cilegon	
Jenis kendaraan	emp	Jenis kendaraan	emp
Sepeda motor	0,25	Sepeda motor	0,25
Mobil pribadi	1	Mobil pribadi	1
Angkot	1	Angkot	1
Pick up	1	Pick up	1
Minibus/van	1	Minibus/van	1
Truk	1,2	Truk	1,2
Bus	1,2	Bus	1,2

16.00-17.00 WIB

Jalur Cilegon-Serang		Jalur Serang-Cilegon	
Jenis kendaraan	emp	Jenis kendaraan	emp
Sepeda motor	0,25	Sepeda motor	0,25
Mobil pribadi	1	Mobil pribadi	1
Angkot	1	Angkot	1
Pick up	1	Pick up	1
Minibus/van	1	Minibus/van	1
Truk	1,2	Truk	1,2
Bus	1,2	Bus	1,2

Sumber: Pengolahan Data Lapangan (2022)

Jenis kendaraan mobil pribadi, angkot, *pick-up* dan minibus/van jumlah kendaraan dijumlahkan lalu dikalikan dengan faktor empnya karena merupakan jenis kendaraan yang sama yaitu jenis kendaraan *light vehicle* (LV). Demikian juga dengan kendaraan truk dan bus yang dijadikan satu dengan menjumlahkannya lalu dikalikan dengan faktor empnya karena merupakan jenis kendaraan yang sama yaitu jenis kendaraan *heavy vehicle* (HV). Jenis jalan tidak terbagi (TB), perhitungan volume kendaraan pada semua lajur dilakukan menjadi satu tanpa dipisah antar arah. Untuk contoh perhitungan konversi satuan kendaraan disajikan pada contoh berikut yang diambil pada jenis kendaraan sepeda motor (MC) jam puncak pagi pukul 07.00 WIB pada jalur Cilegon-Serang.

Jumlah sepeda motor = 4902 kendaraan/jam

Faktor emp = 0,25

Q sepeda motor = Jumlah sepeda motor x Faktor emp

= 4902 x 0,25

= 1225,5 smp/jam

Sedangkan, pada tipe jalan bebas hambatan dengan perhitungan menggunakan metode PKJI (2014) disajikan perhitungan sebagai berikut.

Tabel 4. 5 Data Volume Kendaraan pada Ruas Jalan Tol Jakarta Merak

Waktu	Jalur Jakarta-Merak							Volume Kendaraan (kendaraan/jam)
	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Pick-up	Minibus/van	Truk	Bis	
07.00-08.00	0	719	1163	106	127	610	153	2878
12.00-13.00	0	1242	944	248	49	575	31	3089
16.00-17.00	0	2580	756	54	178	910	160	4638

Waktu	Jalur Merak-Jakarta							Volume Kendaraan (kendaraan/jam)
	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Pick-up	Minibus/van	Truk	Bis	
07.00-08.00	0	664	1074	97	117	262	65	2279
12.00-13.00	0	668	508	134	27	309	16	1662
16.00-17.00	0	879	258	18	61	310	55	1581

Sumber: Data Lapangan (2022)

Berdasarkan Tabel 4.5 maka didapatkan pada Ruas Jalan Tol Jakarta Merak dengan tipe jalur 4/2B memiliki volume kendaraan berbeda pada kedua jalur. Berdasarkan tabel faktor ekr pada Tabel 2.11 dan Tabel 2.12 dengan interpolasi didapatkan nilai ekr pada masing-masing ruas jalan dan masing masing jam puncak pada jenis kendaraan berbeda adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 6 Faktor Ekr pada Ruas Jalan Tol Jakarta Merak

07.00-08.00 WIB

Jalur Jakarta-Merak		Jalur Merak-Jakarta	
Jenis kendaraan	Ekr	Jenis kendaraan	Ekr
Sepeda motor	0,5	Sepeda motor	0,78
Mobil pribadi	1	Mobil pribadi	1
Angkot	1	Angkot	1
Pick up	1	Pick up	1
Minibus/van	1	Minibus/van	1
Truk	2	Truk	2,47
Bus	1,5	Bus	1,69

12.00-13.00 WIB

Jalur Jakarta-Merak		Jalur Merak-Jakarta	
Jenis kendaraan	Ekr	Jenis kendaraan	Ekr
Sepeda motor	0,5	Sepeda motor	0,68
Mobil pribadi	1	Mobil pribadi	1
Angkot	1	Angkot	1
Pick up	1	Pick up	1
Minibus/van	1	Minibus/van	1
Truk	2	Truk	2,21
Bus	1,5	Bus	1,52

16.00-17.00 WIB

Jalur Jakarta-Merak		Jalur Merak-Jakarta	
Jenis kendaraan	Ekr	Jenis kendaraan	Ekr
Sepeda motor	0,5	Sepeda motor	0,67
Mobil pribadi	1	Mobil pribadi	1
Angkot	1	Angkot	1

Jalur Jakarta-Merak		Jalur Merak-Jakarta	
Jenis kendaraan	Ekr	Jenis kendaraan	Ekr
Pick up	1	Pick up	1
Minibus/van	1	Minibus/van	1
Truk	2	Truk	2,17
Bus	1,5	Bus	1,50

Sumber: Pengolahan Data Lapangan (2022)

Berikut adalah contoh perhitungan konversi satuan kendaraan ringan berdasarkan metode MKJI (1997) pada jenis kendaraan mobil pribadi jam puncak pagi pukul 07.00 WIB pada jalur Jakarta-Merak.

Jumlah mobil pribadi = 719 kendaraan/jam

Faktor ekr = 1

Q mobil pribadi = Jumlah mobil pribadi x Faktor ekr

= 719 x 1

= 719 skr/jam

4.2.2. Perhitungan Kapasitas Jalan

Penentuan kapasitas suatu ruas jalan digunakan untuk mengetahui daya tampung ruas jalan terhadap jumlah kendaraan yang melintas perjamnya. Perhitungan kapasitas jalan pada masing-masing tipe jalan memiliki perbedaan pada persamaan yang digunakan. Tipe jalan perkotaan digunakan perhitungan berdasarkan metode berdasarkan MKJI (1997) dan pada tipe jalan bebas hambatan menggunakan metode perhitungan berdasarkan PKJI (2014). Berikut adalah hasil perhitungan nilai kapasitas jalan pada kelima ruas jalan yang menjadi lokasi penelitian dengan nilai FC_{SP} , FC_{SF} dan FC_{CS} yang diperoleh dari penelitian Ansori dkk., (2020).

- **Lokasi: Jalan Raya Serang Cilegon**

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

$$C_o = 3300 \quad \text{smp/jam/jalur (4/2B)}$$

$$FC_w = 1 \quad (Wc = 3,5 \text{ m/ lajur})$$

$$FC_{SP} = 1$$

$$FC_{SF} = 0,98$$

$$FC_{CS} = 0,95$$

$$C = 3072,3 \quad \text{smp/jam/jalur}$$

- **Lokasi: Jalan Tol Merak Cilegon**

$$C = C_o \times F_{CL}$$

$$C_o = 4600 \quad \text{skr/jam/jalur (4/2B)}$$

$$F_{CL} = 1 \quad (Wc = 3,5 \text{ m/ lajur})$$

$$C = 4600 \quad \text{skr/jam/jalur}$$

- **Lokasi: Jalan Raya Lingkar Selatan**

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

$$C_o = 4950 \quad \text{smp/jam/jalur (6/2B)}$$

$$FC_w = 1,04 \quad (Wc = 3,75 \text{ m/ lajur})$$

$$FC_{SP} = 1$$

$$FC_{SF} = 0,98$$

$$FC_{CS} = 0,95$$

$$C = 4792,8 \quad \text{smp/jam/jalur}$$

- **Lokasi: Jalan Raya Waringinkurung**

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

$$C_o = 2900 \quad \text{smp/jam (2/2TB)}$$

$$FC_w = 0,56 \quad (Wc = 2,5 \text{ m/ lajur})$$

$$\begin{aligned}
FC_{SP} &= 1 \\
FC_{SF} &= 0,98 \\
FC_{CS} &= 0,95 \\
C &= 1511,9 \quad \text{smp/jam}
\end{aligned}$$

- **Lokasi: Jalan Waringinkurung**

$$\begin{aligned}
C &= C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \\
C_o &= 2900 \quad \text{smp/jam} \quad (2/2TB) \\
FC_w &= 0,56 \quad (Wc = 2,5 \text{ m/ lajur}) \\
FC_{SP} &= 1 \\
FC_{SF} &= 0,98 \\
FC_{CS} &= 0,95 \\
C &= 1511,9 \quad \text{smp/jam}
\end{aligned}$$

4.2.3. Penentuan Derajat Kejenuhan (D_j)

Adapun penentuan tingkat kinerja suatu ruas jalan yang dinyatakan dalam derajat jenuh (D_j) dengan cara membagi nilai arus terhadap kapasitas jalan tiap ruas jalan. Hasil perhitungan nilai D_j disajikan dalam lampiran III. Berikut adalah salah satu contoh perhitungan D_j pada ruas Jalan Serang Cilegon jalur Cilegon-Serang.

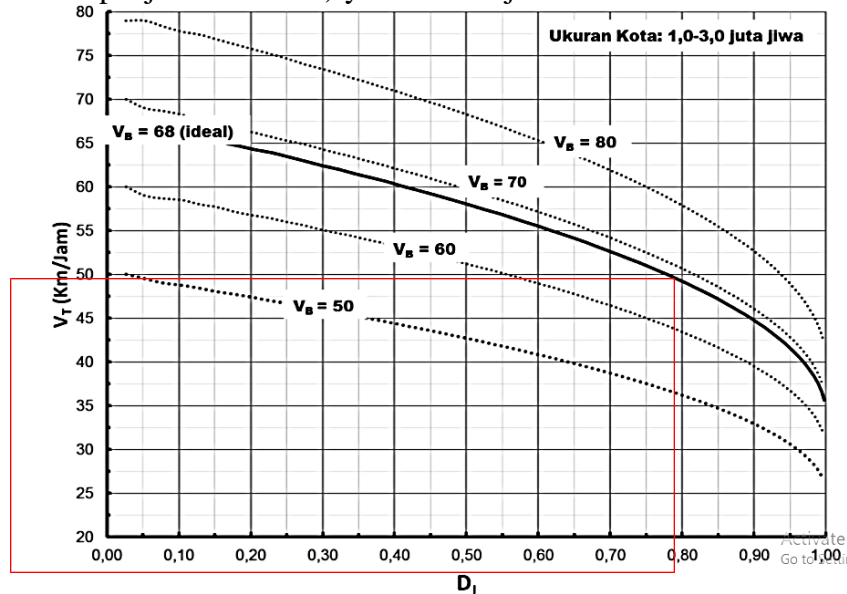
$$\begin{aligned}
Q_{MC} &= 1225,5 \text{ smp/jam} \\
Q_{LV} &= 1025 \text{ smp/jam} \\
Q_{HV} &= 176,4 \text{ smp/jam} \\
Q &= Q_{MC} + Q_{LV} + Q_{HV} \\
&= 1225,5 + 1025 + 176,4 \\
&= 2426,9 \text{ smp/jam} \\
C &= 3072,3 \text{ smp/jam} \\
D_j &= Q/C \\
&= 2426,9/3072,3 \\
&= 0,79
\end{aligned}$$

4.3 Perhitungan Beban Emisi untuk Nilai Konsentrasi CO

Nilai beban emisi ditentukan sebagai salah satu *input* pada pemodelan Gauss yang dilakukan. Berdasarkan persamaan *Tier 1* dalam menentukan beban emisi, dibutuhkan beberapa variabel *input*. Adapun penentuan variabel *input* tersebut diuraikan pada langkah berikut yang merupakan salah satu contoh perhitungan beban emisi jenis kendaraan sepeda motor pada ruas Jalan Raya Serang Cilegon dengan jalur Cilegon-Serang pukul 07.00-08.00 WIB.

1. Penentuan nilai jumlah kendaraan (m)
Berdasarkan data hasil *traffic counting*, jumlah kendaraan sepeda motor yang melintas adalah 4902 kendaraan/jam.
2. Penentuan nilai faktor ekr (F_{ekr})
Nilai faktor ekr yang telah didapatkan dari Tabel 2.17 maupun Tabel 2.18 berdasarkan tipe jalan, jenis kendaraan dan arus lalu lintas dalam satuan kendaraan/jam dengan teknik interpolasi adalah senilai 0,25.
3. Penentuan nilai faktor emisi suatu jenis gas CO (F_E)
Penentuan nilai F_E berdasarkan Tabel 2.33 dan Tabel 2.34. adapun nilai F_E gas CO pada jenis kendaraan sepeda motor adalah 14 g/km.
4. Penentuan nilai faktor koreksi (f)
Penentuan nilai faktor koreksi dilakukan dengan menentukan kecepatan rata-rata suatu kendaraan yang melintas. Pada jenis kendaraan sepeda motor yang melintas di ruas

Jalan Raya Serang Cilegon dengan jalur Cilegon-Serang pukul 07.00-08.00 WIB, memiliki nilai D_j 0,79. Penentuan nilai kecepatan rata-rata dilakukan dengan *plotting* pada grafik di bawah ini, asumsi nilai v_B adalah ideal (kondisi dasar atau tanpa adanya gangguan terhadap laju kendaraan) yaitu 68 km/jam.



Gambar 4. 1 Hasil Plotting Penentuan v_T Sepeda Motor Pukul 07-00-08.00 WIB pada Jalur Cilegon-Serang dengan Tipe jalur 4/2B

Berdasarkan hasil *plotting* pada grafik tersebut, diperoleh kecepatan rata-rata sepeda motor yang melintas pada ruas jalan tersebut pukul 07.00-08.00 WIB adalah 49,5 km/jam. Maka, nilai faktor koreksi (f) didapatkan dengan teknik interpolasi sebagai berikut berdasarkan Tabel 2.30.

Diketahui:

- Kecepatan rata-rata batas atas (x_1) = 50 km/jam
- Kecepatan rata-rata batas bawah (x_2) = 40 km/jam
- Faktor koreksi batas atas (y_1) = 1,1
- Faktor koreksi batas bawah (y_2) = 1,25
- Kecepatan rata-rata kendaraan (x) = 49,5 km/jam

$$\text{Faktor koreksi } (y) = y_1 + \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)} (y_2 - y_1)$$

$$\text{Faktor koreksi } (y) = 1,1 + \frac{(49,5 - 50)}{(40 - 50)} (1,25 - 1,1)$$

$$\text{Faktor koreksi } (y) = 1,1075$$

Adapun hasil penentuan faktor koreksi pada tiap ruas jalan yang menjadi lokasi penelitian disajikan dalam lampiran IV. Semua variabel *input* yang telah diketahui kemudian dilakukan perhitungan beban emisi sebagai berikut.

Diketahui:

- $m_{\text{sepeda motor}}$ = 4902 kendaraan/jam
- F_{ekr} = 0,25 ekr/kendaraan
- F_E = 14 gram/km
- f = 1,1075
- L = 7,056 km
- Q_{CO} = $m \times F_{\text{ekr}} \times F_E \times L \times f$
- Q_{CO} = $4902 \times 0,25 \times 14 \times 7,056 \times 1,1075$
- Q_{CO} = 134073,7 gram/jam

$$= 37,243 \text{ gram/detik}$$

Hasil seluruh perhitungan beban emisi pada kelima ruas jalan yang menjadi lokasi penelitian disajikan dalam lampiran V.

4.4 Analisis Data Konsentrasi CO Ambien Sebagai Data Verifikasi Model

Data konsentrasi CO ambien pada pengukuran lapangan digunakan sebagai data verifikasi model yang dibuat. Alat ukur yang digunakan memiliki satuan PPM sedangkan dalam hasil pemodelan didapatkan satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Proses melakukan verifikasi harus digunakan satuan yang sama. Oleh karena itu, pada hasil CO pengukuran dilakukan konversi satuan menggunakan persamaan gas ideal. Pengukuran CO ambien dilakukan dalam interval lima menit pada jam puncak pengambilan data *traffic counting*. Berikut contoh konversi satuan CO ambien dengan jarak 31 meter dari ruas Jalan Raya Serang Cilegon pada Alun-Alun Kecamatan Kramatwatu.

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= 07.25 \text{ WIB} \\ \text{CO}_{\text{terukur}} &= 2 \text{ PPM} \\ \text{Suhu}_{\text{terukur}} &= 31,8^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Data:

$$\begin{aligned} R &= 8,31 \text{ N.m}/(\text{mol.K}) \\ 1 \text{ PPM} &= 0,000001 \text{ m}^3 \text{ CO}/\text{m}^3 \text{ udara} \\ T_{\text{convert}} &= 273 \text{ K}/^\circ\text{C} \\ T_{\text{normal}} &= 25 \text{ }^\circ\text{C} \\ P_{\text{(STP)}} &= 100000 \text{ Pa} \\ P_{\text{terukur}} &= 29,65 \text{ inHg} \\ P_{\text{convert}} &= 3386,389 \text{ Pa}/\text{inHg} \\ &= 100406,4339 \text{ Pa} \\ &= 100406,4339 \text{ N.m}/\text{mol/K} \\ Mr &= 28 \text{ g/mol} \\ 1 \text{ PPM}_{\text{CO}} &= 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ CO}/\text{m}^3 \text{ udara} \end{aligned}$$

Perhitungan:

$$P \times V = n \times R \times T$$

$$P \times V = \frac{\text{gram}}{Mr} \times R \times T$$

$$100406,4 \text{ N.m}/\text{mol/K} \times 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ CO}/\text{m}^3 \text{ udara} = \frac{\text{gram}}{28 \text{ g/mol}} \times 8,31 \text{ N.m}/(\text{mol.K}) \times (31,8+273)$$

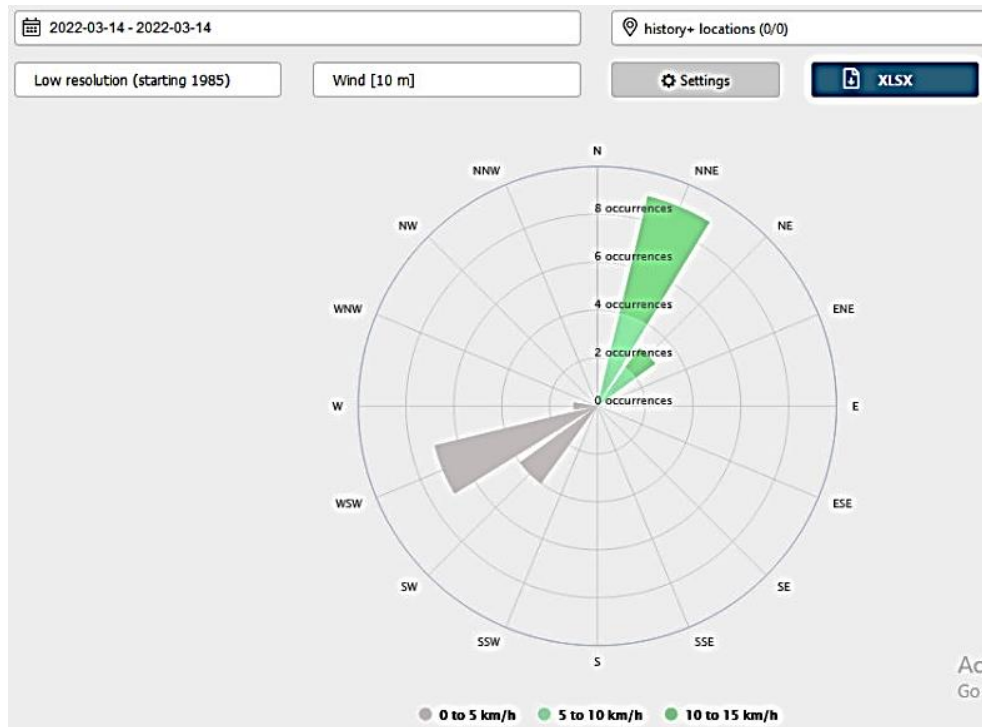
$$\text{gram} = 0,0022199 \text{ gram}/\text{m}^3$$

$$\text{konsentrasi} = 2219,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Adapun hasil konversi satuan pada interval waktu lainnya pada data CO pengukuran lapangan yang diambil disajikan dalam lampiran VI.

4.5 Analisis Data Meteorologi

Pengambilan data *windrose* serta data arah dan kecepatan angin pada ketinggian 10 m di atas permukaan tanah diperoleh dari www.meteoblue.com. Data dan *windrose* yang diambil berdasarkan data pada waktu yang bersamaan pada *traffic counting* yaitu tanggal 14 Maret 2022. Berikut adalah *windrose* yang telah diperoleh.



Gambar 4. 2 Windrose Kecamatan Kramatwatu 14 Maret 2022

Sumber: *Meteoblue.com*, 2022

Selain data *windrose*, dari *www.meteoblue.com* juga diperoleh data arah dan kecepatan angin. Adapun data ini berdasarkan titik lokasi peneliti saat pengambilan sampel CO ambien. Berikut adalah rincian lokasi tersebut serta data arah dan kecepatan angin yang diperoleh.

location : Kramatwatu
latitude : -6,3334
longitude : 105,9375
asl : 144,5098
variable : Wind Speed
unit : occurrences
level : 10 m
resolution : none
aggregation : None

Tabel 4. 7 Data Windspeed dan Arah Angin Kecamatan Kramatwatu 14 Maret 2022

timestamp	0 to 5 km/h	5 to 10 km/h	10 to 15 km/h
N	0	0	0
NNE	0	4	5
NE	0	2	1
ENE	0	0	0
E	0	0	0
ESE	0	0	0
SE	0	0	0
SSE	0	0	0
S	0	0	0
SSW	0	0	0
SW	4	0	0
WSW	7	0	0
W	1	0	0
WNW	0	0	0

timestamp	0 to 5 km/h	5 to 10 km/h	10 to 15 km/h
NW	0	0	0
NNW	0	0	0

Sumber: Meteoblue.com, 2022

Data yang diperoleh menunjukkan bahwa arah angin dominan dari arah NNE (*east-northeast*) atau timur timur laut. Pada pemodelan yang dibuat, arah angin tersebut digunakan sebagai *input* pada persamaan *Gauss* termodifikasi

4.6 Pembuatan Model Dispersi

Proses estimasi dispersi model dilakukan dengan dua cara yaitu, menggunakan Matlab dan perhitungan matematis secara manual menggunakan bantuan excel. Hal ini karena penggunaan Matlab merupakan model *black box* atau pengujian yang dilakukan dengan hanya mengetahui *input* dan output tanpa mengetahui struktur atau proses di dalamnya. Setelah dilakukan proses pembuatan model, harus dilakukan verifikasi untuk mengetahui apakah model dapat diaplikasikan atau tidak. Adapun proses pembuatan model dispersi Gauss termodifikasi dilakukan sebagai berikut.

4.6.1. Pembuatan Model Menggunakan Excel

Proses estimasi dispersi model awal menggunakan program excel untuk mengetahui secara detil proses kalkulasi menggunakan persamaan Gauss termodifikasi. Adapun arah angin yang digunakan adalah arah angin dominan dengan kecepatan rata-rata dari arah angin tersebut berdasarkan Tabel 4.7. Berikut adalah contoh perhitungan model dispersi pada jam puncak pagi 07.00-08.00 WIB pada *line source* ruas Jalan Serang-Cilegon.

Diketahui:

Tinggi alat ukur ambien (z_a)	= 10 m
Kecepatan angin _{rata-rata} pada z_a (v_{za})	= 10 km/jam = 2,78 m/s
Tinggi reseptor (z)	= 1,5 m
Nilai eksponen (p)	= 0,1-0,4
Kecepatan angin pada z (v_z)	= $v_{za} (z/z_a)^p$ = 2,78 m/s $(1,5 \text{ m}/10 \text{ m})^{0,25}$ = 1,78 m/s
Panjang jalan (L)	= 7,056 m
Arah u_z terhadap jalan ($^\circ$)	= 10
Beban emisi (Q)	= 241,28 gram/s
Tekanan (p)	= 1,0041 mbar
Suhu (T)	= 305,733 K
Tinggi stack (h)	= 0,3 m
Tinggi efektif (H)	= 0,3 m
Kategori wilayah	= urban
<i>Pasquil stability categories</i>	= strong

Berdasarkan Tabel 2. 36, maka dapat diketahui kategori stabilitas atmosfer yaitu:

Stabilitas = A

Jarak reseptor:

Searah angin (x)	= 31 m
Tegak lurus angin (y)	= 5,47 m
Tinggi reseptor (z)	= 1,5 m

Kemudian, dalam menentukan standar deviasi distribusi pada *input* persamaan dispersi Gauss, digunakan perhitungan berdasarkan Tabel 2.37 untuk daerah *rural* dan Tabel 3.8 untuk daerah *urban*. Adapun nilai standar deviasi pada Ruas Jalan Serang Cilegon terhadap wilayah sekitar yang termasuk wilayah urban, didapatkan nilai sebagai berikut.

Standar deviasi distribusi:

$$\text{horizontal } (\sigma_y) = 9,86$$

$$\text{vertikal } (\sigma_z) = 7,45$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan Gauss termodifikasi untuk *line source*, diperoleh estimasi nilai konsentrasi pada titik pengamat sebagai berikut. Adapun hasil perhitungan pada ruas jalan lainnya dan pada jam puncak selanjutnya dicantumkan pada Lampiran VII.

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi } (C_{CO}) &= 5,104 \times 10^{-04} \text{ gram/m}^3 \\ &= 51,044 \times 10 \mu\text{g/m}^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan estimasi nilai konsentrasi pada titik pantau sebagai berikut.

Tabel 4. 8 Hasil Estimasi Konsentrasi CO pada Titik Pantau

No	Nama Jalan	Waktu	C (gr/m3)	C (10 $\mu\text{g/m}^3$)
1	Jalan Raya Serang Cilegon	07.00 - 08.00	5,104E-04	51,044
2	Jalan Tol Merak Cilegon		2,056E-08	0,002
3	Jalan Raya Lingkar		5,367E-06	0,537
4	Jalan Raya Waringin Kurung		1,809E-06	0,181
5	Jalan Waringin Kurung		5,989E-07	0,060

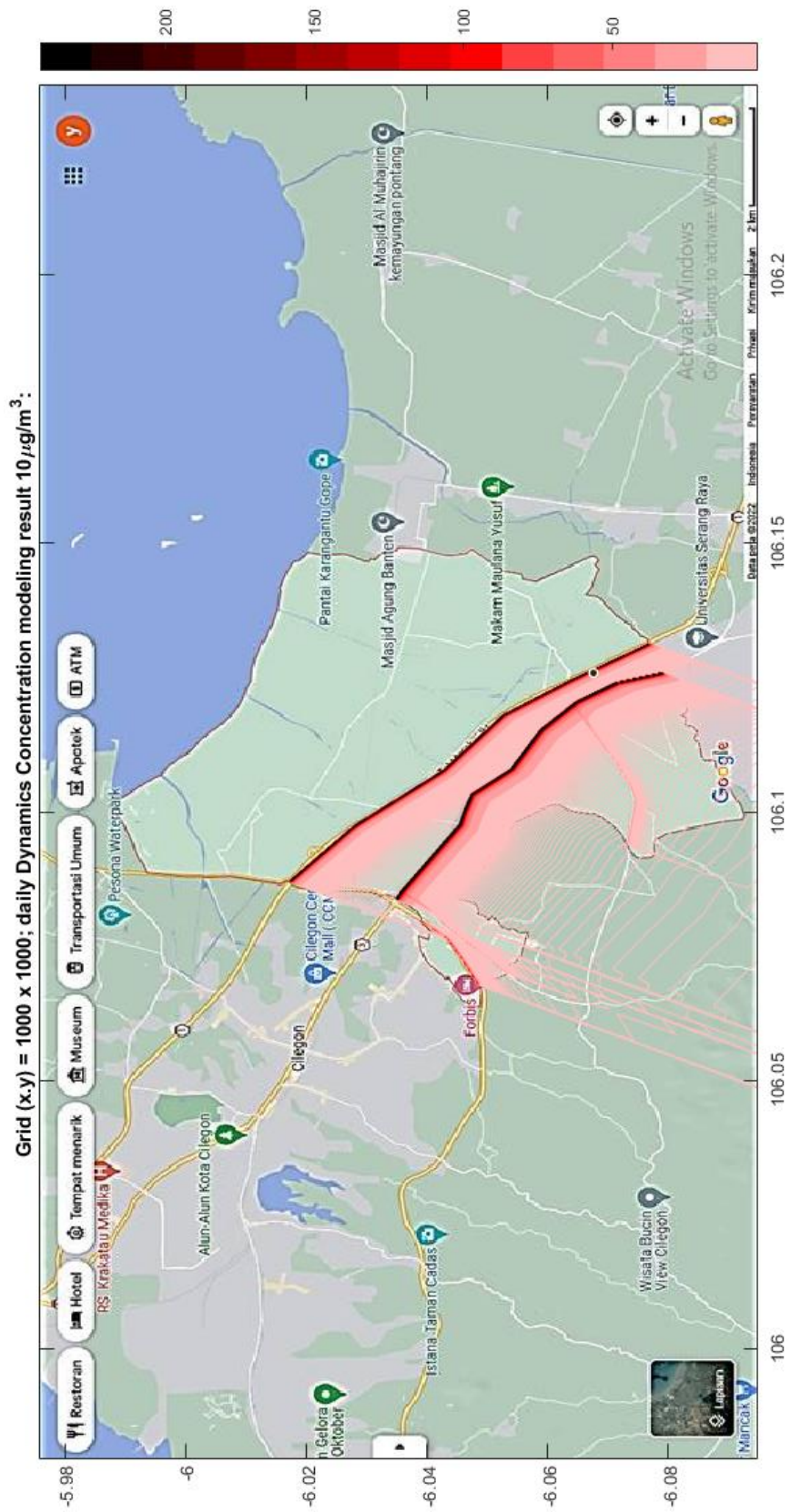
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan perhitungan tersebut, didapatkan estimasi konsentrasi CO total pada titik pantau yaitu:

$$\begin{aligned} CO_{\text{total}} &= CO_{\text{pada jalan ke-1}} + CO_{\text{pada jalan ke-2}} + CO_{\text{pada jalan ke-3}} + CO_{\text{pada jalan ke-4}} + CO_{\text{pada jalan ke-5}} \\ &= 51,044 \times 10 + 0,002 \times 10 + 0,537 \times 10 + 0,181 \times 10 + 0,060 \times 10 \\ &= 51,82 \times 10 \mu\text{g/m}^3 \end{aligned}$$

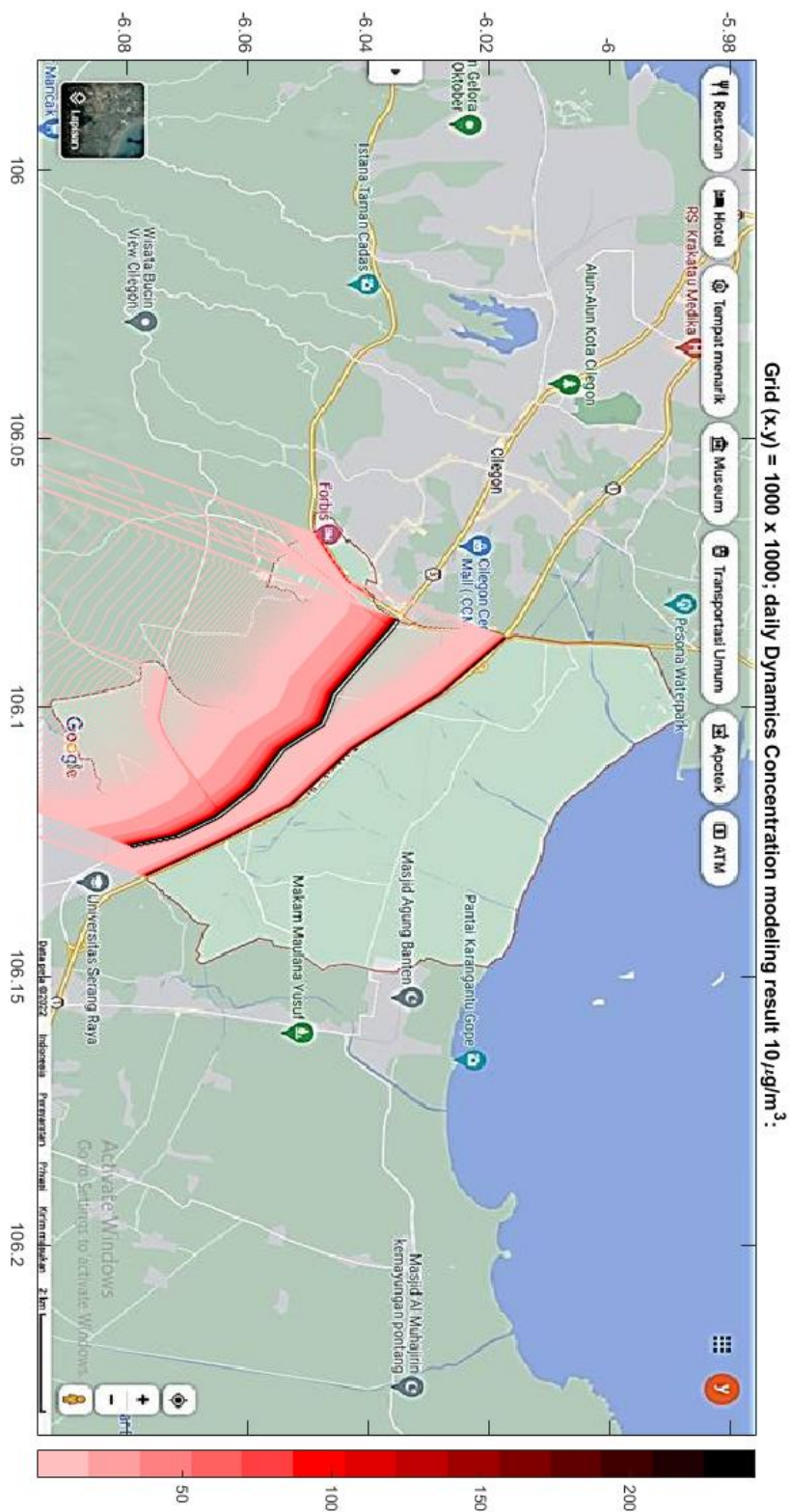
4.6.2. Pembuatan Model Menggunakan Matlab

Proses estimasi model kedua dilakukan menggunakan Matlab dengan arah angin dominan dan kecepatan angin dari arah angin tersebut. Adapun hasil yang didapatkan yaitu pola dispersi pada peta wilayah penelitian. *Script* yang digunakan berdasarkan penelitian terdahulu oleh Assomadi (2016). Adapun *script* dan data *input* yang digunakan dalam membangun model terlampir pada Lampiran VIII. Model yang dibangun dilakukan *running* pada ketiga jam puncak. Berikut pola dispersi CO hasil *running* model yang dibuat pada Matlab tiap jam puncak. Pembahasan dari hasil pembuatan model akan dijelaskan pada sub bab 4.8.



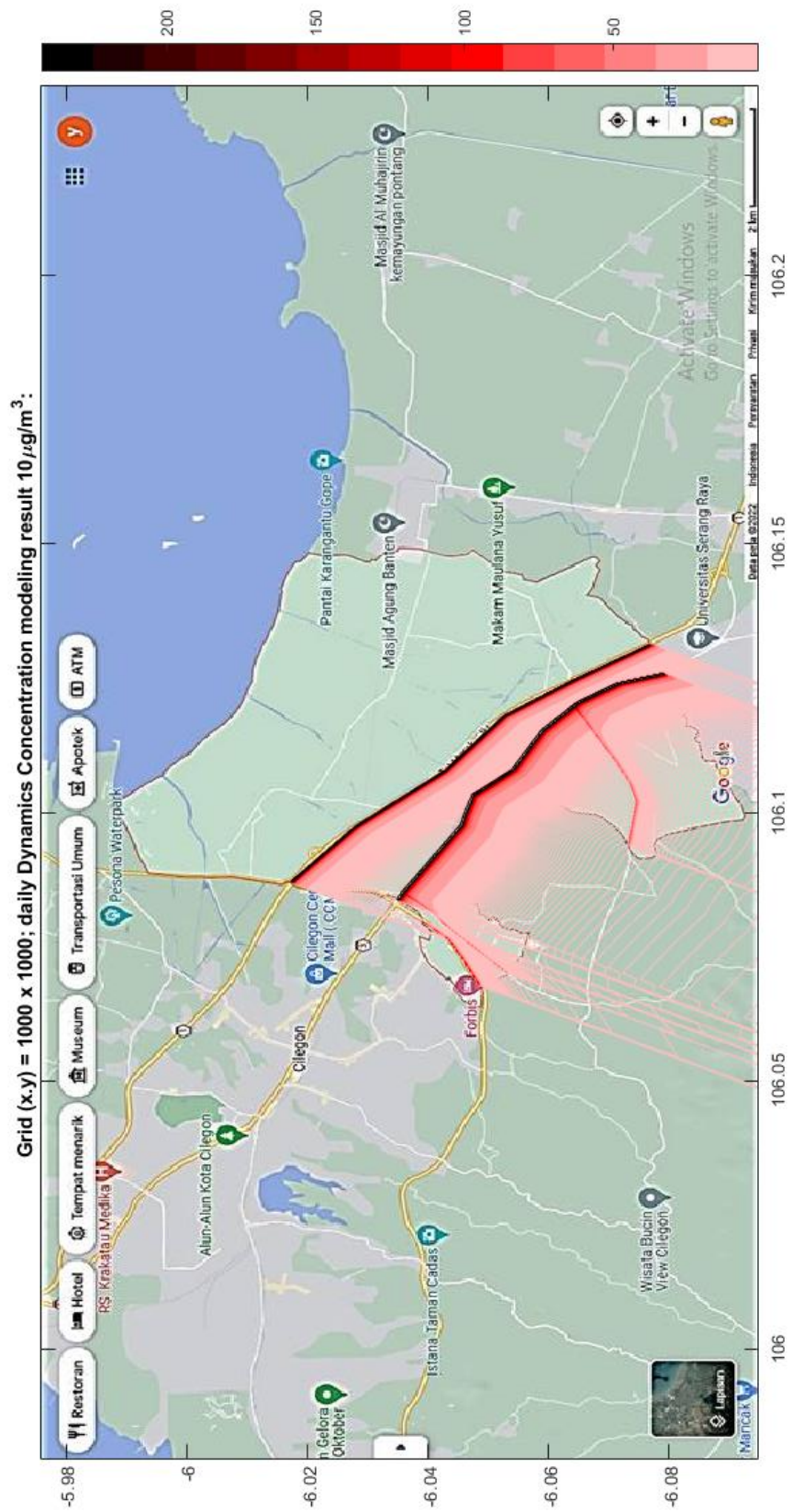
Gambar 4. 3 Kontur Pola Sebaran CO Ruas Jalan di Kecamatan Kramatwatu pada Jam Puncak 07.00-08.00 WIB

Sumber: Hasil Running Model Menggunakan Matlab



Gambar 4. 4 Kontur Pola Sebaran CO Ruas Jalan di Kecamatan Kramatwatu pada Jam Puncak 12.00-13.00 WIB

Sumber: Hasil Running Model Menggunakan Matlab



Gambar 4. 5 Kontur Pola Sebaran CO Ruas Jalan di Kecamatan Kramatwatu pada Jam Puncak 16.00-17.00 WIB

Sumber: Hasil Running Model Menggunakan Matlab

4.7 Verifikasi Model Terbangun

Hasil dari estimasi model dispersi akan dilakukan proses verifikasi untuk memenuhi standar minimum data yang baik menurut US EPA. Model dapat dikatakan baik jika memiliki nilai selisih yang semakin kecil dari nilai data pengukuran lapangan. Data konsentrasi CO hasil observasi lapangan menggunakan alat sensor gas CO digital yang digunakan adalah data rata-rata pengukuran pada satu jam tiap interval lima menit. Hal ini dikarenakan data *traffic counting* yang digunakan merupakan data pengukuran volume kendaraan yang melintas pada suatu ruas jalan dalam satu jam. Adapun selisih data model terhadap data lapangan diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 4. 9 Selisih Data Model dengan Data Lapangan

Time	Data		Selisih (%)
	Rata-Rata Observasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Data Hasil Model ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
07.00-08.00	553,71	518,24	6,85
12.00-13.00	17731,34	14.063,97	26,08
16.00-17.00	12.817,08	8.359,82	53,32

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Proses verifikasi model juga dilakukan dengan rumus *Root Mean Square Error* (RMSE). Berikut adalah hasil perhitungan RMSE menggunakan excel.

Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan RMSE

Time	Data		Selisih	Selisih ²	RMSE
	Rata-Rata Observasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Data Hasil Model ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
7:05:00 AM	553,71	518,24	35,47	1.258,40	33,33
12:05:00 PM	17731,34	14.063,97	3667,37	13.449.575,28	
4:05:00 PM	12.817,08	8.359,82	4457,26	19.867.143,61	

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Hasil selisih nilai rata-rata observasi terhadap data hasil model pada jam puncak pagi memiliki nilai yang kecil dibandingkan pada jam puncak siang dan sore. Nilai selisih menunjukkan eror pada data model tersebut. RMSE yang didapatkan pada ketiga jam puncak adalah 33,3% melebihi batas maksimum yang dianjurkan oleh US EPA.

4.8 Pembahasan Hasil Model dan Hasil Verifikasi Model

Model ini dibangun menggunakan arah angin dominan yaitu arah angin yang bertiup dari arah *east-northeast* (NNE) atau timur timur laut dengan kecepatan rata-rata 10 km/jam. Sumber emisi dalam pemodelan ini berasal dari CO oleh aktivitas lalu lintas berdasarkan jumlah kendaraan bermotor pada ruas jalan di Kecamatan Kramatwatu menggunakan metode *traffic counting*. Perhitungan *traffic counting* dilakukan pada jam puncak pagi, siang dan sore dalam waktu satu jam. Pengambilan sampel hasil *traffic counting* digunakan sebagai *input* model dalam kurun waktu satu jam sebagai beban emisi sumber dengan satuan gram perdetik. Sedangkan dalam proses verifikasi model terbangun menggunakan data observasi CO ambien di lapangan Alun-Alun Kramatwatu dalam kurun waktu satu jam dengan interval waktu lima menit. Data tersebut diambil menggunakan alat ukur sensor digital gas CO. Proses verifikasi data menggunakan data rata-rata CO observasi pada tiap interval waktu lima menit. Data tersebut digunakan karena mengikuti data hasil *traffic counting* yang diambil selama satu jam.

Data yang telah didapatkan kemudian dilakukan proses pembuatan model menggunakan Matlab. Hasil pemodelan dapat dilihat pada Gambar 4.3 untuk jam puncak pagi, Gambar 4.4 untuk jam puncak siang dan Gambar 4.5 untuk jam puncak sore. Pemodelan yang dilakukan menggunakan arah dan kecepatan angin dominan menunjukkan pola sebaran emisi

menuju arah *southwest* (SW) atau barat daya dan menuju *south-southwest* (SSW) atau selatan barat daya. Pola sebaran emisi pada Gambar 4.4 yaitu pada jam puncak pagi memiliki sebaran paling pekat karena pada jam puncak ini memiliki volume kendaraan terpadat.

Titik pantau pengambilan sampel CO ambien dilakukan pada arah yang sama dengan sebaran pola dispersi dari emisi sumber. Beberapa panjang jalan dari ruas jalan Serang Cilegon dan Jalan Tol Jakarta Merak, pola dispersi emisi sumber berada di luar titik pantau. Sehingga konsentrasi CO yang diemisikan tidak dapat terbaca oleh alat sensor CO. Data CO hasil observasi lapangan dilakukan perhitungan selisih terhadap data model yang telah dilakukan. Selisih data pada jam puncak pagi memiliki nilai perbedaan yang kecil yaitu 6,85%. Berbeda dengan selisih data pada jam puncak siang yaitu sebesar 26,08% dan jam puncak sore yaitu 53,32%. Perbedaan selisih antara data observasi lapangan terhadap data model akan menunjukkan nilai eror. Jam puncak pagi memiliki nilai eror lebih kecil dibandingkan pada jam puncak siang dan sore. Verifikasi data juga dilakukan dengan menggunakan analisis RMSE. Nilai RMSE maksimum yang dianjurkan oleh US EPA adalah 14,2. RMSE pada ketiga jam puncak pagi adalah 33,33%, nilai ini tidak memenuhi standar US EPA. Mempertimbangkan nilai selisih dari data observasi dengan data model, maka data yang digunakan untuk pemodelan adalah data pada jam puncak pagi. Berbeda dengan data pada jam puncak siang dan sore yang memiliki nilai selisih data model dan data observasi yang besar. Data ini tidak dapat digunakan sebagai pemodelan. Nilai RMSE yang melebihi standar karena adanya data pada jam puncak siang dan sore dengan selisih nilai yang besar. Nilai RMSE dan selisih yang besar tersebut dapat disebabkan karena beberapa hal berikut.

1. Banyak faktor lain yang menyumbang CO pada ambien pada jam puncak siang dan sore yang tidak menjadi bahan pertimbangan.
2. Terjadi kemacetan lalu lintas pada jam puncak siang dan sore karena perbaikan jalan sepanjang pada ruas Jalan Raya Serang Cilegon yang dapat dilihat pada Gambar 4.6, sehingga lajur yang berfungsi tiap arah hanya satu.



Gambar 4. 6 Kemacetan Lalu Lintas di Kecamatan Kramatwatu Akibat Perbaikan Jalan
Sumber: Observasi Lapangan

Hasil permodelan pada jam puncak pagi menunjukkan nilai konsentrasi CO maksimum yaitu $2478 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berada pada jarak 4 meter dari sumber *knalpot* kendaraan pada Ruas Jalan Raya Serang Cilegon. Nilai konsentrasi tersebut di bawah batas maksimal CO ambien menurut *Connecticut Department of Public Health* (2013). Bagi instansi terkait atau pemangku kepentingan lain data ini dapat digunakan sebagai pemantauan kualitas CO ambien.

4.9 Pembuatan Skenario dan *Overlay Model*

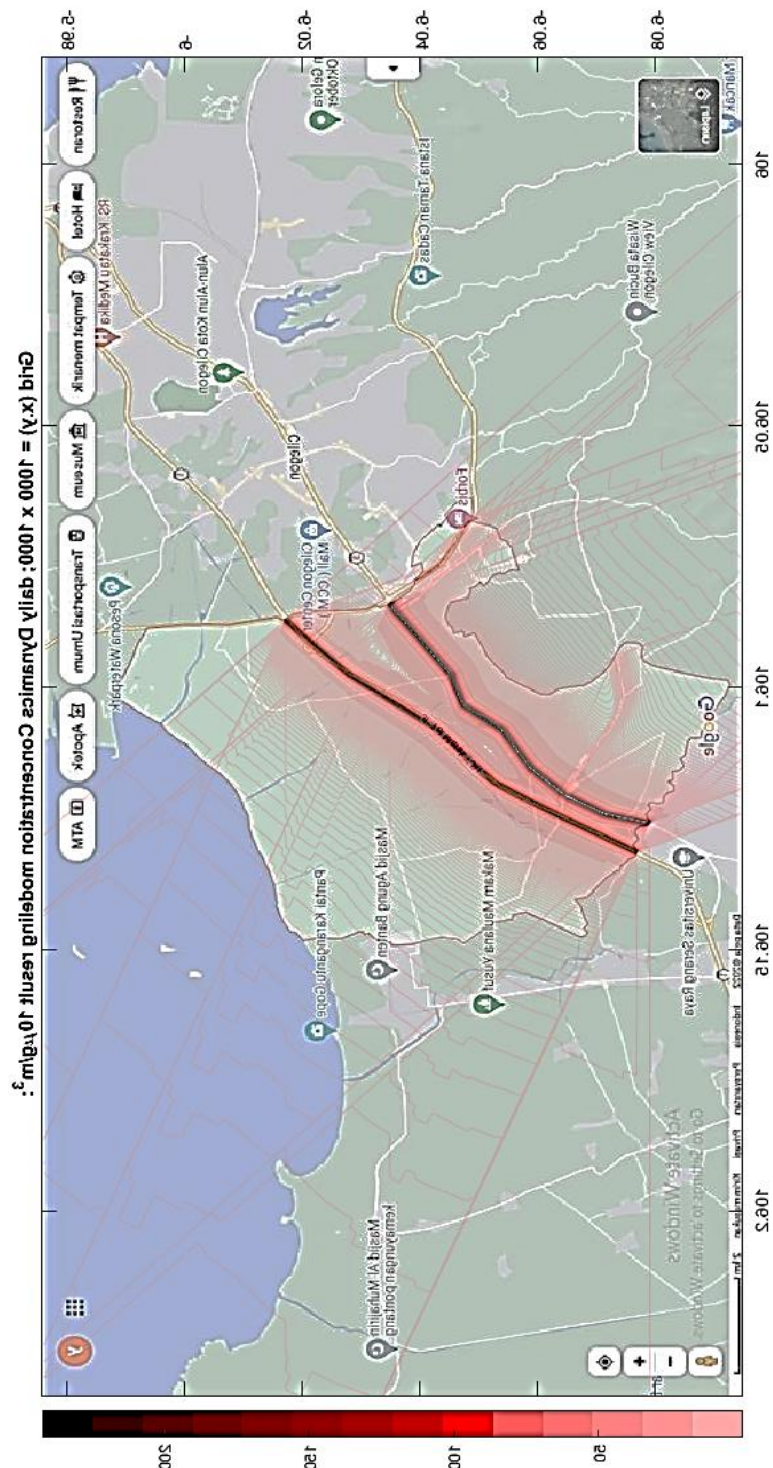
Pembuatan skenario dan *overlay model* berdasarkan seluruh arah angin yang terjadi pada hari pengambilan sampel CO ambien dan *traffic counting*. Arah angin yang digunakan adalah arah angin yang terjadi pada 16 mata angin berdasarkan Tabel 4.7 dan dengan kecepatan pada Tabel 4.11. Setelah dilakukan pengelompokan arah dan kecepatan angin dalam proses ini, dilakukan *running model* menggunakan Matlab dengan *script* yang sama dengan *script* pada proses pembuatan model. Adapun hasil dari pola *overlay model* pada

semua arah angin dan kecepatan angin yang terjadi pada hari tersebut disajikan dalam Gambar 4.7.

Tabel 4. 11 Kecepatan dan Arah Angin untuk Pembuatan Skenario dan *Overlay* Model Pada Hari Puncak dan pada Jam Puncak Pagi

Kecepatan (m/s)		Menuju Arah Terhadap (N)		<i>occurrences</i>	<i>Fraction (%)</i>
10 m	1,5 m	Keterangan	Degrees		
2,50	1,56	SW	45,00	4	17
		W	90,00	1	4
		WSW	67,50	7	29
7,50	4,67	NNE	202,50	4	17
		NE	225,00	2	8
12,50	7,78	NE	225,00	1	4
		NNE	202,50	5	21
Total				24	100

Sumber: Hasil Pengolahan Data



Gambar 4. 7 Pola Dispersi CO Hasil Overlay Model

Sumber: Hasil Running Overlay Model Menggunakan Matlab

Berdasarkan hasil *overlay* model, dispersi emisi CO terbesar berada di sekitar ruas jalan dengan radius 0 sampai dengan 803 m dengan konsentrasi CO sekitar $2478 \mu g/m^3$ sampai dengan $173,9 \mu g/m^3$. Sedangkan terdekat yang bermukim sekitar ruas jalan di Kecamatan Kramatwatu berada pada jarak 3,5 meter dari bahu jalan atau 6,5 meter dari sumber emisi. Masyarakat akan menerima emisi CO dengan konsentrasi $55,51 \times 10 \mu g/m^3$. Merujuk pada Tabel 2.31, konsentrasi CO ambien maksimal yang diperbolehkan bagi masyarakat adalah kurang dari 10 PPM atau kurang dari $10984,2 \times 10 \mu g/m^3$ diukur pada suhu

dan tekanan pada jam puncak pagi di Kecamatan Kramatwatu. Konsentrasi maksimal yang dapat diterima masyarakat sekitar hasil pemodelan dibawah baku mutu maka, keluhan masyarakat dapat dipastikan bukan akibat CO pada aktivitas kendaraan pada ruas jalan di Kecamatan Kramatwatu.

Hasil *overlay* model kemudian dibandingkan dengan data pengukuran pada titik pemantauan CO ambien. Data pengukuran CO hasil observasi lapangan tertera pada Lampiran IV. Selisih data model dengan data observasi lapangan digunakan sebagai perbandingan dan verifikasi hasil *overlay*. Data rata-rata observasi lapangan pada Alun-Alun Kramatwatu pada jam puncak pagi adalah adalah $553,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan data hasil *overlay* model adalah $631 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nilai selisih kedua data tersebut adalah 12,2%. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa model tersebut terverifikasi dan dapat diaplikasikan pada jam puncak pagi di wilayah Kecamatan Kramatwatu.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Pola sebaran emisi CO dari sumber aktivitas lalu lintas di ruas jalan yang ada di Kecamatan Kramatwatu berdasarkan arah angin dominan yang bertiup dari arah NNE cenderung tersebar ke arah *southwest* (SW) atau barat daya dan menuju *south-southwest* (SSW) atau selatan barat daya. Berdasarkan hasil pemodelan Gauss termodifikasi, konsentrasi CO yang tinggi berada pada radius 0-803 meter, di mana 0 meter dari sumber jalan dengan nilai konsentrasi $2478 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sampai dengan $173,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada ketinggian 1,5 meter.
2. Masyarakat terdekat yang bermukim sekitar ruas jalan di Kecamatan Kramatwatu berada pada jarak 6,5 meter dari sumber emisi yaitu ruas jalan. Hasil model menunjukkan nilai konsentrasi CO ambien pada jarak tersebut dengan ketinggian 1,5 meter yaitu $555,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi CO ambien dari aktivitas lalu lintas tersebut dipastikan bukan menjadi sumber keluhan masyarakat sekitar akan tetapi akibat dari gas lain maupun partikulat pada ambien. Hasil model CO dapat digunakan sebagai pertimbangan oleh instansi terkait untuk pemantauan kualitas ambien.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya dalam mengkaji pola dispersi CO akibat emisi hasil kendaraan bermotor pada ruas jalan yang ada di Kecamatan Kramatwatu perlu dilakukan pengambilan data kembali dan pengolahannya pada jam puncak siang dan sore untuk mengetahui pola sebaran emisi CO saat kondisi jalan sudah normal kembali (tidak dalam keadaan macet dan keadaan luar biasa lainnya).
2. Penelitian selanjutnya perlu mengkaji pola dispersi emisi lain selain CO untuk menganalisis penyebab keluhan masyarakat yang timbul terhadap udara ambien di wilayah ini.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Alfandi, A. (2018). Pengaruh bahan organik kompos jerami terhadap penyerapan kadmium (Cd) oleh tiga jenis tanaman di Bandaran sungai tercemar. *Agrosintesa Jurnal Ilmu Budidaya Pertanian*, 1(1), 30. <https://doi.org/10.33603/v1i1.1365>
- Anita C Koehn, April B. Leytem, & David L. Bjorneberg. (2013). Comparison of Atmospheric Stability Methods for Calculating Ammonia and Methane Emission Rates with windtrax. *Transactions of the ASABE*, 56(2), 763–768. <https://doi.org/10.13031/2013.42664>
- Ansori, I, N., Aprisandi, D., & Amalia, E. (2020). Perancangan jalan pada ruas Jalan Raya Cilegon STA 0+000 – 1+000. *Jurnal JOSCE*. vol 02 (01). <https://ejournal.lppm-unbaja.ac.id>
- Assomadi, A.F. 2016. Pendekatan Baru Model Distribusi Pencemar di Atmosfer Perkotaan. Disertasi, Jurusan Teknik Lingkungan ITS.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kecamatan Kramatwatu. (2021). Kecamatan Kramatwatu dalam angka 2021. BPS. <https://serangkab.bps.go.id>
- Bantennews. (2019, Mei 02). Marak Kecelakaan, Warga Minta Truk di Jalan Kramatwatu Dibatasi. BantenNews.co.id. <https://www.bantennews.co.id/marak-kecelakaan-warga-minta-truk-di-jalan-kramatwatu-dibatasi/>
- Bappeda Kabupaten Serang. (2016). RPJMD Kabupaten Serang tahun 2016-2021
- Connecticut Department of Public Health. (2013, November 03). Carbon Monoxide: The Quiet Killer. Hartford: DPH. https://portal.ct.gov/-/media/Departments-and-Agencies/DPH/dph/environmental_health/eoha/pdf/CO2013pdf.pdf?la=en
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga
- De Visscher, A. (2014). Chapter 2: An Air Dispersion Modeling Primer. *Air Dispersion Modeling: Foundations and Applications*, 14–36.
- Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Banten. (2016). Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) Provinsi Banten Tahun 2016. DLHK Provinsi Banten
- Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Banten. 2017. Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) Provinsi Banten Tahun 2017. DLHK Provinsi Banten
- Endrayana Putut L.E., & Widodo, B. (2011). Simulasi Model Dispersi Polutan Karbon Monoksida di Pintu Masuk Tol (Studi Kasus Line Source di Ruas Tol Dupak, Surabaya). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta*, 1–9.
- Ghorani-Azam, A., Riahi-Zanjani, B., & Balali-Mood, M. (2016). Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran. *Journal of Research in Medical Sciences*. Isfahan University of Medical Sciences (IUMS). <https://doi.org/10.4103/1735-1995.189646>

- Iqbal, M. (2020, *November 06*). Hati-hati, Jalan Raya Cilegon arah Serang dipenuhi tanah. Detik News. <https://news.detik.com/berita/d-5243846/hati-hati-jalan-raja-cilegon-arrah-serang-dipenuhi-tanah>
- Kementrian Pekerjaan Umum. (2014). Pedoman kapasitas jalan perkotaan.
- Kementrian Pekerjaan Umum. (2014). Pedoman kapasitas jalan bebas hambatan..
- Kubik, M. L., Coker, P. J., & Hunt, C. (2011). Using meteorological wind data to estimate turbine generation output: a sensitivity analysis. In *Proceedings of the World Renewable Energy Congress – Sweden, 8–13 May, 2011, Linköping, Sweden* (Vol. 57, pp. 4074–4081). Linköping University Electronic Press. <https://doi.org/10.3384/ecp110574074>
- Leelőssy, Á., Molnár, F., Izsák, F., Havasi, Á., Lagzi, I., & Mészáros, R. (2014). Dispersion modeling of air pollutants in the atmosphere: a review. *Central European Journal of Geosciences*, 6(3), 257–278. <https://doi.org/10.2478/s13533-012-0188-6>
- MathWorks. (2022). What is Matlab?. <https://nl.mathworks.com/discovery/what-is-matlab.html>
- Meteoblue. (2006). Wind Rose Kramatwatu. https://www.meteoblue.com/en/weather/archive/windrose/kramatwatu_indonesia_1639405?daterange=2022-01-09%20-%202022-01-16&domain=NEMSGLOBAL¶ms=wind%2Bdir10m&windRoseDegreeResolution=22.5&windRoseValueResolution=5&velocityunit=KILOMETER_PER_HOUR
- Mowla, O., Afrozmehr, P., & Mowla, D. (2011). *Theoretical and Experimental Investigation of SO₂ Adsorption from Flue Gases in a Fluidized Bed of Copper Oxide*. *Journal of Petroleum Science and Technology* (Vol. 1, pp. 3–9).
- Omforen. (2022). Pemantauan Kualitas Udara Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Banten. <http://www.omforen.net/dlhk/>
- Menteri Lingkungan Hidup. (2010). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara Di Daerah
- Pemerintah Republik Indonesia. (2005). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2005 Tentang Jalan bebas hambatan
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Pemerintah Republik Indonesia. (1999). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara
- Plume labs. (2022). Air quality in Kramatwatu. URL: https://air.plumelabs.com/air-quality-in-kramatwatu-aw-202279?utm_source=accuweather&utm_medium=current_aq_widget&utm_campaign=#ae16

Sarana Pengendalian Dampak Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup. (2003). Air quality monitoring 2003. KLH.

Sippa. (2019). Profil Kabupaten Serang. https://sippa.ciptakarya.pu.go.id/sippa_online/ws_file/dokumen/rpi2jm/DOCRPIJM_15021633074._PROFIL_KABUPATEN_SERANG.pdf

SNI 19-7119.6-2005 tentang penentuan lokasi sampling udara ambien

Soedomo, M. (2001). Kumpulan Karya Ilmiah Pencemaran Udara. ITB Press

Pemerintah Republik Indonesia. (2004). Undang-undang Republik Indonesia No. 38 tahun 2004 tentang Jalan

Wisi, W. N., (2012). Pemodelan dispersi SO₂ dari sumber garis majemuk (*multiple sources*) dengan modifikasi model 102 Gauss di Jalan Mastrip Raya dan jalan Pagesangan Surabaya Selatan. ITS.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

LAMPIRAN I
DATA HASIL TRAFFIC COUNTING

Tabel L. 1 Traffic Counting Jalan Raya Serang Cilegon

Waktu	Jalur Cilegon-Serang						
	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Pick-up	Minibus/van	Truk	Bis
07.00-08.00	4902	349	564	51	61	118	29
12.00-13.00	5381	1575	2234	38	4	210	11
16.00-17.00	7347	1001	1308	24	24	263	46

Waktu	Jalur Serang-Cilegon						
	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Pick-up	Minibus/van	Truk	Bis
07.00-08.00	4525	322	521	48	57	51	13
12.00-13.00	2897	848	1203	21	2	113	6
16.00-17.00	2501	341	445	8	8	90	16

Tabel L. 2 Traffic Counting Jalan Tol Jakarta Merak

Waktu	Jalur Jakarta-Merak						
	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Pick-up	Minibus/van	Truk	Bis
07.00-08.00	0	719	1163	106	127	610	153
12.00-13.00	0	1242	944	248	49	575	31
16.00-17.00	0	2580	756	54	178	910	160

Waktu	Jalur Merak-Jakarta						
	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Pick-up	Minibus/van	Truk	Bis
07.00-08.00	0	664	1074	97	117	262	65
12.00-13.00	0	668	508	134	27	309	16
16.00-17.00	0	879	258	18	61	310	55

Tabel L. 3 Traffic Counting Jalan Raya Lingkar Selatan

Waktu	Dari Jalan Raya Serang Cilegon						
	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Pick-up	Minibus/van	Truk	Bis
07.00-08.00	4539	489	277	2	47	132	56
12.00-13.00	5799	541	493	12	185	378	8
16.00-17.00	7439	1177	147	74	74	182	131

Waktu	Menuju Jalan Raya Serang Cilegon						
	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Pick-up	Minibus/van	Truk	Bis
07.00-08.00	4190	451	256	1	44	56	24
12.00-13.00	3122	292	265	7	99	203	4
16.00-17.00	2533	401	50	25	25	62	45

Tabel L. 4 Traffic Counting Jalan Raya Waringinkurung

Waktu	Jalur Dari Jalan Raya Serang Cilegon						
	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Pick-up	Minibus/van	Truk	Bis
07.00-08.00	622	151	244	22	27	0	0
12.00-13.00	588	278	146	52	11	0	0
16.00-17.00	737	267	78	4	23	0	0

Waktu	Jalur Menuju Jalan Raya Serang Cilegon						
	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Pick-up	Minibus/van	Truk	Bis
07.00-08.00	575	139	226	21	24	0	0
12.00-13.00	481	150	179	34	6	0	0
16.00-17.00	491	401	118	10	23	0	0

Tabel L. 5 Traffic Counting Jalan Waringinkurung

Waktu	Jalur Dari Jalan Raya Serang Cilegon						
	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Pick-up	Minibus/van	Truk	Bis
07.00-08.00	560	55	89	8	10	0	0
12.00-13.00	722	122	64	23	5	0	0
16.00-17.00	814	164	48	2	14	0	0

Waktu	Jalur Menuju Jalan Raya Serang Cilegon						
	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Pick-up	Minibus/van	Truk	Bis
07.00-08.00	516	51	83	8	9	0	0
12.00-13.00	590	66	79	15	3	0	0
16.00-17.00	543	245	72	6	14	0	0

LAMPIRAN II
DATA HASIL KONVERSI SATUAN KENDARAAN

Tabel L. 6 Konversi Satuan Kendaraan Ringan pada Jalan Raya Serang Cilegon

Jalur Cilegon-Serang				
Waktu	Q (smp/jam)			
	MC	LV	HV	Total
07.00-08.00	1225,5	1025	176,4	2426,9
12.00-13.00	1345,25	3851	265,2	5461,45
16.00-17.00	1836,75	2357	370,8	4564,55
Jalur Serang-Cilegon				
Waktu	Q (smp/jam)			
	MC	LV	HV	Total
07.00-08.00	1131,25	948	76,8	2156,05
12.00-13.00	724,25	2074	142,8	2941,05
16.00-17.00	625,25	802	127,2	1554,45

Tabel L. 7 Konversi Satuan Kendaraan Ringan pada Jalan Tol Jakarta Merak

Jalur Jakarta-Merak					
Waktu	Q (skr/jam)				
	MC	KR	Truk	Bis	Total
07.00-08.00	0	2115	1220	229,5	3335
12.00-13.00	0	2483	1150	46,5	3633
16.00-17.00	0	3568	1820	240	5388
Jalur Merak-Jakarta					
Waktu	Q (skr/jam)				
	MC	LV	Truk	Bis	Total
07.00-08.00	0	1952	648,0927273	109,8145455	2600,09
12.00-13.00	0	1337	681,654	24,3776	2018,65
16.00-17.00	0	1216	671,305	82,4615	1887,31

Tabel L. 8 Konversi Satuan Kendaraan Ringan pada Jalan Raya Lingkar Selatan

Dari Jalan Raya Serang Cilegon				
Waktu	Q (smp/jam)			
	MC	LV	HV	Total
07.00-08.00	1134,75	815	225,6	2175,35
12.00-13.00	1449,75	1231	463,2	3143,95
16.00-17.00	1859,75	1472	375,6	3707,35
Menuju Jalan Raya Serang Cilegon				
Waktu	Q (smp/jam)			
	MC	LV	HV	Total
07.00-08.00	1047,5	752	96	1895,50
12.00-13.00	780,5	663	248,4	1691,90
16.00-17.00	633,25	501	128,4	1262,65

Tabel L. 9 Konversi Satuan Kendaraan Ringan pada Jalan Raya Waringinkurung

Jalan Raya Waringinkurung				
Waktu	Q (smp/jam)			
	MC	LV	HV	Total
07.00-08.00	418,95	854	0	1272,95
12.00-13.00	374,15	856	0	1230,15
16.00-17.00	429,8	924	0	1353,8

Tabel L. 10 Konversi Satuan Kendaraan Ringan pada Jalan Waringinkurung

Jalan Waringinkurung				
Waktu	Q (smp/jam)			
	MC	LV	HV	Total
07.00-08.00	269	313	0	582,00
12.00-13.00	328	377	0	705,00
16.00-17.00	339,25	565	0	904,25

LAMPIRAN III
DATA HASIL NILAI DERAJAT JENUH (D_j)

Tabel L. 11 Hasil Nilai Derajat Jenuh (D_j) pada Jalan Raya Serang Cilegon

Jalur Cilegon-Serang			
Waktu	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	D_j
07.00-08.00	2426,9	3072,3	0,79
12.00-13.00	5461,45	3072,3	1,78
16.00-17.00	4564,55	3072,3	1,49
Jalur Serang-Cilegon			
Waktu	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	D_j
07.00-08.00	2156,05	3072,3	0,70
12.00-13.00	2941,05	3072,3	0,96
16.00-17.00	1554,45	3072,3	0,51

Tabel L. 12 Hasil Nilai Derajat Jenuh (D_j) pada Jalan Tol Jakarta Merak

Jalur Jakarta-Merak			
Waktu	Q (skr/jam)	C (skr/jam)	D_j
07.00-08.00	3335	4600	0,73
12.00-13.00	3633	4600	0,79
16.00-17.00	5388	4600	1,17
Jalur Merak-Jakarta			
Waktu	Q (skr/jam)	C (skr/jam)	D_j
07.00-08.00	2600,0927	4600	0,57
12.00-13.00	2018,654	4600	0,44
16.00-17.00	1887,305	4600	0,41

Tabel L. 13 Hasil Nilai Derajat Jenuh (D_j) pada Jalan Raya Lingkar Selatan

Dari Jalan Raya Serang Cilegon			
Waktu	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	D_j
07.00-08.00	2175,35	4792,788	0,45
12.00-13.00	3143,95	4792,788	0,66
16.00-17.00	3707,35	4792,788	0,77
Menuju Jalan Raya Serang Cilegon			
Waktu	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	D_j
07.00-08.00	1895,5	4792,788	0,40
12.00-13.00	1691,9	4792,788	0,35
16.00-17.00	1262,65	4792,788	0,26

Tabel L. 14 Hasil Nilai Derajat Jenuh (D_j) pada Jalan Raya Waringinkurung

Jalan Raya Waringinkurung			
Waktu	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	D_j
07.00-08.00	1272,95	1511,944	0,84
12.00-13.00	1230,15	1511,944	0,81
16.00-17.00	1353,8	1511,944	0,90

Tabel L. 15 Hasil Nilai Derajat Jenuh (D_j) pada Jalan Waringinkurung

Jalan Waringinkurung			
Waktu	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	D_j
07.00-08.00	582	1511,944	0,38
12.00-13.00	705	1511,944	0,47
16.00-17.00	904,25	1511,944	0,60

LAMPIRAN IV
DATA HASIL PENENTUAN FAKTOR KOREKSI (f)

Tabel L. 16 Faktor Koreksi Kecepatan Rata-Rata (f) pada Jalan Raya Serang Cilegon

Jalur Cilegon-Serang			
Waktu	D_j	v_T	Faktor koreksi v_T
07.00-08.00	0,79	49,50	1,1075
12.00-13.00	1,78	35,30	1,32
16.00-17.00	1,49	35,30	1,32
Jalur Serang-Cilegon			
Waktu	D_j	v_T	Faktor koreksi v_T
07.00-08.00	0,70	47,50	1,14
12.00-13.00	0,96	41,00	1,24
16.00-17.00	0,51	58,00	1,02

Tabel L. 17 Faktor Koreksi Kecepatan Rata-Rata (f) pada Jalan Tol Jakarta Merak

Jalur Jakarta-Merak			
Waktu	D_j	v_T	Faktor koreksi v_T
07.00-08.00	0,73	72,00	1,00
12.00-13.00	0,79	68,20	1,00
16.00-17.00	1,17	40,00	1,25
Jalur Merak-Jakarta			
Waktu	D_j	v_T	Faktor koreksi v_T
07.00-08.00	0,57	77,00	1,00
12.00-13.00	0,44	80,00	1,00
16.00-17.00	0,41	80,00	1,00

Tabel L. 18 Faktor Koreksi Kecepatan Rata-Rata (f) pada Jalan Raya Lingkar Selatan

Dari Jalan Raya Serang Cilegon			
Waktu	D_j	v_T	Faktor koreksi v_T
07.00-08.00	0,45	57,50	1,03
12.00-13.00	0,66	52,00	1,08
16.00-17.00	0,77	48,00	1,13
Menuju Jalan Raya Serang Cilegon			
Waktu	D_j	v_T	Faktor koreksi v_T
07.00-08.00	0,40	60,00	1,00
12.00-13.00	0,35	61,50	1,00
16.00-17.00	0,26	62,50	1,00

Tabel L. 19 Faktor Koreksi Kecepatan Rata-Rata (f) pada Jalan Raya Waringinkurung

Jalan Raya Waringinkurung			
Waktu	D_j	v_T	Faktor koreksi v_T
07.00-08.00	0,84	48,00	1,13
12.00-13.00	0,81	49,00	1,12
16.00-17.00	0,90	43,70	1,19

Tabel L. 20 Faktor Koreksi Kecepatan Rata-Rata (f) pada Jalan Waringinkurung

Jalan Waringinkurung			
Waktu	D_j	v_T	Faktor koreksi v_T
07.00-08.00	0,38	40,00	1,25
12.00-13.00	0,47	38,50	1,27
16.00-17.00	0,60	37,00	1,30

LAMPIRAN V
DATA HASIL PERHITUNGAN BEBAN EMISI

- **Lokasi: Jalan Raya Serang Cilegon**

Tabel L. 21 Beban Emisi pada Jalan Raya Serang Cilegon Pukul 07.00-08.00 WIB
Jalur Cilegon Serang

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	4902	0,25	14	7,056	1,11	134073,7	37,243
Mobil	349	1	32,4	7,056	1,11	88363,5	24,545
Angkot	564	1	43,1	7,056	1,11	189958,5	52,766
Pick-up	51	1	31,8	7,056	1,11	12673,6	3,520
Minibus/van	61	1	24	7,056	1,11	11440,5	3,178
Truk	118	1,2	8,4	7,056	1,11	9294,9	2,582
Bus	29	1,2	11	7,056	1,11	2991,4	0,831
Total Beban CO						448796,0	124,666

Jalur Serang Cilegon

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	4525	0,25	14	7,056	1,14	127114,9	35,310
Mobil	322	1	32,4	7,056	1,14	83735,7	23,260
Angkot	521	1	43,1	7,056	1,14	180229,1	50,064
Pick-up	48	1	31,8	7,056	1,14	12251,2	3,403
Minibus/van	57	1	24	7,056	1,14	10979,8	3,050
Truk	51	1,2	8,4	7,056	1,14	4126,1	1,146
Bus	13	1,2	11	7,056	1,14	1377,3	0,383
Total Beban CO						419814,2	116,615

Tabel L. 22 Beban Emisi pada Jalan Raya Serang Cilegon Pukul 12.00-13.00 WIB
Jalur Cilegon Serang

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	5381	0,25	14	7,056	1,32	175480,2	48,744
Mobil	1575	1	32,4	7,056	1,32	475469,4	132,075
Angkot	2234	1	43,1	7,056	1,32	897134,2	249,204
Pick-up	38	1	31,8	7,056	1,32	11259,2	3,128
Minibus/van	4	1	24	7,056	1,32	894,5	0,248
Truk	210	1,2	8,4	7,056	1,32	19723,2	5,479
Bus	11	1,2	11	7,056	1,32	1352,9	0,376
Total Beban CO						1581313,5	439,254

Jalur Serang Cilegon

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	2897	0,25	14	7,056	1,24	88357,2	24,544
Mobil	848	1	32,4	7,056	1,24	239423,3	66,506
Angkot	1203	1	43,1	7,056	1,24	451823,1	125,506
Pick-up	21	1	31,8	7,056	1,24	5819,3	1,616

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Minibus/van	2	1	24	7,056	1,24	418,3	0,116
Truk	113	1,2	8,4	7,056	1,24	9925,8	2,757
Bus	6	1,2	11	7,056	1,24	690,2	0,192
Total Beban CO						796457,1	221,238

Tabel L. 23 Beban Emisi pada Jalan Raya Serang Cilegon Pukul 16.00-17.00 WIB

Jalur Cilegon Serang

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	7347	0,25	14	7,056	1,32	239593,5	66,554
Mobil	1001	1	32,4	7,056	1,32	302187,2	83,941
Angkot	1308	1	43,1	7,056	1,32	525269,3	145,908
Pick-up	24	1	31,8	7,056	1,32	7111,1	1,975
Minibus/van	24	1	24	7,056	1,32	5366,9	1,491
Truk	263	1,2	8,4	7,056	1,32	24700,9	6,861
Bus	46	1,2	11	7,056	1,32	5657,6	1,572
Total Beban CO						1109886,4	308,302

Jalur Serang Cilegon

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	2501	0,25	14	7,056	1,02	63000,0	17,500
Mobil	341	1	32,4	7,056	1,02	79516,7	22,088
Angkot	445	1	43,1	7,056	1,02	138037,2	38,344
Pick-up	8	1	31,8	7,056	1,02	1830,9	0,509
Minibus/van	8	1	24	7,056	1,02	1381,8	0,384
Truk	90	1,2	8,4	7,056	1,02	6529,2	1,814
Bus	16	1,2	11	7,056	1,02	1520,0	0,422
Total Beban CO						291815,9	81,060

• **Lokasi: Jalan Tol Merak Cilegon**

Tabel L. 24 Beban Emisi pada Jalan Tol Merak Cilegon Pukul 07.00-08.00 WIB

Jalur Jakarta-Merak

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	0	0,50	14	7,348	1,00	0,0	0,000
Mobil	719	1,00	32,4	7,348	1,00	171176,1	47,549
Angkot	1163	1,00	43,1	7,348	1,00	368320,7	102,311
Pick-up	106	1,00	31,8	7,348	1,00	24768,6	6,880
Minibus/van	127	1,00	24	7,348	1,00	22396,7	6,221
Truk	610	2,00	8,4	7,348	1,00	75302,3	20,917
Bus	153	1,50	11	7,348	1,00	18550,0	5,153
Total Beban CO						680514,4	189,032

Jalur Merak-Jakarta

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	0	0,78	14	7,348	1,00	0,0	0,000
Mobil	664	1,00	32,4	7,348	1,00	158081,9	43,912
Angkot	1074	1,00	43,1	7,348	1,00	340134,5	94,482

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Pick-up	97	1,00	31,8	7,348	1,00	22665,6	6,296
Minibus/van	117	1,00	24	7,348	1,00	20633,2	5,731
Truk	262	2,47	8,4	7,348	1,00	40002,4	11,112
Bus	65	1,69	11	7,348	1,00	8876,1	2,466
Total Beban CO						590393,7	163,998

Tabel L. 25 Beban Emisi pada Jalan Tol Merak Cilegon Pukul 12.00-13.00 WIB

Jalur Jakarta-Merak

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	0	0,5	14	7,348	1,00	0,0	0,000
Mobil	1242	1	32,4	7,348	1,00	295689,4	82,136
Angkot	944	1	43,1	7,348	1,00	298963,7	83,045
Pick-up	248	1	31,8	7,348	1,00	57949,3	16,097
Minibus/van	49	1	24	7,348	1,00	8641,2	2,400
Truk	575	2	8,4	7,348	1,00	70981,7	19,717
Bus	31	1,5	11	7,348	1,00	3758,5	1,044
Total Beban CO						735983,8	204,440

Jalur Merak-Jakarta

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	0	0,682	14	7,348	1,00	0,0	0,000
Mobil	668	1	32,4	7,348	1,00	159034,2	44,176
Angkot	508	1	43,1	7,348	1,00	160883,0	44,690
Pick-up	134	1	31,8	7,348	1,00	31311,3	8,698
Minibus/van	27	1	24	7,348	1,00	4761,5	1,323
Truk	681,654	2,206	8,4	7,348	1,00	92814,9	25,782
Bus	24,3776	1,524	11	7,348	1,00	3002,1	0,834
Total Beban CO						451807,1	125,502

Tabel L. 26 Beban Emisi pada Jalan Tol Merak Cilegon Pukul 16.00-17.00 WIB

Jalur Jakarta-Merak

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	0	0,5	14	7,348	1,25	0,0	0,000
Mobil	2580	1	32,4	7,348	1,25	767792,5	213,276
Angkot	756	1	43,1	7,348	1,25	299280,4	83,133
Pick-up	54	1	31,8	7,348	1,25	15772,5	4,381
Minibus/van	178	1	24	7,348	1,25	39238,3	10,900
Truk	1820	2	8,4	7,348	1,25	280840,6	78,011
Bus	240	1,5	11	7,348	1,25	36372,6	10,104
Total Beban CO						1439296,8	399,805

Jalur Merak-Jakarta

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	0	0,666	14	7,348	1,00	0,0	0,000
Mobil	879	1	32,4	7,348	1,00	209268,1	58,130

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Angkot	258	1	43,1	7,348	1,00	81708,3	22,697
Pick-up	18	1	31,8	7,348	1,00	4206,0	1,168
Minibus/van	61	1	24	7,348	1,00	10757,5	2,988
Truk	671,305	2,166	8,4	7,348	1,00	89727,7	24,924
Bus	82,4615	1,499	11	7,348	1,00	9993,1	2,776
Total Beban CO						405660,7	112,684

• **Lokasi: Jalan Raya Lingkar Selatan**

Tabel L. 27 Beban Emisi pada Jalan Raya Lingkar Selatan Pukul 07.00-08.00 WIB

Dari Jalan Raya Serang Cilegon

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	4539	0,25	14	2,221	1,03	36166,0	10,046
Mobil	489	1	32,4	2,221	1,03	36068,4	10,019
Angkot	277	1	43,1	2,221	1,03	27178,7	7,550
Pick-up	2	1	31,8	2,221	1,03	144,8	0,040
Minibus/van	47	1	24	2,221	1,03	2567,9	0,713
Truk	132	1,2	8,4	2,221	1,03	3029,1	0,841
Bus	56	1,2	11	2,221	1,03	1682,8	0,467
Total Beban CO						106837,7	29,677

Menuju Jalan Raya Serang Cilegon

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	4190	0,25	14	2,221	1,00	32571,0	9,047
Mobil	451	1	32,4	2,221	1,00	32454,1	9,015
Angkot	256	1	43,1	2,221	1,00	24505,6	6,807
Pick-up	1	1	31,8	2,221	1,00	70,6	0,020
Minibus/van	44	1	24	2,221	1,00	2345,4	0,651
Truk	56	1,2	8,4	2,221	1,00	1253,7	0,348
Bus	24	1,2	11	2,221	1,00	703,6	0,195
Total Beban CO						93904,1	26,084

**Tabel L. 28 Beban Emisi pada Jalan Raya Lingkar Selatan Pukul 12.00-13.00 WIB
Dari Jalan Raya Serang Cilegon**

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	5799	0,25	14	2,221	1,08	48684,8	13,524
Mobil	541	1	32,4	2,221	1,08	42045,0	11,679
Angkot	493	1	43,1	2,221	1,08	50967,9	14,158
Pick-up	12	1	31,8	2,221	1,08	915,3	0,254
Minibus/van	185	1	24	2,221	1,08	10650,1	2,958
Truk	378	1,2	8,4	2,221	1,08	9139,5	2,539
Bus	8	1,2	11	2,221	1,08	253,3	0,070
Total Beban CO						162656,0	45,182

Menuju Jalan Raya Serang Cilegon

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	3122	0,25	14	2,221	1,00	24268,9	6,741
Mobil	292	1	32,4	2,221	1,00	21012,4	5,837
Angkot	265	1	43,1	2,221	1,00	25367,2	7,046
Pick-up	7	1	31,8	2,221	1,00	494,4	0,137
Minibus/van	99	1	24	2,221	1,00	5277,1	1,466
Truk	203	1,2	8,4	2,221	1,00	4544,7	1,262
Bus	4	1,2	11	2,221	1,00	117,3	0,033
Total Beban CO						81081,9	22,523

**Tabel L. 29 Beban Emisi pada Jalan Raya Lingkar Selatan Pukul 16.00-17.00 WIB
Dari Jalan Raya Serang Cilegon**

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	7439	0,25	14	2,221	1,13	65344,6	18,151
Mobil	1177	1	32,4	2,221	1,13	95708,1	26,586
Angkot	147	1	43,1	2,221	1,13	15900,9	4,417
Pick-up	74	1	31,8	2,221	1,13	5905,9	1,641
Minibus/van	74	1	24	2,221	1,13	4457,3	1,238
Truk	182	1,2	8,4	2,221	1,13	4604,3	1,279
Bus	131	1,2	11	2,221	1,13	4339,8	1,206
Total Beban CO						196260,8	54,517

Menuju Jalan Raya Serang Cilegon

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	2533	0,25	14	2,221	1,00	19690,3	5,470
Mobil	401	1	32,4	2,221	1,00	28856,1	8,016
Angkot	50	1	43,1	2,221	1,00	4786,3	1,330
Pick-up	25	1	31,8	2,221	1,00	1765,7	0,490
Minibus/van	25	1	24	2,221	1,00	1332,6	0,370
Truk	62	1,2	8,4	2,221	1,00	1388,0	0,386
Bus	45	1,2	11	2,221	1,00	1319,3	0,366
Total Beban CO						59138,3	16,427

- **Lokasi: Jalan Raya Waringinkurung**

Tabel L. 30 Beban Emisi pada Jalan Raya Waringinkurung Pukul 07.00-08.00 WIB

Jalan Raya Waringinkurung

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	622	0,5	14	2,539	1,13	12491,9	3,470
Mobil	151	1	32,4	2,539	1,13	14036,6	3,899
Angkot	244	1	43,1	2,539	1,13	30172,3	8,381
Pick-up	22	1	31,8	2,539	1,13	2007,2	0,558
Minibus/van	27	1	24	2,539	1,13	1859,2	0,516
Truk	0	1,3	8,4	2,539	1,13	0,0	0,000
Bus	0	1,3	11	2,539	1,13	0,0	0,000
Total Beban CO						60567,2	16,824

Tabel L. 31 Beban Emisi pada Jalan Raya Waringinkurung Pukul 12.00-13.00 WIB

Jalan Raya Waringinkurung

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	588	0,5	14	2,539	1,12	11652,3	3,237
Mobil	278	1	32,4	2,539	1,12	25499,2	7,083
Angkot	146	1	43,1	2,539	1,12	17814,3	4,948
Pick-up	52	1	31,8	2,539	1,12	4681,3	1,300
Minibus/van	11	1	24	2,539	1,12	747,4	0,208
Truk	0	1,3	8,4	2,539	1,12	0,0	0,000
Bus	0	1,3	11	2,539	1,12	0,0	0,000
Total Beban CO						60394,5	16,776

Tabel L. 32 Beban Emisi pada Jalan Raya Waringinkurung Pukul 16.00-17.00 WIB

Jalan Raya Waringinkurung

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	1228	0,5	14	2,539	1,19	26070,3	7,242
Mobil	668	1	32,4	2,539	1,19	65640,3	18,233
Angkot	196	1	43,1	2,539	1,19	25620,2	7,117
Pick-up	14	1	31,8	2,539	1,19	1350,2	0,375
Minibus/van	46	1	24	2,539	1,19	3348,3	0,930
Truk	0	1,3	8,4	2,539	1,19	0,0	0,000
Bus	0	1,3	11	2,539	1,19	0,0	0,000
Total Beban CO						122029,2	33,897

- **Lokasi: Jalan Waringinkurung**

Tabel L. 33 Beban Emisi pada Jalan Waringinkurung Pukul 07.00-08.00 WIB

Jalan Waringinkurung							
Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	560	0,44	14	3,372	1,25	14534,6	4,037
Mobil	55	1,00	32,4	3,372	1,25	7511,1	2,086
Angkot	89	1,00	43,1	3,372	1,25	16168,3	4,491
Pick-up	8	1,00	31,8	3,372	1,25	1072,3	0,298
Minibus/van	10	1,00	24	3,372	1,25	1011,6	0,281
Truk	0	1,26	8,4	3,372	1,25	0,0	0,000
Bus	0	1,26	11	3,372	1,25	0,0	0,000
Total Beban CO						40297,9	11,194

Tabel L. 34 Beban Emisi pada Jalan Waringinkurung Pukul 12.00-13.00 WIB

Jalan Waringinkurung							
Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	722	0,42	14	3,372	1,27	18303,0	5,084
Mobil	122	1,00	32,4	3,372	1,27	16961,0	4,711
Angkot	64	1,00	43,1	3,372	1,27	11835,9	3,288
Pick-up	23	1,00	31,8	3,372	1,27	3138,3	0,872
Minibus/van	5	1,00	24	3,372	1,27	514,9	0,143
Truk	0	1,25	8,4	3,372	1,27	0,0	0,000
Bus	0	1,25	11	3,372	1,27	0,0	0,000
Total Beban CO						50753,2	14,098

Tabel L. 35 Beban Emisi pada Jalan Waringinkurung Pukul 16.00-17.00 WIB

Jalan Waringinkurung							
Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor ekr	Faktor Emisi CO (g/km)	L (km)	Faktor Koreksi	Beban Emisi	
						(g/jam)	(g/detik)
Sepeda motor	1357	0,41	14	3,372	1,30	34276,0	9,521
Mobil	409	1,00	32,4	3,372	1,30	57866,3	16,074
Angkot	120	1,00	43,1	3,372	1,30	22584,8	6,274
Pick-up	8	1,00	31,8	3,372	1,30	1110,9	0,309
Minibus/van	28	1,00	24	3,372	1,30	2934,4	0,815
Truk	0	1,24	8,4	3,372	1,30	0,0	0,000
Bus	0	1,24	11	3,372	1,30	0,0	0,000
Total Beban CO						118772,4	32,992

LAMPIRAN VI
DATA HASIL KONVERSI SATUAN CO AMBIEN

Tabel L. 36 Data Hasil Konversi Satuan Konsentrasi CO Ambien

No	Jam Puncak	Waktu (per 5 menit)	Konsentrasi CO (PPM)	T (°C)	Konsentrasi CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	07.00 - 08.00	1	0	29,3	0,00
2		2	0	29,9	0,00
3		3	0	30,6	0,00
4		4	1	31,5	1111,04
5		5	2	31,8	2219,90
6		6	1	32,2	1108,50
7		7	1	33,0	1105,60
8		8	0	33,7	0,00
9		9	0	34,3	0,00
10		10	1	34,7	1099,49
11		11	0	35,6	0,00
12		12	0	36,2	0,00
13	12.00 - 13.00	1	9	39,6	9740,29
14		2	5	39,6	5411,27
15		3	15	40,1	16207,90
16		4	12	39,3	12999,53
17		5	25	39,3	27082,36
18		6	16	39,1	17343,82
19		7	6	39,9	6487,30
20		8	11	41,0	11851,73
21		9	20	41,4	21521,18
22		10	24	42,4	25743,53
23		11	25	40,7	26961,50
24		12	29	39,2	31425,61
25	16.00 - 17.00	1	5	37,9	5440,86
26		2	8	36,0	8758,91
27		3	9	37,0	9821,99
28		4	7	36,4	7654,14
29		5	19	35,1	20863,18
30		6	30	35,0	32952,55
31		7	15	34,7	16492,34
32		8	11	34,6	12098,32
33		9	10	34,3	11009,21
34		10	13	33,0	14372,77
35		11	6	33,9	6614,13
36		12	7	33,5	7726,56

LAMPIRAN VII

DATA HASIL ESTIMASI KONSENTRASI CO PADA TITIK PANTAU DENGAN KECEPATAN ANGIN BERBEDA

- Pada kecepatan angin 10 km/h atau 2,8 m/s pada ketinggian 10 m

Tabel L. 37 Parameter *Input* Persamaan Gauss pada Kecepatan Angin 10 km/h

No	Nama Jalan	Waktu	KONDISI LAPANGAN						terrain		condition	Stabilitas
			u (m/s)	arah terhadap u (o)	Q (gr/s)	p (mbar)	Ta (K)	H (m)	rural	urban		
1	Jalan Raya Serang Cilegon	07.00 - 08.00	1,729	10	241,281	1,0041	305,7333	0,3	URBAN	strong	A	
2	Jalan Tol Merak Cilegon		1,729	10	353,030	1,0041	305,7333	0,3	URBAN	strong	A	
3	Jalan Raya Lingkar		1,729	72	55,762	1,0041	305,7333	0,3	URBAN	strong	A	
4	Jalan Raya Waringin Kurung		1,729	72	16,824	1,0041	305,7333	0,3	URBAN	strong	A	
5	Jalan Waringin Kurung		1,729	40	11,194	1,0041	306,7333	0,3	URBAN	strong	A	
TOTAL ESTIMASI CO												
1	Jalan Raya Serang Cilegon	12.00 - 13.00	1,729	10	660,492	1,0041	313,1333	0,3	URBAN	strong	A	
2	Jalan Tol Merak Cilegon		1,729	10	329,942	1,0041	313,1333	0,3	URBAN	strong	A	
3	Jalan Raya Lingkar		1,729	72	67,705	1,0041	313,1333	0,3	URBAN	strong	A	
4	Jalan Raya Waringin Kurung		1,729	72	16,776	1,0041	314,1333	0,3	URBAN	strong	A	
5	Jalan Waringin Kurung		1,729	40	14,098	1,0041	315,1333	0,3	URBAN	strong	A	
TOTAL ESTIMASI CO												
1	Jalan Raya Serang Cilegon	16.00 - 17.00	1,729	10	389,362	1,0041	310,1167	0,3	URBAN	strong	A	
2	Jalan Tol Merak Cilegon		1,729	10	512,488	1,0041	311,1167	0,3	URBAN	strong	A	
3	Jalan Raya Lingkar		1,729	72	70,944	1,0041	312,1167	0,3	URBAN	strong	A	
4	Jalan Raya Waringin Kurung		1,729	72	33,897	1,0041	313,1167	0,3	URBAN	strong	A	
5	Jalan Waringin Kurung		1,729	40	32,992	1,0041	314,1167	0,3	URBAN	strong	A	
TOTAL ESTIMASI CO												

Tabel L. 38 Perhitungan Model Gauss Pada *Line Source* dengan Kecepatan Angin 10 km/h

No	Nama Jalan	Waktu	x (m)	y (m)	z (m)	σ_y	σ_z	C (gr/m ³)	C (µg/m ³)
1	Jalan Raya Serang Cilegon	07.00 - 08.00	31,00	5,466	1,5	9,859	7,452	5,104E-04	510,44
2	Jalan Tol Merak Cilegon		680,25	119,947	1,5	193,001	168,723	2,056E-08	0,02
3	Jalan Raya Lingkar		5285,00	16265,557	1,5	958,375	1568,155	5,367E-06	5,37
4	Jalan Raya Waringin Kurung		5022,00	15456,127	1,5	926,467	1477,243	1,809E-06	1,81
5	Jalan Waringin Kurung		53,32	44,741	1,5	16,883	12,831	5,989E-07	0,60
TOTAL ESTIMASI CO									518,24
1	Jalan Raya Serang Cilegon	12.00 - 13.00	31,00	5,466	1,5	9,859	7,452	1,397E-03	1.397,3
2	Jalan Tol Merak Cilegon		680,25	119,947	1,5	193,001	168,723	1,921E-08	0,0
3	Jalan Raya Lingkar		5285,00	16265,557	1,5	958,375	1568,155	6,517E-06	6,5
4	Jalan Raya Waringin Kurung		5022,00	15456,127	1,5	926,467	1477,243	1,804E-06	1,8
5	Jalan Waringin Kurung		53,32	44,741	1,5	16,883	12,831	7,542E-07	0,8
TOTAL ESTIMASI CO									1.406,40
1	Jalan Raya Serang Cilegon	16.00 - 17.00	31,00	5,466	1,5	9,859	7,452	8,237E-04	823,7
2	Jalan Tol Merak Cilegon		680,25	119,947	1,5	193,001	168,723	2,984E-08	0,0
3	Jalan Raya Lingkar		5285,00	16265,557	1,5	958,375	1568,155	6,829E-06	6,8
4	Jalan Raya Waringin Kurung		5022,00	15456,127	1,5	926,467	1477,243	3,645E-06	3,6
5	Jalan Waringin Kurung		53,32	44,741	1,5	16,883	12,831	1,765E-06	1,8
TOTAL ESTIMASI CO									835,98

LAMPIRAN VIII
SCRIPT DAN DATA INPUT UNTUK MEMBANGUN MODEL DISPERSI PADA
MATLAB

Tabel L. 39 Parameter Input Model Dispersi

No	Paramater	Symbols	Value	Unit
1	Dispersion Coeffisien in horizontal direction	Dy		Torr.cm ² /s
2	Dispersion Coeffisien in vertical (z) direction	Dz		Torr.cm ² /s
3	Ambient Temperature	T ₀	32,73	C
4	Wind speed (average, dominant)	s		m/s
5	Wind direction (average, dominant)	a	NNE	⁰ (N)
6	Parameter Analysis	CO	Carbon Monoxide	
7	Kinetic Constant	λ		

Tabel L. 40 Input Pengaturan dalam Model Dispersi

Model Setting				
1	Starting Date, time	6/20/2022 7:00		
2	Interval of Analysis	0,083		hour
3	Grid Number	300		n x n
4	Average length per grid (l, w), modelled	84,857143	41,714286	m

Determine the Grid Number

1	Area length (rectangular assumption)	25,46		km
2	Area width (rectangular assumption)	12,51		km
3	Area modelled per grid (rectangular assumption)	3539,76		m ²
4	Grid Number Aproximation	300,00		n x n
5	Average length per grid (l, w), approx	84,86	41,71	m

Tabel L. 41 Input Area pada Model Dispersi

Determine of Modelling Area				
1	Lowest Lattitude; min_x	105,980		⁰ (E)
2	Highest Lattitude; max_x	106,235		⁰ (E)
3	Lowest Longitude; min_y	-6,095		⁰ (S)
4	Highest Longitude; max_y	-5,976		⁰ (S)
5	Citie's Identity	Kramatwatu		

Tabel L. 42 Input Emisi Sumber pada Jam Puncak Pagi

No.	Street Identity	Street Coordinate of Straight Segment (min_x, min_y, max_x, max_y) E, S				normalized average load (g/s)
		y-in	y-fin	x-in	x-fin	
1	Jalan Raya Serang Cilegon	-6,035	-6,036	106,084	106,085	241,281
2		-6,036	-6,045	106,085	106,098	241,281
3		-6,045	-6,046	106,098	106,100	241,281
4		-6,046	-6,047	106,100	106,103	241,281

No.	Street Identity	Street Coordinate of Straight Segment (min_x, min_y, max_x, max_y) E, S				normalized average load (g/s)
		y-in	y-fin	x-in	x-fin	
5		-6,047	-6,054	106,103	106,108	241,281
6		-6,054	-6,059	106,108	106,115	241,281
7		-6,059	-6,065	106,115	106,121	241,281
8		-6,065	-6,071	106,121	106,124	241,281
9		-6,071	-6,079	106,124	106,126	241,281
10	Jalan Raya Lingkar	-6,039	-6,043	106,080	106,077	55,762
11		-6,043	-6,046	106,077	106,073	55,762
12		-6,046	-6,048	106,073	106,068	55,762
13	Jalan Raya Waringin Kurung	-6,036	-6,040	106,085	106,082	16,824
14		-6,040	-6,043	106,082	106,079	16,824
15		-6,043	-6,053	106,079	106,070	16,824
16	Jalan Waringin Kurung	-6,064	-6,071	106,120	106,109	11,194
17		-6,071	-6,074	106,109	106,105	11,194
18		-6,074	-6,075	106,105	106,102	11,194
19		-6,075	-6,074	106,102	106,098	11,194
20		-6,074	-6,073	106,098	106,094	11,194
21	Jalan Tol Merak Cilegon	-6,017	-6,028	106,087	106,097	353,030
22		-6,028	-6,043	106,097	106,108	353,030
23		-6,043	-6,053	106,108	106,118	353,030
24		-6,053	-6,064	106,118	106,124	353,030
25		-6,064	-6,077	106,124	106,131	353,030

Tabel L. 43 *Input Emisi Sumber pada Jam Puncak Siang*

No.	Street Identity	Street Coordinate of Straight Segment (min_x, min_y, max_x, max_y) E, S				normalized average load (g/s)
		y-in	y-fin	x-in	x-fin	
1	Jalan Raya Serang Cilegon	-6,035	-6,036	106,084	106,085	660,492
2		-6,036	-6,045	106,085	106,098	660,492
3		-6,045	-6,046	106,098	106,100	660,492
4		-6,046	-6,047	106,100	106,103	660,492
5		-6,047	-6,054	106,103	106,108	660,492
6		-6,054	-6,059	106,108	106,115	660,492
7		-6,059	-6,065	106,115	106,121	660,492
8		-6,065	-6,071	106,121	106,124	660,492
9		-6,071	-6,079	106,124	106,126	660,492
10	Jalan Raya Lingkar	-6,039	-6,043	106,080	106,077	67,705
11		-6,043	-6,046	106,077	106,073	67,705
12		-6,046	-6,048	106,073	106,068	67,705
13	Jalan Raya Waringin Kurung	-6,036	-6,040	106,085	106,082	16,776
14		-6,040	-6,043	106,082	106,079	16,776
15		-6,043	-6,053	106,079	106,070	16,776
16	Jalan Waringin Kurung	-6,064	-6,071	106,120	106,109	14,098

No.	Street Identity	Street Coordinate of Straight Segment (min_x, min_y, max_x, max_y) E, S				normalized average load (g/s)
		y-in	y-fin	x-in	x-fin	
17		-6,071	-6,074	106,109	106,105	14,098
18		-6,074	-6,075	106,105	106,102	14,098
19		-6,075	-6,074	106,102	106,098	14,098
20		-6,074	-6,073	106,098	106,094	14,098
21	Jalan Tol Merak Cilegon	-6,017	-6,028	106,087	106,097	329,942
22		-6,028	-6,043	106,097	106,108	329,942
23		-6,043	-6,053	106,108	106,118	329,942
24		-6,053	-6,064	106,118	106,124	329,942
25		-6,064	-6,077	106,124	106,131	329,942

Tabel L. 44 Input Emisi Sumber pada Jam Puncak Sore

Input the Line Sources technical data						
No.	Street Identity	Street Coordinate of Straight Segment (min_x, min_y, max_x, max_y) E, S				normalized average load (g/s)
		y-in	y-fin	x-in	x-fin	
1	Jalan Raya Serang Cilegon	-6,035	-6,036	106,084	106,085	389,362
2		-6,036	-6,045	106,085	106,098	389,362
3		-6,045	-6,046	106,098	106,100	389,362
4		-6,046	-6,047	106,100	106,103	389,362
5		-6,047	-6,054	106,103	106,108	389,362
6		-6,054	-6,059	106,108	106,115	389,362
7		-6,059	-6,065	106,115	106,121	389,362
8		-6,065	-6,071	106,121	106,124	389,362
9		-6,071	-6,079	106,124	106,126	389,362
10	Jalan Raya Lingkar	-6,039	-6,043	106,080	106,077	70,944
11		-6,043	-6,046	106,077	106,073	70,944
12		-6,046	-6,048	106,073	106,068	70,944
13	Jalan Raya Waringin Kurung	-6,036	-6,040	106,085	106,082	33,897
14		-6,040	-6,043	106,082	106,079	33,897
15		-6,043	-6,053	106,079	106,070	33,897
16	Jalan Waringin Kurung	-6,064	-6,071	106,120	106,109	32,992
17		-6,071	-6,074	106,109	106,105	32,992
18		-6,074	-6,075	106,105	106,102	32,992
19		-6,075	-6,074	106,102	106,098	32,992
20		-6,074	-6,073	106,098	106,094	32,992
21	Jalan Tol Merak Cilegon	-6,017	-6,028	106,087	106,097	512,488
22		-6,028	-6,043	106,097	106,108	512,488
23		-6,043	-6,053	106,108	106,118	512,488
24		-6,053	-6,064	106,118	106,124	512,488
25		-6,064	-6,077	106,124	106,131	512,488

- **Script Model Dispersi**

```

gridx = 1000; gridy = 1000;           % resolusi perhitungan (membagi area
%% Insert Peta Administratif
%img = imread('PetaKramatwatu.jpg');
min_x = xlsread('UPDM_A20','Phys_Data','C31');
max_x = xlsread('UPDM_A20','Phys_Data','C32');
min_y = xlsread('UPDM_A20','Phys_Data','C33');
max_y = xlsread('UPDM_A20','Phys_Data','C34');
%img = imread('PetaKramatwatu.jpg');
%imagesc([min_x max_x], [min_y max_y],flipud(img));
%set(gca,'ydir','normal');
%hold on;
%alpha(1);
z = 1.5/sc;   % tinggi receptor deg
%% dispersi
[x,y] = meshgrid (linspace(min_x,max_x,gridx),linspace(min_y,max_y,gridy));
cT = zeros(size(x));
for n=1:length(arah);
    Factor = fc(n); lambda = lbd(n);
    a=arah(n); s=speed(n); t =
datestr(DateNumber+(n)*0.0416666666667,formatOut); frek = frekuensi(n);
cla; %delta waktu running 0.02083333334 = setengah jam
    %% 2. Lines Sources
    %% 2.1. Data beban emisi (g/s)
    v = 1*s/sc;
    QJA = Factor*xlsread('UPDM_A20','Lines','K4:K23');           %input beban
(g/s)
    QJO = Factor*xlsread('UPDM_A20','Lines','K24:K28');           %input
beban (g/s)
    %% 2.2. LS_Data teknis sumber rata-rata
    HE = 0.3;           % input tinggi sumber (m)
    Hs = HE/sc;           % tinggi dalam deg
    %posisi jalan perkotaan
    x1 = xlsread('UPDM_A20','Lines','E4:E23'); % input koordinat x awal
jalan
    x2 = xlsread('UPDM_A20','Lines','F4:F23'); % input koordinat x akhir
jalan
    y1 = xlsread('UPDM_A20','Lines','C4:C23'); % input koordinat y awal
jalan
    y2 = xlsread('UPDM_A20','Lines','D4:D23'); % input koordinat y awal
jalan
    %posisi jalan JBH
    x3 = xlsread('UPDM_A20','Lines','E24:E28'); % input koordinat x awal
jalan
    x4 = xlsread('UPDM_A20','Lines','F24:F28'); % input koordinat x akhir
jalan
    y3 = xlsread('UPDM_A20','Lines','C24:C28'); % input koordinat y awal
jalan
    y4 = xlsread('UPDM_A20','Lines','D24:D28'); % input koordinat y awal
jalan
    %Efektif plume dalam deg
    cLS = zeros(size(x));
    dz = Dz/100000;
    ma = tan((90-a)*pi/180);           % gradient arah angin terhadap
reference (east)
    %% 2.3. Perhitungan konsentrasi Dispersi
    for j=1:length(QJA)
        str = num2str(j);
        plot([x1(j) x2(j)], [y1(j) y2(j)], 'LineStyle','-
', 'LineWidth',1, 'color'...'

```



```





        , 'm');text((x1(j)+x2(j))/2, (y1(j)+y2(j))/2, str, 'color', 'r');
m = (y2(j) - y1(j))/(x2(j) - x1(j));
k = y1(j) - m*x1(j);
A = atan(m)*180/pi;
B = (a-90) + A;
d = ((-y+m*x+k)/(1+m^2)^0.5)/(sin(B.*pi/180));
xe = (ma*x - m*x2(j) - y + y2(j))./(ma-m);
ye = m*(xe-x2(j))+y2(j);
Le = abs(y2(j) - y1(j));
EF = 0.5*Le - abs(ye - 0.5*(y2(j)+y1(j)));
E= (EF>=0).*EF; COR=E./E;
COR(isnan(COR))=0;
if d==0
    cJA = (10*QJA(j)*e./(sqrt(2*pi)*dz)).*sc^(-3);
else
    cJA = (10*QJA(j)./(sqrt(2*pi)*(d>0).*d.*dz)).*...
    (exp(-v*(z-Hs)*(z-Hs)./(4*dz*(d>0).*d))+exp(-
v*(z+Hs)*(z+Hs)./(...
    (4*dz*(d>0).*d))).*sc^(-3);
end
cJA(isinf(cJA))=0; cJA(isnan(cJA))=0; cLS1 = cJA.*COR;
cLS = (cLS + cLS1);
end
cT = frek*cLS + cT;
for j=1:length(QJO)
    str = num2str(j);
    plot([x3(j) x4(j)], [y3(j) y4(j)], 'LineStyle', '-
', 'LineWidth', 1, 'color'...
    , 'm');text((x3(j)+x4(j))/2, (y3(j)+y4(j))/2, str, 'color', 'r');
m = (y4(j) - y3(j))/(x4(j) - x3(j));
k = y3(j) - m*x3(j);
A = atan(m)*180/pi;
B = (a-90) + A;
d = ((-y+m*x+k)/(1+m^2)^0.5)/(sin(B.*pi/180));
xe = (ma*x - m*x4(j) - y + y4(j))./(ma-m);
ye = m*(xe-x4(j))+y4(j);
Le = abs(y4(j) - y3(j));
EF = 0.5*Le - abs(ye - 0.5*(y4(j)+y3(j)));
E= (EF>=0).*EF; COR=E./E;
COR(isnan(COR))=0;

end
cT = frek*cLS + cT;
end
c = cT/100;
%% Plot Pola Dispersi
figure('Name', 'Simulation Plot Multiple Point Source ', 'NumberTitle', 'off')
img = imread('PetaKramatwatu.jpg');
imagesc([min_x max_x], [min_y max_y], flipud(img));
set(gca, 'ydir', 'normal');
hold on; alpha(1);
conts=0.01:0.2:242;
ch =contour(x,y,c,conts, 'Fill', 'off'); clabel(ch, []);
map = [0,0,0
0.125,0,0
0.25,0,0
0.375,0,0
0.5,0,0
0.625,0,0
0.75,0,0

```

```
0.875,0,0
1,0,0
1,0.25,0.25
1,0.375,0.375
1,0.5,0.5
1,0.625,0.625
1,0.75,0.75];
colormap(flipud(map)); colorbar; caxis([1 242]); Label.String =
'Konsentrasi Ambien (10\mug/m^3)';
title(['Grid (x.y) = ',num2str(gridx),' x ',num2str(gridy),'; daily
Dynamics Concentration modeling result 10\mug/m^3: ']);
```

LAMPIRAN IX
DOKUMENTASI LAPANGAN

No	Keterangan	Gambar
1.	<p>Lokasi pengambilan sampel CO ambien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lapangan alun-alun Kecamatan Kramatwatu - Koordinat-6,0646 BT dan 106,12011 LS - Jarak 31,085 meter terhadap ruas Jalan Serang Cilegon 	
2.	<p>Alat sensor CO digital:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Range: 0 - 1000 ppm - Resolution: 1 ppm (tanpa angka dibelakang koma) - Response time < 60 secs - Accuracy: $\pm 5\%$ or ± 10 ppm 	
3.	<p>Ruas Jalan Serang Cilegon</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kelas jalan : Arteri Primer - Tipe jalan : Jalan Perkotaan - Tipe jalur : 4/2B - Tipe alinemen : Datar - Panjang Jalan : 7,056 km - Lebar efektif perlajur : 3,5 m 	
4.	<p>Kemacetan pada Ruas Jalan Serang Cilegon mulai pukul 11.30 WIB</p>	

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan



BIODATA PENULIS

Penulis bernama lengkap Isrinannisa Yane Aulia, lahir di Karawang pada tanggal 21 Oktober 1999. Penulis mengenyam pendidikan dasar di SDN Kramatwatu 1. Kemudian dilanjutkan di SMPN 1 Kramatwatu, sedangkan pendidikan tingkat atas dilalui di SMAN 1 Kota Serang. Penulis kemudian melanjutkan studi S1 di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan ITS dengan Nomor Registrasi Pokok (NRP) 03211840000017.

Selama kuliah, penulis aktif di Departemen Kajian dan Aksi Strategis Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) ITS. Penulis melaksanakan kerja praktik di PT Pakar IPAL Indonesia, Tangerang dengan topik Studi Evaluasi Kinerja IPAL PT X *Chocolate Factory*. Selain itu, penulis memiliki beberapa pengalaman menyusun persetujuan teknis IPAL STP PT Y *Nitrat Factory*. Penulis memiliki pengalaman membantu mengerjakan proyek desain STP dengan kapasitas 100 mpd. Penulis dapat dihubungi via email isrinannisayane@gmail.com atau melalui akun line: isrinannisa.



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FORM FTA-03

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Isrinannisa Yane Aulia
NRP : 03211840000017
Judul : ESTIMASI DISPERSI POLUTAN CO DI WILAYAH KECAMATAN
KRAMATWATU DENGAN PENDEKATAN MODEL GAUSS
TERMODIFIKASI

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	23/12//2021	Penyampaian ide/gagasan tugas akhir	Ref
2	5 /01/2022	Penyampaian ide/gagasan tugas akhir menggunakan PT KDL	Ref
3	17/01/2022	Pengumpulan draft proposal TA dan penggantian judul TA menjadi Estimasi Sebaran Dispersi Polutan CO dan SO ₂ Wilayah Kecamatan Kramatwatu Dengan Pendekatan Model Gauss Termodifikasi Terhadap Kesehatan Masyarakat Sekitar	Ref
4	18 /01/2022	Pembahasan ide/gagasan dan proposal TA serta langkah penelitian kedepannya	Ref
5	20/01/ 2022	Pengiriman Proposal TA yang akan diajukan dalam seminar proposal	Ref
6	8 /03/2022	Pergantian emisi yang akan diuji menjadi CO saja dan teknis pengambilan sampel	Ref
7	1/04/2022	Pengumpulan draft TA untuk sidang kemajuan dan koreksi untuk tabel dan gambar	Ref
8	20/06//2022	Asistensi terkait <i>script</i> matlab untuk pembuatan model	Ref
9	21/06/2022	Asistensi terkait <i>script</i> matlab untuk pembuatan model dan parameter input yang digunakan	Ref

Surabaya, 22 Juli 2022
Dosen Pembimbing

Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T.
NIP. 19751018 200501 1 003



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN - ITS
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 11 Juli 2022

Nilai TOEFL 433

Pukul : 11.45 WIB

Lokasi : Departemen Teknik Lingkungan


Judul : ESTIMASI DISPERSI POLUTAN CO DI WILAYAH KECAMATAN KRAMATWATU DENGAN
PENDEKATAN MODEL GAUSS TERMODIFIKASI

Nama : Isrinannisa Yane Aulia

NRP. : 0321184000017

Topik : Penelitian Lapangan

Tanda Tangan


Isrinannisa Yane A

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
	<p>lihat catatan di buku/notebook perhatikan saran dari semua penguji penyulungan persamaan, dan lain?</p>

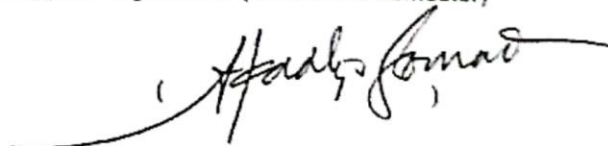
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing

Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T.





UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 11 Juli 2022
Pukul : 11.45 WIB
Lokasi : Departemen Teknik Lingkungan
Judul : ESTIMASI DISPERSI POLUTAN CO DI WILAYAH KECAMATAN KRAMATWATU DENGAN
PENDEKATAN MODEL GAUSS TERMODIFIKASI
Nama : Isrinannisa Yane Aulia
NRP. : 03211840000017
Topik : Penelitian Lapangan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Naras diperbahis w/ kerampes
2.	Maukhat vegetasi konsentrasi tak tinggi bagi pemangku lingkungan

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana

Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji

Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji Dr. Eng. Arie Dipareza Syafe'i, ST., MEPM

()

Dosen Pembimbing Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T.

()



UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 11 Juli 2022
Pukul : 11.45 WIB
Lokasi : Departemen Teknik Lingkungan
Judul : ESTIMASI DISPERSI POLUTAN CO DI WILAYAH KECAMATAN KRAMATWATU DENGAN
PENDEKATAN MODEL GAUSS TERMODIFIKASI
Nama : Isrinannisa Yane Aulia
NRP. : 0321184000017
Topik : Penelitian Lapangan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Perseman ² yg digambarkan pada menggunakan nomor dig tidak pada menyulung - ulug penulis perseman Contoh pd hal 26 26-31-37
2.	Kesimpulan no 2. diperbaiki dalam gambar saat ujian lisan

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji Prof. Ir. Joni Hermana, MScES, PhD

()

Dosen Pembimbing Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T.

()



UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 11 Juli 2022
Pukul : 11.45 WIB
Lokasi : Departemen Teknik Lingkungan
Judul : ESTIMASI DISPERSI POLUTAN CO DI WILAYAH KECAMATAN KRAMATWATU DENGAN
PENDEKATAN MODEL GAUSS TERMODIFIKASI
Nama : Isrinannisa Yane Aulia
NRP. : 03211840000017
Topik : Penelitian Lapangan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Konsistenkan jenis huruf (font)
2.	Perbaiki penulisan pada tabel & kesalahan ketik
3.	Kajian / pembahasan tentang kelebihan & kekurangan model Gauss termodifikasi.

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji Arseto Yekti Bagastyo, ST., MT., MPhil, PhD

(Arseto)

Dosen Pembimbing Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T.

()