



TUGAS AKHIR - RE184804

KAJIAN POTENSI GAS RUMAH KACA DENGAN DERAJAT KEJENUHAN JALAN DI KOTA SURABAYA

MUHAMMAD RIZAL SETYAWAN
0321154000056

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

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



TUGAS AKHIR - RE184804

**KAJIAN POTENSI GAS RUMAH KACA DENGAN
DERAJAT KEJENUHAN JALAN DI KOTA
SURABAYA**

MUHAMMAD RIZAL SETYAWAN
0321154000056

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

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT - RE184804

**STUDY OF GREENHOUSE GASES POTENTIAL
WITH ROADS SATURATION DEGREE IN THE CITY
OF SURABAYA**

MUHAMMAD RIZAL SETYAWAN
0321154000056

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

DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering Environment and Geophysic
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN POTENSI GAS RUMAH KACA DENGAN DERAJAT KEJENUHAN JALAN DI KOTA SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memenuhi Gelar
Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MUHAMMAD RIZAL SETYAWAN
NRP. 03211540000056

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



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



KAJIAN POTENSI GAS RUMAH KACA DENGAN DERAJAT KEJENUHAN JALAN DI KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa : Muhammad Rizal Setyawan
NRP : 03211540000056
Departemen : Teknik Lingkungan FTSLK ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si.,M.T

ABSTRAK

Kota Surabaya adalah kota metropolitan sekaligus kota terbesar kedua di Indonesia. Hal ini menimbulkan kebutuhan masyarakat akan transportasi yang semakin meningkat. Perkembangan sektor transportasi di satu sisi membawa manfaat bagi Kota Surabaya, namun disisi lain terdapat permasalahan yang perlu diantisipasi. Peningkatan volume kendaraan akan berbanding lurus dengan peningkatan konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) dan menghasilkan emisi gas buang ke udara. Emisi gas buang tersebut salah satunya berupa emisi CO₂ sebagai gas rumah kaca (GRK) yang pada tingkat konsentrasi tertentu akan menyebabkan penurunan kualitas udara kota. Disisi lain meningkatnya jumlah kendaraan bermotor yang melewati jalan di kota Surabaya akan meningkatkan derajat kejenuhan (DJ) jalan serta dapat memperbesar potensi GRK. Maka perlu dilakukan penelitian untuk kajian peningkatan volume kendaraan dan derajat kejenuhan jalan terhadap potensi GRK tersebut dan mapping GRK di Kota Surabaya. Penelitian ini juga untuk memperoleh alternatif solusi yang tepat untuk menyelesaikan masalah tersebut Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan untuk membantu analisis untuk menyusun solusi dari potensi masalah akibat GRK.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa data-data lapangan. Data yang digunakan dalam penelitian ini

adalah data sekunder yang meliputi data *traffic counting* volume kendaraan dan membandingkan dengan derajat kejenuhan jalan di Kota Surabaya diperoleh dari dinas perhubungan (DISHUB) Kota Surabaya tahun 2018. Estimasi beban emisi CO₂ dihitung berdasarkan pedoman IPCC menggunakan data aktivitas transportasi dari faktor emisi yang relevan. Sedangkan membandingkan derajat kejenuhan jalan di kota surabaya mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (PKJI). Serta untuk mengetahui potensi persebaran gas rumah kaca emisi akan menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Dimana perangkat lunak ini dapat membuat visualisasi persebaran berdasarkan klasifikasi jalan di Kota Surabaya. Variabel dalam penelitian ini adalah volume traffic, klasifikasi jalan, derajat kejenuhan jalan dan menentukan besaran emisi GRK

Hasil penelitian ini berupa : 1) Derajat kejenuhan pada tahun 2016 rata-rata sebesar 0,3 dengan beban emisi CO₂ rata-rata sebesar 3,4 Ton CO₂/Jam, pada tahun 2017 rata-rata sebesar 0,4 dengan beban emisi CO₂ rata-rata sebesar 3,8 Ton CO₂/Jam, dan pada tahun 2018 rata-rata sebesar 0,5 dengan beban emisi CO₂ rata-rata sebesar 5,1 Ton CO₂/jam, 2) sejak tahun 2016, 2017 dan 2018 total potensi persebaran jumlah emisi CO₂ di 31 kecamatan di Kota Surabaya terus mengalami peningkatan. Potensi persebaran jumlah emisi CO₂ pada tahun 2016 sebesar 5.381.222,40 Ton CO₂/Tahun, pada tahun 2017 sebesar 6.932.039,12 Ton CO₂/Tahun, dan pada tahun 2018 sebesar 10.017.654,14 Ton CO₂/Tahun. 3) Sementara untuk serapan RTH publik *eksisting* Kota Surabaya mencukupi untuk mereduksi potensi emisi gas rumah kaca dari sektor transportasi yaitu total serapan CO₂ pada tahun 2018 sebesar 3.181.326,95 Ton CO₂/Tahun dari jumlah emisi sebesar 10.017.654,14 Ton CO₂/Tahun dengan kapasitas penyerapan 32%

Kata Kunci : CO₂, Derajat Kejenuhan, GRK, RTH, SIG.

STUDY OF GREENHOUSE GASES POTENTIAL WITH ROADS SATURATION DEGREE IN THE CITY OF SURABAYA

Name of Student : Muhammad Rizal Setyawan
NRP : 03211540000056
Department : Environmental Engineering
Advisor : Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si.,M.T.

ABSTRACT

Surabaya city is a metropolitan and the second largest city in Indonesia. This has led to the increasing need of the community for transportation. Development in transportation sector on the one side brought benefits for Surabaya City. But in other side there are some problems that need to be solved. The increase of the vehicle volume will equal with the increase of gas fuel consumption and will result in emission of pollutant in air. One of the pollutant emission is CO₂ as greenhouse gas (GRK) whose on a typical concentration of CO₂ will cause a decrease on a air quality of the city. In other side, increasing of the vehicle volume passing through in Surabaya will increase degree of saturation of the street and can increase potential of GRK. So it is necessary to do research for the study of increasing vehicle volume and the degree of saturation of the road to the GRK potential and the GRK map in Surabaya City. This research is also to obtain the right alternative solution to solve the problem Geographic Information System (GIS) is used to assist analysis to develop solutions to potential problems due to GRK.

The method used in this study is in the form of field data. The data used in this study are secondary data which includes vehicle volume counting traffic data and comparing the degree of road saturation in the city of Surabaya obtained from the Surabaya City Transportation Agency (DISHUB) in 2018.

Estimated CO₂ emissions load is calculated based on the IPCC guidelines using transportation activity data from relevant emission factors. While comparing the degree of saturation of roads in the city of Surabaya refers to the 2014 Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI). And to find out the potential for the distribution of emission greenhouse gases will use ArcGIS software. This software can make distribution visualization based on road classification in Surabaya City. The variables in this study are traffic volume, road classification, degree of road saturation and determining the amount of GRK emissions.

The results of this study are: 1) The degree of saturation in 2016 is an average of 0.3 with the burden of CO₂ emissions an average of 3.4 Tons CO₂/Hour, in 2017 an average of 0.4 with a load of CO₂ emissions is average of 3.8 Tons CO₂/Hour, and in 2018 an average of 0,5 with an average CO₂ emission load of 5.1 Tons CO₂/Hour, 2) since 2016, 2017 and 2018 the total potential distribution the amount of CO₂ emissions in 31 sub-districts in Surabaya continues to increase. The potential distribution of CO₂ emissions in 2016 was 5,381,222.40 Tons of CO₂/Year, in 2017 amounted to 6,932,039.12 Tons of CO₂/Year, and in 2018 amounted to 10,017,654.14 Tons of CO₂/Year. 3) While the absorption of existing public green open space in Surabaya City is sufficient to reduce the potential of greenhouse gas emissions from the transportation sector, namely total CO₂ uptake in 2018 amounting to 3,181,326.95 Tons of CO₂/Year from total emissions of 10,017,654.14 Tons of CO₂/Year with 32% absorption capacity.

Keywords: CO₂, Degree of Saturation, GRK, RTH, GIS.

KATA PENGANTAR

Puji syukur peningkatkan kehadiran Allah SWT atas limpah rahmat, taufiq serta hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar, Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat penulis menyelesaikan pendidikan sarjana di Departemen Teknik Lingkungan ITS.

Dalam kesempatan ini, penyusunan menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Abdul Fadli Assomadi, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir saya. Saya mengucapkan terimakasih atas segala ilmu dan bimbingan yang telah diberikan.
2. Bapak Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, S.T., MEPM., Bapak Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T., dan Ibu Atiek Moesriati, M.Kes., selaku dosen penguji. Saya mengucapkan terimakasih atas segala saran serta masukan yang diberikan kepada penyusun.
3. Rekan mahasiswa Laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim.
4. Keluarga penyusun, terutama kedua orang tua atas segala dukungan, doa serta nasihat yang diberikan.

Penyusun Laporan Perogres Tugas Akhir ini telah diupayakan sebaik-baiknya, namun masih banyak kekurangan yang harus diperbaiki. Untuk itu penyusun mengharapkan keritik dan saran yang membangun guna hasil yang lebih baik.

Surabaya, Juli 2019

Penyusun

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Ruang Lingkup	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Gambaran Kota Surabaya	7
2.1.1 Lokasi Studi	8
2.2 <i>Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC)</i>	9
2.3 Transportasi	9
2.4 Jaringan dan Klasifikasi Jalan	10
2.4.1 Klasifikasi Fungsi Jalan	10
2.4.2 Sistem Jaringan Jalan	10
2.5 Data Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata	15
2.6 Arus Lalu Lintas	16
2.7 Kapasitas Jalan Perkotaan	16
2.8 Derajat Kejenuhan Jalan	16
2.8.1 Kecepatan Arus Bebas	17
2.9 Waktu Tempuh	17
2.10 Pencemaran Udara	18
2.10.1 Definisi dan Sumber	18
2.10.2 Perhitungan Beban Emisi CO ₂	21
2.11 Gas Rumah Kaca	22
2.11.1 Definisi	22
2.10.2 Efek Rumah Kaca	23
2.11 Ruang Terbuka Hijau	25
2.11.2 Definisi	25
2.11.3 Peraturan Tentang Ruang Terbuka Hijau	25

2.11.4	Tumbuhan Sebagai penyerap Gas Karbon Dioksida	26
2.12	Google Earth	27
2.13	Sistem Informasi Geografis (GIS)	27
BAB III METODE PENELITIAN		29
3.1	Umum	29
3.2	Ide Penelitian	30
3.3	Kerangka Penelitian	30
3.4	Tahap Pelaksanaan Awal	33
3.4.1	Studi Literatur	33
3.4.2	Perizinan	33
3.5	Pengumpulan Data	34
3.6	Identifikasi Data	34
3.7	Tahap Analisa Dan Pembahasan	35
3.7.1	Arus Lalu Lintas (Q)	35
3.7.2	Perhitungan Nilai Kapasitas Jalan Perkotaan (C)	36
3.7.3	Kapasitas Dasar (Co)	36
3.7.4	Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif (FC_{LJ})	37
3.7.5	Penyesuaian Pemisah Arah (FC_{PA})	37
3.7.6	Faktor Penyesuaian Kondisi Hambatan Samping (FC_{HS}) ..	38
3.7.7	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FC_{UK})	39
3.7.8	Perhitungan Nilai Derajat Kejenuhan (DJ)	39
3.7.9	Perhitungan Nilai Kecepatan Arus Bebas (FV)	40
3.7.10	Faktor Penyesuaian Arus Bebas Dasar (FV_O)	41
3.7.11	Faktor Penyesuaian Lebar Jalan Lalu Lintas (FVLJ)	41
3.7.12	Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping (FFV_{HS})	42
3.7.13	Faktor Penyesuaian Untuk Ukuran Kota (FFV_{UK})	43
3.7.14	Kecepatan Rata-Rata Ruang (FV_{LV})	43
3.7.15	Waktu Tempuh (W_T)	45
3.8	Tahap Analisa Dan Pembahasan	45
3.8.1	Koreksi Sumber Transportasi Dengan Faktor Kalibrasi ...	45
3.8.2	Perhitungan Beban Emisi CO_2	47
3.9	Perhitungan Daya Serap CO_2	49
3.10	Pengolahan Data Serta Penyediaan (SIG)	49
3.10.1	Pembuatan Peta Persebaran Gas Rumah Kaca (CO_2) ...	49
3.11	Pembuatan Peta Persebaran Jumlah Emisi, Serapan Emisi dan Sisa Emisi CO_2	50
3.11.1	Pembuatan Peta Transek	50

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
4.1 Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)	55
4.2 Perhitungan Kapasitas Jalan Perkotaan (C)	65
4.3 Derajat Kejenuhan (DJ).....	66
4.4 Kecepatan Arus Bebas (FV)	69
4.5 Kecepatan Rata-Rata.....	71
4.6 Faktor Beban Emisi Sumber Transportasi Dengan Perubahan Kecepatan Rata-Rata	74
4.7 Tipe Jalan Dan Panjang Jalan	75
4.8 Waktu Tempuh (WT).....	85
4.9 Faktor Emisi (Fei) & Konsumsi Bahan Bakar EKR (Ki)....	86
4.10 Perhitungan Beban Emisi CO ₂	90
4.10.1 Grafik Hubungan Antara Derajat Kejenuhan Dan Beban Emisi CO ₂	98
4.10.2 Grafik Hubungan Antara Derajat Kejenuhan Dan Beban Emisi CO ₂ Tahun 2016, 2017 dan 2018	99
4.10.3 Emisi CO ₂ Spesifik	107
4.11 Rata-Rata Emisi Spesifik Setiap Klasifikasi Jalan	112
4.12 Peta Jumlah Emisi CO ₂ Per Kecamatan	123
4.13 Ruang Terbuka Hijau (RTH) Publik <i>Eksisting</i>	133
4.16 Daya Serap Tutupan Vegetasi	134
4.17 Perhitungan Serapan Emisi CO ₂ Dengan Menggunakan Luas Tutupan Vegetasi	135
4.18 Serapan Emisi CO ₂ Perkecamatan	137
4.19 Peta Serapan Emisi CO ₂ PerKecamatan	141
4.20 Sisa Emisi CO ₂ Perkecamatan.....	145
4.21 Peta Sisa Emisi CO ₂ PerKecamatan.....	146
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	151
5.1 Kesimpulan.....	151
5.2 Saran	151
DAFTAR PUSTAKA	153
LAMPIRAN A.....	157
LAMPIRAN B.....	171
LAMPIRAN C.....	185
LAMPIRAN D.....	Error! Bookmark not defined.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penentuan Lebar Lajur Ideal	15
Tabel 2.2 Index Pemanasan Global	22
Tabel 2.3 Cadangan Karbon Dan Daya Serap Gas CO ₂ Berbagai Tipe Penutupan Vegetasi.....	26
Tabel 3.1 Tabulasi Kebutuhan Data Sekunder	34
Tabel 3.2 EKR Jalan 2/2 TT	35
Tabel 3.3 EKR Terbagi	36
Tabel 3.4 Kapasitas Dasar	36
Tabel 3.5 Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif	37
Tabel 3.6 Penyesuaian Pemisah Arah	38
Tabel 3.7 Faktor Penyesuaian Kondisi Hambatan Samping.....	38
Tabel 3.8 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota	39
Tabel 3.9 Standar Derajat Kejenuhan	40
Tabel 3.10 Penyesuaian Arus Bebas Dasar	41
Tabel 3.11 Penyesuaian Lebar Jalan Lalu Lintas	41
Tabel 3.12 Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping.....	42
Tabel 3.13 Penyesuaian Ukuran Kota.....	43
Tabel 3.14 Faktor Emisi Kendaraan Bermotor	47
Tabel 3.15 Faktor Emisi Kendaraan Bermotor	47
Tabel 3.16 Konsumsi Energi Spesifik.....	48
Tabel 4.1 Rekapitulasi Data 26 Jalan Tahun 2016 & 2017	55
Tabel 4.2 Rekapitulasi Data 51 Jalan Tahun 2018	57
Tabel 4.3 Rekapitulasi Klasifikasi Jalan Tahun 2016 & 2017	59
Tabel 4.4 Rekapitulasi Arus Lalu Lintas (ekr/jam) Jalan Ahmad Yani Tahun 2016	60
Tabel 4.5 Faktor harian beban emisi transportasi Kota Surabaya	62
Tabel 4.6 Rekapitulasi Data Ekstrapolasi.....	64
Tabel 4.7 Rekapitulasi Nilai Kapasitas Jalan Perkotaan (C).....	66
Tabel 4.8 Rekapitulasi Nilai Derajat Kejenuhan (DJ)	67
Tabel 4.9 Rekapitulasi Nilai Kecepatan Arus Bebas (FV)	70
Tabel 4.10 Rekapitulasi Nilai Kecepatan Rata-Rata (FVLV).....	72
Tabel 4.11 Nilai Faktor Koreksi Emisi berdasarkan kecepatan rata- rata kendaraan	74

Tabel 4.12 Rekapitulasi Nilai Faktor Koreksi Emisi	74
Tabel 4.13 Tipe Jalan 2/2 TT	76
Tabel 4.14 Tipe Jalan 3/1 TT	76
Tabel 4.15 Tipe Jalan 4/2 T	76
Tabel 4.16 Tipe Jalan 4/2 TT	76
Tabel 4.17 Tipe Jalan 6/2 T	77
Tabel 4.18 Tipe Jalan 6/2 TT	77
Tabel 4.19 Tipe Jalan 2/2 TT	78
Tabel 4.20 Tipe Jalan 3/1 T	78
Tabel 4.21 Tipe Jalan 4/2 T	78
Tabel 4.22 Tipe Jalan 4/2 TT	79
Tabel 4.23 Tipe Jalan 6/2 T	80
Tabel 4.24 Tipe Jalan 6/2 TT	80
Tabel 4.25 Rekapitulasi Panjang 26 Jalan Tahun 2016 & 2017	81
Tabel 4.26 Rekapitulasi Panjang 51 Ruas Jalan Tahun 2018 ...	83
Tabel 4.27 Rekapitulasi Nilai Waktu Tempuh (WT)	85
Tabel 4.28 Nilai Faktor Emisi (Fei)	86
Tabel 4.29 Nilai Konsumsi Energi Spesifik (Ki)	87
Tabel 4.30 Rekapitulasi Nilai (Fei) dan (Ki)	88
Tabel 4.31 Rekapitulasi Beban Emisi CO ₂ Jalan Ahmad Yani Tahun 2016.....	93
Tabel 4.32 Rekapitulasi Rata-Rata Hubungan DJ dan Beban Emisi CO ₂ Pada 26 Ruas Jalan Tahun 2016	100
Tabel 4.33 Rekapitulasi Rata-Rata Hubungan DJ dan Beban Emisi CO ₂ Pada 26 Ruas Jalan Tahun 2017	102
Tabel 4.34 Rekapitulasi Hubungan Rata-Rata DJ dan Beban Emisi CO ₂ Pada 51 Ruas Jalan Tahun 2018	105
Tabel 4.35 Rekapitulasi Emisi Spesifik Tahun 2016	107
Tabel 4.36 Rekapitulasi Emisi Spesifik Tahun 2017	108
Tabel 4.37 Rekapitulasi Emisi Spesifik Tahun 2018	109
Tabel 4.38 Rekapitulasi Beban Emisi Spesifik Berdasarkan Kelas Jalan Hasil Suvey Dishub Kota Surabaya	112
Tabel 4.39 Rekapitulasi Beban Emisi Spesifik Kecamatan Gubeng Tahun 2016.....	114
Tabel 4.40 Rekapitulasi Beban Emisi Spesifik Kecamatan Gubeng Tahun 2017.....	115
Tabel 4.41 Rekapitulasi Beban Emisi Spesifik Kecamatan Gubeng Tahun 2018.....	117

Tabel 4.42 Rekapitulasi Emisi 31 Kecamatan Tahun 2016	119
Tabel 4.43 Rekapitulasi Emisi 31 Kecamatan Tahun 2017	120
Tabel 4.44 Rekapitulasi Emisi 31 Kecamatan Tahun 2018	122
Tabel 4.45 Luas RTH Publik <i>Eksisting</i>	133
Tabel 4.46 Daya Serap Berbagai Tipe Vegetasi	134
Tabel 4.47 Perhitungan Kemampuan Penyerapan Berdasarkan Berbagai Tipe per Tutupan Vegetasi	136
Tabel 4.48 Perhitungan Serapan Emisi CO ₂ Perkecamatan ...	139
Tabel 4.49 Perhitungan Sisa Emisi CO ₂ Perkecamatan	145

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Kota Surabaya	7
Gambar 2.3 Jalan 2/2 TT.....	13
Gambar 2.4 Jalan 4/2 TT.....	14
Gambar 2.5 Jalan 4/2 T.....	14
Gambar 2.6 Jalan 6/2 T.....	14
Gambar 2.7 Jalan 3-1/1.....	14
Gambar 2.8 Prosentase Konsentrasi GRK Di Atmosfer	23
Gambar 2.9 Teori Efek Rumah Kaca	24
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	32
Gambar 3.2 Grafik Jalan 6/2 T, 4/2 T dan 4/2 TT	44
Gambar 3.3 Grafik Jalan 2/2 TT.....	44
Gambar 3.4 Pola Perubahan Konsumsi Bahan Bakar Dengan Variasi Kecepatan Rata-Rata Kendaraan	46
Gambar 3.4 Flow Chart Pembuatan Peta Persebaran Jumlah Emisi CO ₂	50
Gambar 3.5 Tampilan Add data pada ArcGIS.....	51
Gambar 3.6 Tampilan Project Setelah Layer Diatur	52
Gambar 3.7 Opsi Table of Content	53
Gambar 3.8 Jalan Kota Surabaya dengan Transek.....	54
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Volume Lalu Lintas Derajat Kejenuhan (DJ) Dan Periode Waktu.....	69
Gambar 4.2 Grafik Kecepatan Rata-Rata Jalan 6/2T, 4/2 T dan 4/2 TT	71
Gambar 4.3 Hasil Panjang Jalan Google Earth 2013	81
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Derajat Kejenuhan dan Beban Emisi CO ₂ Jl. Ahmad Yani.....	98
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara Derajat Kejenuhan dan Beban Emisi CO ₂ Pada Tahun 2016.	99
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Derajat Kejenuhan dan Beban Emisi CO ₂ Pada Tahun 2017.	101
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Antara Derajat Kejenuhan dan Beban Emisi CO ₂ Pada Tahun 2018 (1).	103
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Antara Derajat Kejenuhan dan Beban Emisi CO ₂ Pada Tahun 2018 (3).....	104

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Surabaya adalah kota metropolitan sekaligus kota terbesar kedua di Indonesia.. Hal ini menimbulkan kebutuhan masyarakat akan transportasi yang meningkat, sektor transportasi salah satu penyuplai terbesar emisi gas (CO₂) yang cukup dominan pada suatu kawasan. Dari data statistik volume kendaraan yang terdaftar di Kota Surabaya dari tahun 2016-2018 semakin meningkat 100%, pada tahun 2016 adalah sebesar 62.290 unit kendaraan, tahun 2017 sebesar 66.289 unit kendaraan, dan tahun 2018 sebesar 110.337 unit kendaraan. (Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2018)

Hal ini menyebabkan adanya dampak negatif yang di timbulkan berupa peningkatan karbon dioksida (CO₂) dari sektor transportasi ini menyebabkan adanya penggunaan bahan bakar minyak pada kegiatan transportasi. Penggunaan bahan bakar minyak yang tinggi menyebabkan polutan atmosfer dalam skala yang besar dan dapat meningkatkan resiko penyakit dan kadar gas rumah kaca (GRK) (Nurdjanah, 2015).

Transportasi merupakan salah satu kegiatan yang berkontribusi sebagai penghasil emisi karbon. Secara tidak langsung dapat menurunkan kualitas udara oleh emisi karbon. Berkurangnya kualitas udara disebabkan salah satunya bertambahnya emisi karbon di udara yang di akibatkan oleh kendaraan bermotor. Emisi karbon yang paling berpengaruh adalah emisi karbon dioksida (CO₂). Emisi karbon dioksida (CO₂) merupakan komponen utama gas rumah kaca yang dapat memperbesar efek rumah kaca. Efek rumah kaca ini dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan suhu rata-rata permukaan bumi yang dikenal juga dengan pemanasan global. Oleh karena itu diperlukan suatu perkiraan jumlah emisi gas (CO₂) akibat kegiatan transportasi (Kusuma dkk, 2011).

Menurut IPCC (2007), peningkatan konsentrasi karbon dioksida (CO₂) global (permukaan) di atmosfer adalah penyebab

utama perubahan global dan perubahan iklim. Konsentrasi gas (CO_2) pada masa pra-industri sebesar 278 ppm sedangkan pada tahun 2005 adalah sebesar 379 ppm. Akibat yang ditimbulkan dari perubahan ini adalah temperatur global naik 0.74°C . Dengan demikian analisa terhadap potensi emisi gas rumah kaca (CO_2) ini sangat penting dilakukan inventarisasi dan menyusun alternatif solusi untuk menurunkan emisi globalnya. Salah satu analisis potensi peningkatan jumlah kendaraan (penggunaan BBM), karakteristik lalu lintas (kecepatan rata-rata dalam kawasan kota), dan lain-lain. Salah satu karakteristik lalu lintas ditentukan oleh derajat kejenuhan jalan.

Derajat kejenuhan adalah perbandingan rasio arus lalu lintas Q (Ekr/jam) terhadap kapasitas C (ekr/jam) dan digunakan sebagai faktor kunci dalam menilai dan menentukan tingkat kinerja suatu segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan bahwa segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak, besarnya yang secara teoritis tidak boleh dari 1, yang artinya jika nilai tersebut mendekati 1 maka kondisi jalan tersebut sudah mendekati jenuh yang secara visual dapat dilihat langsung dilapangan kondisi lalu lintasnya dan jika kondisi tersebut terjadi terus menerus dimana jalan semakin padat sementara kapasitas jalan tidak memadai lagi maka akan terjadi suatu titik kemacetan karena kecepatan kendaraan yang semakin rendah (Sendow dan lintong, 2013).

Langkah berikutnya untuk mengurangi emisi CO_2 adalah dengan memperhatikan rencana pemanfaatan ruang suatu kota. Hal ini lakukan agar suatu kota tidak hanya berkembang secara bisnis, industri, dan pendidikan, namun juga berkembang secara ekologi. Jika kualitas ekologi mengalami penurunan, maka akan menyebabkan terganggunya kesimbang ekosistem. Perencanaan dari pemanfaatan ruang tersebut dapat berupa penataan Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang telah diatur dalam Undang-Undang No. 26 Tahun 2007. Dalam peraturan tersebut, setiap wilayah diwajibkan memiliki RTH Publik sebesar 20%. Ruang Terbuka Hijau Publik adalah RTH yang dikelola oleh pemerintah yang digunakan untuk kepentingan masyarakat umum.

Menurut Pratama (2013), Ruang Terbuka Hijau memiliki fungsi secara ekologi dalam ameliorasi iklim. Hal tersebut

dikarenakan kemampuan RTH untuk memodifikasi suhu dengan cara menyerap sinar matahari dalam proses asimilasi. Dalam proses tersebut, gas CO₂ dan air diserap oleh tanaman dan dirubah menjadi karbohidrat dan O₂. Selain itu RTH mampu menguapkan air melalui proses *evapotranspirasi*, sehingga suhu dibawah tegakan pohon menjadi lebih rendah dibandingkan diluar tegakan pohon. Ruang Terbuka Hijau (RTH) juga berfungsi sebagai paru-paru kota, karena menjadi pusat berlangsungnya fungsi daur ulang antara gas karbondioksida (CO₂) dan oksigen (O₂) hasil fotosintesis tumbuhan. Proses ini sangat bermanfaat bagi manusia dan hewan, karena dapat menyerap gas CO₂ dari sektor transportasi dan apabila konsentrasinya meningkat akan sangat berbahaya bagi manusia maupun hewan (Abdillah, 2006).

Berdasarkan uraian di atas, Kota Surabaya dengan jumlah transportasi yang terus meningkat setiap tahunnya, serta ruas jalan yang mengalami perubahan (baik jumlah dan lebar jalan), maka akan mempengaruhi derajat kejenuhan jalan serta akan menimbulkan perubahan emisi GRK (CO₂). Penelitian ini secara umum untuk mengetahui tingkat emisi gas (CO₂) yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dan mengetahui peta potensi persebaran emisi gas (CO₂) serta mengetahui kecukupan serapan (CO₂) oleh Ruang Terbuka Hijau Publik yang terdapat di Kota Surabaya. Penyediaan informasi dan peta dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan maka, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh peningkatan *volume traffic*, klasifikasi jalan, dan derajat kejenuhan terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca di Kota Surabaya?
2. Bagaimana peta potensi persebaran gas rumah kaca di Kota Surabaya?
3. Apakah RTH publik *eksisting* mencukupi untuk mereduksi potensi emisi GRK akibat transportasi di Kota Surabaya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan pengaruh peningkatan *volume traffic*, klasifikasi jalan, dan derajat kejenuhan terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca di Kota Surabaya.
2. Menentukan peta potensi persebaran gas rumah kaca di Kota Surabaya.
3. Menentukan tingkat kecukupan RTH publik *eksisting* dalam mereduksi potensi emisi GRK dari sektor transportasi di Kota Surabaya.

1.4 Ruang Lingkup

Dalam penelitian ini terdapat ruang lingkup yang digunakan yaitu:

1. Penelitian dilakukan di Kota Surabaya pada bulan Januari 2019 – Mei 2019.
2. Aktivitas transportasi didasarkan pada data *histori survey counting* kendaraan untuk perhutingan emisi gas (CO₂) di Kota Surabaya 3 tahun terakhir.
3. Kegiatan transportasi yang dimaksud adalah transportasi darat dengan mode jalan raya yang merupakan jenis (Kendaraan Ringan), yaitu semua kendaraan bermotor beroda empat, meliputi : jenis mobil pribadi, angkot, bus mini, dan pick-up/box, jenis (Kendaraan Berat), yaitu semua kendaraan bermotor beroda lebih dari empat, meliputi : truk Mini, bus besar, truk 2 sumbu, truk 3 sumbu, trailer, truk gandeng, dan jenis (Sepeda Motor) yang berbahan bakar (bensin) maupun berbahan (solar).
4. Parameter yang digunakan adalah emisi karbon dioksida (CO₂).
5. Variable yang digunakan pada penelitian lapangan ada dua, yaitu:
 - a. Klasifikasi jalan, yaitu jalan arteri primer, jalan arteri sekunder, jalan kolektor primer, jalan kolektor sekunder dan jalan lokal.
 - b. Derajat kejenuhan yaitu volume traffic pada waktu operasional jalan.

6. Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang digunakan yaitu RTH publik *eksisting*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai data dan dasar informasi bagi Pemkot dalam merencanakan pengembangan infrastruktur jalan.
2. Sebagai data beban emisi GRK dari sektor transportasi di Kota Surabaya.
3. Sebagai rekomendasi pengelolaan emisi gas CO₂ dan RTH publik bagi pemerintah Kota Surabaya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Kota Surabaya

Kota Surabaya secara Geografis terletak pada $07^{\circ} 12'$ LS sampai $07^{\circ} 21'$ LS dan $112^{\circ} 36'$ BT sampai dengan $112^{\circ} 54'$ BT. Kontur Kota merupakan dataran rendah dengan ketinggian 3-6 meter diatas permukaan air laut. Luas wilayah Kota Surabaya 32.636,68 Ha atau 326,37 km², dapat dilihat pada Gambar 2.1 :



Gambar 2.1 Peta Kota Surabaya

Sumber : https://id.org/wiki/Berkas:Peta_Kota_Surabaya.jpg
(Tanggal Akses : 12 Februari 2019).

- Sebelah Utara : Selat Madura
- Sebelah Timur : Selat Madura
- Sebelah Barat : Kabupaten Gresik
- Sebelah Selatan : Kabupaten Sidoarjo

Kota Surabaya sebagai kota terbesar kedua di Indonesia memiliki penduduk yang sangat besar, hal ini karena Kota Surabaya merupakan pusat, perkantoran, industri, bisnis dan perdagangan, pendidikan dan pariwisata.

2.1.1 Lokasi Studi

Lokasi yang ditinjau dalam penelitian ini merupakan hasil laporan survey kinerja lalu lintas tahun 2016, 2017, 2018, Dinas Perhubungan Kota Surabaya (DISHUB) yaitu pada tahun 2016 dan 2017 ada 26 ruas jalan, sedangkan tahun 2018 ada 51 ruas jalan yang di survey meliputi jalan Arteri, jalan Kolektor dan jalan Lokal yang ada di Kota Surabaya.



Gambar 2.2 Peta Jalan Kota Surabaya
 Sumber : <http://binamarga.surabaya.go.id/>
 (Tanggal Akses : 12 Februari 2019).

2.2 Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC)

IPCC merupakan lembaga ilmiah yang dibentuk oleh Organisasi Meteorologi Dunia (WMO) dan PBB dalam program lingkungan (UNEP/United Nation Environment Program). Perubahan iklim global memerlukan kebijakan menyeluruh dengan memperhatikan aspek lingkungan, dan sosial ekonomi masyarakat. Perubahan iklim secara global merupakan suatu hal yang sangat serius. Perubahan iklim yang semakin mengkhawatirkan membutuhkan organisasi yang netral maka dari itu IPCC diterima dan diakui negara untuk mengatasi mengenai adaptasi dan mitigasi perubahan iklim (Risnandar, 2008).

2.3 Transportasi

Menurut Nasution (2008), Transportasi adalah sebagai pemindah barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan. Jadi pergerakan, proses mengangkut, dan mengalihkan di mana proses ini tidak bisa dilepaskan dari keperluan akan alat pendukung untuk menjamin lancarnya proses perpindahan sesuai dengan waktu yang diinginkan.

Faktor penting yang menyebabkan pengaruh kegiatan transportasi menjadi dominan terhadap peningkatan emisi karbon perkotaan di Indonesia, antara lain :

- Perkembangan jumlah kendaraan yang cepat
- Tidak seimbangnya prasarana transportasi dengan jumlah kendaraan yang ada
- Pola lalu lintas perkotaan yang berorientasi memusat akibat terpusatnya kegiatan-kegiatan perekonomian dan perkantoran di pusat kota.

Disamping faktor-faktor yang menentukan intensitas emisi sumber pencemar tersebut, terdapat faktor penting lainnya yang menentukan intensitas emisi. Faktor tersebut adalah faktor potensi dispersi atmosfer daerah perkotaan, yang akan sangat tergantung kepada kondisi dan perilaku meteorologi (Soedomo, 2001).

2.4 Jaringan dan Klasifikasi Jalan

2.4.1 Klasifikasi Fungsi Jalan

Menurut Undang-undang No.38 Tahun 2004, jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan selengkapannya. Jalan diperuntukan bagi lalu lintas, yang berada pada dan/atau di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan tol dan jalan kabel.

Pada Undang-undang No.38 Tahun 2004, dijelaskan terkait klasifikasi jalan menurut fungsinya, klasifikasi adalah :

1. Klasifikasi menurut fungsi jalan terbagi atas:

a. Jalan arteri

Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh. Selain itu, kendaraan yang melewati tipe jalan ini memiliki kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah kendaraan masuk dibatasi.

b. Jalan Kolektor

Jalan Kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagian dengan ciri perjalanan jarak sedang. Selain itu, kendaraan yang melewati tipe jalan ini memiliki kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c. Jalan Lokal

Jalan Lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat. Selain itu kendaraan yang melewati tipe jalan ini memiliki kecepatan rata-rata rendah dengan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

d. Jalan Lingkungan

Jalan Lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah.

2.4.2 Sistem Jaringan Jalan

Sistem Jaringan jalan adalah satu kesatuan rasi jalan yang saling menghubungkan dan mengikat pusat-pusat pertumbuhan dengan wilayah yang berada dalam pengaruh

pelayannya dalam satu hubungan hierarki. Dalam pasal 6 No. Peraturan Pemerintah No. 34 tahun 2006 bahwa :

1. Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan jaringan jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarki
 2. Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah dan dengan memperhatikan keterhubungan antar kawasan dan/atau dalam kawasan perkotaan dan kawasan pedesaan.
- Sistem Jaringan Jalan Primer
- a. Arteri primer
Jalan arteri primer menghubungkan secara berdaya guna antar pusat kegiatan nasional atau pusat kegiatan nasional dengan kegiatan pusat wilayah.
- Karakteristik Jalan Arteri Primer
- Karakteristik jalan arteri primer adalah sebagai berikut :
1. Jalan arteri primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 km/jam.
 2. Lebar ruang manfaat minimal 1 meter.
 3. Harus mempunyai pelengkap jalan yang cukup seperti rambu lalu lintas, marka jalan, lampu lalu lintas, lampu penerangan jalan, dan lainnya.
 4. Jalan arteri primer mempunyai 4 lajur lalu lintas atau lebih dan seharusnya dilengkapi dengan median (sesuai dengan ketentuan geomatrik).
 5. Jalur khusus harus disediakan yang dapat digunakan untuk sepeda dan kendaraan lambat lainnya.
- Kolektor Primer
- Jalan kolektor primer adalah jalan yang dikembangkan untuk melayani dan menghubungkan kota-kota antar pusat kegiatan wilayah dan pusat kegiatan lokal dan atau kawasan-kawasan berskala kecil.
- Ciri-ciri Jalan Kolektor Primer
- Ciri-ciri jalan kolektor primer adalah sebagai berikut :
1. Jalan kolektor primer dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 km/jam.

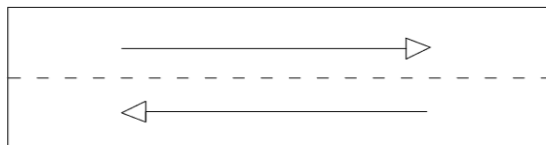
2. Lebar badan jalan kolektor primer tidak kurang dari 7 meter.
 3. Harus mempunyai pelengkap jalan yang cukup seperti rambu lalu lintas, marka jalan, lampu lalu lintas, lampu penerangan jalan, dan lainnya.
 4. Lokasi berhenti dan parkir pada badan jalan sangat dibatasi dan seharusnya tidak diizinkan pada jam sibuk.
 5. Jalur khusus harus disediakan yang dapat digunakan untuk sepeda dan kendaraan lambat lainnya.
- Sistem Jaringan Jalan Sekunder
 - a. Arteri sekunder
Jalan arteri sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.
 - Ciri-ciri Jalan Arteri Sekunder
Ciri-ciri jalan arteri sekunder adalah sebagai berikut :
 1. Jalan arteri sekunder dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 30 km/jam.
 2. Lebar jalan tidak kurang dari 8 meter.
 3. Harus mempunyai pelengkap jalan yang cukup seperti rambu lalu lintas, marka jalan, lampu lalu lintas, lampu penerangan jalan, dan lainnya.
 4. Lokasi berhenti dan parkir pada badan jalan sangat dibatasi dan seharusnya tidak diizinkan pada jam sibuk.
 5. Jalur khusus harus disediakan yang dapat digunakan untuk sepeda dan kendaraan lambat lainnya.
 - Jalan Sekunder
 - a. Kolektor sekunder
Jalan kolektor sekunder jalan yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam kota.
 - Ciri-ciri Jalan Kolektor Sekunder
Ciri-ciri jalan kolektor sekunder adalah sebagai berikut :
 1. Jalan kolektor sekunder dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km/jam.

2. Lebar badan jalan kolektor sekunder tidak kurang dari 7 meter.
3. Kendaraan angkutan barang berat tidak diizinkan melalui fungsi jalan ini di daerah permukiman.
4. Lokasi parkir di badan jalan dibatasi.
5. Harus mempunyai pelengkap jalan yang cukup.

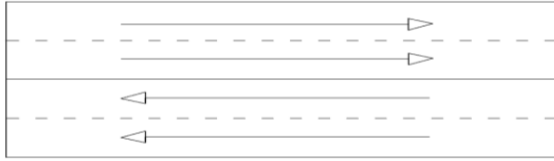
Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014), berbagai tipe jalan akan menunjukkan kinerja yang berada pada pembebanan lalu lintas tertentu, tipe jalan ditunjukkan dengan potongan melintang jalan yang ditunjukkan oleh jumlah jalur dan arah pada setiap segmen jalan. Tipe jalan untuk jalan perkotaan yang digunakan dalam PKJI 2014 dibagi menjadi 4 kategori antara lain :

1. Jalan dua jalur dua arah tak terbagi (2/2 Tidak Terbagi)
2. Jalan empat jalur dua arah
 - a. Tak terbagi (tanpa median) (Tidak Terbagi)
 - b. Terbagi (dengan median) (Terbagi)
3. Jalan enam jalur dua arah terbagi (6/2 Tidak Terbagi),
4. Jalan tiga jalur satu arah (3-1/1)

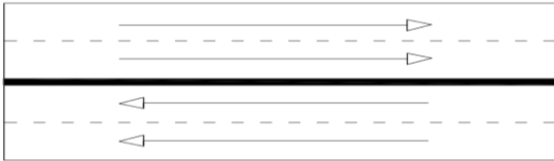
Berdasarkan 4 katagori tipe jalan untuk jalan perkotaan, menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia dapat dilihat pada Gambar 2.3 hingga 2.7 sebagai berikut :



Gambar 2.3 Jalan 2/2 TT
Sumber : PKJI, 2014.



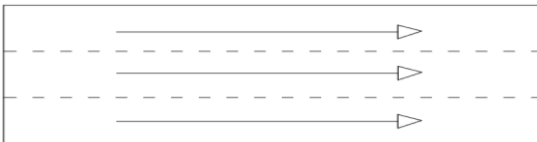
Gambar 2.4 Jalan 4/2 TT
 Sumber : PKJI, 2014.



Gambar 2.5 Jalan 4/2 T
 Sumber : PKJI, 2014



Gambar 2.6 Jalan 6/2 T
 Sumber : PKJI, 2014.



Gambar 2.7 Jalan 3-1/1
 Sumber : PKJI, 2014.

Untuk mengetahui penentuan lebar lajur ideal dari masing-masing fungsi dan kelas jalan maka bisa dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Penentuan Lebar Lajur Ideal

Fungsi	Lebar Lajur Ideal (m)
Arteri	3,75
	3,50
Kolektor	3,00
Lokal	3,00

Sumber : TPGJAK, 1997.

2.5 Data Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Data Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang diperlukan yaitu data arus lalu lintas eksisting. Data volume lalu lintas eksisting digunakan untuk melakukan evaluasi kinerja lalu lintas, berupa volume lalu lintas pada jam sibuk pagi atau volume lalu lintas pada jam sibuk sore dalam satu hari. Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintas satu titik pengamatan perjam dalam satuan waktu (kendaraan/jam). Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih besar, sehingga tercipta kenyamanan dan keamanan. Satuan volume lalu lintas yang umum di pergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar lajur adalah: (Barqireza, 2014).

Untuk menghitung data volume LHR, dapat menggunakan rumus persamaan 2.1 sebagai berikut :

$$\text{Volume LHR} = \text{V.LHR Sepeda motor (X1)} + \text{V.LHR Kendaraan Ringan (X2)} + \text{V.LHR Kendaraan Berat (X3)} \dots\dots\dots (\text{Pers 2.1})$$

Keterangan :

V.LHR = Volume lalu lintas harian (Kendaraan/Jam)

X1 = Volume lalu lintas harian Sepeda motor

X2 = Volume lalu lintas harian Kendaraan Ringan

X3 = Volume lalu lintas harian Kendaraan Berat

2.6 Arus Lalu Lintas

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014), volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik per satuan waktu pada lokasi tertentu. Untuk mengatur volume lalu lintas, biasanya dinyatakan dalam kendaraan ekivalensi kendaraan ringan (EKR) per menit, per jam, per hari. Ekivalensi kendaraan ringan tersebut dapat menggunakan rumus persamaan 2.2 sebagai berikut :

$$Q = \Sigma (q \times ekr) \dots\dots\dots (Pers 2.2)$$

Keterangan :

- Q = Arus lalu lintas (ekr/jam)
- Q = Volume lalu lintas (kendaraan/jam)
- ekr = Ekivalensi kendaraan ringan

2.7 Kapasitas Jalan Perkotaan

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014), memberikan metode untuk memperkirakan kapasitas jalan indonesia dengan rumus persamaan 2.3 sebagai berikut :

$$C = C_o \times FCLJ \times FCPA \times FCHS \times FCUK \dots\dots\dots (Pers 2.3)$$

Keterangan :

- C = Kapasitas (ekr/jam)
- C_o = Kapasitas dasar (ekr/jam)
- FCLJ = Faktor penyesuaian lebar jalur
- FCPA = Faktor penyesuaian pemisah arah
- FCHS = Faktor penyesuaian hambatan samping
- FCUK = Faktor Penyesuaian ukuran kota

2.8 Derajat Kejenuhan Jalan

Derajat kejenuhan (DJ) menurut PKJI (2014) yakni sebagai rasio jalan terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai Dj menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Persamaan dasar untuk

menentukan derajat kejenuhan (DJ) dengan rumus persamaan 2.4 sebagai berikut :

$$DJ = Q / C \dots\dots\dots (Pers 2.4)$$

Keterangan :

- DJ = Derajat Kejenuhan
- Q = Arus Lalu Lintas (ekr/jam)
- C = Kapasitas Jalan (ekr/jam)

2.8.1 Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengemudi kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lain di jalan. Kecepatan arus bebas kendaraan ringan telah dipilih sebagai kriteria dasar untuk kinerja segmen jalan tanpa hambatan atau tanpa ada nya kendaraan lainnya.

Untuk menghitung kecepatan arus bebas (FV) dengan rumus persamaan 2.5 sebagai berikut:

$$FV = (FVo + FVLJ) \times FFFVHS \times FFFVUK \dots\dots\dots (Pers 2.5)$$

Keterangan :

- FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (Kendaraan/km)
- FVo = kapasitas arus bebas dasar kendaraan ringan yang diamati (ekr/jam)
- FVLJ = Penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan (km/jam)
- FFFVHS = Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu atau jarak
- FFFVUK = Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota

2.9 Waktu Tempuh

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014), Waktu tempuh merupakan waktu rata-rata yang dihabiskan kendaraan saat melintasi panjang segmen jalan tertentu,

termasuk di dalamnya semua waktu henti dan waktu tunda. Untuk menghitung waktu tempuh dapat menggunakan rumus persamaan 2.6 sebagai berikut :

$$W_T = \frac{L}{V_T} \dots\dots\dots \text{(Pers 2.6)}$$

Keterangan :

W_T = Waktu Tempuh Rata-Rata Kendaraan Ringan (Menit)

L = Panjang Jalan (km)

V_T = Kecepatan tempuh kendaraan ringan (km/jam)

2.10 Pencemaran Udara

2.10.1 Definisi dan Sumber

Peraturan GUBERNUR Jawa Timur No. 10 Tahun 2009 menyatakan bahwa pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat dapat memenuhi fungsinya. Sumber pencemar udara terbagi atas beberapa kategori antara lain:

Berdasarkan sumbernya pencemar udara terbagi atas:

- Sumber Alami: Sumber pencemar berasal dari aktivitas alami misalnya emisi vulkanik (di daerah pegunungan).
- Sumber Antropogenik: Sumber pencemar berasal dari kegiatan manusia. Misalnya kendaraan bermotor dan industri.

Berdasarkan jenis pencemarnya, pencemar udara terdiri atas:

- Pencemar Spesifik: Pencemar yang berasal dari sumber spesifik di suatu tempat tertentu. Misalnya debu atau partikulat dari industri semen dan amonia dari industri pupuk.
- Pencemar Indikatorik: Pencemar bersifat umum dan ditemukan hampir di semua tempat. Misalnya: CO_2 , Nitrogen oksida dan Total Suspended Particulate.

Berdasarkan keadaan sumber pencemarnya yang terdiri atas:

- Sumber Tetap (Stationary Sources) yaitu sumber pencemar yang tidak berpindah lokasi. Misalnya: Pembangkit Listrik, Permukiman, dan Industri.
- Sumber Bergerak (Mobile Sources) yaitu sumber pencemar dapat berpindah tempat. Misalnya kendaraan bermotor, kereta api, dan pesawat terbang.

Berdasarkan distribusi ruangnya yang terdiri atas :

- Sumber Titik (Point Sources) yaitu sumber pencemar yang berada di tempat tertentu. Misalnya: Industri
- Sumber Garis (Line Sources) yaitu sumber pencemar yang dapat berpindah tempat sehingga terdistribusi pada jarak tertentu. Misalnya: kendaraan bermotor.

Menurut peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomer 41 Tahun 1999 Tentang pengendalian pencemaran udara, pencemaran udara adalah masuknya zat, energi, atau komponen lain kedalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Udara ambien adalah udara bebas dipermukaan bumi pada lapisan troposfir yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Emisi adalah zat, energi dan komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk ke dalam udara ambien yang mempunyai potensi sebagai unsur pencemar. Sumber emisi adalah setiap kegiatan yang mengeluarkan emisi dari sumber bergerak, sumber bergerak spesifik, sumber tidak bergerak maupun sumber tidak bergerak spesifik. Sumber bergerak adalah sumber emisi yang bergerak atau tidak tetap di suatu tempat yang berasal dari kendaraan bermotor.

Menurut Sitorus, dkk (2014), transportasi jalan dari kendaraan bermotor mengkonsumsi Baban Bakar Minyak (BBM)

terbesar di sektor transportasi utamanya solar dan bensin; yakni mencapai 88% Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang cepat 21,17 % per tahun menyebabkan pertumbuhan konsumsi BBM yang cukup besar dan menimbulkan pertambahan pencemaran udara di perkotaan. Serta akan berdampak pada semakin tingginya emisi gas (CO_2) yang diemisikan ke atmosfer. Emisi karbon dioksida (CO_2) adalah proses pelepasan gas karbon dioksida ke atmosfer bumi dan biasa dinyatakan karbon dioksida (CO_2). Emisi meningkat sehingga terjadi peningkatan efek rumah kaca dan pemanasan global (Sugiyono, 2006).

Emisi Dari kendaraan bermotor menjadi salah satu pemicu peningkatan gas dari knalpot yang dapat mencemari udara hingga mencapai sekitar 60% dari faktor pencemar udara lainnya. Menurut Soedomo (2011), Proses pembakaran bahan bakar minyak yang tidak sempurna pada kendaraan bermotor menghasilkan bahan kimiawi yang mencemari udara, seperti partikulat, karbon monoksida (CO_2), hidro karbon (HC), oksida-oksida sulfur (SO_x), timbal (Pb), oksida-oksida nitrogen (NO_x) serta terjadinya peningkatan suhu udara. Pengamatan kualitas udara dengan parameter bahan pencemar yang diamati berupa karbon dioksida (CO_2) melalui pertimbangan bahwa pada udara ambien yang terdapat pada daerah padat kendaraan bermotor menjadikan konsentrasi karbon monoksida sebagai parameter paling tinggi yang terdapat di udara (Wardhana, 2004).

Bahwa perkiraan presentase pencemar udara terbesar dari sumber transportasi di Indonesia adalah pada gas (CO_2) yaitu sebesar 70%, 40% gas pencemar kedua yaitu HC, NO_x , partikel dan SO_x . Keadaan ini disebabkan oleh proses pembakaran yang tidak sempurna yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Dimana menurut Arifin dan Sukoco (2009) 100% konsentrasi emisi (CO_2) di udara berkisar 11% merupakan hasil pembuangan dari mesin disel dan 89% berasal dari pembuangan mesin bensin. Karakteristik pada (CO_2) yang paling penting yaitu kemampuan untuk berikatan dengan hemoglobin sebagai pigmen yang mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Kemampuan ini mengakibatkan pembentukan karboksihemoglobin (HbCO) yang lebih stabil dibandingkan oksihemoglobin (HbO_2) sehingga menyebabkan terhambatnya

kerja molekul sel pigmen dalam fungsinya membawa oksigen keseluruhan tubuh.

Besaran emisi (CO_2) bergantung pada karakteristik kendaraan, dimana karakteristik dari tiap kendaraan meliputi umur kendaraan, panjang perjalanan, kapasitas silinder serta pembakaran. Karakteristik tersebut merupakan karakteristik operasional kendaraan yang paling signifikan sehingga mempengaruhi besaran emisi kendaraan (Rosianasari, 2016).

2.10.2 Perhitungan Beban Emisi CO_2

Menurut Pradipatiyas (2011), perhitungan jumlah emisi berdasarkan jumlah kendaraan yang telah dikoversi dalam nilai EKR dapat menggunakan rumus persamaan 2.7 sebagai berikut :

$$Q = N_i \times F_{e_i} \times K_i \times \text{Panjang jalan (km)} \dots \dots \dots \text{(Pers 2.7)}$$

Keterangan :

Q = Jumlah emisi (gr/jam)

N_i = Jumlah kendaraan bermotor tipe-i (ekr/jam)

F_{e_i} = Faktor emisi kendaraan bermotor tipe-i (g/liter)

K_i = Konsumsi energi spesifik kendaraan bermotor tipe-i (liter/100 km).

Menurut PERDA No. 7 Tahun 2003, Kota Surabaya memiliki empat kelas jalan dengan total jalan sebanyak 198 titik jalan. Proposi kelas jalan tersebut terdiri dari 27 jalan Arteri Primer dan 50 jalan Arteri Sekunder. Sedangkan jalan Kolektor Primer di Kota Surabaya berjumlah 4 titik jalan dan jalan Kolektor Sekunder berjumlah 117 titik jalan. Untuk memperkirakan beban emisi pertahun pada ruas jalan tahun 2016, 2017 dan 2018, maka beban emisi tahun 2016 dan 2017 pada 26 titik jalan, serta tahun 2018 pada 51 titik jalan di kelompokkan terlebih dahulu sesuai dengan kelas jalannya masing-masing. Setelah itu dilakukan perhitungan beban emisi per satu kilo meter dari keseluruhan data jalan yang tersedia di kelas jalan tersebut. Pada hasil

akhirnya, dapat dihitung dengan rumus persamaan 2.8 sebagai berikut :

$$\text{Beban emisi (ton/tahun)} = \text{Emisi karbon dioksida (ton/tahun)} \times \text{total panjang kelas jalan (km)} \dots\dots\dots \text{(Pers 2.8)}$$

2.11 Gas Rumah Kaca

2.11.1 Definisi

Gas rumah kaca (GRK) adalah sejumlah gas di atmosfer yang dapat menyebabkan efek rumah. Efek Rumah kaca adalah diserap dan dipantulkannya kembali radiasi gelombang yang dipancarkan bumi dan mengakibatkan energi panas tersebut tersimpan didalam permukaan bumi. Hal tersebut berulang dan mengakibatkan suhu rata-rata tahunan bumi terus meningkat.

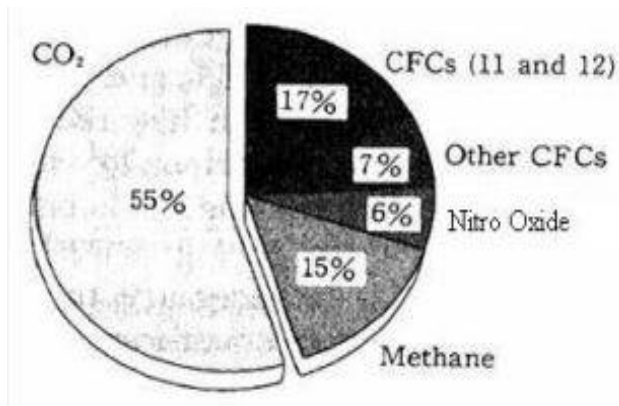
Efek rumah kaca timbul karena gas rumah kaca mempunyai indeks pemanasan global atau disebut juga potensi pemanasan gas rumah kaca, seperti dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Index Pemanasan Global

Jenis Gas Rumah Kaca	Potensi Permanasan (ton CO ₂ Ekuivalen)
Karbon dioksida (CO ₂)	1
Metana (CH ₄)	21
Nitro oksida (N ₂ o)	310
Hydrofluorocarbon (HFCS)	500
Sulfur hexa fluorida (SF ₆)	9200

Sumber : Samiaji, 2009.

Prosentase konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer dapat dilihat pada Gambar 2.8 sebagai berikut :

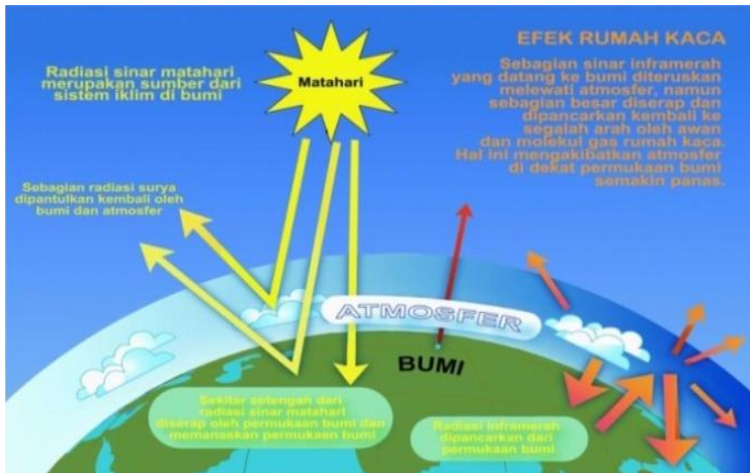


Gambar 2.8 Prosentase Konsentrasi GRK Di Atmosfer
Sumber : Samiaji, 2009.

Dari Tabel 2.2 menunjukkan bahwa gas karbon dioksida (CO₂) mempunyai potensi pemanasan yang paling kecil. Tetapi memiliki konsentrasi yang paling besar di atmosfer. Jika dibandingkan gas rumah kaca yang lain seperti yang ditunjukkan Gambar 2.8 maka gas karbon dioksida (CO₂) merupakan gas yang menjadi penyebab utama pemanasan global (Samiaji, 2009).

2.10.2 Efek Rumah Kaca

Efek Rumah Kaca adalah proses masuknya radiasi matahari ke permukaan bumi dan terperangkapnya radiasi tersebut di dalam atmosfer akibat adanya gas rumah kaca sehingga suhu bumi naik. Proses terjadinya efek rumah kaca disebabkan karena naiknya konsentrasi gas CO₂ dan gas-gas rumah kaca lainnya dapat dilihat pada Gambar 2.9 sebagai berikut :



Gambar 2.9 Teori Efek Rumah Kaca

Sumber::<http://pertanian-unas-sharfinah.blogspot.com/2017/12/pengaruh-efek-rumah-kaca-terhadap.html>

(Tanggal Akses : 12 Februari 2019).

Energi yang masuk kebumi mengalami sebanyak 25% akan dipantulkan oleh awan atau partikel lain di atmosfer, 25% diserap awan, 45% diadsorpsi permukaan bumi dan 5% di pantulkan kembali oleh permukaan bumi. Energi yang diadsorpsi dan di pantulkan kembali oleh awan dan permukaan bumi dalam bentuk gelombang panas (radiasi infra merah). Namun, sebagian besar infra merah yang dipancarkan bumi untuk kembali ke permukaan bumi tertahan oleh awan, gas CO₂ dan gas lainnya. Energi panas yang tertahan inilah yang dapat meningkatkan suhu bumi. Pada dasarnya, efek rumah kaca dibutuhkan untuk menjaga suhu bumi. Tanpa adanya efek rumah kaca, suhu permukaan bumi terlalu dingin sehingga tidak bisa ditinggali oleh makhluk hidup. Tetapi, semakin meningkatnya gas rumah kaca di atmosfer akan menahan lebih banyak radiasi matahari melebihi radiasi yang dibutuhkan bumi sehingga akan terjadi peningkatan

suhu permukaan bumi dan mengakibatkan terjadinya pemanasan global (*Global warming*) (Arini dkk, 2008).

2.11 Ruang Terbuka Hijau

2.11.2 Definisi

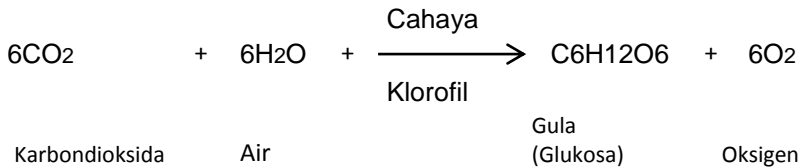
Ruang terbuka hijau adalah area memanjang atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomer : 05/Prt/M/2008 Tentang pedoman penyediaan dan pemanfaatan ruang terbuka hijau di kawasan perkotaan). Ruang terbuka hijau kota merupakan bagian dari penataan ruang kota yang berfungsi sebagai kawasan lindung, kawasan hijau kota terdiri atas pertamanan kota, kawasan hijau hutan kota, kawasan hijau rekreasi kota, dan kawasan hijau kegiatan olahraga.

2.11.3 Peraturan Tentang Ruang Terbuka Hijau

Menurut Undang-Undang No. 26 Tahun 2007. Tentang Ruang Terbuka Hijau kota merupakan bagian dari ruang-ruang terbuka suatu wilayah perkotaan yang diisi oleh tumbuhan, tanaman, dan vegetasi (endemik, introduksi) guna mendukung manfaat langsung atau tidak langsung yang dihasilkan oleh RTH dalam kota tersebut yaitu kenyamanan, kesejahteraan, dan keindahan wilayah perkotaan tersebut. Luas lahan ruang terbuka hijau menjadi hal yang perlu diperhatikan dalam penataan ruang, dijelaskan bahwa proporsi dari luasan perkotaan dan mencakup ruang terbuka hijau publik dan privat paling sedikit 30% dari luas wilayah kota. Untuk ruang terbuka hijau publik menjadi tanggung jawab pemerintah kabupaten/kota yang dilakukan secara bertahap sesuai dengan kemampuan masing-masing daerah. Sedangkan ruang terbuka hijau privat menjadi petanggung jawab pihak/lembaga swasta, perserorangan dna masyarakat yang dikendalikan melalui izin pemanfaatan ruang oleh pemerintah Kabupaten/Kota.

2.11.4 Tumbuhan Sebagai penyerap Gas Karbon Dioksida

Menurut (Abdillah, 2006), Cahaya matahari akan dimanfaatkan oleh semua tumbuhan baik hutan kota, hutan alami, tanaman pertanian dan lainnya dalam proses fotosintesis yang berfungsi untuk mengubah gas karbon dioksida dengan air menjadi karbohidrat dan oksigen. Fotosintesis sangat bermanfaat bagi manusia ditampilkan dalam sebuah rumus kesetimbangan kimia seperti di bawah ini.



Penyerapan karbon dioksida oleh Runag Terbuka Hijau dengan jumlah 10.000 pohon berumur 16-20 tahun mampu mengurangi karbon dioksida sebanyak 800 ton pertahun. Kemampuan tanaman dalam menyerap gas karbon dioksida bermacam-macam. Menurut (Prasetyo dkk, (2002) hutan yang mempunyai berbagai macam tipe penutupan vegetasi memiliki kemampuan atau daya serap terhadap karbon dioksida yang berbeda. Tipe penutupan vegetasi tersebut berupa pohon, semak belukar, padang rumput, sawah. Daya serap berbagai macam tipe vegetasi terhadap karbon dioksida dapat dilihat pada Tabel 2.3 sebagai berikut :

Tabel 2.3 Cadangan Karbon Dan Daya Serap Gas CO₂ Berbagai Tipe Penutupan Vegetasi

No.	Tipe Tutupan	Daya Serap Gas CO ₂ (Kg/ha/Jam)	Daya Serap Gas CO ₂ (Ton/ha/Tahun)
1.	Pohon	129,92	596,07
2.	Semak Belukar	12,56	55
3.	Padang Rumput	2,74	12
4.	Sawah	2,74	12

Sumber : Prasetyo dkk, (2002) dalam Adiastrari (2010).

Berdasarkan hasil penelitian Prasetyo (2002) hubungan antara daya serap berbagai tipe tutupan dengan % luas tutupan vegetasi, dapat dirumuskan dalam perhitungan persamaan 2.9 sebagai berikut :

Total Daya Serap CO₂ = Daya serap gas CO₂ tutupan vegetasi x % luas tutupan pohon (Pers 2.9)

2.12 Google Earth

Google Earth merupakan Earth Viewer dan dibuat oleh Keyhole, Inc. Program ini memetakan bumi dari superimposisi gambar yang dikumpulkan dari pemetaan stelit, fotografi udara dan globe GIS 3D. Tersedia dalam tiga lisensi berbeda : Google Eath, Google Earth Plus dan Google Earth Pro. Peluncuran Google Earth menyebabkan sebuah peningkatan pada cakupan media mengenai globe virtual antara tahun 2005 – 2006, dan menarik perhatian publik mengenai teknologi dan aplikasi geospasial. Golobal virtual ini memperhatikan rumah, warna mobil, dan rambu jalan (Asclach, 2012).

2.13 Sistem Informasi Geografis (GIS)

Setelah diketahui jumlah emisi (CO₂) yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor maka selanjutnya dapat dianalisis potensi persebaran emisi (CO₂) pada masing-masing ruas jalan. Hasil dari potensi persebaran gas rumah kaca (CO₂) kendaraan bermotor akan di pemetaan di Sistem Informasi Geografis (SIG). Pemetaan merupakan suatu usaha untuk menyampaikan, menganalisis, dan mengklasifikasi data yang bersangkutan, serta menyampaikan ke dalam bentuk peta dengan mudah, memberi gambaran yang jelas, rapih, dan bersih. Pemetaan yang mempunyai tujuan khusus sering disebut peta tematik, peta yang dibuat sesuai dengan kebutuhan. Pada umumnya yang dipentingkan dalam peta tematik adalah penyajian data dalam bentuk simbol, karena simbol menyampaikan isi peta dan sebagai media komunikasi yang baik antara pembuat peta dengan pengguna peta. Pembuat peta harus berusaha membuat simbol yang sederhana, mudah digambar tetapi cukup teliti, sedangkan

bagi pengguna peta, simbol itu harus jelas dan mudah dibaca atau dipahami.

Sistem informasi geografis atau pemetaan merupakan informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spesial. Informasi geografis merupakan informasi yang berisi mengenai tempat atau lokasi, dimana suatu objek terletak di permukaan bumi. Informasi tersebut juga digunakan untuk menentukan dimana lokasi geografis itu berada untuk selanjutnya akan dianalisa dalam pengambilan keputusan. Sistem informasi geografis dapat diartikan sebagai sistem komputer untuk menciptakan, menyimpan dan mengelola serta menampilkan informasi bereferensi geografis serta untuk mengidentifikasi suatu lokasi berdasarkan data yang valid. Dengan dimilikinya gambaran peta dengan detail kondisi lokasi, maka hal ini dapat membantu dalam proses perencanaan strategi dan memprediksi apa yang terjadi (Nurhakim, 2017).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Dalam penelitian ini memiliki tiga tujuan faktor utama yang mempengaruhi potensi gas rumah kaca dengan derajat kejenuhan jalan di Kota Surabaya. Tujuan yang pertama adalah menentukan pengaruh peningkatan klasifikasi jalan, volume traffic, dan derajat kejenuhan terhadap emisi gas rumah kaca. Selanjutnya tujuan yang kedua untuk mengetahui peta potensi persebaran gas rumah kaca di Kota Surabaya. Sedangkan tujuan ketiga menentukan RTH publik *eksisting* mencukupi untuk mereduksi potensi emisi GRK akibat transportasi di Kota Surabaya.

Dalam penelitian ini ada beberapa hal yang diperlu dilakukan. Pertama adalah menganalisis data *time series* kendaraan bermotor, dan data *time series* luasan RTH publik eksisting yang tersedia di Kota Surabaya. Analisis data *time series untuk mengetahui* trend peningkatan atau penurunan dari jumlah kendaraan bermotor dan luasan RTH publik di Kota Surabaya. Langkah ke dua adalah menentukan peta potensi gas rumah kaca di Kota Surabaya. Hal ini diperlukan untuk membuat peta potensi persebaran gas rumah kaca di Kota Surabaya dengan menggunakan sistem informasi geografis (GIS). Hal ini bertujuan didapat analisis hasil, sehingga dapat menyusun peta tematik untuk membuat persebaran gas rumah kaca yang dihasilkan dari kendaraan bermotor. Langkah ke tiga menentukan beban emisi dari kendaraan bermotor serta mengetahui potensi gas rumah kaca dan menentukan kemampuan RTH publik eksisting dalam menyerap (CO₂) di Kota Surabaya.

Untuk menunjang penelitian ini, maka diperlukan pengumpulan data-data yang valid. Data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data skunder yang didapatkan melalui instansi pemerintahan terkait. Data yang diperlukan adalah data *survey counting* Dinas Perhubungan Kota Surabaya, data Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan, data Dinas

Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya, dan peta jalan Kota Surabaya.

3.2 Ide Penelitian

Ide penelitian ini berawal dari saran yang diberikan oleh penelitian terdahulu mengenai inventarisasi dan proyeksi peningkatan emisi gas rumah kaca dari sektor transportasi serta kecukupan serapannya oleh ruang terbuka hijau di Surabaya. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan penelitian mengenai kajian potensi gas rumah kaca dengan derajat kejenuhan jalan di Kota Surabaya. Aspek pertama dalam penelitian ini terkait pengaruh klasifikasi jalan, volume traffic, dan derajat kejenuhan dari kendaraan bermotor. Sehingga penelitian ini akan menghasilkan data emisi gas rumah kaca pada sektor transportasi dan kemampuan jalan untuk menerima gas rumah kaca yang berasal dari volume traffic yang menghasilkan emisi kendaraan bermotor, sehingga diketahui apakah beban emisi gas rumah kaca dari kendaraan bermotor bisa meningkatkan derajat kejenuhan di jalan.

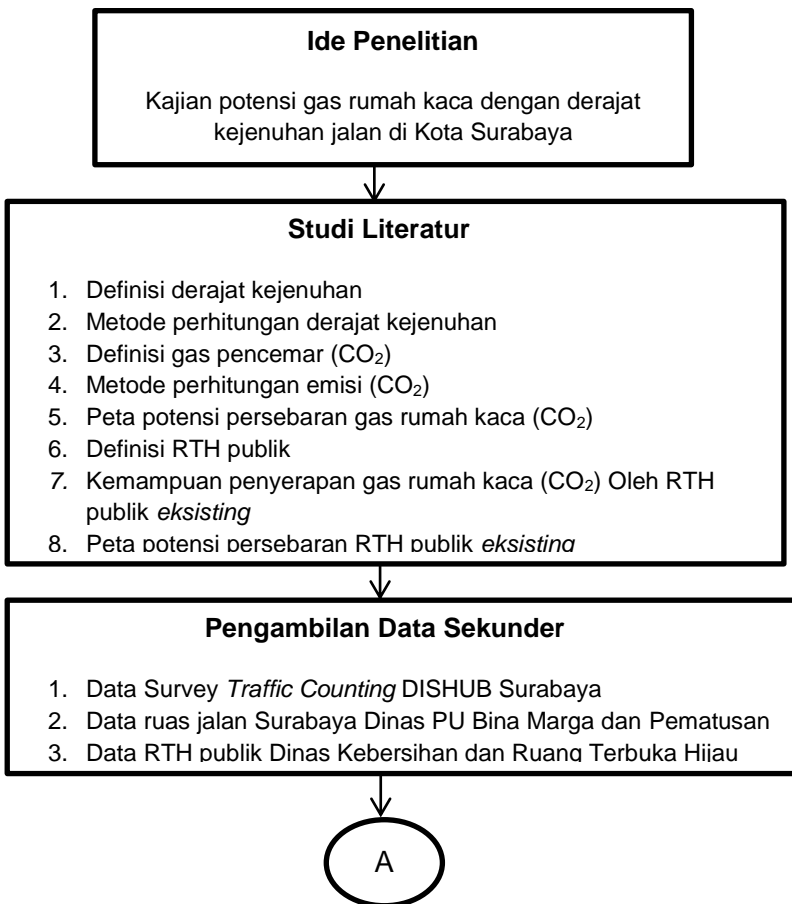
Aspek kedua terkait potensi persebaran gas rumah kaca di Kota Surabaya. Sehingga di dapatkan hasil peta persebaran gas rumah kaca yang dihasilkan dari kendaraan bermotor untuk entar di peta kan sesuai data ruas jalan dari hasil survey Dinas Perhubungan Kota Surabaya. Aspek ketiga mengetahui potensi gas rumah kaca dan menentukan kemampuan RTH publik eksisting dalam menyerap (CO₂) di Kota Surabaya. Sehingga di dapatkan hasil peta perbandingan persebaran gas rumah kaca dengan adanya RTH publik *eksisting* di Kota Surabaya.

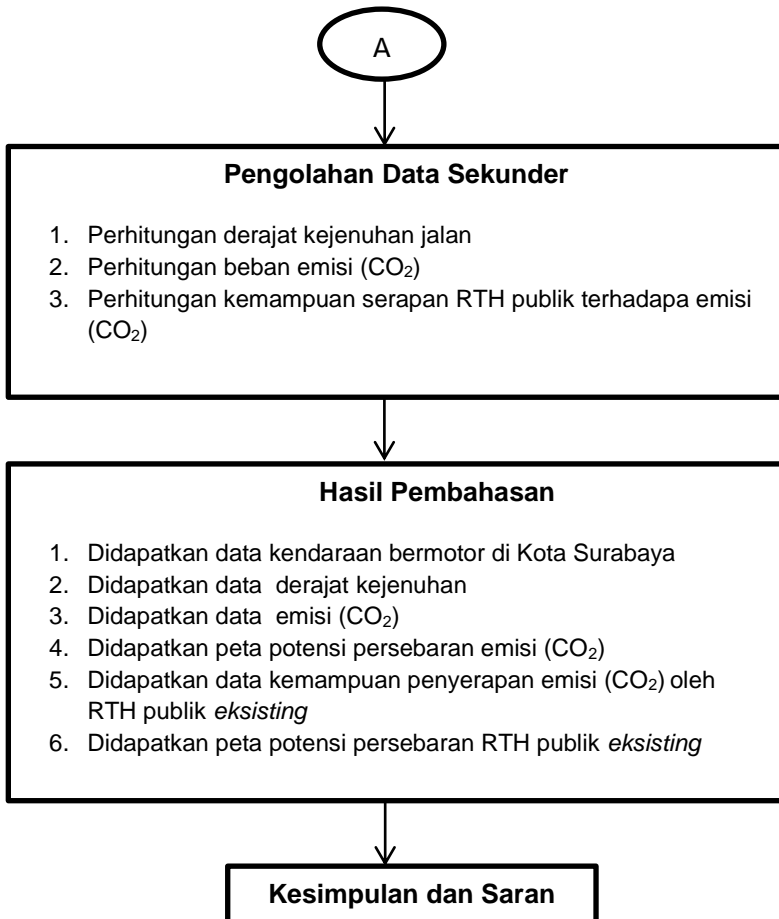
3.3 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian merupakan gambaran umum pelaksanaan penelitian, yang disusun secara berurut berdasarkan tahapan pelaksanaan penelitian untuk mencapai tujuan akhir yang diinginkan. Tujuan dibuatnya kerangka penelitian adalah sebagai gambaran umum tahapan pelaksanaan penelitian dan memberikan informasi terikat dengan penelitian guna memudahkan pelaksanaan penelitian. Kerangka penelitian ini dimulai dengan rumusan masalah yang menghasilkan ide

penelitian, selanjutnya melakukan pencarian referensi dari berbagai macam literatur dan menghasilkan hipotesis awal. Setelah didapatkan hipotesis awal, penelitian dilanjutkan dengan langkah

pengambilan data, pengolahan data, penyajian data dan pembahasan, serta diakhiri oleh kesimpulan dan saran. Kerangka penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 3.1 :





Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

3.4 Tahap Pelaksanaan Awal

3.4.1 Studi Literatur

Studi literatur digunakan sebagai referensi yang akan menunjang proses pengolahan data dan pembahasan pada penelitian ini. Studi literatur yang dipelajari dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Definisi derajat kejenuhan
- Metode perhitungan derajat kejenuhan
- Definisi gas pencemar (CO₂)
- Metode perhitungan emisi (CO₂)
- Perhitungan besaran emisi (CO₂) dari sektor transportasi
- Peta potensi persebaran gas rumah kaca (CO₂)
- Perhitungan kemampuan penyerapan (CO₂) oleh Ruang Terbuka Hijau (RTH) publik *eksisting*
- Peta potensi persebaran RTH Publik *eksisting*

Manfaat yang diharapkan dari proses studi literatur ini adalah agar proses pengolahan data dan pembahasan telah didasarkan pada metode yang baik dan benar. Sehingga hasil dari penelitian ini tidak hanya bermanfaat bagi peneliti, tetapi juga bermanfaat bagi penelitian-penelitian selanjutnya dan bagi instansi pemerintah terkait.

3.4.2 Perizinan

Dalam penelitian ini diperlukan berbagai macam data yang bersumber dari berbagai macam instansi pemerintah di Kota Surabaya. Untuk menunjang kebutuhan tersebut, maka diperlukan proses perizinan yang diajukan ke beberapa instansi pemerintah hingga data-data dapat diakses dengan mudah. Perizinan ini ditunjukkan kepada:

- Badan Kesatuan Bangsa dan Politik (BAKESBANGPOL) Kota Surabaya, sebagai perizinan permulaan untuk pengambilan data pada instansi pemerintah yang dituju.

- Dinas Perhubungan (DISHUB) Kota Surabaya, untuk kepentingan data kendaraan yang melintas jalan raya dan lalu lintas.
- Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematuan Kota Surabaya, untuk kepentingan data ruas jalan di Kota Surabaya.
- Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya (DKRTH) untuk kepentingan data luas RTH Kota Surabaya.

3.5 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari beberapa dinas pemerintah Kota Surabaya.

Tabel 3.1 Tabulasi Kebutuhan Data Sekunder

No.	Jenis Data	Sumber	Tahun
1.	Data faktor emisi kendaraan bermotor	IPCC	2009
2.	Data konsumsi energi spesifik kendaraan bermotor	BPPT	2009
3.	Data ekivalen kendaraan	Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia	2014
4.	Data jumlah kendaraan (traffic counting)	Dinas Perhubungan Kota Surabaya	2016-2018
5.	Data ruas jalan	Dinas PU Bina Marga dan Pematuan	2016-2018
6.	Data luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kota Publik Eksisting Surabaya	BAPPEKO & DKRTH Surabaya	2016-2018

3.6 Identifikasi Data

Identifikasi data diperlukan dalam rangka memilih dan menetapkan data-data penting yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Untuk pengelolaan dan pengolahan data yang diperlukan, terlebih dahulu dilakukan proses sortir dan pengelompokan data sesuai dengan berikut ini.

3.7 Tahap Analisa Dan Pembahasan

3.7.1 Arus Lalu Lintas (Q)

Data volume lalu lintas ini bersumber dari Dinas Perhubungan Pemerintah Kota Surabaya (DISHUB). Berdasarkan buku laporan Survey Kinerja Lalu Lintas Kota Surabaya, sejak tahun 2016, 2017 dan 2018, data lalu lintas adalah data yang diperoleh dengan cara mencatat semua jenis kendaraan yang melewati masing-masing lajur dengan interval waktu 10 menit. Dari hasil perhitungan survey tersebut, data yang dipakai adalah hasil rata-rata volume lalu lintas selama 1 hari dalam periode waktu 1 jam, didapatkan volume lalu lintas total. Data rata-rata volume lalu lintas harian rata-rata (LHR), didapatkan melalui perhitungan dengan **(Pers 2.1)**.

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014), ekivalensi kendaraan ringan (EKR) adalah satu dan Ekr untuk kendaraan berat dan sepeda motor ditetapkan sesuai dengan yang ditunjukkan pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.

Penggunaan nilai EKR menjadi langkah ke pertama dalam perhitungan total volume lalu lintas EKR, dimana jumlah kendaraan dalam satuan kendaraan/jam harus dikalikan dengan nilai EKR sesuai dengan kategori kendaraan dan jalan.

Tabel 3.2 EKR Jalan 2/2 TT

Tipe Jalan	Arus lalu-lintas total dua arah (kend/jam)	EKR		
		KB (Kendaraan Berat)	SM (Sepeda Motor)	
			Lebar jalur lalu-lintas	
			<6m	>6m
2/2 TT	<3700	1,3	0,5	0,4
	>1800	1,2	0,35	0,25
	<1100/jam	KR (Kendaraan Ringan)	1	
	>1100/jam		1	

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

Tabel 3.3 EKR Terbagi

Tipe Jalan	Arus lalu-lintas total dua arah (kend/jam)	EKR		
		KB (Kendaraan Berat)	SM (Sepeda Motor)	KR (Kendaraan Ringan)
2/1 dan 4/2 T	<1050	1,3	0,4	1
	>1050	1,2	0,25	1
3-1/1 dan 6/2 T	<1100	1,3	0,4	1
	>1100	1,2	0,25	1

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

Untuk perhitungan jumlah kendaraan (kendaraan/jam) dengan ekuivalensi kendaraan ringan (EKR) seperti Tabel 3.2 dan 3.3, maka didapatkan melalui perhitungan dengan **(Pers 2.2)**.

3.7.2 Perhitungan Nilai Kapasitas Jalan Perkotaan (C)

Menurut PKJI 2014, perhitungan nilai kapasitas jalan (C) sebagai kemampuan ruas jalan untuk menampung arus atau volume lalu lintas yang ideal dalam satuan waktu tertentu, dinyatakan dengan mempertimbangkan berbagai jenis kendaraan yang melalui suatu jalan digunakan ekuivalensi kendaraan ringan (EKR) sebagai satuan kendaraan dalam menghitung kapasitas, maka kapasitas menggunakan EKR. Langkah awal untuk perhitungan nilai kapasitas jalan, dapat dihitung dengan menggunakan **(Pers 2.3)**.

3.7.3 Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas dasar yang digunakan sebagai acuan adalah pada Tabel 3.4 sebagai sebagai berikut :

Tabel 3.4 Kapasitas Dasar

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (ekr/jam)	Catatan
6/2T, 4/2T atau jalan satu-arah	1650	Per lajur (satu arah)
2/2TT	2900	Per lajur (dua arah)

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

3.7.4 Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif (FC_{LJ})

Semakin lebar lajur jalan semakin tinggi kapasitas demikian sebaliknya semakin sempit atau rendah kapasitas, karena pengemudi harus lebih wasapada pada lebar lajur yang lebih sempit. Lebar standar lajur yang digunakan adalah 3,5 m dengan perincian kalau lebar maksimum kendaraan adalah 2,5 m maka masih ada ruang besar di kiri kanan kendaraan sebesar masing-masing 0,5 m. Pada Tabel 3.5 sebagai berikut ditunjukkan faktor penyesuaian lebar jalan untuk berbagai kondisi

Tabel 3.5 Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif

Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_{LJ})		
Tipe jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (W_c) (m)	FC_{LJ}
	Lembar Per lajur	
6/2T, 4/2T atau jalan satu-arah	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,04
	Lebar jalur 2 arah	
2/2TT	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

3.7.5 Penyesuaian Pemisah Arah (FC_{PA})

Untuk jalan tak terbagi, peluang terjadinya kecelakaan depan lawan depan atau lebih dikenal dengan mengemudi lebih tinggi sehingga menambah kehati-hatian pengemudi sehingga

dapat mengurangi kapasitas seperti ditunjukkan dalam Tabel 3.6 sebagai berikut :

Tabel 3.6 Penyesuaian Pemisah Arah

Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FC_{PA})					
Pemisah arah SP %-%	50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{PA}	6/2T, 4/2TT	1,00	0,985	0,955	0,94
	2/2TT	1,00	0,97	0,91	0,88

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

3.7.6 Faktor Penyesuaian Kondisi Hambatan Samping (FC_{HS})

Untuk jalan berbagi, peluang terjadi kecelakaan lagi lebih kecil tetapi peluang untuk menyalib lebih kecil. Pada Tabel 3.7 sebagai berikut ditunjukkan faktor penyesuaian pemisah arah untuk jalan berpemisah :

Tabel 3.7 Faktor Penyesuaian Kondisi Hambatan Samping

Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Hambatan Samping (FC_{HS})					
Tipe jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu FCHS			
		Lebra bahu efektif LBe,m			
		< 0,5	1,0	1,5	> 2,0
6/2T, 4/2T atau jalan satu arah	Sangat Rendah	0,95	0,97	0,99	1,01
	Rendah	0,94	0,96	0,98	1,00
	Sedang	0,91	0,93	0,95	1,00
	Tinggi	0,86	0,89	0,92	0,98
	Sangat Tinggi	0,81	0,85	0,88	0,95
2/2 TT atau Jalan satu arah	Sangat Rendah	0,93	0,95	0,97	0,99
	Rendah	0,90	0,92	0,95	0,97
	Sedang	0,86	0,88	0,91	0,94
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88

Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Hambatan Samping (FC_{HS})					
Tipe jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu FCHS			
		Lebra bahu efektif LBe,m			
		< 0,5	1,0	1,5	> 2,0
	Sangat Tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

3.7.7 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FC_{UK})

Berdasarkan kajian antar kota yang dilakukan oleh swee road dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, semakin besar ukuran kota semakin besar kapasitas jalannya seperti ditunjukkan dalam Tabel 3.8 sebagai berikut :

Tabel 3.8 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran Kota (FC_{UK})
< 0,1	0,86
0,1-0,5	0,96
0,5-1,0	0,94
1,0-3,0	1,00
>3,0	1,04

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

3.7.8 Perhitungan Nilai Derajat Kejenuhan (DJ)

Menurut PKJI 2014, perhitungan nilai derajat kejenuhan (DJ) sebagai rasio arus terhadap kapasitas. Derajat kejenuhan digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan juga merupakan pencerminan kenyamanan pengemudi dalam mengemudi kendaraan. Secara kualitatif dapat dikatakan bahwa kenyamanan pengemudi meningkat dengan menurunnya rasio volume (V) lalu lintas terhadap kapasitas (C) pada jalur yang dilalui. Serta untuk

mengetahui perhitungan nilai derajat kejenuhan, dapat dihitung dengan menggunakan **(Pers 2.4)**.

Derajat kejenuhan digunakan untuk menganalisis perilaku lalu lintas. Setelah itu untuk mengetahui kategori Standar nilai Derajat Kejenuhan (DJ), dapat dilihat pada Tabel 3.9 sebagai berikut :

Tabel 3.9 Standar Derajat Kejenuhan

Karakteristik	Batas Lingkup (Q/C)
Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan	0,00 - 0,19
Kondisi arus stabil tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan	0,20 - 0,44
Kondisi arus stabil, tetapi kecepatan operasi dan gerak kendaraan dipengaruhi besar volume lalu lintas. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan	0,45 - 0,74
Kondisi arus lalu lintas tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan Q/C masih dapat di tolerir	0,75 - 0,84
Volume lalu lintas mendekati/berada pada kapasitas. Arus tidak stabil, kecepatan kadang berhenti	0,85 - 1,00
Kondisi arus lalu lintas dipaksakan atau arus macet, kecepatan rendah, arus lalu lintas rendah	1,00

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

3.7.9 Perhitungan Nilai Kecepatan Arus Bebas (FV)

Menurut PKJI 2014, kecepatan arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lain di jalan. Serta untuk mengetahui perhitungan nilai kecepatan arus bebas, dapat dihitung dengan menggunakan **(Pers 2.5)**.

3.7.10 Faktor Penyesuaian Arus Bebas Dasar (FV_o)

Faktor penyesuaian untuk kecepatan arus bebas dasar (Fvo) ditentukan berdasarkan tipe jalan dan jenis kendaraan. Nilai faktor penyesuaian Kecepatan arus bebas dasar menurut PKJI 2014 dapat dilihat pada Tabel 3.10 sebagai berikut ini :

Tabel 3.10 Penyesuaian Arus Bebas Dasar

Tipe Jalan	Kecepatan Arus Bebas			
	Kecepatan arus bebas dasar (FV_o) (km/jam)			
	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Semua kendaraan (rata-rata)
(6/2 T), (3/1) atau jalan satu arah	48	61	52	57
(4/2 T) atau (2/1)	47	57	50	55
(4/2 TT)	43	53	46	51
(2/2 TT)	40	44	40	42

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

3.7.11 Faktor Penyesuaian Lebar Jalan Lalu Lintas ($FVLJ$)

Faktor penyesuaian untuk jalur lalu lintas ($FVLJ$) ditentukan berdasarkan tipe jalan dan lebar jalur lintas efektif (Wc). Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas ($FVLJ$) menurut PKJI 2014 dapat dilihat pada Tabel 3.11 sebagai berikut :

Tabel 3.11 Penyesuaian Lebar Jalan Lalu Lintas

Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Untuk Lebar Jalur Lalu-Lintas ($FVLJ$)		
Tipe Jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (Wc)(m)	$FVLJ$ (km/jam)
6/2T, 4/2T atau jalan satu-arah	Peralajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
2/2TT	4,00	4
	Total	

Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Untuk Lebar Jalur Lalu-Lintas (FVLJ)		
Tipe Jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (Wc)(m)	FVLJ (km/jam)
	5	-9,5
	6	-3
	7	0
	8	3
	9	4
	10	6
	11	7

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

3.7.12 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping (FFV_{HS})

Faktor penyesuaian kecepatan arus lalu bebas akibat hambatan samping dibedakan berdasarkan dengan bahu jalan. Untuk menentukan faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat hambatan samping, dapat dilihat pada Tabel 3.12 sebagai berikut:

Tabel 3.12 Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping

Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Untuk Hambatan Samping (FFV _{HS})					
Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif rata-rata Ws (m)			
		<0,5 m	1,0 m	1,5 m	>2 m
6/2 T, 4/2 T atau jalan satu arah	Sangat Rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0,94	0,97	1,00	1,02
	Tinggi	0,89	0,93	0,96	0,99
	Sangat Tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96

Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Untuk Hambatan Samping (FFV _{HS})					
Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif rata-rata Ws (m)			
		<0,5 m	1,0 m	1,5 m	>2 m
2/2 TT atau Jalan satu arah	Sangat Rendah	1,00	1,01	1,01	1,01
	Rendah	0,96	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,90	0,93	0,96	0,99
	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat Tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

3.7.13 Faktor Penyesuaian Untuk Ukuran Kota (FFV_{UK})

Faktor penyesuaian untuk ukuran kota (FFV_{UK}) ditentukan berdasarkan jumlah penduduk (juta) pada suatu kota atau daerah. Nilai faktor penyesuaian untuk ukuran kota menurut PKJI 2014 dapat dilihat pada Tabel 3.13 sebagai berikut:

Tabel 3.13 Penyesuaian Ukuran Kota

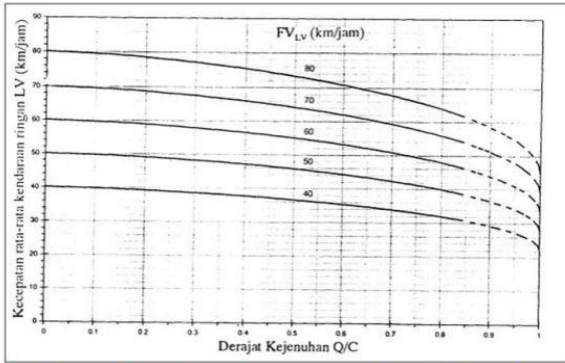
Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Untuk Ukuran Kota (FFV _{UK})	
Ukuran Kota (juta penduduk)	Faktor Penyesuaian Untuk Ukuran Kota
<0,1	0,9
0,1-0,5	0,93
0,5-1,0	0,95
1,0-3,0	1
>3,0	1,03

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

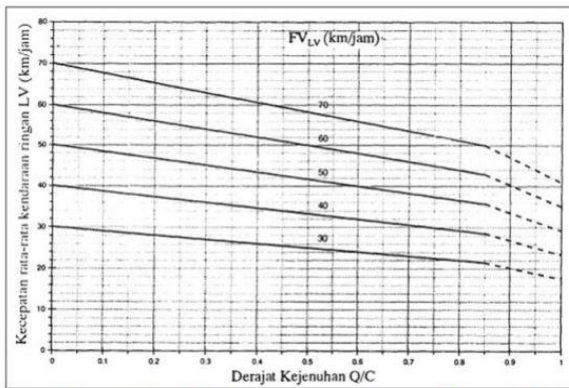
3.7.14 Kecepatan Rata-Rata Ruang (FV_{LV})

Kecepatan rata-rata ruang merupakan sebagai rata-rata ramonik kecepatan melewati suatu titik selama periode waktu sama juga dengan kecepatan rata-rata pada suatu panjang jalan

tertentu yang dimana diperoleh dari nilai derajat kejenuhan (DJ) dengan kecepatan arus bebas (FV) yang hasilnya diperoleh dari grafik. Grafik dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan 3.3 sebagai berikut :



Gambar 3.2 Grafik Jalan 6/2 T, 4/2 T dan 4/2 TT
 Sumber : Purba R.P, 2017.



Gambar 3.3 Grafik Jalan 2/2 TT
 Sumber : Purba R.P, 2017.

Selanjutnya dari hasil yang didapat dari kecepatan rata-rata ruang bisa di ambil nilai berupa faktor koreksi emisi yang tujuannya untuk menghubungkan nilai kecepatan rata-rata ke beban emisi yang di konsumsi oleh ekivalensi kendaraan ringan (EKR).

3.7.15 Waktu Tempuh (W_T)

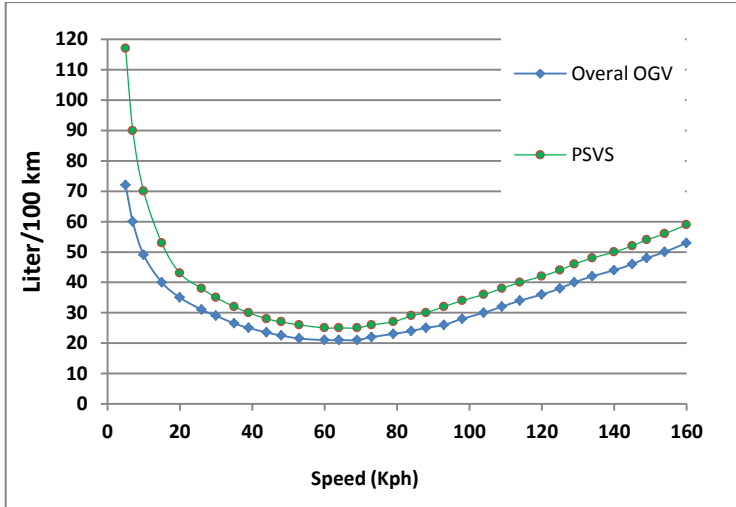
Waktu tempuh (W_T) dapat diketahui berdasarkan nilai kecepatan kendaraan ringan (V_T) dalam menempuh segmen ruas jalan dianalisis sepanjang jalan (L), menggambarkan hubungan antara W_T , L dan V_T dapat menggunakan rumus (**Pers 2.6**).

3.8 Tahap Analisa Dan Pembahasan

3.8.1 Koreksi Beban Emisi Sumber Transportasi Dengan Faktor Kalibrasi

Faktor emisi diperkirakan dari nilai faktor (FE) rata-rata dengan faktor koreksi yang diperoleh dari hubungan konsumsi bahan bakar atau faktor emisi dengan kecepatan rata-rata. Pola hubungan konsumsi bahan bakar dengan kecepatan rata-rata kendaraan menunjukkan konsumsi yang sangat tinggi pada kecepatan rendah dan konsumsi minimum pada kecepatan sedang 60-70 km/jam (Mathew, 2014). Untuk kendaraan ringan Mathew, 2004 juga menyatakan profil konsumsi bahan bakar dihubungkan dengan kecepatan rata-rata seperti Grafik dapat dilihat pada Gambar 3.4.

Faktor kalibrasi diperlukan untuk mendapatkan nilai yang dekat antara model dengan kondisi riil lapangan. Faktor kalibrasi ini juga mengakomodasi adanya kondisi-kondisi lapangan yang sulit digambarkan dalam model, seperti frekuensi pengereman dan tarikan gas, adanya pemberhentian kendaraan, adanya kemacetan dan sebagainya.



Gambar 3.4 Pola Perubahan Konsumsi Bahan Bakar Dengan Variasi Kecepatan Rata-Rata Kendaraan
 Sumber : Methew, (2014) dalam Disertasi Assomadi (2016).

Berdasarkan profil yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 maka koreksi terhadap beban emisi dari kegiatan transportasi harus dilakukan. Nilai faktor emisi rata-rata terendah yaitu kecepatan 60-80 km/jam. Pada kecepatan ini faktor koreksi ditetapkan 1, sedangkan pada kecepatan yang lain dihitung berdasarkan emisi atau konsumsi bahan bakar :

$$Fk = \frac{\text{Emisi } v}{\text{Emisi } 60-80} \times 1$$

Hasil pendekatan faktor koreksi dengan pendekatan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.14. Nilai pada Tabel tersebut kemudian digunakan untuk memberikan koreksi beban emisi total yang dihitung pada perhitungan di atas.

Tabel 3.14 Faktor Emisi Kendaraan Bermotor

Kecepatan Rata-Rata	Faktor Koreksi Emisi	Kecepatan Rata-Rata	Faktor Koreksi Emisi
110	1,5	50	1,1
100	1,4	40	1,25
90	1,25	30	1,4
80	1	20	1,75
70	1	10	2,5
60	1	5	3,6

Sumber : Methew (2014) dalam Disertasi Assomadi (2016).

3.8.2 Perhitungan Beban Emisi CO₂

Proses perhitungan langkah selanjutnya yang harus dilakukan untuk mendapatkan beban emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Nilai faktor emisi yang di input kedalam perhitungan memiliki angka yang bervariasi disesuaikan dengan tipe jenis kendaraan dan bahan bakar. Kondisi serupa berlaku pada nilai konsumsi energi spesifik yang disesuaikan dengan tipe jenis kendaraan dan bahan bakar. Untuk menghitung beban emisi CO₂, dapat menggunakan **(Pers 2.7)**.

Data lengkap nilai faktor emisi dan nilai konsumsi bahan bakar, dapat dilihat pada Tabel 3.15 dan Tabel 3.16 sebagai berikut :

Tabel 3.15 Faktor Emisi Kendaraan Bermotor

Tipe Kendaraan/Bahan Bakar	Faktor Emisi CO ₂ (g/liter)
Bensin	
Kendaraan Penumpang	2597,86
Kendaraan Ringan	2597,86
Kendaraan Besar	2597,86
Sepeda Motor	2597,86

Tipe Kendaraan/Bahan Bakar	Faktor Emisi CO₂(g/liter)
Diesel	
Kendaraan Penumpang	2924,9
Kendaraan Ringan	2924,9
Kendaraan Besar	2924,9
Sepeda Motor	2924,9
Lokomotif	2924,9

Sumber : IPCC dalam Jinca dkk, 2009.

Tabel 3.16 Konsumsi Energi Spesifik

No.	Jenis Kendaraan	Konsumsi Energi Spesifik (liter/100km)
Mobil Penumpang		
1.	a. Bensin	11,79
	b. Diesel/solar	11,36
2.	Bus Besar	
	a. Bensin	23,15
	b. Diesel/solar	16,89
3.	Bus Sedang	
		13,04
4.	Bus Kecil	
	a. Bensin	11,35
	b. Diesel/solar	11,83
5.	Bemo, Bajaj	
		10,99
6.	Taksi	
	a. Bensin	10,88
	b. Diesel/solar	6,25
7.	Truk Besar	
		15,82
8.	Truk Sedang	
		15,15
9.	Truk Kecil	
	a. Bensin	8,11
	b. Diesel/solar	10,64
10.	Sepeda Motor	
		2,66

Sumber : BPPT dalam Jinca dkk, 2009.

Penentuan panjang jalan didapat dari hasil perhitungan panjang jalan pada Google Maps. Pada tahap ini juga dapat diketahui tipe jalan yang masuk kedalam wilayah studi. Aplikasi Google Maps digunakan pada penelitian ini karena pada aplikasi tersebut terdapat fitur yang disebut street view sehingga dimungkinkan untuk melihat secara jelas karakter atau bentuk fisik ruas jalan serta panjang jalan yang termasuk ke dalam wilayah studi.

Hasil perhitungan pada langkah pertama dan kedua di ruas jalan tersebut selanjutnya di jadikan dasar untuk memperkiraan jumlah emisi di titik jalan lainnya di Kota Surabaya, Untuk menghitung beban emisi (ton/tahun), dapat menggunakan **(Pers 2.8)**.

3.9 Perhitungan Daya Serap CO₂

Penyerapan karbon dioksida (CO₂) oleh Ruang Terbuka Hijau dihitung dari berbagai tipe tutupan vegetasi. Penyerapan Ruang Terbuka Hijau dari daya serap total dengan mengkalikan daya serap gas CO₂ tipe tutupan vegetasi dengan % luas tutupan vegatsi Kota Surabaya dapat dirumuskan dalam **(Pers 2.9)**.

3.10 Pengolahan Data Serta Penyediaan Sistem Informasi Geografis

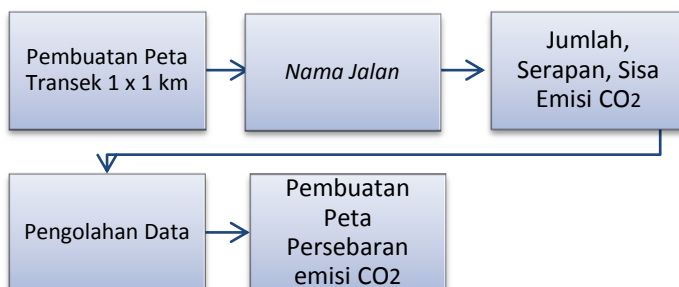
3.10.1 Pembuatan Peta Persebaran Gas Rumah Kaca (CO₂)

Hasil akhir dari penelitian ini berupa data emisi gas rumah kaca (CO₂) pada setiap titik segmen jalan hasil survey dinas perhubungan Kota Surabaya, selanjutnya akan digabungkan dengan peta Kota Surabaya. Penggabungan peta dan persebaran jumlah emisi (CO₂) menggunakan perangkat lunak ArcGIS. ArcGIS merupakan perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan Sistem Informasi Geografis (SIG). *Software* ini digunakan dengan memasukan *ArcMap* dengan format *Bitmap Picture* yaitu peta eksisting yang sudah ada. Pada tahap ini akan digunakan peta adminitrasi dari Kota Surabaya. Selanjutnya, untuk membuat digitasi dari persebaran jumlah emisi (CO₂), hasil perhitungan jumlah emisi (CO₂) dimasukan. Hasil perhitungan jumlah emisi (CO₂) akan diberikan indikator warna tertentu untuk

menunjukkan potensi persebaran gas rumah kaca (CO₂) pada pengambilan sampel. Semakin pekat warna yang ditunjukkan, mengartikan bahwa tingginya potensi persebaran jumlah emisi (CO₂) dari kendaraan bermotor pada wilayah tersebut. Sebaliknya, jika warna yang ditunjukkan pada lokasi pengambilan tidak terlalu pekat berarti potensi persebaran jumlah emisi (CO₂) rendah. Setelah itu, akan di lakukan proses editing dan digitasi sebelum peta dapat dicetak (Muklis, 2013). ..

3.11 Pembuatan Peta Persebaran Jumlah Emisi, Serapan Emisi dan Sisa Emisi CO₂

Dalam pembuatan peta persebaran jumlah emisi CO₂ pada tahun 2016, 2017 dan 2108 dan Serapan CO₂ pada tahun 2018, akan dilakukan beberapa tahap seperti yang ditunjukkan pada *flow chart* gambar 3.4 sebagai berikut:



Gambar 3.4 Flow Chart Pembuatan Peta Persebaran Jumlah Emisi CO₂

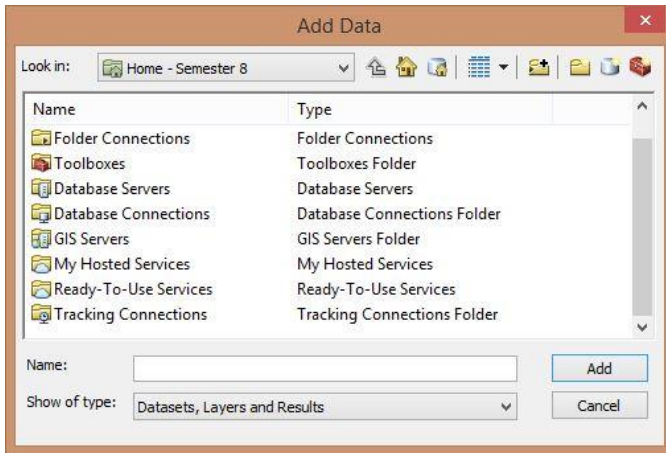
3.11.1 Pembuatan Peta Transek

Penelitian ini dilakukan dengan membuat Peta Transek 1 x 1 km menggunakan perangkat lunak ArcGIS dengan langkah sebagai berikut:

A. Menambahkan data *.shp* pada Worksheet Project

Setelah membuka perangkat lunak ArcGIS, lalu menambahkan data *.shp* dengan menggunakan pilihan *Add Data*. Selanjutnya dipilih data *.shp* yang akan

digunakan. Pada pembuatan peta Transek kali ini akan menggunakan data spasial jalan, batas wilayah tiap jalan, batas wilayah kecamatan dan tata guna lahan. Tampilan pilihan *add data* disajikan pada gambar 3.5. berikut:



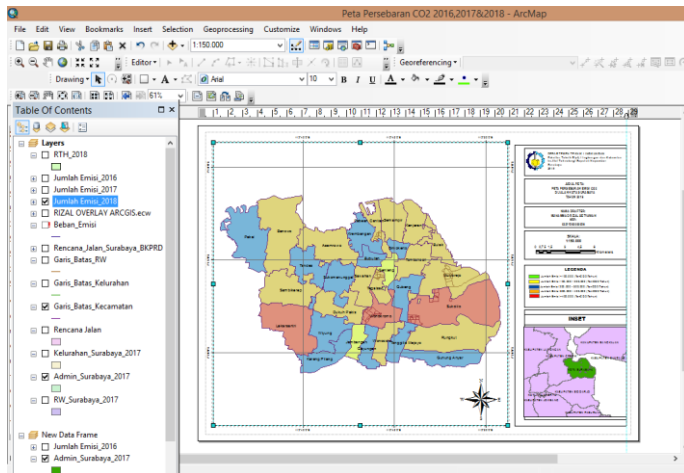
Gambar 3.5 Tampilan Add data pada ArcGIS

B. Mengatur *Layer*

Berikutnya, pilih layer yang akan digunakan dalam pembuatan peta transek. *Layer* yang dipilih yaitu batas jalan Kota Surabaya untuk mengetahui batas jalan secara administratif, batas kelurahan untuk mengetahui batas administratif tiap kelurahan, tata guna lahan untuk mengetahui tata kelola penggunaan lahan pada titik *sampling* dan jalan untuk membantu kegiatan *sampling*. Keterangan-keterangan tersebut diberikan tanda dan symbol berbeda untuk mempermudah pembacaan peta. Seperti warna hijau untuk setiap keterangan dengan nilai jumlah emisi CO₂ sebesar dibawah 100.000 Ton CO₂/Tahun, warna kuning jumlah emisi CO₂ dengan range sebesar 100.00-200.000 Ton CO₂/Tahun warna biru jumlah emisi CO₂ dengan range sebesar 200.00-

300.000 Ton CO₂/Tahun, warna orange jumlah emisi CO₂ dengan range sebesar 300.00-400.000 TonCO₂/Tahun, dan warna merah jumlah emisi CO₂ dengan nilai sebesar diatas 400.00 TonCO₂/Tahun.

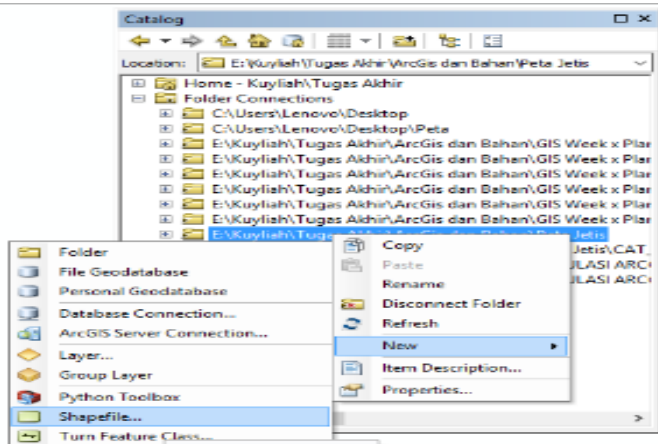
Selanjutnya layer diatur sehingga data yang diinginkan dapat ditampilkan dimulai dari yang teratas hingga terbawah Berikut merupakan gambar 3.6 yaitu tampilan *project* setelah ditambahkan data dan layer yang sudah ditentukan:



Gambar 3.6 Tampilan Project Setelah Layer Diatur

C. Membuat Layer Transek

Setelah layer diatur, selanjutnya membuat *layer* transek. Pada pilihan *Table Of Content* dipilih opsi New, dan dilanjutkan dengan Shapefile pada folder penyimpanan yang sudah terpilih. Berikutnya, *layer* yang baru diberi nama "Transek". Gambar 3.7 menunjukkan tampilan *Table of Content*:



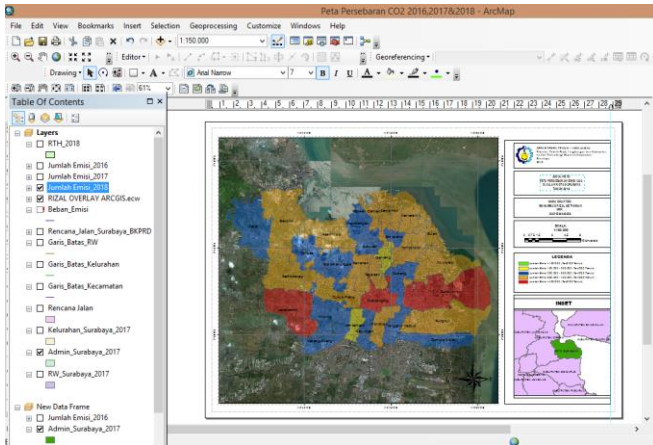
Gambar 3.7 Opsi Table of Content

D. Membuat Kotak Transek

Setelah *Layer* Transek sudah dibuat, selanjutnya adalah membuat transek 1 x 1 km. Pilih opsi *Toolbar Editor*, lalu pilih opsi *Start Editing*. Lalu akan muncul seluruh pilihan layer dan pilih layer transek. Berikutnya, pada *Toolbar Editor* pilih opsi *Create Feature* pada opsi *Editing Window*. Untuk membuat Transek dalam bentuk persegi, pilih opsi *Rectangle*.

Selanjutnya, pilih *Toolbar Drawing* dan pilih *Rectangle*. Pada opsi *Rectangle* atur lebar dan panjang dari *Rectangle* tersebut hingga 1 x 1 km. Dengan menggunakan *toolbar Editor* sebelumnya, lakukan pensalinan sehingga didapatkan kotak transek dengan luas 1 x 1 km. kegiatan ini dilakukan

berulang hingga seluruh wilayah jalan Kota Surabaya sudah tertutup oleh Transek. Gambar 3.8 merupakan gambar jalan Kota Surabaya setelah dilakukan Transek 1x1 km:



Gambar 3.8 Jalan Kota Surabaya dengan Transek

E. *Layouting* dan Penambahan Legenda

Untuk melengkapi peta yang sudah dibuat, selanjutnya akan ditambahkan keterangan – keterangan yang dapat membantu. Selanjutnya pada *toolbar view*, pilih opsi *Layout View*. Berikutnya tambahkan judul peta dan identitas instansi yang mengeluarkan peta tersebut. Lalu, pada *toolbar insert* pilih opsi *Legend* untuk menambahkan legenda yang dibutuhkan, *Scale* untuk menentukan skala dan *North Arrow* untuk menambahkan gambar arah mata angin. Setelah itu, tambahkan keterangan koordinat dengan menggunakan opsi *properties* pada *project*. Kemudian pilih opsi *grids* lalu *Graticule*. merupakan gambar dari Peta jalan Kota Surabaya dengan transek 1 x 1 km:

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Data volume lalu lintas harian rata-rata digunakan untuk mengetahui beban emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari sektor transportasi. Data volume lalu lintas yang digunakan adalah data hasil survey counting kendaraan dari dinas perhubungan Kota Surabaya pada tahun 2016, 2017 dan 2018. Pada tahun 2016 dan 2017 terdapat 26 ruas jalan, sedangkan tahun 2018 terdapat 51 ruas jalan yang di survey. Data rekapitulasi ruas jalan dari tahun 2016, 2017 dan 2018, dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Rekapitulasi Data 26 Ruas Jalan Tahun 2016 & 2017

No.	Nama Ruas	Klasifikasi Jalan
1.	Jl. Ahmad Yani	Arteri Primer
2.	Jl. Wonokromo	Arteri Primer
3.	Jl. Tambak Oso Wilangun	Arteri Primer
4.	Jl. Dipenegoro	Arteri Primer
5.	Jl. Arjuno	Arteri Primer
6.	Jl. Perak Barat	Arteri Primer
7.	Jl. Perak Timur	Arteri Primer
8.	Jl. Mayjend Sungkono	Arteri Sekunder
9.	Jl. Prof. Dr. Moestopo	Arteri Sekunder
10.	Jl. Kertajaya Indah	Arteri Sekunder
11.	Jl. Gemblongan	Arteri Sekunder
12.	Jl. Bubutan	Arteri Sekunder
13.	Jl. Urip Sumoharjo	Arteri Sekunder
14.	Jl. Embong Malang	Arteri Sekunder
15.	Jl. Dupak	Arteri Sekunder
16.	Jl. Panglima Sudirman	Arteri Sekunder
17.	Jl. IndraPura	Arteri Sekunder
18.	Jl. Basuki Rahmat	Arteri Sekunder

No.	Nama Ruas	Klasifikasi Jalan
19.	Jl. Mastrip	Kolektor Primer
20.	Jl. Raya Rungkut	Kolektor Sekunder
21.	Jl. Kedung Cowek	Kolektor Sekunder
22.	Jl. Tandes	Kolektor Sekunder
23.	Jl. Gubeng Pojok	Kolektor Sekunder
24.	Jl. Kedungdoro	Kolektor Sekunder
25.	Jl. Pemuda	Kolektor Sekunder
26.	Jl. Lakarsantri	Lokal

Sumber : *DISHUB 2016 Dan 2017 ; **Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomer 07 Tahun 2003.

Tabel 4.2 Rekapitulasi Data 51 Ruas Jalan Tahun 2018

No.	Nama Ruas	Klasifikasi Jalan	No.	Nama Ruas	Klasifikasi Jalan
1.	Jl. Stasiun Wonokromo	Arteri Primer	27.	Jl. Hr. Muhammad	Arteri Sekunder
2.	Jl. Ngagel	Arteri Primer	28.	Jl. Mayjend Sungkono	Arteri Sekunder
3.	Jl. Dipenegoro	Arteri Primer	29.	Jl. Adityawarman	Arteri Sekunder
4.	Jl. Perak Barat	Arteri Primer	30.	Jl. Dr. Moestopo	Arteri Sekunder
5.	Jl. Perak Timur	Arteri Primer	31.	Jl. Kertajaya Indah	Arteri Sekunder
6.	Jl. Kusuma Bangsa	Arteri Primer	32.	Jl. Joyoboyo	kolektor Primer
7.	Jl. Sumatra	Arteri Primer	33.	Jl. Dr. Soetomo	Kolektor Sekunder
8.	Jl. Jagir Wonokromo	Arteri Sekunder	34.	Jl. Prof. Polisi Istimewa	Kolektor Sekunder
9.	Jl. Raya Darmo	Arteri Sekunder	35.	Jl. Kedung Doro	Kolektor Sekunder
10.	Jl. Urip Sumoharjo	Arteri Sekunder	36.	Jl. Gentang Kali	Kolektor Sekunder
11.	Jl. Basuki Rahmat	Arteri Sekunder	37.	Jl. Haramuruk	Kolektor Sekunder
12.	Jl. Embong Malang	Arteri Sekunder	38.	Jl. Indragiri	Kolektor Sekunder
13.	Jl. Blauran	Arteri Sekunder	39.	Jl. Dinoyo	Kolektor Sekunder
14.	Jl. Bubutan	Arteri Sekunder	40.	Jl. Keputran	Kolektor Sekunder
15.	Jl. Indrapura	Arteri Sekunder	41.	Jl. Kayun	Kolektor Sekunder
16.	Jl. Rajawali	Arteri Sekunder	42.	Jl. Pemuda	Kolektor Sekunder
17.	Jl. Jakarta	Arteri Sekunder	43.	Jl. Gubeng Pojok	Kolektor Sekunder

No.	Nama Ruas	Klasifikasi Jalan	No.	Nama Ruas	Klasifikasi Jalan
18.	Jl. Kembang Jempung	Arteri Sekunder	44.	Jl. Darmawangsa	Kolektor Sekunder
19.	Jl. Jembatan Merah	Arteri Sekunder	45.	Jl. Darmahusada	Kolektor Sekunder
20.	Jl. Tugu Pahlawan	Arteri Sekunder	46.	Jl. Ir. Soekarno	Kolektor Sekunder
21.	Jl. Gemplongan	Arteri Sekunder	47.	Jl. Raya ITS	Kolektor Sekunder
22.	Jl. Tunjungan	Arteri Sekunder	48.	Jl. Kapuas	Kolektor Sekunder
23.	Jl. Gubernur Suryo	Arteri Sekunder	49.	Jl. Bengawan	Kolektor Sekunder
24.	Jl. Panglima Sudirman	Arteri Sekunder	50.	Jl. Kejawan Putih Tambak	Lokal
25.	Jl. Citra Raya Unesa	Arteri Sekunder	51.	Jl. Laguna Putih Tambak	Lokal
26.	Jl. Mayjend Yono Suwoyo	Arteri Sekunder			

Sumber : *DISHUB 2108 ; **Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomer 07 Tahun 2003.

Rekapitulasi data Kelas jalan dapat dilihat ada Tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Rekapitulasi Data Klasifikasi Jalan Tahun 2016 & 2017

No.	Klasifikasi Jalan	Jumlah Jalan Tahun 2016 & 2017	Jumlah Jalan Tahun 2018
1.	Arteri Primer	7	7
2.	Arteri Sekunder	11	24
3.	Kolektor Primer	1	1
4.	Kolektor Sekunder	6	17
5.	Lokal	1	2

Sumber : Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomer 07 Tahun 2003

Menurut (PKJI, 2014) data lalu lintas adalah data yang diperoleh dengan cara mencatat semua jenis kendaraan bermotor yang melewati masing-masing lajur dengan interval waktu 10 menit. Dari hasil perhitungan data volume LHR setiap kendaraan akan di jumlah dan dikelompokan menurut jenis kendaraannya, setelah diketahui rata-rata volume lalu lintas yang sudah dikelompokan berdasarkan jenis kendaraannya akan dikalikan dengan ekivalensi kendaraan ringan (EKR) yang jenis kendaraannya meliputi sepeda motor (MC) dengan nilai eknya sebesar 0,25, sedangkan kendaraan ringan (LV) dengan nilai eknya sebesar 1, dan nilai eknya kendaraan berat (HV) sebesar 1,3 yang nantinya data tersebut dipakai sebagai rata-rata volume lalu lintas selama 24 jam dengan periode waktu 60 menit.

Salah satu contoh perhitungan volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) di jalan Kota Surabaya adalah pada jalan Ahmad Yani tahun 2016 selama 24 jam dengan periode waktu 60 menit. Metode perhitungan dan nilai eknya yang digunakan adalah metode yang tertera pada bagian pers 2.1 dan 2.2 serta Tabel 3.2 dan 3.3 tersebut, maka dapat dilihat hasil perhitungan pada Tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Rekapitulasi Arus Lalu Lintas (ekr/jam) Jalan Ahmad Yani Tahun 2016

Periode Waktu (Per 1 Jam)	Volume lalu lintas (Kendaraan/jam)			Faktor konversi ekivalensi kendaraan ringan (Ekr/jam)			Volume lalu lintas (Ekr/jam)
	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	
05.00-06.00	4.006	2.457	170	1.002	2.457	221	3.680
06.00-07.00	5.800	3.260	226	1.450	3.260	294	5.004
07.00-08.00	9.837	3.355	467	2.459	3.355	607	6.421
08.00-09.00	7.688	2.678	494	1.922	2.678	642	5.242
09.00-10.00	5.385	2.431	297	1.346	2.431	386	4.163
10.00-11.00	6.438	2.932	297	1.610	2.932	386	4.928
11.00-12.00	7.208	3.020	484	1.802	3.020	629	5.451
12.00-13.00	6.940	3.970	394	1.735	3.970	512	6.217
13.00-14.00	7.437	4.422	289	1.859	4.422	376	6.657
14.00-15.00	11.955	4.995	190	2.989	4.995	247	8.231
15.00-16.00	14.799	5.398	171	3.700	5.398	222	9.320

Periode Waktu (Per 1 Jam)	Volume lalu lintas (Kendaraan/jam)			Faktor konversi ekivalensi kendaraan ringan (Ekr/jam)			Volume lalu lintas (Ekr/jam)
	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	
16.00-17.00	15.766	5.748	198	3.942	5.748	257	9.947
17.00-18.00	15.934	5.465	172	3.984	5.465	224	9.672
18.00-19.00	11.666	4.968	138	2.917	4.968	179	8.064
19.00-20.00	9.672	3.860	121	2.418	3.860	157	6.435
20.00-21.00	7.384	2.720	93	1.846	2.720	121	4.687

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.4 data yang di survey baru mencakup 16 jam pemantauan. Sehingga untuk mencakup 24 jam pemantauan, harus mengetahui 8 jam berikutnya. Sedangkan volume lalu lintas yang tidak ada dari jam 00.00-05.00 pagi dan 21.00- 24.00 malam.

Untuk melengkapi data jalan yang disurvei, maka dilakukan perkiraan volume lalu lintas yang tidak disurvei dengan melihat faktor harian beban emisi transportasi Kota Surabaya.

Berdasarkan (Disertasi Assomadi, 2016) untuk mengetahui volume lalu lintas 8 jam berikutnya bisa dilihat nilai faktor harian beban emisi transportasi Kota Surabaya pada Tabel 4.5 sebagai berikut

Tabel 4.5 Faktor harian beban emisi transportasi Kota Surabaya

Waktu	Fh (Faktor Harian)
00.00-01.00	0,01
01.00-02.00	0,01
02.00-03.00	0,02
03.00-04.00	0,06
04.00-05.00	0,08
05.00-06.00	0,35
06.00-07.00	1,00
07.00-08.00	1,65
08.00-09.00	1,73
09.00-10.00	1,56
10.00-11.00	1,51
11.00-12.00	1,54
12.00-13.00	1,53
13.00-14.00	1,59
14.00-15.00	1,59
15.00-16.00	1,61
16.00-17.00	1,77
17.00-18.00	1,91

Waktu	Fh (Faktor Harian)
18.00-19.00	1,68
19.00-20.00	1,39
20.00-21.00	1,08
21.00-22.00	0,30
22.00-23.00	0,08
23.00-24.00	0,02

Sumber : Disertasi Assomadi, 2016.

Sehingga untuk melengkapi data jalan yang disurvei, maka dilakukan perkiraan volume lalu lintas pada jalan arteri Ahmad Yani yang tidak di survey. Maka volume lalu lintas pada jalan tersebut menggunakan volume lalu lintas rata-rata pada seluruh jalan arteri Ahmad Yani yang disurvei. Kemudian dibuat faktor harian dengan menggunakan pendekatan karakteristik jalan yang sama. Faktor harian merepresentasikan volume lalu lintas yang terjadi setiap 60 menit. Perhitungan pembuatan faktor harian menggunakan acuan rata-rata volume lalu lintas jam puncak dan ditetapkan dengan nilai faktor ekivalensi kendaraan ringan (EKR). Pada volume lalu lintas tertentu nilai faktor harian di tetapkan dari Tabel 4.5 diatas. Berikut hasil perhitungan perhitungan dari ekstrapolasi data dari jam 00.00-05.00 pagi dan 21.00- 24.00 malam pada Tabel 4.6 sebagai berikut

$$\text{Data jam dihitung (ekstrapolasi)} = \frac{\text{Fh jam dihitung}}{\text{Fh jam puncak}} \times \text{EKR jam puncak}$$

Dimana :

Fh jam dihitung :adalah Faktor harian beban emisi transportasi Kota Surabaya

Fh jam puncak : adalah Faktor harian jalan pada saat jam puncak
Ekr adalah Ekivalensi kendaraan ringan

Maka contoh perhitungan ekstrapolasi data pada jam 00.00 – 01.00 jalan Ahmad Yani pada tahun 2016 adalah :

Data jam dihitung (ekstrapolasi) = $\frac{0,01}{1,77} \times 9947 \text{ ekr/jam} = 56 \text{ Ekr/jam}$

Tabel 4.6 Rekapitulasi Data Ekstrapolasi

Waktu	Volume lalu lintas (Ekr/jam)
00.00-01.00	56
01.00-02.00	56
02.00-03.00	112
03.00-04.00	337
04.00-05.00	450
05.00-06.00	3.680
06.00-07.00	5.004
07.00-08.00	6.421
08.00-09.00	5.242
09.00-10.00	4.163
10.00-11.00	4.928
11.00-12.00	5.451
12.00-13.00	6.217
13.00-14.00	6.657
14.00-15.00	8.231
15.00-16.00	9.320
16.00-17.00	9.947
17.00-18.00	9.672
18.00-19.00	8.064
19.00-20.00	6.435

Waktu	Volume lalu lintas (Ekr/jam)
20.00-21.00	4.687
21.00-22.00	1.686
22.00-23.00	450
23.00-24.00	112

Sumber : Hasil Perhitungan.

4.2 Perhitungan Kapasitas Jalan Perkotaan (C)

Perhitungan kapasitas jalan dilakukan untuk mengetahui kapasitas yang mampu ditampung oleh jalan eksisting tiap jamnya. Metode perhitungan yang digunakan adalah metode yang tertera pada bagian persamaan 2.3.

Berikut contoh perhitungan dan hasil perhitungan kapasitas jalan perkotaan pada jalan Ahmad Yani pada tahun 2016 pada Tabel 4.7 sebagai berikut :

Rumus Kapasitas Jalan Perkotaan

$$C = C_o \times F_{CLJ} \times F_{CPA} \times F_{CHS} \times F_{CUK}$$

Dimana :

C adalah kapasitas (ekr/jam)

C_o adalah kapasitas dasar (ekr/jam)

F_{CLJ} adalah Faktor penyesuaian lebar jalan

F_{CPA} adalah Faktor penyesuaian pemisah arah

F_{CHS} adalah Faktor penyesuaian hambatan samping

F_{CUK} adalah Faktor penyesuaian ukuran kota

Maka kapasitas jalan Ahmad Yani adalah :

$$C = 9900 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 9.900 \text{ (ekr/jam)}$$

Tabel 4.7 Rekapitulasi Nilai Kapasitas Jalan Perkotaan (C)
**Nilai Kapasitas Arus Bebas Pada Ruas Jalan Ahmad Yani Sesuai
 Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)**

Parameter	Kondisi	Nilai
Co	Enam Lajur Terbagi (6/2 T)	9.900
FCLJ	3,50 m	1,00
FCPA		1,00
FCHS	Dengan Bahu Jalan (6/2 T) Tinggi	1,00
FCUK	1,0-3,0	1,00
Total		9.900

Sumber : Hasil Perhitungan.

4.3 Derajat Kejenuhan (DJ)

Derajat kejenuhan adalah perbandingan dari nilai volume arus lalu lintas terhadap kapasitas jalan. Ini merupakan gambaran apakah suatu arus jalan memiliki masalah atau tidak. Berdasarkan asumsi jika ruas jalan makin dekat dengan kapasitas jalan kemudian bergerak makin terbatas. Berdasarkan definisi Derajat kejenuhan di hitung menggunakan rumus :

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

Dimana :

DJ = Derajat kejenuhan

Q = Volume lalu lintas (ekr/jam)

C = Kapasitas Jalan (ekr/jam)

Berikut merupakan contoh perhitungan dan hasil perhitungan derajat kejenuhan jalan Ahmad Yani tahun 2016 pada jam 00.00 - 01.00 selama 24 jam dalam periode waktu 60 menit, dapat dilihat nilai Q pada Tabel 4.6 dan nilai C dapat dilihat pada Tabel 4.7, Sedangkan hasil perhitungan bisa dilihat pada Tabel 4.8 sebagai berikut :

$$DJ = \frac{Q}{C} = \frac{56 \text{ ekr/jam}}{9.900 \text{ ekr/jam}} = 0,0$$

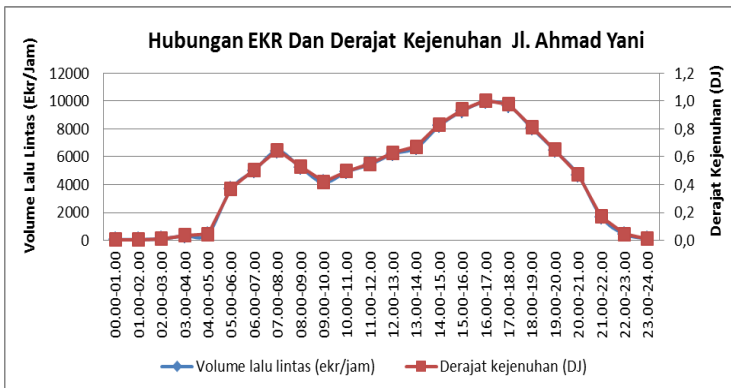
Tabel 4.8 Rekapitulasi Nilai Derajat Kejenuhan (DJ)

Periode Waktu (Per 1 Jam)	Volume Lalu-lintas (Ekr/jam)	Kapasitas (Ekr/jam)	Derajat Kejenuhan (DJ)
00.00-01.00	56	9.900	0,0
01.00-02.00	56	9.900	0,0
02.00-03.00	112	9.900	0,0
03.00-04.00	337	9.900	0,0
04.00-05.00	450	9.900	0,0
05.00-06.00	3.680	9.900	0,4
06.00-07.00	5.004	9.900	0,5
07.00-08.00	6.421	9.900	0,6
08.00-09.00	5.242	9.900	0,5
09.00-10.00	4.163	9.900	0,4
10.00-11.00	4.928	9.900	0,5
11.00-12.00	5.451	9.900	0,6
12.00-13.00	6.217	9.900	0,6
13.00-14.00	6.657	9.900	0,7
14.00-15.00	8.231	9.900	0,8
15.00-16.00	9.303	9.900	0,9
16.00-17.00	9.947	9.900	1,0
17.00-18.00	9.672	9.900	1,0
18.00-19.00	8.064	9.900	0,8

Periode Waktu (Per 1 Jam)	Volume Lalu-lintas (Ekr/jam)	Kapasitas (Ekr/jam)	Derajat Kejenuhan (DJ)
19.00-20.00	6.435	9.900	0,7
20.00-21.00	4.687	9.900	0,5
21.00-22.00	1.686	9.900	0,2
22.00-23.00	450	9.900	0,0
23.00-24.00	112	9.900	0,0

Sumber : Hasil Perhitungan

Grafik berikut ini adalah merupakan hasil dari analisis pada 24 jam selama periode waktu 60 menit, antara hubungan volume lalu lintas (Ekr/Jam) dengan derajat kejenuhan (DJ) dan periode waktu maka dapat di tergambar secara visual grafik pada Gambar 4.1 sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Volume Lalu Lintas (EKR), Derajat Kejenuhan (DJ) Dan Periode Waktu

Berdasarkan data yang dinyatakan pada Gambar 4.1. antara hubungan volume lalu lintas (EKR) dan derajat kejenuhan (DJ) pada jalan Ahamd Yani pada tahun 2016. Hal dapat disimpulkan bahwa semakin rendah volume lalu lintas (EKR) yang ada di jalan tersebut, maka semakin rendah juga derajat kejenuhan (DJ) nya dan sebaliknya semakin tinggi volume lalu lintas (EKR) yang ada di jalan tersebut, maka semakin tinggi juga derajat kejenuhan (DJ) jalan tersebut dan sering disebut juga dengan macet.

4.4 Kecepatan Arus Bebas (FV)

Perhitungan kecepatan arus bebas dilakukan untuk mengetahui kecepatan rata-rata ruang pada ekivalensi kendaraan

ringan (EKR) yang melawat jalan tersebut. Metode perhitungan yang digunakan adalah metode yang tertera pada bagian persamaan 2.5.

Berikut contoh perhitungan dan hasil perhitungan kapasitas jalan perkotaan pada jalan Ahmad Yani pada tahun 2016 pada Table 4.9 sebagai berikut :

Rumus Kapasitas Jalan Perkotaan

$$FV = (FVo + FVLJ) \times FVHS \times FVUK$$

Dimana :

FV adalah kapasitas arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam).

FVo adalah kapasitas arus bebas dasar kendaraan ringan yang diamati (ekr/jam).

FVLJ adalah Penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan (km/jam)

FVHS adalah Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu jalan.

FVUK adalah Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota.

Maka hasil dari contoh perhitungan kecepatan arus bebas Ahmad Yani pada tahun 2016 adalah :

$$FV = 57 \times 0 \times 1,02 \times 1 = 58,14 \text{ (Km/jam)}$$

Tabel 4.9 Rekapitulasi Nilai Kecepatan Arus Bebas (FV)

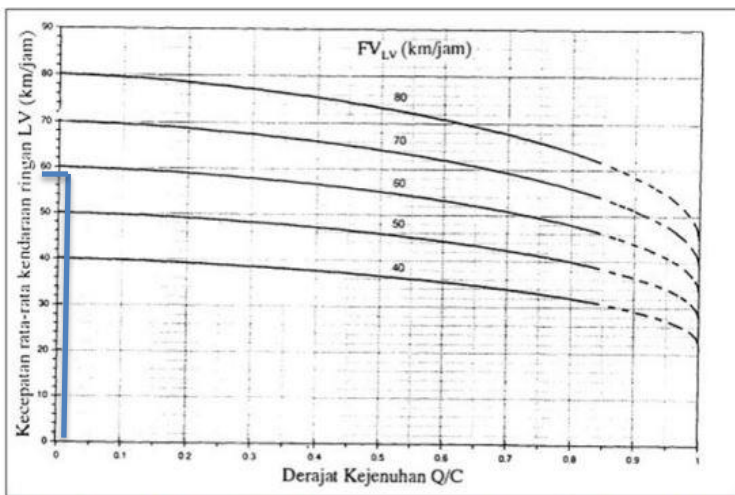
Nilai Kecepatan Arus Bebas Pada Ruas Jalan Ahmad Yani Sesuai Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)

Parameter	Kondisi	Nilai
Fvo	Enam Lajur Terbagi (6/2 T)	57
FVLJ	3,50 m	0
FFVHS	Dengan bahu (6/2 T) Sedang	1,02
FCUK	1,0-3,0	1,00
Total		58,14

Sumber : Hasil Perhitungan.

4.5 Kecepatan Rata-Rata

Pada Gambar 4.2 adalah salah satu contoh bagaimana untuk mencari nilai kecepatan rata-rata ekivalensi kendaraan ringan di jalan Ahmad Yani pada tahun 2016 dengan tipe jalan 6/2TT dari grafik antara derajat kejenuhan (DJ) dengan kecepatan arus bebas (FV), maka dapat nilai kecepatan rata-rata dari ekivalensi kendaraan ringan (EKR). Grafik pada jam 00.00-01.00 bisa dilihat pada Gambar 4.2 dan Tabel 4.11.



Gambar 4.2 Grafik Kecepatan Rata-Rata Jalan 6/2T, 4/2 T dan 4/2 TT

Dari Gambar 4.2 maka didapatkan kecepatan rata-rata sesungguhnya kendaraan ringan yang melewati jalan Ahmad Yani tahun 2016 pada jam 00.00-01.00 dengan mengetahui derajat kejenuhan (DJ) dengan nilai 0,0 dan kecepatan arus bebas (FV) 58,14 maka didapatkan kecepatan rata-rata ekivalensi kendaraan ringan sebesar 58 (km/jam).

Tabel 4.10 Rekapitulasi Nilai Kecepatan Rata-Rata (FVLv)

Periode Waktu (Per 1 Jam)	Derajat Kejenuhan (DJ)	Kecepatan arus bebas (km/jam)	Kecepatan Rata-Rata (EKR) (km/jam)
00.00-01.00	0,0	58,14	58
01.00-02.00	0,0	58,14	58
02.00-03.00	0,0	58,14	58
03.00-04.00	0,0	58,14	58
04.00-05.00	0,0	58,14	58
05.00-06.00	0,4	58,14	55
06.00-07.00	0,5	58,14	54
07.00-08.00	0,6	58,14	53
08.00-09.00	0,5	58,14	53
09.00-10.00	0,4	58,14	55
10.00-11.00	0,5	58,14	54
11.00-12.00	0,6	58,14	53
12.00-13.00	0,6	58,14	53
13.00-14.00	0,7	58,14	52
14.00-15.00	0,8	58,14	50

Periode Waktu (Per 1 Jam)	Derajat Kejenuhan (DJ)	Kecepatan arus bebas (km/jam)	Kecepatan Rata-Rata (EKR) (km/jam)
15.00-16.00	0,9	58,14	48
16.00-17.00	1,0	58,14	38
17.00-18.00	1,0	58,14	38
18.00-19.00	0,8	58,14	50
19.00-20.00	0,7	58,14	52
20.00-21.00	0,5	58,14	54
21.00-22.00	0,2	58,14	57
22.00-23.00	0,0	58,14	58
23.00-24.00	0,0	58,14	58

Sumber : Hasil Perhitungan.

4.6 Faktor Beban Emisi Sumber Transportasi Dengan Perubahan Kecepatan Rata-Rata

Berdasarkan Mathew, (2014) dalam Disertasi Assomadi, (2016) hasil pendekatan faktor koreksi emisi berdasarkan kecepatan rata-rata kendaraan yang bisa dilihat pada Tabel 4.11 sebagai berikut :

Tabel 4.11 Nilai Faktor Koreksi Emisi berdasarkan kecepatan rata- rata kendaraan

Rata-rata Kecepatan	Faktor Koreksi Emisi	Rata-rata Kecepatan	Faktor Koreksi Emisi
110	1,5	50	1,1
100	1,4	40	1,25
90	1,25	30	1,4
80	1	20	1,75
70	1	10	2,5
60	1	5	3,6

Sumber : Mathew, (2014) dalam Disertasi Assomadi, (2016).

Faktor koreksi emisi bertujuan untuk nantinya akan mengetahui seberapa konsumsi bahan bakar bensin maupun solar pada setiap ekivalensi kendaraan ringan (EKR), hasil analisa faktor koreksi emisi pada jalan ruas jalan Ahmad Yani pada 24 jam tahun 2016 bisa dilihat pada Tabel 4.12 sebagai berikut :

Tabel 4.12 Rekapitulasi Nilai Faktor Koreksi Emisi

Periode Waktu (Per 1 Jam)	Kecepatan Rata-Rata (EKR) (km/jam)	Faktor Koreksi Emisi
00.00-01.00	58	1,1
01.00-02.00	58	1,1
02.00-03.00	58	1,1
03.00-04.00	58	1,1
04.00-05.00	58	1,1
05.00-06.00	55	1,1

Periode Waktu (Per 1 Jam)	Kecepatan Rata-Rata (EKR) (km/jam)	Faktor Koreksi Emisi
06.00-07.00	54	1,1
07.00-08.00	53	1,1
08.00-09.00	53	1,1
09.00-10.00	55	1,1
10.00-11.00	54	1,1
11.00-12.00	53	1,1
12.00-13.00	53	1,1
13.00-14.00	52	1,1
14.00-15.00	50	1,1
15.00-16.00	48	1,25
16.00-17.00	38	1,4
17.00-18.00	38	1,4
18.00-19.00	50	1,1
19.00-20.00	52	1,1
20.00-21.00	54	1,1
21.00-22.00	57	1,1
22.00-23.00	58	1,1
23.00-24.00	58	1,1

Sumber : Hasil Perhitungan.

4.7 Tipe Jalan Dan Panjang Jalan

Menurut Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 07 Tahun 2003 tentang perubahan atas peraturan daerah Kotamadya daerah tingkat II Surabaya Nomer 14 Tahun 1999 tentang Retribusi Penggantian Biaya Cetak Peta. Data tipe jalan dan panjang jalan diperlukan dalam perhitungan karena data tersebut akan mempengaruhi data-data lainnya seperti perhitung kapasitas jalan, derajat kejenuhan dan beban emisi CO₂.

Rekapitulasi terkait data tipe dari masing-masing jalan pertahun di survey oleh dinas perhubungan Kota Surabaya, data tahun 2016 dan 2017, dilihat pada Tabel 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, dan 4.18 sebagai berikut :

Tabel 4.13 Tipe Jalan 2/2 TT

No.	Nama Jalan	Klasifikasi Jalan	Tipe Jalan
1.	Jl. Mastrip	Kolektor Primer	2/2 TT
2.	Jl. Lakarsantri	Lokal	

Sumber : Hasil Analisis.

Tabel 4.14 Tipe Jalan 3/1 TT

No.	Nama Jalan	Klasifikasi Jalan	Tipe Jalan
1.	Jl. Perak Barat	Arteri Primer	3/1 TT
2.	Jl. Perak Timur	Arteri Primer	

Sumber : Hasil Analisis.

Tabel 4.15 Tipe Jalan 4/2 T

No.	Nama Jalan	Klasifikasi Jalan	Tipe Jalan
1.	I. Tandes	Kolektor Sekunder	4/2 T
2.	I. Kedung Cowek	Kolektor Sekunder	
3.	I. Basuki Rahmat	Arteri Sekunder	

Sumber : Hasil Analisis.

Tabel 4.16 Tipe Jalan 4/2 TT

No.	Nama Jalan	Klasifikasi Jalan	Tipe Jalan
1.	Jl. Gubeng Pojok	Kolektor Sekunder	4/2 TT
2.	Jl. Pemuda	Kolektor Sekunder	
3.	Jl. IndraPura	Arteri Sekunder	

Sumber : Hasil Analisis.

Tabel 4.17 Tipe Jalan 6/2 T

No.	Nama Jalan	Klasifikasi Jalan	Tipe Jalan
1.	Jl. Ahmad Yani	Arteri Primer	6/2 T
2.	Jl. Wonokromo	Arteri Primer	
3.	Jl. Tambak Oso Wilangun	Arteri Primer	
4.	Jl. Dipenegoro	Arteri Primer	
5.	Jl. Arjuno	Arteri Primer	
6.	Jl. Mayjend Sungkono	Arteri Sekunder	
7.	Jl. Prof. Dr. Moestopo	Arteri Sekunder	
8.	Jl. Kertajaya Indah	Arteri Sekunder	
9.	Jl. Bubutan	Arteri Sekunder	
10.	Jl. Urip Sumoharjo	Arteri Sekunder	
11.	Jl. Dupak	Arteri Sekunder	
12.	Jl. Panglima Sudirman	Arteri Sekunder	
13.	Jl. Raya Rungkut	Kolektor Sekunder	
14.	Jl. Kedungdoro	Kolektor Sekunder	

(Sumber : Hasil Analisis)

Tabel 4.18 Tipe Jalan 6/2 TT

No.	Nama Jalan	Klasifikasi Jalan	Tipe Jalan
1.	Jl. Gemblongan	Arteri Sekunder	6/2 TT
2.	Jl. Embong Malang	Arteri Sekunder	

(Sumber : Hasil Analisis)

Sedangkan Rekapitulasi terkait data tipe dari masing-masing jalan pertahun di survey oleh dinas perhubungan Kota Surabaya, data tahun 2018, dilihat pada Tabel 4.19, 4.20, 4.21, 4.22, 4.23, dan 4.24 sebagai berikut :

Tabel 4.19 Tipe Jalan 2/2 TT

No.	Nama Jalan	Klasifikasi Jalan	Tipe Jalan
1.	Jl. Joyoboyo	kolektor Primer	
2.	Jl. Haramuruk	Kolektor Sekunder	
3.	Jl. Indragiri	Kolektor Sekunder	
4.	Jl. Dinoyo	Kolektor Sekunder	2/2 TT
5.	Jl. Keputran	Kolektor Sekunder	
6.	Jl. Kapuas	Kolektor Sekunder	
7.	Jl. Bengawan	Kolektor Sekunder	

Sumber : Hasil Analisis.

Tabel 4.20 Tipe Jalan 3/1 T

No.	Nama Jalan	Klasifikasi Jalan	Tipe Jalan
1.	Jl. Perak Barat	Arteri Primer	
2.	Jl. Perak Timur	Arteri Primer	3/1 TT

Sumber : Hasil Analisis.

Tabel 4.21 Tipe Jalan 4/2 T

No.	Nama Jalan	Klasifikasi Jalan	Tipe Jalan
1.	Jl. Stasiun Wonokromo	Arteri Primer	
2.	Jl. Darmawangsa	Kolektor Sekunder	4/2 T
3.	Jl. Raya ITS	Kolektor Sekunder	

No.	Nama Jalan	Klasifikasi Jalan	Tipe Jalan
4.	Jl. Kejawan Putih Tambak	Lokal	
5.	Jl. Laguna Putih Tambak	Lokal	

Sumber : Hasil Analisis.

Tabel 4.22 Tipe Jalan 4/2 TT

No.	Nama Jalan	Klasifikasi Jalan	Tipe Jalan
1.	Jl. Ngagel	Arteri Primer	
2.	Jl. Sumatra	Arteri Primer	
3.	Jl. Jagir Wonokromo	Arteri Sekunder	
4.	Jl. Basuki Rahmat	Arteri Sekunder	
5.	Jl. Blauran	Arteri Sekunder	
6.	Jl. Indrapura	Arteri Sekunder	
7.	Jl. Rajawali	Arteri Sekunder	
8.	Jl. Jakarta	Arteri Sekunder	
9.	Jl. Kembang Jempung	Arteri Sekunder	4/2 TT
10.	Jl. Jembatan Merah	Arteri Sekunder	
11.	Jl. Tugu Pahlawan	Arteri Sekunder	
12.	Jl. Tunjungan	Arteri Sekunder	
13.	Jl. Citra Raya Unesa	Arteri Sekunder	
14.	Jl. Kayun	Kolektor Sekunder	
15.	Jl. Pemuda	Kolektor Sekunder	
16.	Jl. Gubeng Pojok	Kolektor Sekunder	

Sumber : Hasil Analisis.

Tabel 4.23 Tipe Jalan 6/2 T

No.	Nama Jalan	Klasifikasi Jalan	Tipe Jalan
1.	Jl. Diponegoro	Arteri Primer	6/2 T
2.	Jl. Kusuma Bangsa	Arteri Primer	
3.	Jl. Urip Sumoharjo	Arteri Sekunder	
4.	Jl. Raya Darmo	Arteri Sekunder	
5.	Jl. Bubutan	Arteri Sekunder	
6.	Jl. Panglima Sudirman	Arteri Sekunder	
7.	Jl. Hr. Muhammad	Arteri Sekunder	
8.	Jl. Mayjend Sungkono	Arteri Sekunder	
9.	Jl. Adityawarman	Arteri Sekunder	
10.	Jl. Dr. Moestopo	Arteri Sekunder	
11.	Jl. Kertajaya Indah	Arteri Sekunder	
12.	Jl. Mayjend Yono Suwoyo	Arteri Sekunder	
13.	Jl. Dr. Soetomo	Kolektor Sekunder	
14.	Jl. Prof. Polisi Istimewa	Kolektor Sekunder	
15.	Jl. Kedung Doro	Kolektor Sekunder	
16.	Jl. Darmahusada	Kolektor Sekunder	
17.	Jl. Ir. Soekarno	Kolektor Sekunder	
18.	Jl. Gentang Kali	Kolektor Sekunder	

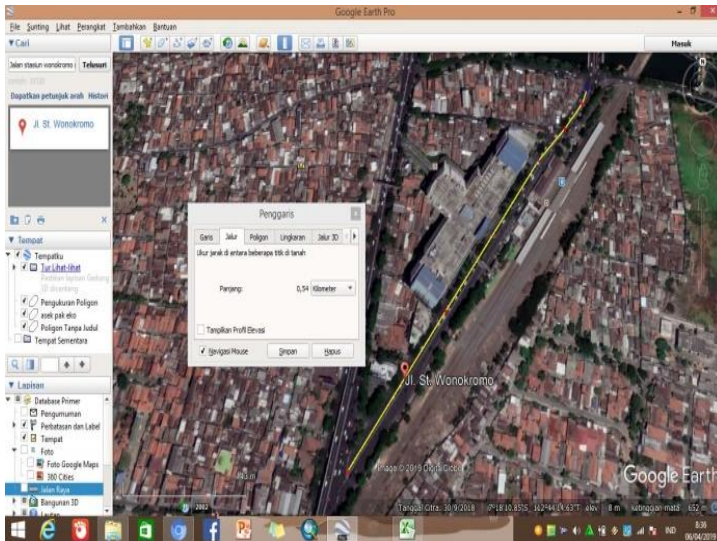
Sumber : Hasil Analisis.

Tabel 4.24 Tipe Jalan 6/2 TT

No.	Nama Jalan	Klasifikasi Jalan	Tipe Jalan
1.	Jl. Gembongan	Arteri Sekunder	6/2 TT
2.	Jl. Gubernur Suryo	Arteri Sekunder	
3.	Jl. Embong Malang	Arteri Sekunder	

Sumber : Hasil Analisis.

Sedangkan rekapitulasi data panjang jalan memakai cara pendekatan dengan cara hasil pengukuran dari Google Earth dari masing-masing 26 ruas jalan tahun 2016, 2017 dan 51 ruas jalan tahun 2018 yang di survey oleh dinas perhubungan Kota Surabaya, cara mengetahui panjang jalan dari Google Maps bisa melalui pendekatan seperti pada Gambar 4.3 serta data panjang jalan bisa dilihat pada Tabel 4.25 dan 4.26 sebagai berikut :



Gambar 4.3 Hasil Pendekatan Panjang Jalan Google Earth 2013
 Sumber : Google Earth

Tabel 4.25 Rekapitulasi Panjang 26 Jalan Tahun 2016 & 2017

No.	Nama Jalan	Panjang Jalan (km)
1.	Jl. Ahmad Yani	4,24
2.	Jl. Wonokromo	1,13
3.	Jl. Raya Mastrip	3,67
4.	Jl. Lakarsantri	0,95
5.	Jl. Mayjend Sungkono	2,33
6.	Jl, Tambak Oso Wilangun	3,95
7.	Jl. Raya Rungkut	0,95
8.	Jl. Tandes	0,78
9.	Jl. Dr. Moestopo	1,47
10.	Jl. Kertajaya Indah	2,05
11.	Jl.Gubeng Pojok	0,37
12.	Jl.Gemblongan	0,35
13.	Jl.Bubutan	1,02
14.	Jl.Urip Sumoharjo	4,71

No.	Nama Jalan	Panjang Jalan (km)
15.	Jl.Dipenegoro	2,76
16.	Jl. Embong Malang	0,78
17.	Jl. Arjuno	1,48
18.	Jl. Kedungdoro	1,21
19.	Jl. Dupak	0,70
20.	Jl.Perak Barat	3,92
21.	Jl.Perak Timur	3,92
22.	Jl. Pemuda	0,61
23.	Jl.Panglima Sudirman	0,60
24.	Jl.Indrapura	1,23
25.	Jl.Basuki Rahmat	1,20
26.	Jl.Kedungcowek	3,13

Sumber : Hasil Pengukuran Google Maps.

Tabel 4.26 Rekapitulasi Panjang 51 Ruas Jalan Tahun 2018

No.	Nama Jalan	Panjang Jalan (Km)	No.	Nama Jalan	Pajang Jalan (Km)
1.	Jl. Stasiun Wonokromo	0,54	27.	Jl. Gubernur Suryo	0,61
2.	Jl. Jagir Wonokromo	2,47	28.	Jl. Jendral Sudirman	0,60
3.	Jl. Ngangel	1,44	29.	Jl. Citra Raya Unesa	1,49
4.	Jl. Darmo	1,30	30.	Jl. Mayjend Yono Soewoyo	1,11
5.	Jl. Diponegoro	2,72	31.	Jl. Mayjend HR Muhammad	1,35
6.	Jl. Begawan	0,36	32.	Jl. Mayjend Sungkono	2,33
7.	Jl. Kapuas	0,36	33.	Jl. Adityawarman	0,72
8.	Jl. Dr. Soetomo	0,85	34.	Jl. Hayam Wuruk	1,49
9.	Jl. Polisi Istimewa	0,38	35.	Jl. Joyoboyo	0,68
10.	Jl. Urip Sumoharjo	0,46	36.	Jl. Indragiri	0,83
11.	Jl. Basuki Rahmat	1,20	37.	Jl. Dinoyo	0,94
12.	Jl. Embong Malang	0,78	38.	Jl. Keputran	0,37
13.	Jl. Kedung Doro	1,21	39.	Jl. Kayun	0,92
14.	Jl. Blauran	0,23	40.	Jl. Pemuda	0,61
15.	Jl. Bubutan	1,02	41.	Jl. Gubeng Pojok	0,37
16.	Jl. Indra Pura	1,23	42.	Jl. Kusuma Bangsa	1,01
17.	Jl. Rajawali	1,18	43.	Jl. Sumatra	1,41
18.	Jl. Perak Barat	3,92	44.	Jl. Prof Dr. Mustopo	1,47
19.	Jl. Perak Timur	3,92	45.	Jl. Dharmawangsa	1,36

No.	Nama Jalan	Panjang Jalan (Km)	No.	Nama Jalan	Pajang Jalan (Km)
20.	Jl. Jakarta	0,46	46.	Jl. Dharmahusada	1,27
21.	Jl. Kembang Jepung	0,75	47.	Jl. Dr. Ir H. Soekarno	10,08
22.	Jl. Jembatan Merah	0,50	48.	Jl. Kertajaya Indah	2,05
23.	Jl. Pahlawan	0,22	49.	Jl. Raya ITS	1,11
24.	Jl. Gemblongan	0,35	50.	Jl. Kejawan Putih Tambak	0,69
25.	Jl. Genteng Kali	0,61	51.	Jl.Laguna Kejawan Putih Tambak	0,55
26.	Jl. Tunjungan	0,82			

Sumber : Hasil Analisis.

4.8 Waktu Tempuh (W_T)

Waktu total yang diperlukan oleh suatu kendaraan unruk melalui suatu segmen jalan tertentu, termasuk seluruh waktu tunda dan waktu berhenti (jam, menit atau detik), Waktu tempuh dihitung menggunakan rumus :

$$W_T = \frac{L}{V_T} \dots\dots\dots (Pers 2.6)$$

Dimana :

W_T = Waktu Tempuh Rata-Rata Kendaraan Ringan (Menit)

L = Panjang Jalan (km)

V_T = Kecepatan tempuh kendaraan ringan (km/jam)

Berikut merupakan contoh perhitungan dan hasil perhitungan waktu tempuh jalan Ahmad Yani tahun 2016 pada jam 00.00-01.00 wib dalam periode waktu 1 jam, dapat dilihat pada Tabel 4.27 sebagai berikut :

$$W_T = \frac{4,24}{58} = 4,38 \text{ menit}$$

Tabel 4.27 Rekapitulasi Nilai Waktu Tempuh (W_T)

Periode Waktu	Kecepatan Rata-Rata (EKR) (km/jam)	Panjang jalan (Km)	Waktu Tempuh (menit)
00.00-01.00	58	4,24	4,39
01.00-02.00	58	4,24	4,39
02.00-03.00	58	4,24	4,39
03.00-04.00	58	4,24	4,39
04.00-05.00	58	4,24	4,39
05.00-06.00	55	4,24	4,63
06.00-07.00	54	4,24	4,71
07.00-08.00	53	4,24	4,80
08.00-09.00	53	4,24	4,80
09.00-10.00	55	4,24	4,63
10.00-11.00	54	4,24	4,71
11.00-12.00	53	4,24	4,80

Periode Waktu	Kecepatan Rata-Rata (EKR) (km/jam)	Panjang jalan (Km)	Waktu Tempuh (menit)
12.00-13.00	53	4,24	4,80
13.00-14.00	52	4,24	4,89
14.00-15.00	50	4,24	5,09
15.00-16.00	48	4,24	5,30
16.00-17.00	38	4,24	6,69
17.00-18.00	38	4,24	6,69
18.00-19.00	50	4,24	5,09
19.00-20.00	52	4,24	4,89
20.00-21.00	54	4,24	4,71
21.00-22.00	57	4,24	4,46
22.00-23.00	58	4,24	4,39
23.00-24.00	58	4,24	4,39

Sumber : Hasil Perhitungan.

4.9 Faktor Emisi (Fei) & Konsumsi Bahan Bakar EKR (Ki)

Proses perhitungan untuk mendapatkan beban emisi salah satunya mengetahui nilai faktor emisi (Fei) dan konsumsi energi spesifik (Ki). Nilai (Fei) dapat dilihat pada Tabel 4.28 sebagai berikut :

Tabel 4.28 Nilai Faktor Emisi (Fei)

Faktor emisi (g CO ₂ /l)	Faktor emisi (g CO ₂ /l)
Bahan Bakar (Bensin)	Bahan Bakar (Solar)
2597,86	2924,90

Sumber : Hasil Analisis.

Sedangkan Nilai Konsumsi energi spesifik (Ki) akan di rata-rata berdasarkan ekivalensi kendaraan ringan (EKR). Nilai konsumsi energi spesifik (Ki) berdasarkan EKR dapat dilihat pada Tabel 4.29 sebagai berikut:

Tabel 4.29 Nilai Konsumsi Energi Spesifik (Ki)

No.	Jenis Kendaraan	Bahan Bakar		Konsumsi Energi Spesifik (l/km)	
1.	Mobil Pribadi	Bensin	Solar	11,79	11,36
2.	Taksi	Bensin	Solar	10,88	11,83
3.	Bus Mini	Bensin	Solar	11,35	6,25
Rata-Rata Bahan Bakar Bensin dan Solar				11,34	9,81

Sumber : Hasil Analisis.

Berikut hasil rekapitulasi antara nilai faktor emisi (Fei) dan nilai konsumsi bahan bakar kendaraan ringan (Ki). Nilai (Fei) dan (Ki) bisa dilihat pada Tabel 4.30 sebagai berikut :

Tabel 4.30 Rekapitulasi Nilai (Fei) dan (Ki)

Faktor Emisi (gCO₂/liter)	Faktor Emisi (gCO₂/liter)	Konsumsi Energi Spesifik (liter/100km)	Faktor Koreksi Emisi	Konsumsi bahan bakar (liter/ekr.km)	Konsumsi Energi Spesifik (liter/100km)	Faktor Koreksi Emisi	Konsumsi bahan bakar (liter/ekr.km)
Bensin	Solar	Bensin	Bensin	Bensin	Solar	Solar	Solar
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943

Faktor Emisi (gCO₂/liter)	Faktor Emisi (gCO₂/liter)	Konsumsi Energi Spesifik (liter/100km)	Faktor Koreksi Emisi	Konsumsi bahan bakar (liter/ekr.km)	Konsumsi Energi Spesifik (liter/100km)	Faktor Koreksi Emisi	Konsumsi bahan bakar (liter/ekr.km)
Bensin	Solar	Bensin	Bensin	Bensin	Solar	Solar	Solar
2.597,86	2.924,90	11,34	1,25	0,14175	9,813	1,25	0,1226625
2.597,86	2.924,90	11,34	1,4	0,15876	9,813	1,4	0,137382
2.597,86	2.924,90	11,34	1,4	0,15876	9,813	1,4	0,137382
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943

Sumber : Hasil Perhitungan.

4.10 Perhitungan Beban Emisi CO₂

Emisi CO₂ dari kendaraan bermotor akan di hitung dalam satuan ekivalensi kendaraan ringan (EKR). Serta untuk mengetahui konsumsi bahan bakar (BBM) yang di hasilkan oleh ekivalensi kendaraan ringan (EKR) yang berupa bensin maupun solar, maka nantinya nilai dari konsumsi energi spesifik akan di kali kan dengan faktor koreksi emisi bertujuan untuk mengetahui konsumsi dari ekivalensi kendaraan ringan (EKR).

Metode perhitungan beban emisi CO₂ dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q = Ni \times Fei \times Ki \times \text{Panjang jalan}$$

Dimana :

Ni = Volume lalu lintas (ekr/jam)

Fei = Faktor emisi kendaraan bermotor (g co₂/liter)

Ki = Konsumsi bahan bakar kendaraan ringan (l/km.ekr)

L = Panjang jalan (km)

Contoh perhitungan emisi kendaraan berbahan bakar (**bensin**) pada jalan ruas jalan Ahmad Yani pada jam 00.00-01.00 tahun 2016

Diketahui :

Ni = 56 (ekr/jam)

Fei = 2.597,86 (g co₂/liter)

Ki = 0,12474 (l/km.ekr)

L = 4,24 (km)

Maka emisi pada ruas jalan Ahmad Yani tahun 2016 dengan berbahan bakar (**Bensin**) adalah sebagai berikut :

$$Q = 56 \text{ (ekr/jam)} \times 2.597,86 \text{ (g CO}_2\text{/liter)} \times 0,12474 \text{ (l/km.ekr)} \times 4,24 \text{ (km)} = 77.215,03 \text{ (g CO}_2\text{/jam)}$$

Contoh perhitungan emisi kendaraan berbahan bakar (**solar**) pada jalan ruas jalan Ahmad Yani pada jam 00.00-01.00 tahun 2016

Diketahui :

Ni = 56 (ekr/jam)

Fei = 2.924,90 (g CO₂/liter)

Ki = 0,107943 (l/km.ekr)

L = 4,24 (km)

Maka emisi pada ruas jalan Ahmad Yani tahun 2016 dengan berbahan bakar (**Solar**) adalah sebagai berikut :

$$Q = 56 \text{ (ekr/jam)} \times 2.924,90 \text{ (g CO}_2\text{/liter)} \times 0,107943 \text{ (l/km.ekr)} \times 4,24 \text{ (km)} = 75.229,10 \text{ (g CO}_2\text{/jam)}$$

Maka total emisi (perjam) berbahan bakar bensin maupun solar pada ruas jalan Ahmad Yani tahun 2016 jam 01.00-02.00 malam adalah sebagai berikut :

$$Q = 77.215,03 \text{ (g CO}_2\text{/jam)} + 75.229,10 \text{ (gCO}_2\text{/jam)} = 152.444,12 \text{ (g CO}_2\text{/jam)}$$

Maka total rata-rata emisi (perhari) berbahan bakar (**bensin**) maupun (**solar**) pada ruas jalan Ahmad Yani tahun 2016 selama 24 jam adalah sebagai berikut :

$$Q = 30.919.229,29 \text{ (g CO}_2\text{/hari)}$$

Maka total rata-rata emisi (pertahun) berbahan bakar bensin maupun solar pada ruas jalan Ahmad Yani tahun 2016 selama 24 jam adalah sebagai berikut :

$$Q = 30.919.229,29 \text{ (g CO}_2\text{/jam)} \times 365 \text{ hari} = 112.854.798.689,10 \text{ (g CO}_2\text{/tahun)}$$

$$Q = 112.854.798.689,10 \text{ (g CO}_2\text{/tahun)} / 1000000 = 112854,80 \text{ (Ton CO}_2\text{/tahun)}$$

Berikut contoh hasil perhitungan pada jalan ruas jalan Ahmad Yani tahun 2016 pada 24 jam pada Tabel 4.31 dan untuk data volume lalu lintas (EKR), derajat kejenuhan (DJ) dan beban

emisi pada tahun 2016, 2017 dan 2018 bisa di lihat di lampiran yang dimana lampiran tersebut adalah hasil rekapitulasi perhitungan 102 data yang meliputi berbagai ruas jalan di Kota Surabaya yang meliputi volume kendaraan (EKR), derajat kejenuhan (DJ), dan beban emisi CO₂ pada keseluruhan tahun 2016, 2017 dan 2018 . Pada tahun 2016 lampiran berupa Tabel yang dimana ada 5 Tabel yang di cantumkan di lampiran tersebut meliputi ruas jalan wonokromo, raya rungkut, mastrip, lakarsantri dan mayjend sungkono sedangkan sisa dari hasil rekapitulasi perhitungan di jalan selanjutnya maupun di tahun berikutnya tersebut dalam bentuk Grafik tercantum di lampiran, yang dimana grafik tersebut sudah menggambarkan keseluruhan dari hasil rekapitulasi perhitungan antara EKR, DJ dan Beban emisi CO₂.

Tabel 4.31 Rekapitulasi Beban Emisi CO₂ Jalan Ahmad Yani Tahun 2016

Periode Waktu Puncak (Per 1 Jam)	Volume Lalu lintas (Ekr/jam)	panjang jalan (km)	Faktor Emisi	Faktor Emisi	Konsumsi Energi Spesifik	Faktor Koreksi Emisi	Konsumsi bahan bakar	Konsumsi Energi Spesifik	Faktor Koreksi Emisi	Konsumsi bahan bakar
			(gCO ₂ /liter)	(gCO ₂ /liter)	(liter/100km)		(liter/ekr.km)	(liter/100km)		(liter/ekr.km)
			Bensin	Solar	Bensin	Bensin	Bensin	Solar	Solar	Solar
00.00-01.00	56	4,24	2597,86	2924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
01.00-02.00	56	4,24	2597,86	2924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
02.00-03.00	112	4,24	2597,86	2924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
03.00-04.00	337	4,24	2597,86	2924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
04.00-05.00	450	4,24	2597,86	2924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
05.00-06.00	3.680	4,24	2597,86	2924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
06.00-07.00	5.004	4,24	2597,86	2924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
07.00-08.00	6.421	4,24	2597,86	2924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943

Periode Waktu Puncak (Per 1 Jam)	Volume Lalu lintas (Ekr/jam)	panjang jalan (km)	Faktor Emisi (gCO ₂ /liter)	Faktor Emisi (gCO ₂ /liter)	Konsumsi Energi Spesifik (liter/100km)	Faktor Koreksi Emisi	Konsumsi bahan bakar (liter/ekr.km)	Konsumsi Energi Spesifik (liter/100km)	Faktor Koreksi Emisi	Konsumsi bahan bakar (liter/ekr.km)
			Bensin	Solar	Bensin	Bensin	Bensin	Solar	Solar	Solar
08.00-09.00	5.242	4,24	2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
09.00-10.00	4.163	4,24	2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
10.00-11.00	4.928	4,24	2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
11.00-12.00	5.451	4,24	2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
12.00-13.00	6.217	4,24	2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
13.00-14.00	6.657	4,24	2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
14.00-15.00	8.231	4,24	2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
15.00-16.00	9.303	4,24	2.597,86	2.924,90	11,34	1,25	0,14175	9,813	1,25	0,1226625
16.00-17.00	9.947	4,24	2.597,86	2.924,90	11,34	1,4	0,15876	9,813	1,4	0,137382

Periode Waktu Puncak (Per 1 Jam)	Volume Lalu lintas (Ekr/jam)	panjang jalan (km)	Faktor Emisi (gCO ₂ /liter)	Faktor Emisi (gCO ₂ /liter)	Konsumsi Energi Spesifik (liter/100km)	Faktor Koreksi Emisi	Konsumsi bahan bakar (liter/ekr.km)	Konsumsi Energi Spesifik (liter/100km)	Faktor Koreksi Emisi	Konsumsi bahan bakar (liter/ekr.km)
			Bensin	Solar	Bensin	Bensin	Bensin	Solar	Solar	Solar
17.00-18.00	9.672	4,24	2.597,86	2.924,90	11,34	1,4	0,15876	9,813	1,4	0,137382
18.00-19.00	8.064	4,24	2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
19.00-20.00	6.435	4,24	2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
20.00-21.00	4.687	4,24	2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
21.00-22.00	1.686	4,24	2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
22.00-23.00	450	4,24	2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943
23.00-24.00	112	4,24	2.597,86	2.924,90	11,34	1,1	0,12474	9,813	1,1	0,107943

Sumber : Hasil Perhitungan.

Emisi CO₂ Rata-rata (gCO₂/jam)		Total Emisi CO₂ Rata-rata (g CO₂/jam)
Bensin	Solar	
77.215,03	75.229,10	152.444,12
77.215,03	75.229,10	152.444,12
154.430,05	150.458,19	304.888,25
463.290,16	451.374,58	914.664,74
617.720,21	601.832,78	1.219.552,99
5.055.640,06	492.5611,68	9.981.251,74
6.875.230,80	6.698.403,51	13.573.634,31
8.822.947,22	8.596.025,70	17.418.972,92
7.202.792,86	7.017.540,85	14.220.333,71
5.720.450,89	5.573.323,93	11.293.774,82
6.770.531,86	6.596.397,37	13.366.929,22
7.489.959,26	7.297.321,48	14.787.280,74
8.542.444,73	8.322.737,58	16.865.182,31
9.146.662,08	8.911.414,78	18.058.076,85
11.309.066,30	11.018.203,11	22.327.269,40
14.525.308,13	14.151.724,90	28.677.033,03
17.394.439,60	16.947.063,84	34.341.503,44

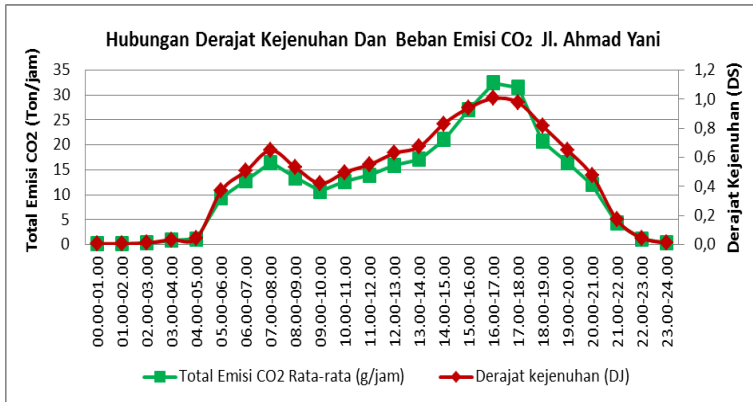
Emisi CO₂ Rata-rata (gCO₂/jam)		Total Emisi CO₂ Rata-rata (g CO₂/jam)
Bensin	Solar	
16.913.888,68	16.478.872,43	33.392.761,11
11.079.814,08	10.794.847,13	21.874.661,21
8.842.114,55	8.614.700,05	17.456.814,60
6.439.809,59	6.274.181,11	12.713.990,70
2.316.450,79	2.256.872,91	4.573.323,70
617.720,21	601.832,78	1.219.552,99
154.430,05	150.458,19	304.888,25

Sumber : Hasil Perhitungan.

	Total Emisi CO₂ Rata-rata (g CO₂/jam)
Total emisi CO₂ rata-rata (g/hari)	309.191.229,29
Total emisi CO₂ rata-rata (g/tahun)	11.285.4798.689,10
Total emisi CO₂ rata-rata (ton/tahun)	112.854,80

Sumber : Hasil Perhitungan.

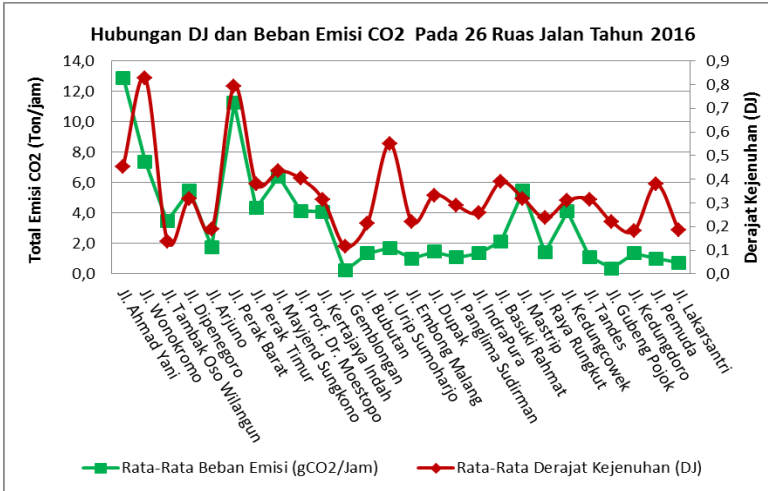
4.10.1 Grafik Hubungan Antara Derajat Kejenuhan Dan Beban Emisi CO₂



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Derajat Kejenuhan dan Beban Emisi CO₂ Jl. Ahmad Yani.

Berdasarkan data yang dinyatakan pada Gambar 4.4. antara hubungan derajat kejenuhan (DJ) dan beban emisi CO₂ pada jalan Ahmad Yani pada tahun 2016. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi derajat kejenuhan, maka semakin tinggi juga beban emisi CO₂ yang dihasilkan dari ekivalensi kendaraan ringan (EKR) di jalan tersebut atau hampir mendekati derajat kejenuhan nya. Tetapi ada beberapa jam dari Gambar 4.4 menyatakan bahwa semakin rendah derajat kejenuhan nya, maka beban emisi beban emisi CO₂ yang dihasilkan semakin tinggi atau melebihi derajat kejenuhan antara lain jam 16.00-17.00, 17.00-18.00 wib. Hal ini disebabkan karena adanya faktor koreksi emisi yang tinggi pada jam tersebut di dibandingkan dengan jam yang lainnya, dimana kecepatan kendaraan rata-rata EKR nya yang rendah maka faktor koreksi emisinya tinggi.

4.10.2 Grafik Hubungan Antara Derajat Kejenuhan Dan Beban Emisi CO₂ Tahun 2016, 2017 dan 2018



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara Derajat Kejenuhan dan Beban Emisi CO₂ Pada Tahun 2016.

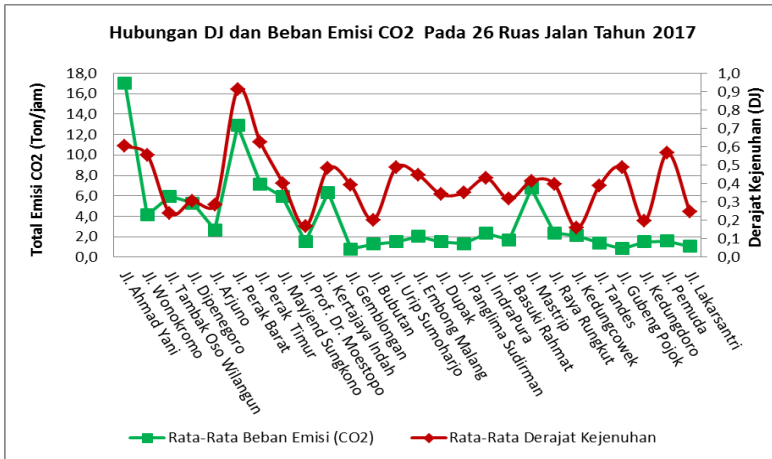
Berdasarkan data yang dinyatakan pada Gambar 4.5. antara hubungan rata-rata derajat kejenuhan dan rata-rata beban emisi CO₂ pada tahun 2016. Hal ini dapat disimpulkan bahwa derajat kejenuhan paling rendah terdapat di Jalan Gembolongan sebesar 0,1 sehingga menghasilkan beban emisi CO₂ sebesar 0,2 Ton CO₂/Jam dan rata-rata derajat kejenuhan paling tinggi terdapat di Jalan Wonokromo sebesar 0,8 sehingga menghasilkan beban emisi CO₂ sebesar 7,4 Ton CO₂/Jam dengan rata-rata hubungan derajat kejenuhan dan beban emisi CO₂ pada Tahun 2016 sebesar 0,3 sehingga menghasilkan beban emisi CO₂ rata-rata sebesar 3,4 Ton CO₂/Jam. Untuk

melihat lebih lengkap derajat kejenuhan dan beban emisi CO₂ dapat dilihat pada Tabel 4.32 sebagai berikut :

Tabel 4.32 Rekapitulasi Rata-Rata Hubungan DJ dan Beban Emisi CO₂ Pada 26 Ruas Jalan Tahun 2016

No	Nama Jalan	Rata-Rata Derajat Kejenuhan (DJ)	Rata-Rata Beban Emisi (Ton CO ₂ /Jam)
1.	Jl. Ahmad Yani	0,5	12,9
2.	Jl. Wonokromo	0,8	7,4
3.	Jl. Tambak Oso Wilangun	0,1	3,5
4.	Jl. Diponegoro	0,3	5,5
5.	Jl. Arjuno	0,2	1,8
6.	Jl. Perak Barat	0,8	11,2
7.	Jl. Perak Timur	0,4	4,3
8.	Jl. Mayjend Sungkono	0,4	6,4
9.	Jl. Prof. Dr. Moestopo	0,4	4,1
10.	Jl. Kertajaya Indah	0,3	4,1
11.	Jl. Gembolongan	0,1	0,2
12.	Jl. Bubutan	0,2	1,4
13.	Jl. Urip Sumoharjo	0,6	1,7
14.	Jl. Embong Malang	0,2	1,0
15.	Jl. Dupak	0,3	1,5
16.	Jl. Panglima Sudirman	0,3	1,1
17.	Jl. IndraPura	0,3	1,4
18.	Jl. Basuki Rahmat	0,4	2,1
19.	Jl. Mastrip	0,3	5,5
20.	Jl. Raya Rungkut	0,2	1,4
21.	Jl. Kedungcowek	0,3	4,1
22.	Jl. Tandes	0,3	1,1
23.	Jl. Gubeng Pojok	0,2	0,4
24.	Jl. Kedungdoro	0,2	1,4
25.	Jl. Pemuda	0,4	1,0
26.	Jl. Lakarsantri	0,2	0,8
Rata-Rata Hubungan DJ dan Beban Emisi CO₂ Pada Tahun 2016		0,3	3,4

Sumber : Hasil Perhitungan



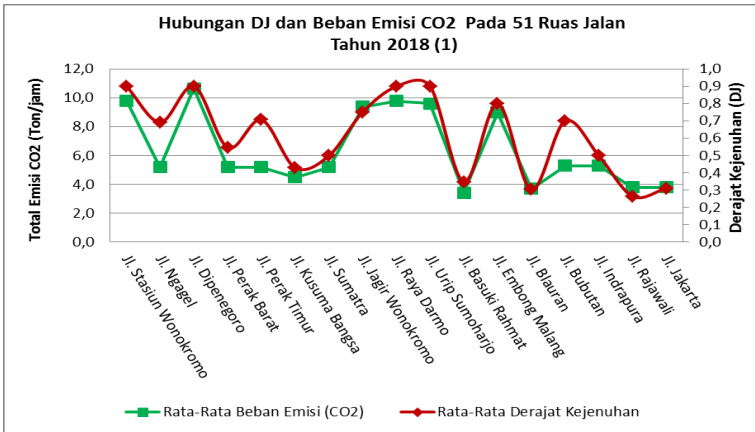
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Derajat Kejenuhan dan Beban Emisi CO₂ Pada Tahun 2017.

Berdasarkan data yang dinyatakan pada Gambar 4.6. antara hubungan rata-rata derajat kejenuhan dan rata-rata beban emisi CO₂ pada tahun 2017. Hal ini dapat disimpulkan bahwa derajat kejenuhan paling rendah terdapat di Jalan Lakarsantri sebesar 0,2 sehingga menghasilkan beban emisi CO₂ sebesar 1,1 Ton CO₂/Jam dan rata-rata derajat kejenuhan paling tinggi terdapat di Jalan Perak Barat sebesar 0,9 sehingga menghasilkan beban emisi CO₂ sebesar 12,9 Ton CO₂/Jam dengan rata-rata hubungan derajat kejenuhan dan beban emisi CO₂ pada Tahun 2017 sebesar 0,4 sehingga menghasilkan beban emisi CO₂ rata-rata sebesar 3,8 Ton CO₂/Jam. Untuk melihat lebih lengkap derajat kejenuhan dan beban emisi CO₂ dapat dilihat pada Tabel 4.33 sebagai berikut :

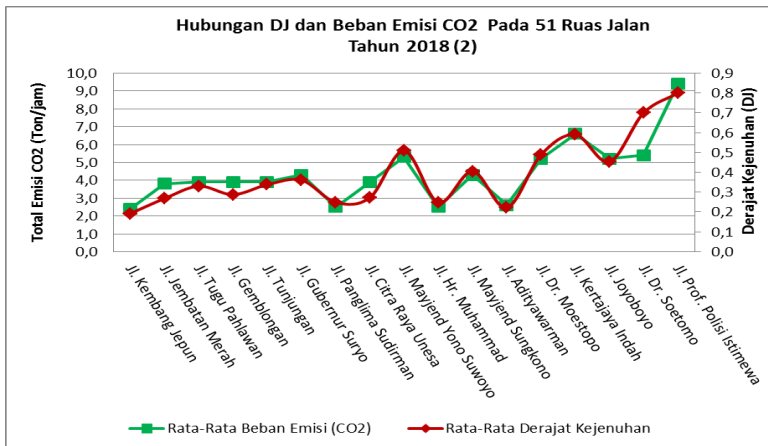
Tabel 4.33 Rekapitulasi Rata-Rata Hubungan DJ dan Beban Emisi CO₂ Pada 26 Ruas Jalan Tahun 2017

No	Nama Jalan	Rata-Rata Derajat Kejujahan (DJ)	Rata-Rata Beban Emisi (Ton CO ₂ /jam)
1.	Jl. Ahmad Yani	0,6	17,0
2.	Jl. Wonokromo	0,6	4,1
3.	Jl. Tambak Oso Wilangun	0,2	6,0
4.	Jl. Dipenegoro	0,3	5,3
5.	Jl. Arjuno	0,3	2,7
6.	Jl. Perak Barat	0,9	12,9
7.	Jl. Perak Timur	0,6	7,2
8.	Jl. Mayjend Sungkono	0,4	5,9
9.	Jl. Prof. Dr. Moestopo	0,2	1,5
10.	Jl. Kertajaya Indah	0,5	6,3
11.	Jl. Gemblongan	0,4	0,8
12.	Jl. Bubutan	0,2	1,3
13.	Jl. Urip Sumoharjo	0,5	1,5
14.	Jl. Embong Malang	0,4	2,0
15.	Jl. Dupak	0,3	1,5
16.	Jl. Panglima Sudirman	0,4	1,3
17.	Jl. IndraPura	0,4	2,3
18.	Jl. Basuki Rahmat	0,3	1,7
19.	Jl. Mastrip	0,4	6,7
20.	Jl. Raya Rungkut	0,4	2,4
21.	Jl. Kedungcowek	0,2	2,1
22.	Jl. Tandes	0,4	1,4
23.	Jl. Gubeng Pojok	0,5	0,8
24.	Jl. Kedungdoro	0,2	1,5
25.	Jl. Pemuda	0,6	1,6
26.	Jl. Lakarsantri	0,2	1,1
Rata-Rata Hubungan DJ dan Beban Emisi CO₂ Pada Tahun 2017		0,4	3,8

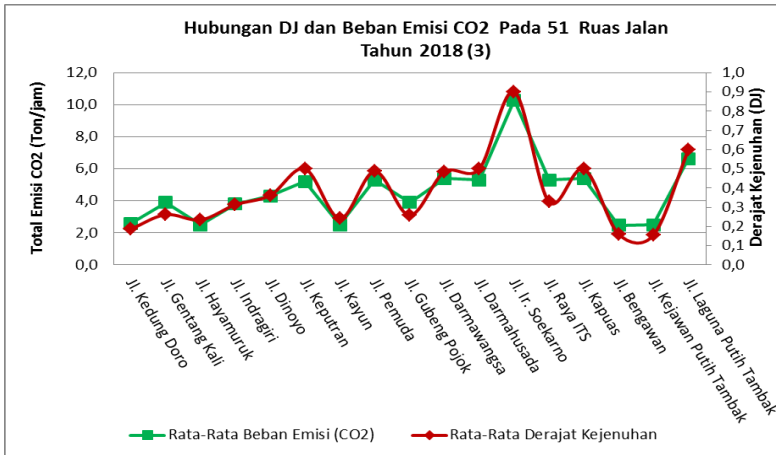
Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Antara Derajat Kejenuhan dan Beban Emisi CO₂ Pada Tahun 2018 (1).



Gambar 4.8 Grafik Hubungan Antara Derajat Kejenuhan dan Beban Emisi CO₂ Pada Tahun 2018 (2).



Gambar 4.9 Grafik Hubungan Antara Derajat Kejenuhan dan Beban Emisi CO₂ Pada Tahun 2018 (3).

Berdasarkan data yang dinyatakan pada Gambar 4.6. antara hubungan rata-rata derajat kejenuhan dan rata-rata beban emisi CO₂ pada tahun 2018. Hal ini dapat disimpulkan bahwa derajat kejenuhan paling rendah terdapat di Jalan Kembang Jepun sebesar 0,2 sehingga menghasilkan beban emisi CO₂ sebesar 2,4 Ton CO₂/Jam dan rata-rata derajat kejenuhan paling tinggi terdapat di Jalan Stasiun Wonokromo sebesar 0,9 sehingga menghasilkan beban emisi CO₂ sebesar 9,8 Ton CO₂/Jam dengan rata-rata hubungan derajat kejenuhan dan beban emisi CO₂ pada Tahun 2018 sebesar 0,5 sehingga menghasilkan beban emisi CO₂ rata-rata sebesar 5,1 Ton CO₂/Jam. Untuk melihat lebih lengkap derajat kejenuhan dan beban emisi CO₂ dapat dilihat pada Tabel 4.34 sebagai berikut :

Tabel 4.34 Rekapitulasi Hubungan Rata-Rata DJ dan Beban Emisi CO₂ Pada 51 Ruas Jalan Tahun 2018

No.	Nama Jalan	Rata-Rata Derajat Kejenuhan	Rata-Rata Beban Emisi (Ton CO ₂ / Jam)
1.	Jl. Stasiun Wonokromo	0,9	9,8
2.	Jl. Ngagel	0,7	5,2
3.	Jl. Diponegoro	0,9	10,7
4.	Jl. Perak Barat	0,5	5,2
5.	Jl. Perak Timur	0,7	5,2
6.	Jl. Kusuma Bangsa	0,4	4,5
7.	Jl. Sumatra	0,5	5,2
8.	Jl. Jagir Wonokromo	0,8	9,4
9.	Jl. Raya Darmo	0,9	9,8
10.	Jl. Urip Sumoharjo	0,9	9,6
11.	Jl. Basuki Rahmat	0,3	3,4
12.	Jl. Embong Malang	0,8	9,0
13.	Jl. Blauran	0,3	3,7
14.	Jl. Bubutan	0,7	5,3
15.	Jl. Indrapura	0,5	5,3
16.	Jl. Rajawali	0,3	3,8
17.	Jl. Jakarta	0,3	3,8
18.	Jl. Kembang Jepun	0,2	2,4
19.	Jl. Jembatan Merah	0,3	3,8
20.	Jl. Tugu Pahlawan	0,3	3,9
21.	Jl. Gemblongan	0,3	3,9
22.	Jl. Tunjungan	0,3	3,9
23.	Jl. Gubernur Suryo	0,4	4,3
24.	Jl. Panglima Sudirman	0,2	2,5
25.	Jl. Citra Raya Unesa	0,3	3,9
26.	Jl. Mayjend Yono Suwoyo	0,5	5,3
27.	Jl. Hr. Muhammad	0,2	2,5
28.	Jl. Mayjend Sungkono	0,4	4,3
29.	Jl. Adityawarman	0,2	2,6

No.	Nama Jalan	Rata-Rata Derajat Kejenuhan	Rata-Rata Beban Emisi (Ton CO ₂ / Jam)
30.	Jl. Dr. Moestopo	0,5	5,2
31.	Jl. Kertajaya Indah	0,6	6,6
32.	Jl. Joyoboyo	0,5	5,2
33.	Jl. Dr. Soetomo	0,7	5,4
34.	Jl. Prof. Polisi Istimewa	0,8	9,4
35.	Jl. Kedung Doro	0,2	2,6
36.	Jl. Gentang Kali	0,3	3,9
37.	Jl. Hayamuruk	0,2	2,5
38.	Jl. Indragiri	0,3	3,8
39.	Jl. Dinoyo	0,4	4,3
40.	Jl. Keputran	0,5	5,2
41.	Jl. Kayun	0,2	2,5
42.	Jl. Pemuda	0,5	5,3
43.	Jl. Gubeng Pojok	0,3	3,9
44.	Jl. Darmawangsa	0,5	5,4
45.	Jl. Darmahusada	0,5	5,3
46.	Jl. Ir. Soekarno	0,9	10,3
47.	Jl. Raya ITS	0,3	5,3
48.	Jl. Kapuas	0,5	5,4
49.	Jl. Bengawan	0,2	2,5
50.	Jl. Kejawan Putih Tambak	0,2	2,5
51.	Jl. Laguna Putih Tambak	0,6	6,6
Rata-Rata Hubungan DJ dan Beban Emisi CO₂ Pada 51 Ruas Jalan Tahun 2018		0,5	5,1

Sumber : Hasil Perhitungan.

4.10.3 Emisi CO₂ Spesifik

Dalam perhitungan Tabel 4.31 dinyatakan bahwa didapatkan total emisi rata-rata Ton CO₂/Tahun maka, di dapatkan beban emisi CO₂ per ruas jalan pada tahun 2016, 2017 dan 2018 dari hasil beban emisi CO₂ di kalikan dengan panjang jalan serta nantinya di dapatkan emisi spesifik Ton CO₂/Tahun.km untuk selanjutnya menghitung ke rata-rata beban emisi CO₂ spesifik dari klasifikasi jalan. untuk melihat perhitungan dari jalan lain pada tahun 2016, 2017 dan 2018 bisa dilihat pada Tabel 4.35, 4.36 dan 4.37 Sebagai berikut :

Tabel 4.35 Rekapitulasi Emisi Spesifik Tahun 2016

No	Nama Ruas	Klasifikasi Jalan	Beban Emisi (Ton CO ₂ /Tahun)	Panjang Jalan	Emisi Spesifik (Ton CO ₂ /Tahun.km)
1.	Jl.Ahmad Yani	Arteri Primer	112.854,80	4,24	26.616,70
2.	Jl.Wonokromo	Arteri Primer	64.742,95	1,13	57.294,65
3.	Jl. Tambak Oso Wilangun	Arteri Primer	30.304,11	3,95	7.671,93
4.	Jl.Diponegoro	Arteri Primer	47.977,37	2,72	17.638,74
5.	Jl. Arjuno	Arteri Primer	15.555,04	1,48	10.510,16
6.	Jl. Perak Barat	Arteri Primer	98.546,16	3,92	25.139,33
7.	Jl. Perak Timur	Arteri Primer	38.026,91	3,92	9.700,74
8.	Jl. Mayjend Sungkono	Arteri Sekunder	56.168,02	2,33	24.106,45
9.	Jl. Prof. Dr. Moestopo	Arteri Sekunder	36.278,48	1,47	24.679,24
10.	Jl. Kertajaya Indah	Arteri Sekunder	35.778,90	2,05	17.453,12
11.	Jl.Gemblongan	Arteri Sekunder	2.071,58	0,35	5.918,80
12.	Jl. Bubutan	Arteri Sekunder	11.872,39	1,02	11.639,60
13.	Jl. Urip Sumoharjo	Arteri Sekunder	15.012,57	0,46	32.636,02
14.	Jl. Embong Malang	Arteri Sekunder	8.758,17	0,78	11.228,43
15.	Jl. Dupak	Arteri Sekunder	12.927,13	0,70	18.467,32
16.	Jl. Panglima Sudirman	Arteri Sekunder	9.628,75	0,60	16.047,92

No	Nama Ruas	Klasifikasi Jalan	Beban Emisi (Ton CO ₂ /Tahun)	Panjang Jalan	Emisi Spesifik (Ton CO ₂ /Tahun.km)
17.	Jl. IndraPura	Arteri Sekunder	11.906,23	1,23	9.679,86
18.	Jl. Basuki Rahmat	Arteri Sekunder	18.796,41	1,20	15.663,68
19.	Jl. Mastrip	Kolektor Primer	47.970,95	3,67	13.071,10
20.	Jl. Raya Rungkut	Kolektor Sekunder	12.433,67	0,95	13.088,07
21.	Jl. Kedungcowek	Kolektor Sekunder	35.938,25	3,13	11.481,87
22.	Jl. Tandes	Kolektor Sekunder	9.707,41	0,78	12.445,39
23.	Jl. Gubeng Pojok	Kolektor Sekunder	3.193,11	0,37	8.630,02
24.	Jl. Kedunggoro	Kolektor Sekunder	12.022,94	1,21	9.936,31
25.	Jl. Pemuda	Kolektor Sekunder	8.908,29	0,61	14.603,76
26.	Jl. Lakarsantri	Lokal	6.578,70	0,95	6.924,94

Sumber : Hasil Perhitungan.

Tabel 4.36 Rekapitulasi Emisi Spesifik Tahun 2017

No	Nama Ruas	Klasifikasi Jalan	Beban Emisi (Ton CO ₂ /Tahun)	Panjang Jalan	Emisi Spesifik (Ton CO ₂ /Tahun.km)
1.	Jl. Ahmad Yani	Arteri Primer	149.000,42	4,24	35.141,61
2.	Jl. Wonokromo	Arteri Primer	36.297,86	1,13	32.122,00
3.	Jl. Tambak Oso Wilangan	Arteri Primer	52.388,38	3,95	13.262,88
4.	Jl. Diponegoro	Arteri Primer	46.371,74	2,72	17.048,44
5.	Jl. Arjuno	Arteri Primer	23.252,02	1,48	15.710,83
6.	Jl. Perak Barat	Arteri Primer	112.730,88	3,92	28.757,88
7.	Jl. Perak Timur	Arteri Primer	62.654,49	3,92	15.983,29
8.	Jl. Mayjend Sungkono	Arteri Sekunder	52.063,44	2,33	22.344,82
9.	Jl. Prof. Dr. Moestopo	Arteri Sekunder	13.366,19	1,47	9.092,65
10.	Jl. Kertajaya Indah	Arteri Sekunder	55.492,57	2,05	27.069,55
11.	Jl. Gembongan	Arteri Sekunder	7.011,39	0,35	20.032,54
12.	Jl. Bubutan	Arteri Sekunder	11.253,85	1,02	11.033,19

No	Nama Ruas	Klasifikasi Jalan	Beban Emisi (Ton CO ₂ /Tahun)	Panjang Jalan	Emisi Spesifik (Ton CO ₂ /Tahun.km)
13.	Jl. Urip Sumoharjo	Arteri Sekunder	13.305,77	0,46	28.925,58
14.	Jl. Embong Malang	Arteri Sekunder	17.753,54	0,78	22.760,95
15.	Jl. Dupak	Arteri Sekunder	13.269,08	0,70	18.955,83
16.	Jl. Panglima Sudirman	Arteri Sekunder	11.661,15	0,60	19.435,25
17.	Jl. IndraPura	Arteri Sekunder	20.275,92	1,23	16.484,49
18.	Jl. Basuki Rahmat	Arteri Sekunder	14.771,78	1,20	12.309,81
19.	Jl. Mastrip	Kolektor Primer	58.967,61	3,67	16.067,47
20.	Jl. Raya Rungkut	Kolektor Sekunder	20.920,36	0,95	22.021,43
21.	Jl. Kedungcowek	Kolektor Sekunder	18.399,45	3,13	5.878,42
22.	Jl. Tandes	Kolektor Sekunder	12.395,79	0,78	15.892,04
23.	Jl. Gubeng Pojok	Kolektor Sekunder	7.314,74	0,37	19.769,56
24.	Jl. Kedunggoro	Kolektor Sekunder	13.272,42	1,21	10.968,94
25.	Jl. Pemuda	Kolektor Sekunder	13.765,37	0,61	22.566,17
26.	Jl. Lakarsantri	Lokal	9.199,58	0,95	9.683,77

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.37 Rekapitulasi Emisi Spesifik Tahun 2018

No.	Nama Ruas	Klasifikasi Jalan	Beban Emisi (Ton CO ₂ /Tahun)	Panjang Jalan	Emisi Spesifik (Ton CO ₂ /Tahun.km)
1.	Jl. Stasiun Wonokromo	Arteri Primer	18.279,32	0,54	33.850,60
2.	Jl. Ngagel	Arteri Primer	10.841,63	1,44	7.528,91
3.	Jl. Diponegoro	Arteri Primer	93.320,15	2,72	34.308,88
4.	Jl. Perak Barat	Arteri Primer	54.610,99	3,92	13.931,37
5.	Jl. Perak Timur	Arteri Primer	70.735,54	3,92	18.044,78
6.	Jl. Kusuma Bangsa	Arteri Primer	35.315,43	1,01	34.965,77
7.	Jl. Sumatra	Arteri Primer	25.195,05	1,41	17.868,83
8.	Jl. Jagir Wonokromo	Arteri Sekunder	18.234,24	2,47	7.382,28

No.	Nama Ruas	Klasifikasi Jalan	Beban Emisi (Ton CO ₂ /Tahun)	Panjang Jalan	Emisi Spesifik (Ton CO ₂ /Tahun.km)
9.	Jl. Raya Darmo	Arteri Sekunder	24.331,04	1,30	18.716,18
10.	Jl. Urip Sumoharjo	Arteri Sekunder	84.221,42	0,46	183.090,05
11.	Jl. Basuki Rahmat	Arteri Sekunder	3.0015,19	1,20	25.012,65
12.	Jl. Embong Malang	Arteri Sekunder	11.655,18	0,78	14.942,54
13.	Jl. Blauran	Arteri Sekunder	14.350,24	0,23	62.392,33
14.	Jl. Bubutan	Arteri Sekunder	7.115,32	1,02	6.975,80
15.	Jl. Indrapura	Arteri Sekunder	4.115,93	1,23	3.346,28
16.	Jl. Rajawali	Arteri Sekunder	4.041,17	1,18	3.424,72
17.	Jl. Jakarta	Arteri Sekunder	4.604,60	0,46	10.010,01
18.	Jl. Kembang Jepun	Arteri Sekunder	8.961,72	0,75	11.948,96
19.	Jl. Jembatan Merah	Arteri Sekunder	4.062,01	0,50	8.124,02
20.	Jl. Tugu Pahlawan	Arteri Sekunder	5.083,28	0,22	23.105,83
21.	Jl. Gembongan	Arteri Sekunder	5.143,43	0,35	14.695,52
22.	Jl. Tunjungan	Arteri Sekunder	5.215,76	0,82	6.360,68
23.	Jl. Gubernur Suryo	Arteri Sekunder	6.444,56	0,61	10.564,86
24.	Jl. Panglima Sudirman	Arteri Sekunder	8.294,93	0,60	13.824,88
25.	Jl. Citra Raya Unesa	Arteri Sekunder	4.156,51	1,49	2.789,61
26.	Jl. Mayjend Yono Suwoyo	Arteri Sekunder	13.101,68	1,11	11.803,32
27.	Jl. Hr. Muhammad	Arteri Sekunder	9.628,63	1,35	7.132,32
28.	Jl. Mayjend Sungkono	Arteri Sekunder	61.093,79	2,33	26.220,51
29.	Jl. Adityawarman	Arteri Sekunder	12.327,49	0,72	17.121,51
30.	Jl. Dr. Moestopo	Arteri Sekunder	19.169,79	1,47	13.040,67
31.	Jl. Kertajaya Indah	Arteri Sekunder	57.805,04	2,05	28.197,58
32.	Jl. Joyoboyo	kolektor Primer	18.534,72	0,68	27.256,94
33.	Jl. Dr. Soetomo	Kolektor Sekunder	29.705,33	0,85	34.947,44

No.	Nama Ruas	Klasifikasi Jalan	Beban Emisi (Ton CO ₂ /Tahun)	Panjang Jalan	Emisi Spesifik (Ton CO ₂ /Tahun.km)
34.	Jl. Prof. Polisi Istimewa	Kolektor Sekunder	7.197,20	0,38	18.940,01
35.	Jl. Kedung Doro	Kolektor Sekunder	12.297,56	1,21	10.163,27
36.	Jl. Gentang Kali	Kolektor Sekunder	29.803,63	0,61	48.858,41
37.	Jl. Hayamuruk	Kolektor Sekunder	8.792,38	1,49	5.900,92
38.	Jl. Indragiri	Kolektor Sekunder	12.166,78	0,83	14.658,77
39.	Jl. Dinoyo	Kolektor Sekunder	12.166,78	0,94	12.943,38
40.	Jl. Keputran	Kolektor Sekunder	1.329,05	0,37	3.592,04
41.	Jl. Kayun	Kolektor Sekunder	11.394,80	0,92	12.385,66
42.	Jl. Pemuda	Kolektor Sekunder	23.112,15	0,61	37.888,78
43.	Jl. Gubeng Pojok	Kolektor Sekunder	3.962,95	0,37	10.710,69
44.	Jl. Darmawangsa	Kolektor Sekunder	16.950,10	1,36	12.463,31
45.	Jl. Darmahusada	Kolektor Sekunder	7.761,42	1,27	6.111,35
46.	Jl. Ir. Soekarno	Kolektor Sekunder	181.588,58	10,08	18.014,74
47.	Jl. Raya ITS	Kolektor Sekunder	38.054,30	1,11	34.283,15
48.	Jl. Kapuas	Kolektor Sekunder	21.96,96	0,36	6.102,67
49.	Jl. Bengawan	Kolektor Sekunder	21.695,63	0,36	60.265,65
50.	Jl. Kejawan Putih Tambak	Lokal	18.088,54	0,69	26.215,28
51.	Jl. Laguna Putih Tambak	Lokal	6.000,50	0,55	10.910,00

Sumber : Hasil Perhitungan.

4.11 Rata-Rata Emisi Spesifik Setiap Klasifikasi Jalan

Menghitung emisi jalan-jalan yang tidak di survey, maka beban emisi dari hasil survey dinas perhubungan Kota Surabaya pertahunnya di ambil rata-rata emisi sesuai klasifikasi jalan. Berikut hasil perhitungan rekapitulasi beban emisi rata-rata berdasarkan kelas jalan pada tahun 2016, 2017 dan 2018 bisa dilihat pada Tabel 4.38 sebagai berikut :

Tabel 4.38 Rekapitulasi Beban Emisi Spesifik Berdasarkan Kelas Jalan Hasil Suvey Dishub Kota Surabaya

No.	Klasifikasi Jalan	Beban Emisi CO ₂ Spesifik (Ton CO ₂ /Tahun.km)		
		2016	2017	2018
1.	Jalan Arteri Primer	22.081,75	22.575,27	22.928,45
2.	Jalan Arteri Sekunder	17.047,31	18.949,51	22.092,63
3.	Jalan Kolektor Primer	13.071,10	16.067,47	27.256,94
4.	Jalan Kolektor Sekunder	11.697,57	16.182,76	20.484,13
5.	Jalan Lokal	6.924,94	9.683,77	18.562,64
	Total	70.822,68	83.458,79	111.324,79

Sumber : Hasil Perhitungan.

Berdasarkan hasil dari Tabel 4.35 diatas dapat dilihat bahwa rata-rata beban emisi spesifik Ton CO₂/Tahun.km pada tahun 2016 sesuai klasifikas jalan arteri primer sebesar 22.081,75 Ton CO₂/Tahun.km,jalan arteri sekunder sebesar 17.047,31 Ton CO₂/Tahun.km,jalan kolektor primer sebesar 13.071,10 Ton CO₂/Tahun.km,jalan kolektor sekunder sebesar 11.697,57 Ton CO₂/Tahun.km dan jalan lokal sebesar 6.924,94 Ton CO₂/Tahun.km dengan total beban emisi spesifik pada tahun 2016 sebesar 70.822,68 Ton CO₂/Tahun.km. Berikutnya pada tahun 2017 sesuai klasifikas jalan arteri primer sebesar 22.575,27 Ton CO₂/Tahun.km,jalan arteri sekunder sebesar 18.949,51 Ton CO₂/Tahun.km,jalan kolektor primer sebesar 16.067,47 Ton CO₂/Tahun.km,jalan kolektor sekunder sebesar 16.182,76 Ton CO₂/Tahun.km dan jalan lokal sebesar 9.683,77 Ton

CO₂/Tahun.km dengan total beban emisi spesifik pada tahun 2017 sebesar 83.458,79 Ton CO₂/Tahun.km. dan pada tahun 2018 sesuai klasifikasi jalan arteri primer sebesar 22.928,45 Ton CO₂/Tahun.km, jalan arteri sekunder sebesar 22.092,63 Ton CO₂/Tahun.km, jalan kolektor primer sebesar 27.256,94 Ton CO₂/Tahun.km, jalan kolektor sekunder sebesar 20.484,13 Ton CO₂/Tahun.km dan jalan lokal sebesar 18.562,64 Ton CO₂/Tahun.km dengan total beban emisi spesifik pada tahun 2018 sebesar 111.324,79 Ton CO₂/Tahun.km. Dari hasil tersebut bisa di ketahui beban emisi spesifik TonCO₂/Tahun.km dari berbagai klasifikasi jalan yang berada di 31 kecamatan di Kota Surabaya yang belum di survey oleh Dinas perhubungan Kota Surabaya. Maka untuk melihat salah satu contoh rekapitulasi beban emisi spesifik yang belum di survey oleh dinas perhubungan Kota Surabaya dari 31 jalan yang ada di kecamatan di Kota Surabaya dari tahun 2016, 2017 dan 2018 dapat dilihat pada Tabel 4.39, 4.40 dan 4.41 Sebagai Berikut :

Tabel 4.39 Rekapitulasi Beban Emisi Spesifik Kecamatan Gubeng Tahun 2016

Jalan Arteri Primer	Panjang Jalan (Km)	Beban Emisi CO₂ Spesifik (Ton CO₂/Tahun.km)	Beban Emisi CO₂ (Ton CO₂/Tahun)
Jl. Sulawesi	0,36	22.081,75	7.949,43
Jl. Raya Gubeng	1,05	22.081,75	23.185,84
Jl. Biliton	0,72	22.081,75	15.898,86
Jl. Stasiun Gubeng	0,35	22.081,75	7.728,61
Jalan Arteri Sekunder	Panjang Jalan (Km)	Beban Emisi CO₂ Spesifik (Ton CO₂/Tahun.km)	Beban Emisi CO₂ (Ton CO₂/Tahun)
Jl. Raya Menur	0,87	17.047,31	14.831,16
Jl. Karang Menjangan	1,53	17.047,31	26.082,38
Jl. Manyar Kertoarjo	1,08	17.047,31	18.411,09
Jalan Kolektor Sekunder	Panjang Jalan (Km)	Beban Emisi CO₂ Spesifik (Ton CO₂/Tahun.km)	Beban Emisi CO₂ (Ton CO₂/Tahun)
Jl. Puncang Anom Timur	0,93	11.697,57	10.878,74
Jl. Darmawangsa	1,36	11.697,57	15.908,70
Jl. Barata Jaya XVI	0,58	11.697,57	6.784,59
Jl. Barata Jaya XIX	0,65	11.697,57	7.603,42
Jl. Barata Jaya	0,68	11.697,57	7.954,35
Jl. Kaliwaron	1,00	11.697,57	11.697,57

Jl. Kalibokor	1,11	11.697,57	12.984,30
Jl. Bung Tomo	0,42	11.697,57	4.912,98
Jalan Lokal	Panjang Jalan (Km)	Beban Emisi CO₂ Spesifik (Ton CO₂/Tahun.km)	Beban Emisi CO₂ (Ton CO₂/Tahun)
Jl. Bali	0,31	6.924,94	2.146,73
Jl. Gubeng Masjid	0,40	6.924,94	2.769,98
Jl. Irian Barat	0,51	6.924,94	3.531,72
Jl. Banda	0,16	6.924,94	1.107,99
Jl. Pucang Kerep	0,31	6.924,94	2.146,73
Jumlah Emisi (Ton CO₂/Tahun)			204.515,17

Sumber : Hasil Perhitungan.

Tabel 4.40 Rekapitulasi Beban Emisi Spesifik Kecamatan Gubeng Tahun 2017

Jalan Arteri Primer	Panjang Jalan (Km)	Beban Emisi CO₂ Spesifik (Ton CO₂/Tahun.km)	Beban Emisi CO₂ (Ton CO₂/Tahun)
Jl. Sulawesi	0,36	22.575,27	8.127,10
Jl. Raya Gubeng	1,05	22.575,27	23.704,03
Jl. Biliton	0,72	22.575,27	16.254,19

Jl. Stasiun Gubeng	0,35	22.575,27	7.901,34
Jalan Arteri Sekunder	Panjang Jalan (Km)	Beban Emisi CO₂ Spesifik (TonCO₂/Tahun.km)	Beban Emisi CO₂ (TonCO₂/Tahun)
Jl. Raya Menur	0,87	18.949,51	16.486,07
Jl. Karang Menjangan	1,53	18.949,51	28.992,75
Jl. Manyar Kertoarjo	1,08	18.949,51	20.465,47
Jalan Kolektor Sekunder	Panjang Jalan (Km)	Beban Emisi CO₂ Spesifik (Ton CO₂/Tahun.km)	Beban Emisi CO₂ (Ton CO₂/Tahun)
Jl. Puncang Anom Timur	0,93	16.182,76	15.049,97
Jl. Darmawangsa	1,36	16.182,76	22.008,55
Jl. Barata Jaya XVI	0,58	16.182,76	9.386,00
Jl. Barata Jaya XIX	0,65	16.182,76	10.518,79
Jl. Barata Jaya	0,68	16.182,76	11.004,28
Jl. Kaliwaron	1,00	16.182,76	16.182,76
Jl. Kalibokor	1,11	16.182,76	17.962,86
Jl. Bung Tomo	0,42	16.182,76	6.796,76
Jalan Lokal	Panjang Jalan (Km)	Beban Emisi CO₂ Spesifik (Ton CO₂/Tahun.km)	Beban Emisi CO₂ (Ton CO₂/Tahun)
Jl. Bali	0,31	9.683,79	3.001,97

Jl. Gubeng Masjid	0,40	9.683,79	3.873,52
Jl. Irian Barat	0,51	9.683,79	4.938,73
Jl. Banda	0,16	9.683,79	1.549,41
Jl. Pucang Kerep	0,31	9.683,79	3.001,97
Jumlah Emisi (Ton CO₂/Tahun)			247.206,54

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.41 Rekapitulasi Beban Emisi Spesifik Kecamatan Gubeng Tahun 2018

Jalan Arteri Primer	Panjang Jalan (Km)	Beban Emisi CO₂ Spesifik (Ton CO₂/Tahun.km)	Beban Emisi CO₂ (Ton CO₂/Tahun)
Jl. Sulawesi	0,36	22.928,45	8.254,24
Jl. Raya Gubeng	1,05	22.928,45	24.074,87
Jl. Biliton	0,72	22.928,45	16.508,48
Jl. Stasiun Gubeng	0,35	22.928,45	8.024,96
Jalan Arteri Sekunder	Panjang Jalan (Km)	Beban Emisi CO₂ Spesifik (Ton CO₂/Tahun.km)	Beban Emisi CO₂ (Ton CO₂/Tahun)
Jl. Raya Menur	0,87	22.092,63	19.220,59
Jl. Karang Menjangan	1,53	22.092,63	33.801,72
Jl. Manyar Kertoarjo	1,08	22.092,63	23.860,04

Jalan Kolektor Sekunder	Panjang Jalan (Km)	Beban Emisi CO₂ Spesifik (Ton CO₂/Tahun.km)	Beban Emisi CO₂ (Ton CO₂/Tahun)
Jl. Puncang Anom Timur	0,93	20.484,13	19.050,24
Jl. Darmawangsa	1,36	20.484,13	27.858,42
Jl. Barata Jaya XVI	0,58	20.484,13	11.880,80
Jl. Barata Jaya XIX	0,65	20.484,13	13.314,68
Jl. Barata Jaya	0,68	20.484,13	13.929,21
Jl. Kaliwaron	1,00	20.484,13	20.484,13
Jl. Kalibokor	1,11	20.484,13	22.737,38
Jl. Bung Tomo	0,42	20.484,13	8.603,33
Jalan Lokal	Panjang Jalan (Km)	Beban Emisi CO₂ Spesifik (Ton CO₂/Tahun.km)	Beban Emisi CO₂ (Ton CO₂/Tahun)
Jl. Bali	0,31	18.562,64	5.754,42
Jl. Gubeng Masjid	0,40	18.562,64	7.425,06
Jl. Irian Barat	0,51	18.562,64	9.466,95
Jl. Banda	0,16	18.562,64	2.970,02
Jl. Pucang Kerep	0,31	18.562,64	5.754,42
Jumlah Emisi (Ton CO₂/Tahun)			302.973,96

Sumber : Hasil Perhitungan.

Berdasarkan hasil beban emisi spesifik dari klasifikasi jalan yang berada di Kecamatan yang ada di Kota Surabaya, didapatkan rekapitulasi jumlah emisi dari 31 kecamatan yang ada di kota Surabaya pada tahun 2016, 2017 dan 2018. Dari hasil perhitungan di 31 kecamatan, maka dapat diketahui seberapa besar potensi jumlah emisi dari kendaraan bermotor pertahunnya yang ada di Kota Surabaya. Untuk perhitungan dapat dilihat dari Tabel 4.42, 4.43 dan 4.44 sebagai berikut :

Tabel 4.42 Rekapitulasi Jumlah Emisi 31 Kecamatan Tahun 2016

No.	Nama Kecamatan	Jumlah Emisi (Ton CO₂/Tahun)
1.	Gubeng	204.515,17
2.	Gunung Anyar	127.908,12
3.	Benowo	171.170,02
4.	Bubutan	151.608,43
5.	Bulak	162.457,99
6.	Dukuh Pakis	176.835,12
7.	Gayungan	134.874,78
8.	Genteng	144.451,55
9.	Tegalsari	189.664,53
10.	Jambangan	100.320,17
11.	Kenjeran	180.832,48
12.	Krembangan	161.572,60
13.	Lakarsantri	213.600,45
14.	Mulyorejo	162.284,26
15.	Pabean Cantian	221.895,41
16.	Pakal	134.187,36
17.	Semampir	194.998,50
18.	Simokerto	134.632,96

No.	Nama Kecamatan	Jumlah Emisi (Ton CO₂/Tahun)
19.	Sukolilo	254.221,70
20.	Sukomanunggal	145.317,29
21.	Tambaksari	182.383,08
22.	Tandes	143.718,13
23.	Wiyung	105.702,03
24.	Wonocolo	264.461,17
25.	Wonokromo	289.046,59
26.	Rungkut	203.297,51
27.	Sambikerep	181.492,06
28.	Sawahan	209.174,88
29.	Tenggilis Mejoyo	121.498,75
30.	Asemrowo	208.816,30
31.	Karang Pilang	104.283,00
JUMLAH EMISI CO₂ TAHUN 2016 PER KECAMATAN		5.381.222,40

Sumber : Hasil Perhitungan.

Tabel 4.43 Rekapitulasi Jumlah Emisi 31 Kecamatan Tahun 2017

No.	Nama Kecamatan	Jumlah Emisi (Ton CO₂/Tahun)
1.	Gubeng	247.206,54
2.	Gunung Anyar	178.050,15
3.	Benowo	223.829,14
4.	Bubutan	186.238,04
5.	Bulak	225.743,93
6.	Dukuh Pakis	236.935,94
7.	Gayungan	176.342,15
8.	Genteng	172.004,54
9.	Tegalsari	234.391,50

No.	Nama Kecamatan	Jumlah Emisi (Ton CO₂/Tahun)
10.	Jambangan	130.949,58
11.	Kenjeran	243.759,40
12.	Krembangan	191.863,00
13.	Lakarsantri	289.397,18
14.	Mulyorejo	225.245,25
15.	Pabean Cantian	267.347,50
16.	Pakal	186.778,50
17.	Semampir	227.834,29
18.	Simokerto	176.054,74
19.	Sukolilo	342.752,89
20.	Sukomanunggal	198.469,53
21.	Tambaksari	252.762,99
22.	Tandes	190.880,89
23.	Wiyung	140.775,32
24.	Wonocolo	317.619,42
25.	Wonokromo	340.063,30
26.	Rungkut	275.036,36
27.	Sambikerep	252.638,50
28.	Sawahan	255.488,17
29.	Tenggilis Mejoyo	161.147,73
30.	Asemrowo	246.836,66
31.	Karang Pilang	137.595,98
JUMLAH EMISI CO₂ TAHUN 2017 PER KECAMATAN		6.932.039,12

Sumber : Hasil Perhitungan.

Tabel 4.44 Rekapitulasi Jumlah Emisi 31 Kecamatan Tahun 2018

No.	Naman Kecamatan	Jumlah Emisi (Ton CO₂/Tahun)
1.	Gubeng	302.973,96
2.	Gunung Anyar	292.201,47
3.	Benowo	348.244,07
4.	Bubutan	289.465,24
5.	Bulak	382.735,38
6.	Dukuh Pakis	354.970,05
7.	Gayungan	270.979,86
8.	Genteng	193.434,61
9.	Tegalsari	331.933,65
10.	Jambangan	209.898,79
11	Kenjeran	369.169,90
12	Krembangan	245.446,72
13	Lakarsantri	446.393,14
14	Mulyorejo	329.924,28
15	Pabean Cantian	337.937,89
16	Pakal	305.771,76
17	Semampir	318.571,20
18	Simokerto	249.180,56
19	Sukolilo	460.963,08
20	Sukomanunggal	277.102,84
21	Tambaksari	347.260,12
22	Tandes	301.673,22
23	Wiyung	240.698,68
24	Wonocolo	409.724,15
25	Wonokromo	434.417,84
26	Rungkut	390.323,73

No.	Naman Kecamatan	Jumlah Emisi (Ton CO ₂ /Tahun)
27	Sambikerep	414.527,17
28	Sawahan	356.516,00
29	Tenggilis Mejoyo	227.768,17
30	Asemrowo	347.146,61
31	Karang Pilang	230.300,01
JUMLAH EMISI CO₂ TAHUN 2018 PER KEKAMATAN		10.017.654,14

Sumber : Hasil Perhitungan.

Setelah di dapatkan rekapitulasi jumlah emisi CO₂ pada tahun 2016, 2017 dan 2018 di 31 kecamatan di Kota Surabaya, maka dapat di gambarkan melalui peta Arcgis seperti pada Gambar 4.10, 4.11 dan 4.12.

4.12 Peta Jumlah Emisi CO₂ Per Kecamatan

Peta pada Gambar 4.10, 4.11 dan 4.12 menunjukkan warna hijau merupakan jumlah emisi dengan nilai di bawah 100.000 Ton CO₂/Tahun. Hal ini disebabkan kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan. Warna kuning merupakan jumlah emisi dengan range diantara 100.000-200.000 Ton CO₂/Tahun. Hal ini disebabkan oleh kondisi arus stabil tetapi kecepatan operasi mulai batas kondisi arus stabil tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan. Warna biru merupakan jumlah emisi dengan range diantara 200.000-300.000 Ton CO₂/Tahun. Hal ini disebabkan oleh kondisi arus stabil, tetapi kecepatan operasi dan gerak kendaraan dipengaruhi besar volume lalu lintas. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan. Warna orange merupakan jumlah emisi dengan range diantara 300.000-400.000 Ton CO₂/Tahun. Hal ini disebabkan oleh kondisi lalu lintas macet. Warna merah menandakan jumlah emisi dengan nilai diatas 400.000 Ton CO₂/Tahun. Hal ini

disebabkan oleh kondisi lalu lintas padat sehingga jalan tersebut macet total.

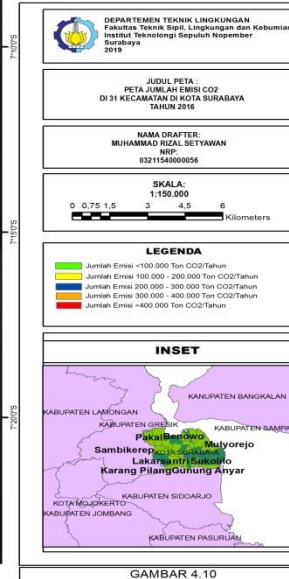
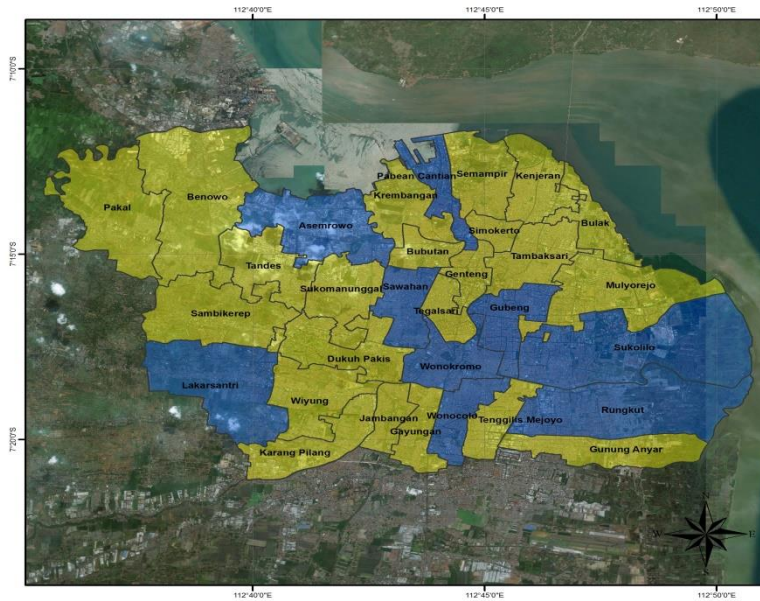
Berdasarkan Gambar peta yang terlampir jumlah emisi CO₂ total di 31 kecamatan di Kota Surabaya pada tahun 2016 jumlah emisi CO₂ dengan range diantara 100.000-200.000 ton CO₂/tahun terdapat di 22 kecamatan diantaranya Kecamatan Gunung Anyar, Kecamatan Benowo, Kecamatan Bubutan, Kecamatan Bulak, Kecamatan Dukuh Pakis, Kecamatan Gayungan, Kecamatan Genteng, Kecamatan Tegalsari, Kecamatan Jambangan, Kecamatan Kenjeran, Kecamatan Krembangan, Kecamatan Mulyorejo, Kecamatan Pakal, Kecamatan Semampir, Kecamatan Simokerto, Kecamatan Sukomanunggal, Kecamatan Tambaksari, Kecamatan Tandes, Kecamatan Sambikerep, Kecamatan Tenggilis Mejoyo, Kecamatan Karang Pilang dan berikutnya jumlah emisi tahun 2016 dengan range diantara 200.000-300.000 Ton CO₂/Tahun terdapat di 9 kecamatan antaranya Kecamatan Gubeng, Kecamatan Lakarsantri, Kecamatan Pabean Cantian, Kecamatan Sukolilo, Kecamatan Wonocolo, dan Kecamatan Wonokromo, Kecamatan Rungkut, Kecamatan Sawahan. Dengan jumlah emisi CO₂ dalam satu tahun pada tahun 2016 di Kota Surabaya sebesar 5.381.222,40 Ton CO₂/Tahun.

Sedangkan jumlah emisi CO₂ tahun 2017 dengan nilai diantara 100.000-200.000 Ton CO₂/Tahun terdapat di 13 kecamatan diantaranya Kecamatan Gunung Anyar, Kecamatan Bubutan, Kecamatan Gayungan, Kecamatan Genteng, Kecamatan Jambangan, Kecamatan Krembangan, Kecamatan Pakal, Kecamatan Simokerto, Kecamatan Sukomanunggal, Kecamatan Tandes, Kecamatan Wiyung, Kecamatan Tenggilis Mejoyo, dan Kecamatan Karang Pilang. Berikutnya jumlah emisi CO₂ di tahun 2017 dengan range diantara 200.000-300.000 Ton CO₂/Tahun terdapat di 15 Kecamatan diantaranya Kecamatan Gubeng, Kecamatan Benowo, Kecamatan Bulak, Kecamatan Dukuh Pakis, Kecamatan Tegalsari, Kecamatan Kenjeran, Kecamatan Lakarsantri, Kecamatan Mulyorejo, Kecamatan Pabean Cantian, Kecamatan Semampir, Kecamatan Tambaksari, Kecamatan Rungkut, Kecamatan Sambikerep, Kecamatan Sawahan, Kecamatan Asemrowo dan berikutnya jumlah emisi

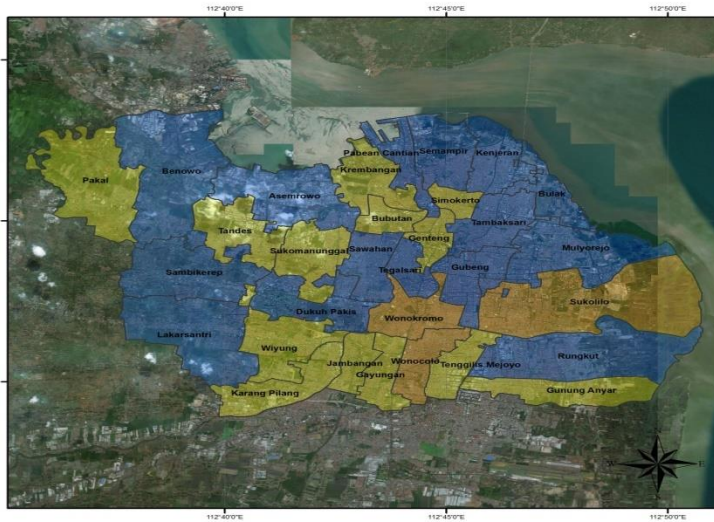
CO₂ di tahun 2017 dengan range di antara 300.000-400.000 Ton CO₂/Tahun terdapat di 3 kecamatan diantaranya Kecamatan Sukolilo, Kecamatan Wonocolo, Kecamatan Wonokromo. Dengan jumlah emisi CO₂ dalam satu tahun pada tahun 2017 di Kota Surabaya sebesar 6.932.039,12 Ton CO₂/Tahun.


Sedangkan jumlah emisi CO₂ total pada tahun 2018 dengan range di antara 100.000-200.000 Ton CO₂/Tahun terdapat di 1 kecamatan diantaranya Kecamatan Genteng. Berikutnya jumlah emisi CO₂ tahun 2018 dengan range di antara 200.000-300.000 Ton CO₂/Tahun terdapat di 10 Kecamatan diantaranya Kecamatan Gunung Anyar, Kecamatan Bubutan, Kecamatan Gayungan, Kecamatan Jambangan, Kecamatan Krembangan, Kecamatan Simokerto, Kecamatan Sukomanunggal, Kecamatan Wiyung, Kecamatan Tenggilis Mejoyo, Karang Pilang. Berikutnya jumlah emisi CO₂ tahun 2018 dengan range diantara 300.000-400.000 Ton CO₂/Tahun terdapat di 15 kecamatan diantaranya Kecamatan Gubeng, Kecamatan Benowo, Kecamatan Bulak, Kecamatan Dukuh Pakis, Kecamatan Tegalsari, Kecamatan Kenjeran, Kecamatan Mulyorejo, Kecamatan Semampir, Kecamatan Pabean Cantian, Kecamatan Pakal, Kecamatan Semampir, Kecamatan Tambaksari, Kecamatan Tandes, Kecamatan Rungkut, Kecamatan Sawahan, Kecamatan Asemrowo. Berikutnya jumlah emisi CO₂ tahun 2018 dengan nilai diatas 400.000 Ton CO₂/Tahun terdapat di 5 kecamatan diantaranya Kecamatan Lakarsantri, Kecamatan Sukolilo, Kecamatan Wonocolo, Kecamatan Wonokromo, Kecamatan Sambikerep. Dengan jumlah emisi CO₂ dalam satu tahun pada tahun 2018 di Kota Surabaya sebesar 10.017.654,14 Ton CO₂/Tahun. Pada Gambar 4.10. 4.11 dan 4.12 berikut akan diperlihatkan peta persebaran jumlah emisi pada tahun 2016, 2017 dan 2018 dihalaman selanjutnya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



“Halaman ini sengaja dikosongkan”




DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumiharan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 Surabaya
 2018

JUDUL PETA:
 PETA JUMLAH EMISI CO₂
 DI 31 KECAMATAN DI KOTA SURABAYA
 TAHUN 2017

NAMA DRAFTER:
 MUHAMMAD RIZAL SETYAWAN
 NIM: 8221154000058

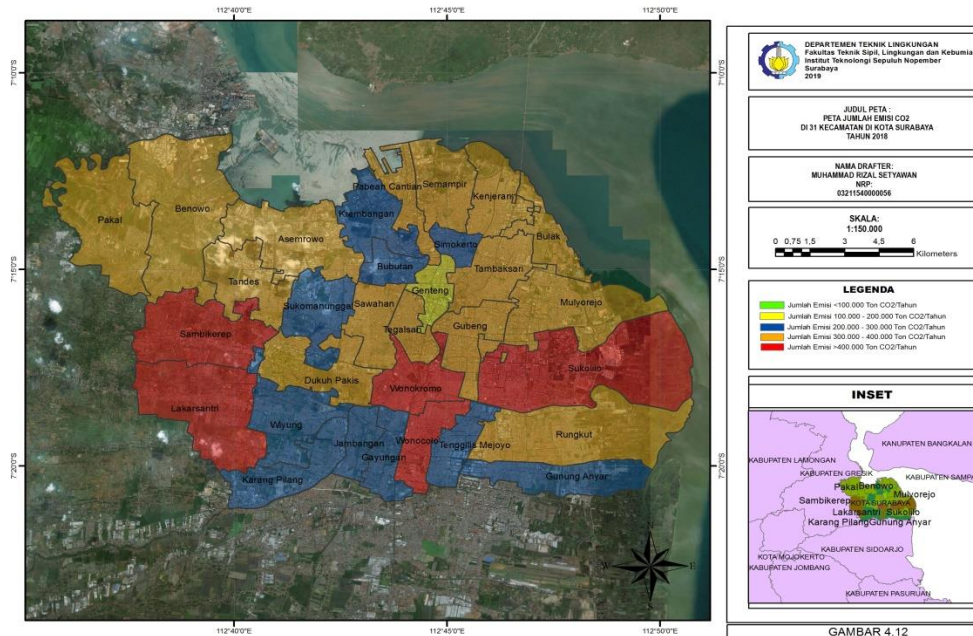
SKALA:
 1:125.000
 0 0,75 1,5 3 4,5 6
 Kilometers

LEGENDA
 Jumlah Emisi <math>< 100.000</math> Ton CO₂/Tahun
 Jumlah Emisi $100.000 - 200.000$ Ton CO₂/Tahun
 Jumlah Emisi $200.000 - 300.000$ Ton CO₂/Tahun
 Jumlah Emisi $300.000 - 400.000$ Ton CO₂/Tahun
 Jumlah Emisi >400.000 Ton CO₂/Tahun

INSET
 KABUPATEN LAMONGAN KABUPATEN BANDARLAMPUNG
 KABUPATEN BOJONEgara KABUPATEN GAMPANG
 KOTA SURABAYA KABUPATEN MALANG
 KOTA MOJOKERTO KABUPATEN SIDHARJO
 KABUPATEN JOHOREBARAT KABUPATEN PASURUAN

GAMBAR 4.11

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.13 Ruang Terbuka Hijau (RTH) Publik *Eksisting*

Menurut BAPPEKO (2018), jenis Ruang Terbuka Hijau (RTH) publik *eksisting* kawasan perkotaan meliputi Taman dan Jalur hijau, pemakaman umum, hutan kota, lapangan olahraga & stadion, fasum & fasos permukiman, kawasan lindung dan pesisir Surabaya. Berdasarkan data luasan RTH publik *eksisting* luasan tersebut dibutuhkan untuk mengetahui kemampuan serapan CO₂ oleh RTH publik *eksisting* yang tersedia di 31 kecamatan di Kota Surabaya. Hal ini dilakukan agar dapat diketahui besarnya serapan RTH Publik *eksisting* dalam mengabsorpsi karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dengan kurung waktu tersebut. Berdasarkan data luasan RTH publik *eksisting* dari Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya dan pengamatan melalui citra satelit google earth. Berikut rekapitulasi data luasan RTH publik *eksisting* di 31 kecamatan di Kota Surabaya pada tahun 2018, maka dapat dilihat pada Tabel 4.45 sebagai berikut :

Tabel 4.45 Luas RTH Publik *Eksisting*

No.	Nama Kecamatan	Luas RTH Publik <i>Eksisting</i> (Ha)
1.	Gubeng	67,61
2.	Gunung Anyar	2.781,11
3.	Benowo	168,35
4.	Bubutan	66,14
5.	Bulak	1.002,92
6.	Dukuh Pakis	67,36
7.	Gayungan	80,12
8.	Genteng	35,35
9.	Tegalsari	85,33
10.	Jambangan	42,70
11.	Kenjeran	1.143,69
12.	Krembangan	129,28
13.	Lakarsantri	39,51
14.	Mulyorejo	29,97
15.	Pabean Cantian	34,33

No.	Nama Kecamatan	Luas RTH Publik <i>Eksisting</i> (Ha)
16.	Pakal	103,54
17.	Semampir	85,62
18.	Simokerto	78,84
19.	Sukolilo	139,01
20.	Sukomanunggal	103,15
21.	Tambaksari	168,46
22.	Tandes	72,80
23.	Wiyung	81,64
24.	Wonocolo	79,75
25.	Wonokromo	97,71
26.	Rungkut	111,10
27.	Sambikerep	107,76
28.	Sawahan	81,38
29.	Tenggilis Mejoyo	87,13
30.	Asemrowo	128,81
31.	Karang Pilang	107,44

Sumber : BAPPEKO (2018).

4.16 Daya Serap Tutupan Vegetasi

Menurut Prasetyo (2002) Ruang Terbuka Hijau (RTH) memiliki daya serap dari berbagai tipe vegetasi untuk menyerap gas CO₂. Tipe penutupan vegetasi tersebut berupa pohon, semak belukar, padang rumput dan sawah. Daya serap berbagai macam tipe vegetasi terhadap CO₂ dapat dilihat pada Tabel 4.46 sebagai berikut :

Tabel 4.46 Daya Serap Berbagai Tipe Vegetasi

No.	Tipe Tutupan	Daya Serap Gas CO ₂ (Kg/Ha/Jam)	Daya Serap Gas CO ₂ (Ton/Ha/Tahun)
1.	Pohon	129,92	596,07
2.	Semak Belukar	12,56	55
3.	Padang Rumput	2,74	12
4.	Sawah	2,74	12

Sumber : Prasetyo dkk, (2002) dalam Tinambunan (2006).

4.17 Perhitungan Serapan Emisi CO₂ Dengan Menggunakan Luas Tutupan Vegetasi

Perhitungan ini menggunakan daya serap CO₂ dari berbagai tipe perluasan tutupan vegetasi sesuai dengan Tabel 4.46. Dari penelitian tersebut dapat dihitung kemampuan serapan dari berbagai tipe tutupan vegetasi di Kota Surabaya dengan cara mengkalikan daya serap gas CO₂ dengan persen luasan tutupan vegetasi yang telah di ukur dengan menggunakan GPS. Berikut contoh perhitungan dari daya serap gas CO₂ untuk tipe pohon adalah sebesar 596,07 Ton/Ha/Tahun. Daya serap gas CO₂ untuk tipe tutupan semak belukar adalah sebesar 55 Ton/Ha/Tahun. Daya serapan gas CO₂ untuk tipe tutupan padang rumput dan sawah adalah sebesar 12 ton/ha/tahun. Di wilayah Kota Surabaya % tutupan vegetasi pohon adalah sebesar 70%, sedangkan % tutupan vegetasi semak belukar adalah sebesar 20%, sedangkan % tutupan vegetasi padang rumput dan sawah adalah sebesar 10%. Dari data tersebut dapat dihitung daya serap total dengan mengkalikan daya serap gas CO₂ tipe tutupan vegetasi dengan % tutupan vegetasi. Jadi total daya serap CO₂ untuk tipe tutupan vegetasi di wilayah Kota Surabaya adalah sebagai perhitungan berikut :

Diketahui :

Tutupan Vegetasi pohon = 596,07 (Ton/Ha/Tahun)

% tutupan vegetasi pohon = 70%

Dengan menggunakan persamaan 4.46. maka daya serap tipe tutupan pohon pada tahun 2018 adalah :

Total Daya Serap CO₂ = Daya serap gas CO₂ tutupan pohon (Ton/Ha/Tahun) x % tutupan pohon

Total Daya Serap CO₂ = 596,07 ((Ton/Ha/Tahun) x 70%
= 417,25 (Ton CO₂/tahun)

Diketahui :

Tutupan vegetasi semak belukar = 55 (Ton/Ha/Tahun)

% tutupan vegetasi pohon = 20%

Dengan menggunakan persamaan 4.46. maka daya serap tipe tutupan semak belukar pada tahun 2018 adalah :

Total Daya Serap CO₂ = Daya serap gas CO₂ tutupan semak belukar (Ton/Ha/Tahun) x % tutupan semak belukar

**Total Daya Serap CO₂ = 55 (Ton/Ha/Tahun) x 20%
= 11 (Ton CO₂/Tahun)**

Diketahui :

Tutupan vegetasi semak belukar = 12 (Ton/Ha/Tahun)

% tutupan vegetasi pohon = 10%

Dengan menggunakan persamaan 4.46. maka daya serap tipe tutupan semak belukar pada tahun 2018 adalah :

Total Daya Serap CO₂ = Daya serap gas CO₂ tutupan padang rumput & sawah (ton/ha/tahun) x % tutupan padang rumput & sawah

**Total Daya Serap CO₂ = 12 (Ton/Ha/Tahun) x 20%
= 1,2 (Ton CO₂/Tahun)**

Berikut hasil perhitungan total daya serap CO₂ dari tutupan vegetasi di Kota Surabaya pada tahun 2018 selengkapnya dapat dilihat sebagai berikut :

**Total Daya serap CO₂ untuk Kota Surabaya = 417,25 (Ton CO₂/Tahun) + 11 (Ton CO₂/Tahun) + 1,2 (Ton CO₂/Tahun)
= 429,45 (ton CO₂/tahun).**

Berdasarkan total daya serap CO₂ untuk tipe tutupan vegetasi di Kota Surabaya adalah sebesar 429,45 ton CO₂/tahun. Perhitungan total daya serap CO₂ untuk tipe tutupan vegetasi di Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 4.47 sebagai berikut :

Tabel 4.47 Perhitungan Kemampuan Penyerapan Berdasarkan % Berbagai Tipe per Tutupan Vegetasi

No.	Tipe Tutupan Vegetasi	Daya Serap Gas CO ₂ (Ton/Ha/Tahun)	% Luasan Tutupan Vegetasi	Daya Serap Kota Surabaya (Ton CO ₂ /Tahun)
-----	-----------------------	---	---------------------------	---

No.	Tipe Tutupan Vegetasi	Daya Serap Gas CO ₂ (Ton/Ha/Tahun)	% Luasan Tutupan Vegetasi	Daya Serap Kota Surabaya (Ton CO ₂ /Tahun)
1.	Daya Serap Pohon	596,07	70%	417,25
2.	Daya Serap Semak Belukar	55	20%	11
3.	Sawah/Padang Rumput	12	10%	1,2
TOTAL				429,45

(Sumber : Hasil Perhitungan).

4.18 Serapan Emisi CO₂ Perkecamatan

Berdasarkan Tabel 4.43 untuk mengetahui total daya serap CO₂ untuk 31 kecamatan di Kota Surabaya. Berikut salah satu contoh perhitungan di Kecamatan gunung anyar dari daya serap CO₂ Kota Surabaya adalah sebesar 429,45 ton CO₂/tahun. Di Kecamatan Gubung Anyar luasan Ruang Terbuka Hijau (RTH) publik *eksisting* adalah sebesar 2781,11 Ha. Dari data tersebut dapat dihitung daya serap Kota Surabaya ton/tahun dengan mengkalikan luasan dari RTH publik *eksisting* perkecamatan. Jadi total daya serap CO₂ RTH publik *eksisting* di Kecamatan Gunung Anyar adalah sebagai perhitungan berikut :

Daya Serap RTH Publik (ton/tahun) = Luasan Kecamatan (Ha) x Daya Serap Kota Surabaya (ton/tahun)

Diketahui :

Luasan Kecamatan Gunung Anyar = 2.781,11 (Ha)

Daya Serap Kota Surabaya = 429,45 (Ton CO₂/Tahun)

Dengan menggunakan persamaan 4.47. maka daya serap CO₂ di Kecamatan Gunung Anyar pada tahun 2018 adalah :

Daya Serap RTH Publik = Luasan Kecamatan (Ha) x Daya Serap Kota Surabaya (Ton CO₂/Tahun)

Daya Serap RTH Publik = 2.781,11 (Ha) x 429,45 (Ton CO₂/Tahun)

= 1.194.347,69 (Ton CO₂/Tahun)

Berdasarkan total daya serap RTH Publik eksisting di Kecamatan Gunung Anyar adalah sebesar 1.194.347,69 Ton CO₂/Tahun Perhitungan total serapan RTH publik *eksisting* pada 31 kecamatan di Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 4.48 sebagai berikut :

Tabel 4.48 Perhitungan Serapan Emisi CO₂ Perkecamatan

No.	Nama Kecamatan	Luas Kecamatan (Ha)	Daya Serap Kota Surabaya (Ton CO₂/Tahun)	Daya Serap RTH Publik (Ton CO₂/Tahun)
1.	Gubeng	67,61	429,45	29.035,11
2.	Gunung Anyar	2.781,11	429,45	1.194.347,69
3.	Benowo	168,35	429,45	72.297,91
4.	Bubutan	66,14	429,45	28.403,82
5.	Bulak	1.002,92	429,45	430.703,99
6.	Dukuh Pakis	67,36	429,45	28.927,75
7.	Gayungan	80,12	429,45	34.407,53
8.	Genteng	35,35	429,45	15.181,06
9.	Tegalsari	85,33	429,45	36.644,97
10.	Jambangan	42,70	429,45	18.337,52
11.	Kenjeran	1.143,69	429,45	491.157,67
12.	Krembangan	129,28	429,45	55.519,30
13.	Lakarsantri	39,51	429,45	16.967,57
14.	Mulyorejo	29,97	429,45	12.870,62
15.	Pabean Cantian	34,33	429,45	14.743,02
16.	Pakal	103,54	429,45	44.465,25
17.	Semampir	85,62	429,45	36.769,51
18.	Simokerto	78,84	429,45	33.857,84

No.	Nama Kecamatan	Luas Kecamatan (Ha)	Daya Serap Kota Surabaya (Ton CO ₂ /Tahun)	Daya Serap RTH Publik (Ton CO ₂ /Tahun)
19.	Sukolilo	139,01	429,45	59.697,84
20.	Sukomanunggal	103,15	429,45	44.297,77
21.	Tambaksari	168,46	429,45	72.345,15
22.	Tandes	72,80	429,45	31.263,96
23.	Wiyung	81,64	429,45	35.060,30
24.	Wonocolo	79,75	429,45	34.248,64
25.	Wonokromo	97,71	429,45	41.961,56
26.	Rungkut	111,10	429,45	47.711,90
27.	Sambikerep	107,76	429,45	46.277,53
28.	Sawahan	81,38	429,45	34.948,64
29.	Tenggiling Mejoyo	87,13	429,45	37.417,98
30.	Asemrowo	128,81	429,45	55.317,45
31.	Karang Pilang	107,44	429,45	46.140,11
Serapan Emisi CO₂ Per Kecamatan				3.181.326,95

Sumber : Hasil Perhitungan.

Setelah di dapatkan rekapitulasi serapan emisi CO₂ pada RTH publik *eksisting* tahun 2018 di 31 kecamatan di Kota Surabaya, maka dapat di gambarkan melalui peta Arcgis seperti pada Gambar 4.

4.19 Peta Serapan Emisi CO₂ PerKecamatan

Peta pada Gambar 4 menunjukkan serapan emisi CO₂ total di 31 kecamatan di Kota Surabaya pada tahun 2018 serapan emisi CO₂ dengan nilai dibawah 100.000 Ton CO₂/Tahun terdapat di 28 Kecamatan diantaranya Kecamatan Gubeng, Kecamatan Benowo, Kecamatan Bubutan, Kecamatan Dukuh Pakis, Kecamatan Gayungan, kecamatan Genteng, Kecamatan Tegalsari, Kecamatan Jambangan, Kecamatan Krembangan, Kecamatan Lakarsantri, Kecamatan Mulyorejo, Kecamatan Pabean Cantian, Kecamatan Pakal, Kecamatan Semampir, Kecamatan Simokerto, kecamatan Sukolilo, Kecamatan Sukomanunggal, kecamatan Tambaksari, Kecamatan Tandes, Kecamatan Wiyung, Kecamatan Wonocolo, Kecamatan Wonokromo, Kecamatan Rungkut, Kecamatan Sambikerep, Kecamatan Sawahan, Kecamatan Tenggiling Mejoyo, Kecamatan Asemrowo, dan Kecamatan Karang Pilang. Berikutnya serapan emisi CO₂ tahun 2018 dengan nilai diatas 400.000 Ton CO₂/Tahun terdapat di 3 Kecamatan diantaranya Kecamatan Gunung Anyar, Kecamatan Bulak dan Kecamatan Kenjeran. Dengan total serapan emisi CO₂ dalam satu tahun pada tahun 2018 di Kota Surabaya adalah sebesar 3.181.326,95 Ton CO₂/Tahun. Pada Gambar 4.13 berikut akan diperlihatkan peta serapan emisi pada tahun 2018 dihalaman selanjutnya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.20 Sisa Emisi CO₂ Perkecamatan

Berdasarkan hasil jumlah emisi CO₂ di Kecamatan Gunung Anyar pada tahun 2018 adalah sebesar 276.078,41 Ton CO₂/Tahun dengan serapan emisi CO₂ di Kecamatan Gunung Anyar pada tahun 2018 adalah sebesar 1.194.347,69 Ton CO₂/Tahun, maka didapatkan sisa emisi CO₂ di Kecamatan Gunung Anyar pada tahun 2018 adalah :

$$\text{Sisa Emisi (ton CO}_2\text{/tahun)} = \text{Jumlah Emisi (ton CO}_2\text{/tahun)} - \text{Serapan Emisi (ton CO}_2\text{/tahun)}$$

Diketahui :

Jumlah Emisi Kecamatan Gunung Anyar = 292.201,47 (Ton CO₂/Tahun)

Serapan Emisi Kecamatan Gunung Anyar = 1.194.347,69 (Ton CO₂/Tahun)

Maka serapan CO₂ di Kota Surabaya pada tahun 2018 adalah :

$$\text{Sisa Emisi (Ton CO}_2\text{/Tahun)} = \text{Jumlah Emisi (Ton CO}_2\text{/tahun)} - \text{Serapan Emisi (Ton CO}_2\text{/tahun)}$$

$$\begin{aligned} \text{Sisa Emisi (Ton CO}_2\text{/Tahun)} &= 292.201,47 \text{ (Ton CO}_2\text{/Tahun)} \times \\ &1.194.347,69 \text{ (Ton CO}_2\text{/Tahun)} \\ &= -902.146,22 \text{ (Ton CO}_2\text{/Tahun)} \end{aligned}$$

Tabel 4.49 Perhitungan Sisa Emisi CO₂ Perkecamatan

No.	Nama Kecamatan	Sisa Emisi (Ton CO ₂ /Tahun)
1.	Gubeng	273.938,85
2.	Gunung Anyar	-902.146,22
3.	Benowo	275.946,16
4.	Bubutan	261.061,42
5.	Bulak	-47.968,61
6.	Dukuh Pakis	326.042,30
7.	Gayungan	236.572,32
8.	Genteng	178.253,56
9.	Tegalsari	295.288,68
10.	Jambangan	191.561,28

No.	Nama Kecamatan	Sisa Emisi (Ton CO ₂ /Tahun)
11.	Kenjeran	-121.987,77
12.	Krembangan	189.927,43
13.	Lakarsantri	429.425,57
14.	Mulyorejo	317.053,67
15.	Pabean Cantian	323.194,87
16.	Pakal	261.306,51
17.	Semampir	281.801,69
18.	Simokerto	215.322,72
19.	Sukolilo	401.265,24
20.	Sukomanunggal	232.805,07
21.	Tambaksari	274.914,97
22.	Tandes	270.409,26
23.	Wiyung	205.638,38
24.	Wonocolo	375.475,52
25.	Wonokromo	392.456,28
26.	Rungkut	342.611,83
27.	Sambikerep	368.249,64
28.	Sawahan	321.567,36
29.	Tenggilis Mejoyo	190.350,19
30.	Asemrowo	291.829,15
31.	Karang Pilang	184.159,90
Total Sisa Emisi CO₂ Per Kecamatan		6.836.327,19

Sumber : Hasil Perhitungan.

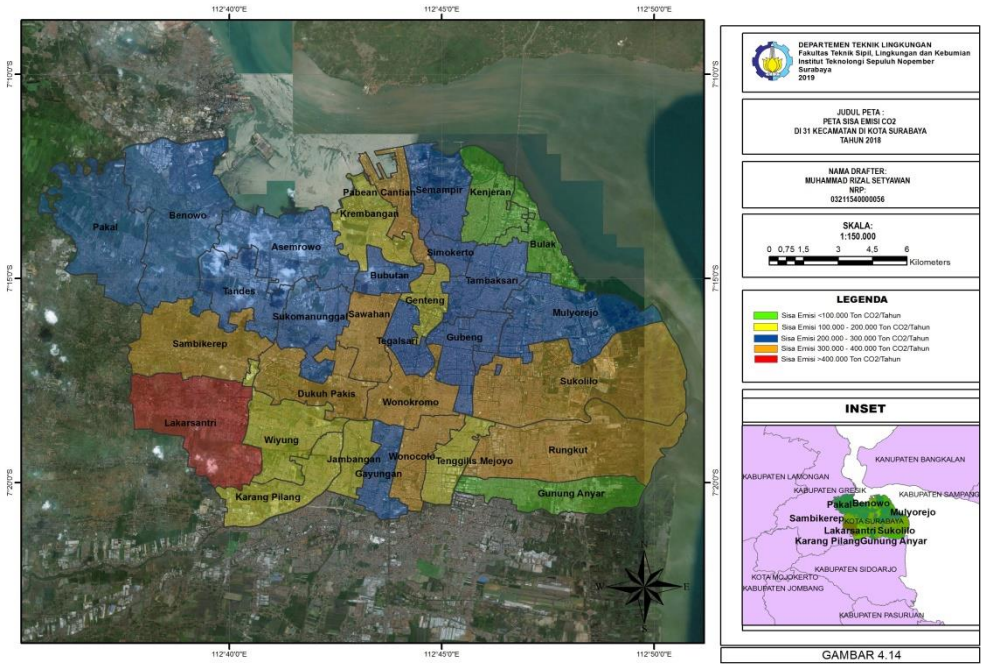
4.21 Peta Sisa Emisi CO₂ PerKecamatan

Peta pada Gambar 5 menunjukkan sisa emisi CO₂ total di 31 kecamatan di Kota Surabaya pada tahun 2018 serapan emisi CO₂ dengan nilai dibawah 100.000 Ton CO₂/Tahun terdapat di 3 kecamatan diantaranya Kecamatan Gunung Anyar, Kecamatan

Bulak dan Kecamatan Kenjeran. Berikutnya sisa emisi CO₂ tahun 2018 dengan range di antara 100.000-200.000 Ton CO₂/Tahun terdapat di 6 kecamatan diantaranya Kecamatan Genteng, Kecamatan Jambangan, Kecamatan Krembangan, Kecamatan Tenggilis Mejoyo, Kecamatan Wiyung dan Kecamatan Karang Pilang. Berikutnya sisa emisi CO₂ tahun 2018 dengan range diantara 200.000-300.000 Ton CO₂/Tahun terdapat di 13 kecamatan diantaranya Kecamatan Gubeng, Kecamatan Benowo, Kecamatan Bubutan, Kecamatan Gayungan, Kecamatan Tegalsari, Kecamatan Pakal, Kecamatan Semampir, Kecamatan Simokerto, Kecamatan Sukomanunggal, Kecamatan Tambaksari, Kecamatan Tandes, Kecamatan Wiyung, Kecamatan Asemrowo. Berikutnya sisa emisi CO₂ tahun 2018 dengan range di antara 300.000-400.000 Ton CO₂/Tahun terdapat di 8 Kecamatan diantaranya Kecamatan Dukuh Pakis, Kecamatan Mulyorejo, Kecamatan Pabean Cantian, Kecamatan Wonocolo, Kecamatan Wonokromo, Kecamatan Rungkut, Kecamatan Sambikerep, dan Kecamatan Sawahan. Berikutnya sisa emisi CO₂ tahun 2018 dengan nilai diatas 400.000 Ton CO₂/Tahun terdapat di 1 Kecamatan diantaranya Kecamatan Lakarsantri. Dengan total sisa emisi CO₂ dalam satu tahun pada tahun 2018 di Kota Surabaya adalah sebesar 6.836.327,19 Ton CO₂/Tahun. Pada Gambar 4.14 berikut akan diperlihatkan peta serapan emisi pada tahun 2018 dihalaman selanjutnya.

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.44 dan 4.48 dapat ditarik kesimpulan bahwasannya persebaran jumlah emisi pada tahun 2018 di Kota Surabaya adalah sebesar 10.017.654,14 ton CO₂/tahun. Sedangkan serapan emisi adalah sebesar 3.181.326,95 Ton CO₂/Tahun. Maka hasil perhitungan pada Tabel 4.49 adalah hasil sisa emisi yang dihasilkan dari 31 kecamatan di Kota Surabaya adalah sebesar 6.836.327,19 Ton CO₂/Tahun. Jika dibandingkan antara jumlah emisi dengan kemampuan serapan RTH publik *eksisting* di Kota Surabaya, maka didapatkan data bahwa kapasitas penyerapan adalah sebesar 32%.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini antara lain :

1. Berdasarkan hasil analisis, pada tahun 2016 didapatkan derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,3 sehingga menghasilkan beban emisi CO₂ rata-rata sebesar 3,4 Ton CO₂/Jam, pada tahun 2017 didapatkan derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,4 sehingga menghasilkan beban emisi CO₂ rata-rata sebesar 3,8 Ton CO₂/Jam, pada Tahun 2018 didapatkan derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,5 sehingga menghasilkan beban emisi CO₂ rata-rata sebesar 5,1 Ton CO₂/Jam.
2. Berdasarkan peta potensi persebaran jumlah emisi CO₂ di 31 kecamatan di Kota Surabaya pada tahun 2016, 2017 dan 2018. Pada tahun 2016 jumlah emisi CO₂ sebesar 5.381.222,40 Ton CO₂/Tahun, pada tahun 2017 jumlah emisi CO₂ sebesar 6.932.039,12 Ton CO₂/Tahun dan pada tahun 2018 jumlah emisi CO₂ sebesar 10.017.654,14 Ton CO₂/Tahun.
3. Berdasarkan hasil analisis, RTH publik *eksisting* Kota Surabaya mencukupi untuk mereduksi potensi emisi gas rumah kaca dari sektor transportasi yaitu total serapan CO₂ nya sebesar 3.181.326,95 Ton CO₂/Tahun dari jumlah emisi sebesar 10.017.654,14 Ton CO₂/Tahun dengan kapasitas penyerapannya 32%.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian lanjutan adalah :

1. Dengan memperhatikan fakta bahwa emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor setiap tahun nya selalu meningkat, oleh karna itu hasil perumusan dan pembuatan peta potensi persebaran sumber emisi dapat dijadikan sebagai acuan untuk penelitian tahun selanjutnya.

2. Sebagai bahan penelitian lanjutan, diharapkan dapat dilakukan suatu kajian terkait derajat kejenuhan di setiap persimpangan jalan terhadap beban emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor.
3. Hasil peta potensi persebaran sumber emisi karbon dioksida CO₂ di Kota Surabaya dapat dijadikan acuan dalam penentuan 5 katagori yang berdasarkan nilai emisinya seperti nilai emisi rendah, nilai emisi cukup rendah, nilai emisi sedang, nilai emisi cukup tinggi dan nilai emisi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, 2006. *Taman dan Hutan Kota*. Azka Mulia Media : Jakarta
- Ardistari, R, Boedisantoso, R, Susi, A, W. 2010. *Kajian Mengenai Kemampuan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Dalam Menyerap Emisi Karbon Di Kota Surabaya*. Surabaya : Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Arifin. Z., Sukoco, 2009, *Pengendalian Polusi Kendaraan*, Alfabeta, Bandung.
- Arini, F, Boedisantoso, R, Susi, A, W. 2008. *Studi Kontribusi Kegiatan Transportasi Terhadap Emisi Karbon Di Surabaya Bagian Timur*. Surabaya : Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Arnanda, G, D. 2018. *Inventarisasi Dan Proyeksi Peningkatan Emisi Gas Rumah Kaca Dari Sektor Transportasi Serta Kecukupan Serapannya Oleh Ruang Terbuka Hijau Di Surabaya*. Surabaya : Jurusan Teknik Lingkungan ITS.
- Asclach, A. 2012, Penggunaan Google Earth. <http://www.inigis.com/search/caramenggunakan-google-earth>. Diakses pada tanggal 15 Maret 2019.
- Assomadi, A.F. 2016. *Pendekatan Baru Model Distribusi Pencemar di Atmosfer perkotaan*. Disertasi, Jurusan Teknik Lingkungan ITS.
- Asututi, S, C. 2017. *Profil Kota Surabaya*. Surabaya Indonesia
- Barqireza, M, F, Andhi, S, Dian, U, A, P, Fanizar, H. 2014. *Analisis Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (VLHR)*. Yogyakarta. Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, FT UNY
- Dinas Perhubungan Pemerintah Kota Surabaya. 2018. *Survey Kinerja Lalu Lintas Kota Surabaya*. Surabaya : Dinas Perhubungan.
- Dinas Kebersihan Dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya. 2018. *Survey Taman/Jalur Hijau Kota Surabaya*. Surabaya : Dinas Kebersihan Dan Ruang Terbuka Hijau.

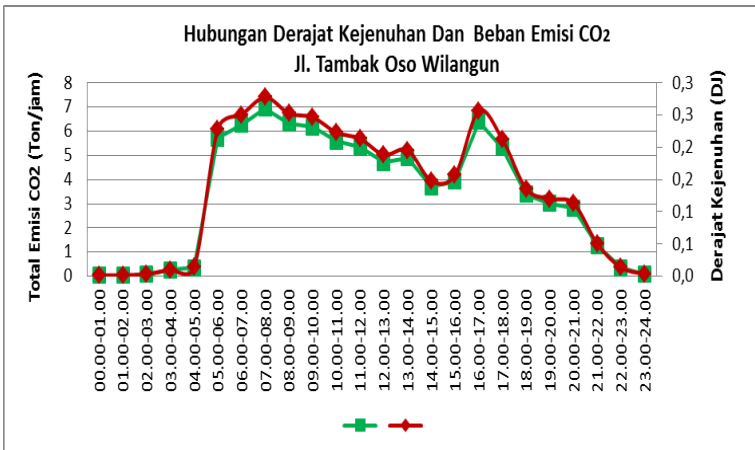
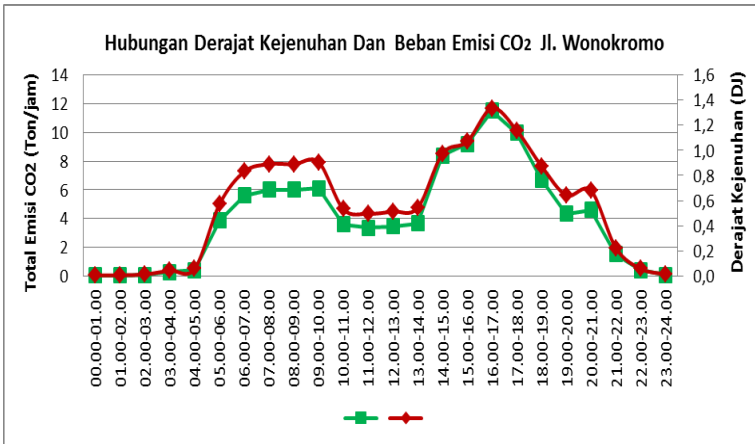
- Direktorat Jendral Bina Marga, 2014. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*. Jakarta.
- IPCC Climate Change, 2007. The Physical Sciens Basis, Contribution of Working Group I to The Fourth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Chage.
- IPCC, 1995. *Greenhouse Gas InVENTORY Reference Manual*. IPCC WGI Technical Support Unit, Hanley Center, Meteorology Office, London Road, Rg 122 NY, United Kingdom.
- Jinca, M.Y., Hariyanti, dan Makhyani. F. 2009. *Pencemaran Udara Karbon Monoksida dan Nitrogen Oksida Akibat Kendaraan Bermotor Pada Ruas Jalan Padat Lalu Lintas Di Kota Makassar*. Simposium XII FSTPT, Universitas Kristen Petra Surabaya, 14 November 2009.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2008. *Peraturan Menteri Negara Pekerjaan Umum Nomer : 05/PRT/M/2008 tentang : Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan*. Jakarta : Direktorat Jendral Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum.
- Kusuma, P, W, Rahmat, B dan Suci, A, W. 2011. *Studi Kontribusi Kegiatan Transportasi Terhadap Emisi Karbon Di Surabaya Bagian Barat*. Surabaya. Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Matthew, T.V. 2014. *Fuel Consumption and Emission Studies*. In *Lecture note in Traffic Enggineering and Management*. NPTEL.
- Muklis. 2013. *Pemanfaatan ArcGis 9.3 Untuk Memetakan Lokasi Lingkungan Universitas Islam Negeri AR-Raniry Darusalam Banda Aceh*. Banda Aceh : STMIK U'Budiyah Indonesia.
- Nasution, M Nur. 2008. *Manajemen Transportasi Edisi Ketiga*. Bogor : Ghalia Indonesia.
- Nurdjanah, N. 2015. *Emisi CO₂ Akibat Kendaraan Bermotor Di Kota Denpasar*. Jakarta : Puslitbang Perhubungan Darat Dan Perkeretaapian.

- Nurhakim, K. 2017. *Studi Perubahan Tingkat Lahan Kritis Lingkungan DAS Dengan Metode Pengideraan Jauh (Studi Kasus : Kabupaten, P. Madura)*. Surabaya Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pemerintah Kota Surabaya. 2003. *Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 7 Tahun 2003 Tentang Perubahan Daerah Kota Madya Dearah Tingkat II Surabaya Nomor 14 Tahun 1999 Tentang Retribusi Penggantian Biaya Cetak Peta*. Surabaya : Pemerintah Kota Surabaya.
- Pemerintah Provinsi Jawa Timur. 2009. *Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 10 Tahun 2009 Tentang Baku Mutu Udara Ambien dan Emisi Sumber Tidak Bergerak di Jawa Timur*. Pemerintah Provinsi Jawa Timur.
- Purba, R, P. N, P. N. 2017. *Analisis Hambatan Samping Pada Ruas Jalan Kinibalu Palangka Raya (Studi Kasus : STA 0+250-STA 450)*. Palangka Raya. Universitas Muhammadiyah Palangka Raya.
- Pradiptiyas, D. 2011. *Analisis Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Sebagai Penyerapan Emisi CO₂ di perkotaan Menggunakan Program STELLA*. Tugas akhir S1. Teknik Ligkungan ITS. Surabaya.
- Pratama, G, E. 2013. *Rencana Pengembangan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Distribusi Suhu Permukaan dan Temperature Humidity Index (THI) di Kota Surakarta. Tugas Akhir S1. Departemen Konservaasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor*.
- Risnandar, S.T. 2008. *Mengenal IPCC (Intergovermental Panel On Climate Change)*. <http://kehutanan.risnandarweb.com/>. Diakses Pada Tanggal 22 Desember 2017.
- Rosianar, N. 2016. *Analisis Karakteristik Emisi CO dan CO₂ Kendaraan Roda Dua di Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*. Thesis Program Studi Teknik Lingkungan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Makassar : Indonesia.

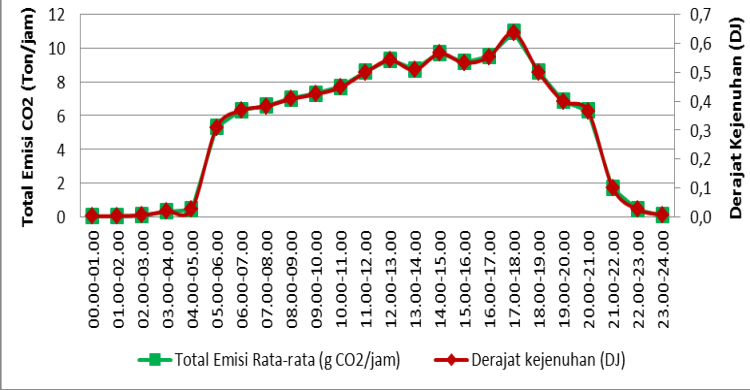
- Republik Indonesia 1. 1999. *Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 Tentang : Pengelolaan Ruang Terbuka Hijau*. Jakarta.
- Republik Indonesia 2. 2004. *Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang : Klasifikasi Jalan*. Jakarta.
- Republik Indonesia 3. 2006. *Undang-undang Nomor 38 Tahun 2006 Tentang : Sistem Jaringan Jalan*. Jakarta.
- Republik Indonesia 4. 2007. *Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 Tentang : Penataan Ruang Terbuka Hijau*. Jakarta.
- Samiaji, T. 2009. *Upaya Mengurangi CO₂ Di Atmosfer*. Berita Dirgantara Volume. 10 No. 3 : 92-95.
- Sendow, T, K, E, Lintong. 2013. *Model Drajat Kejenuhan dan Kecepatan Kendaraan Pada Ruas Jalan Perkotaan Pada Ruas Jalan Piere Tenden*. Manado : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Unsrat.
- Soedomo, M. 2001. *Pencemaran Udara Bandung* : ITB.
- Sugiyono, A. 2006. *Penanggulangan Pemanasan Global Di Sektor Pengguna Energi. Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol. 7(2) 15-19.
- Tinambunan, R, S. 2006. *Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau di Kota Pekan Baru. Pengolahan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. Bogor : Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Wardhana, W, A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta : Andi offset.

LAMPIRAN A

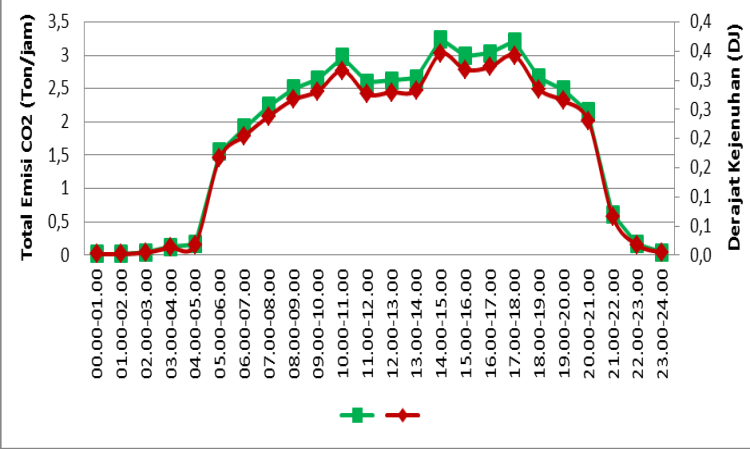
Grafik Hasil Hubungan DJ Dan Beban Emisi Tahun 2016

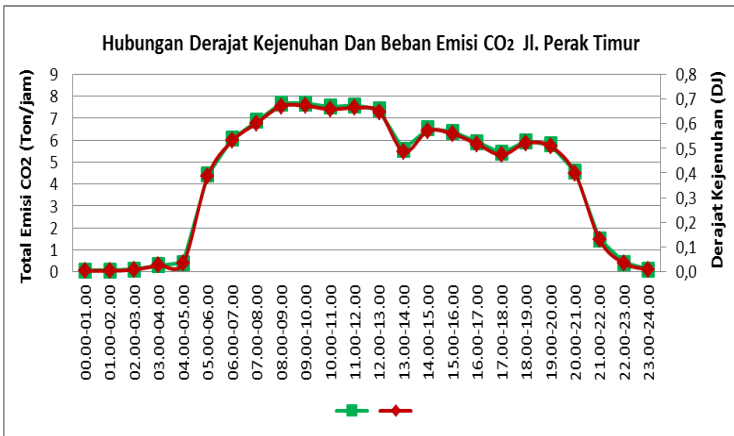
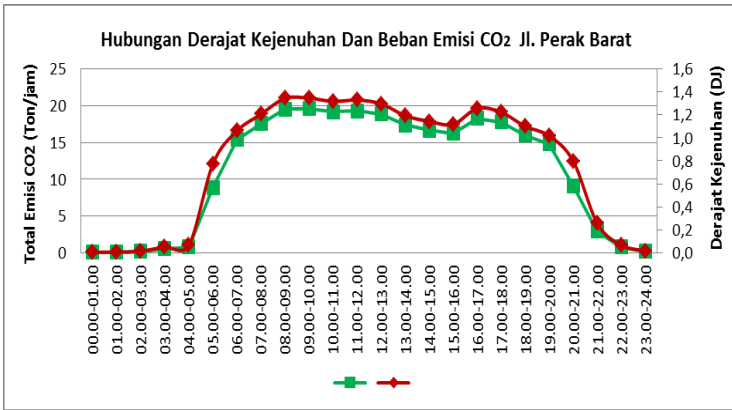


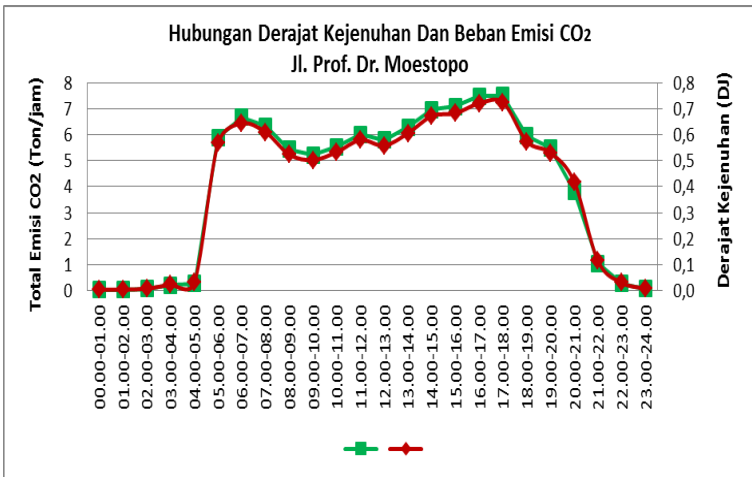
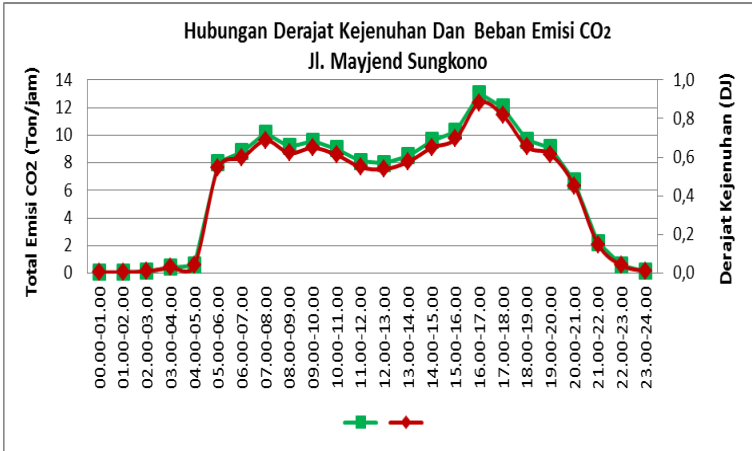
Hubungan Derajat Kejenuhan Dan Beban Emisi CO₂ Jl. Diponegoro

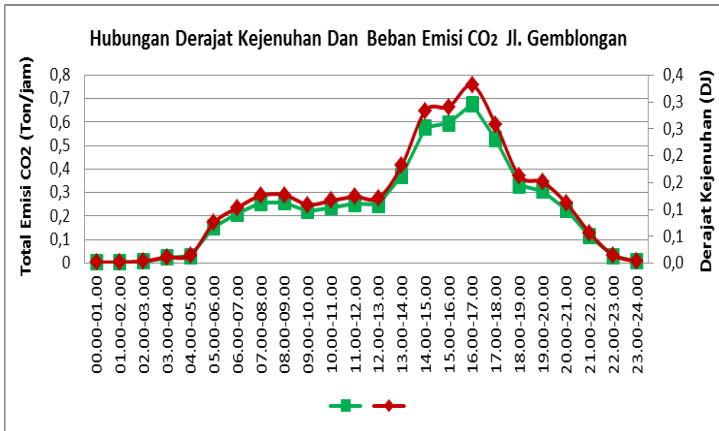
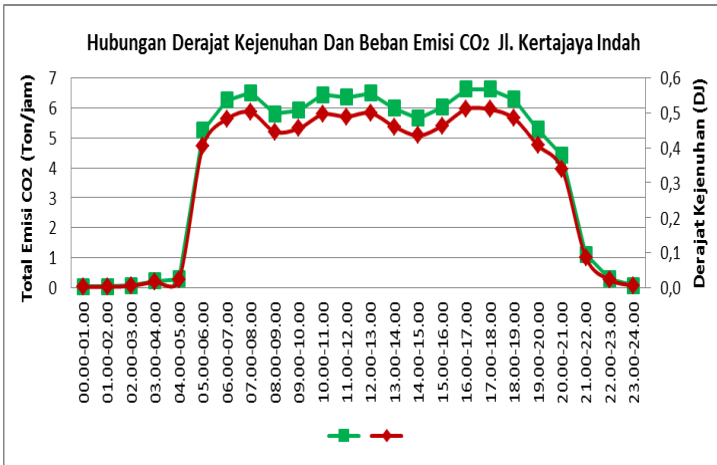


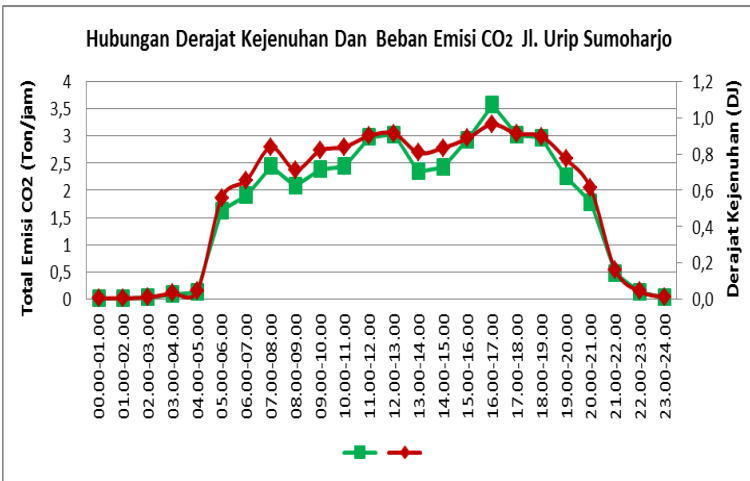
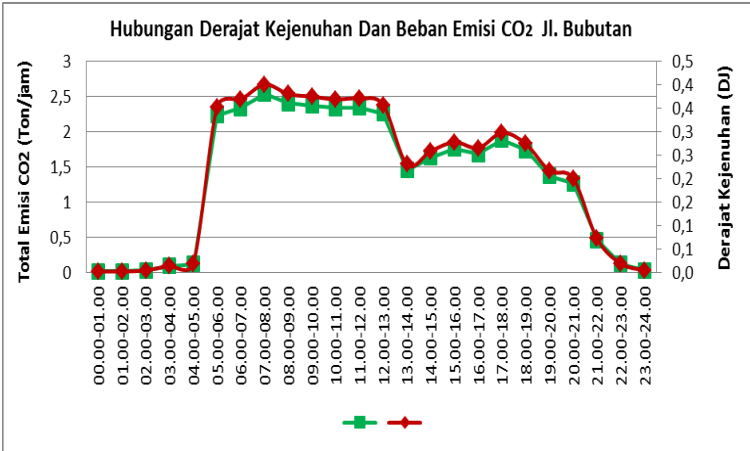
Hubungan Derajat Kejenuhan Dan Beban Emisi CO₂ Jl. Arjuno

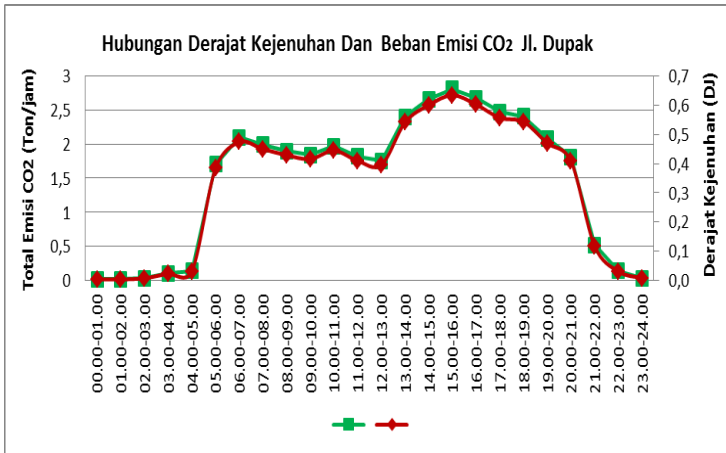
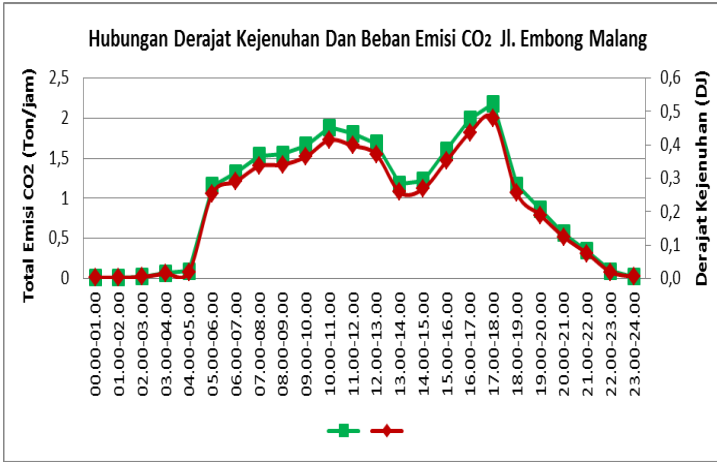


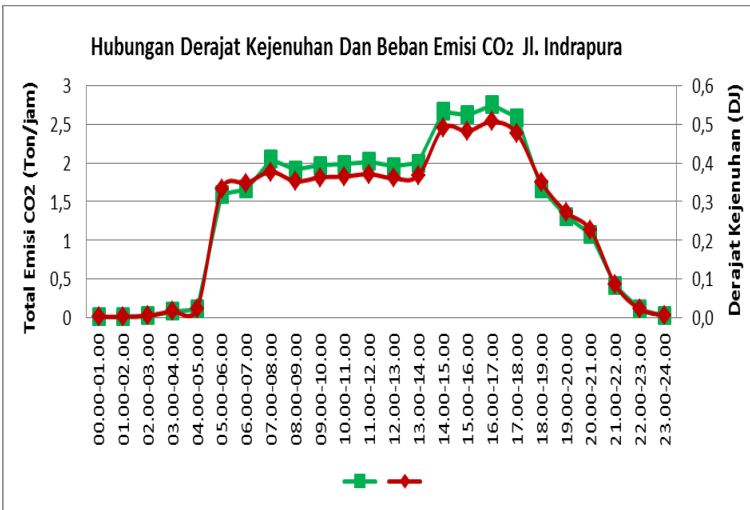
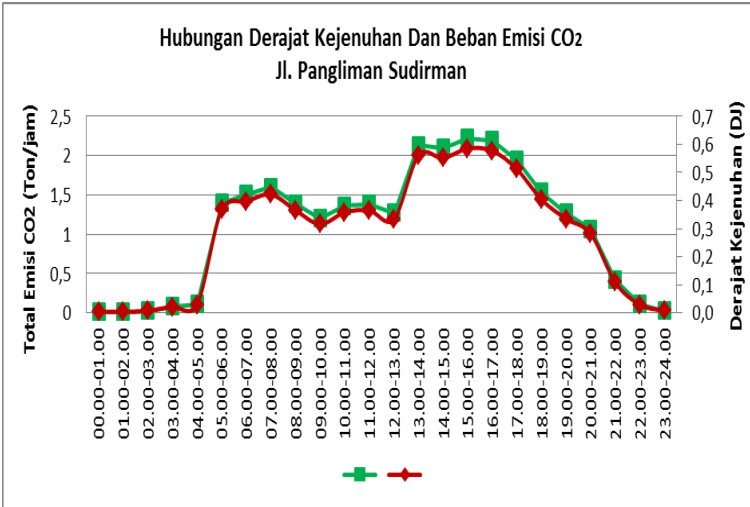


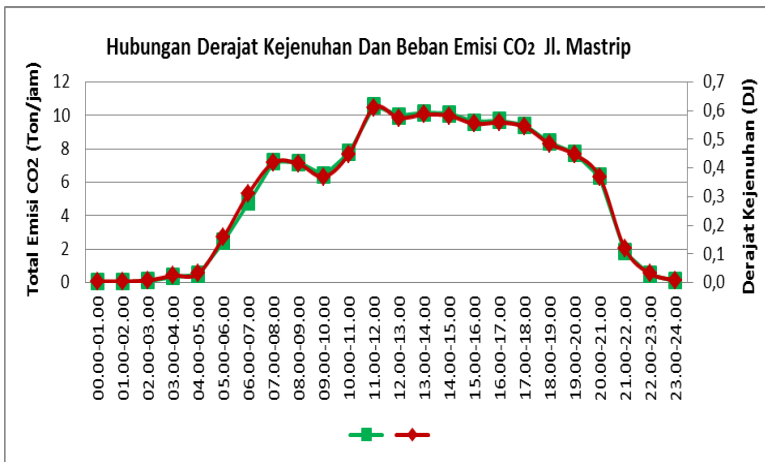
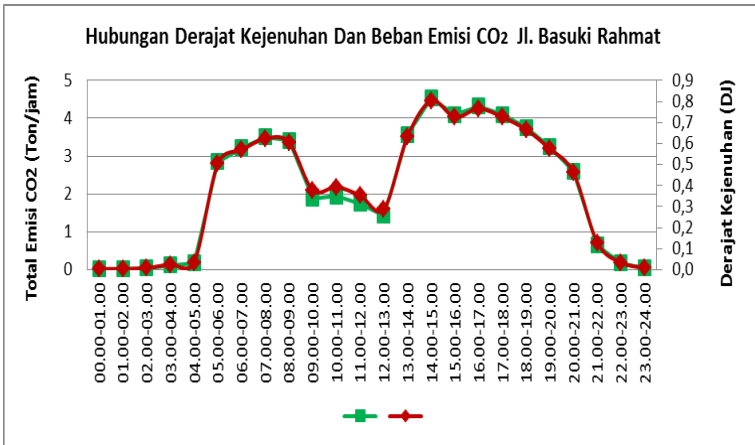


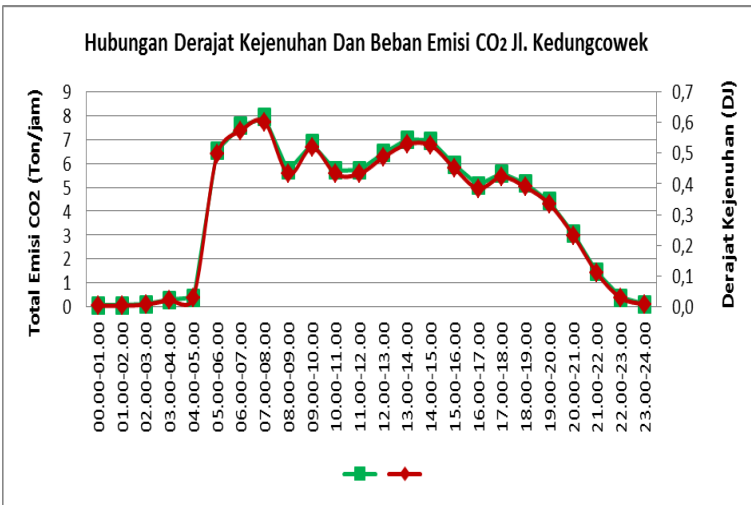
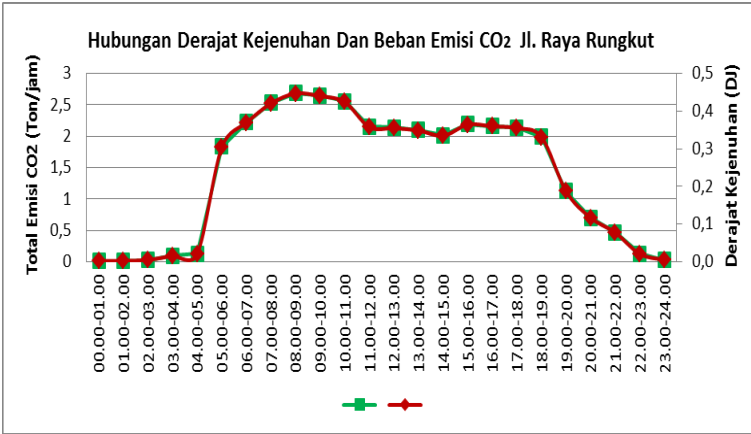


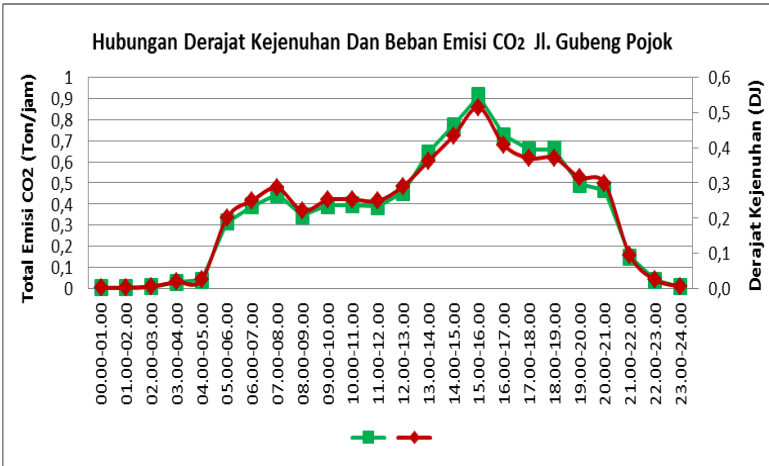
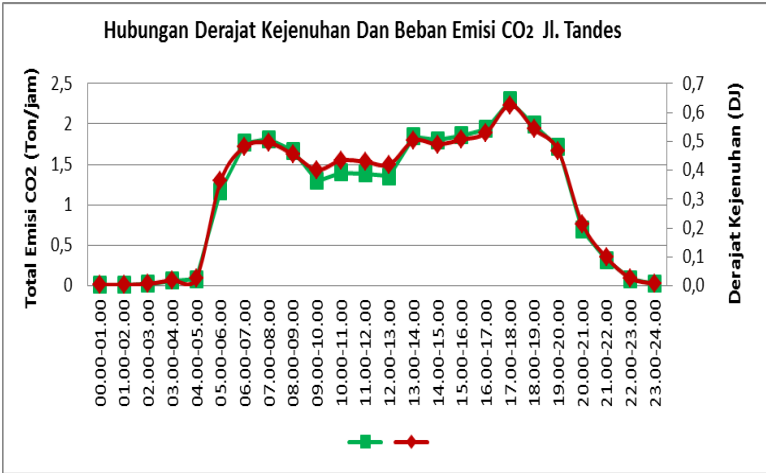


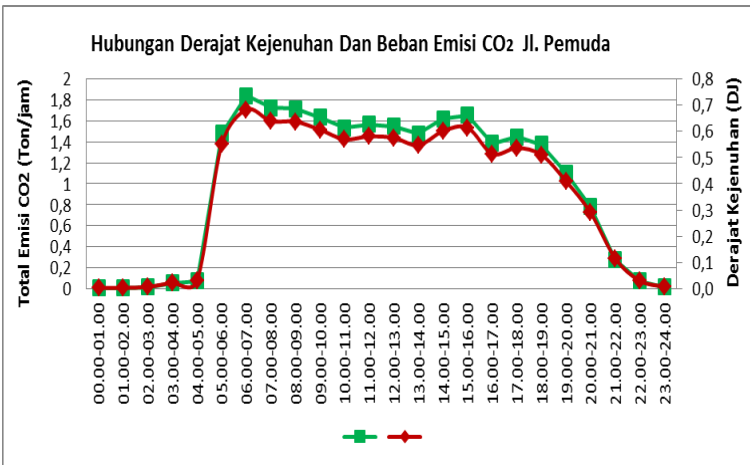
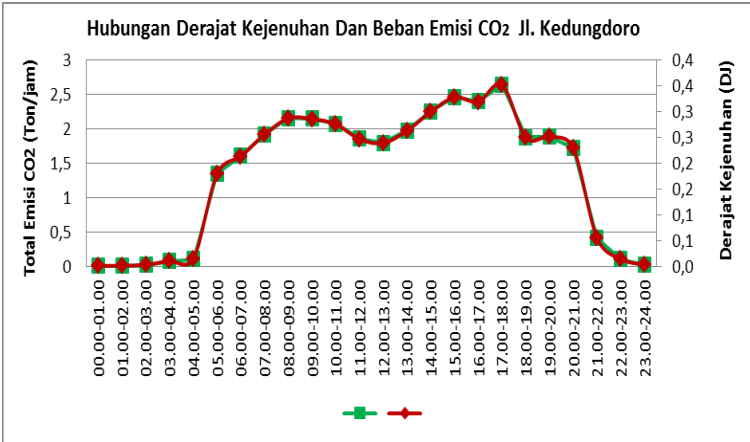


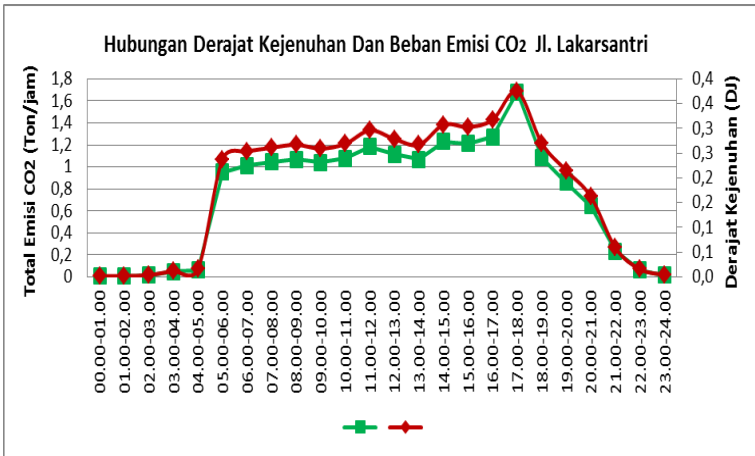








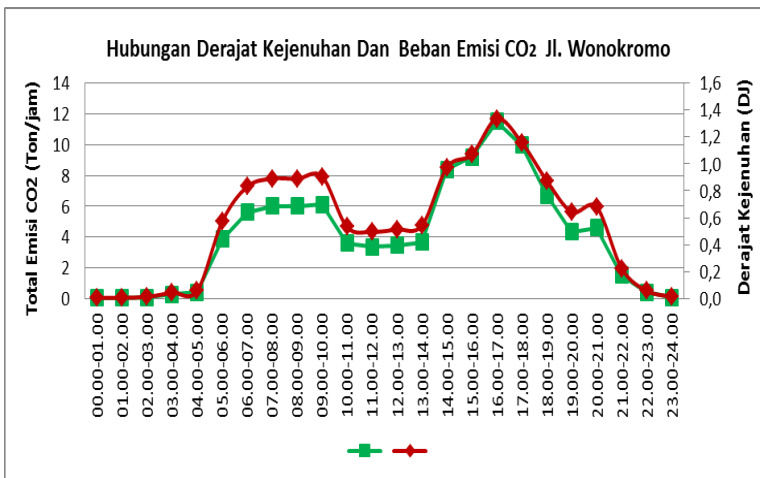
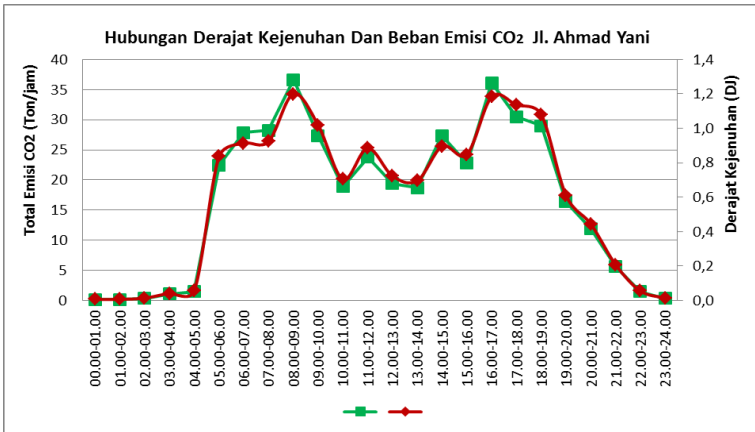


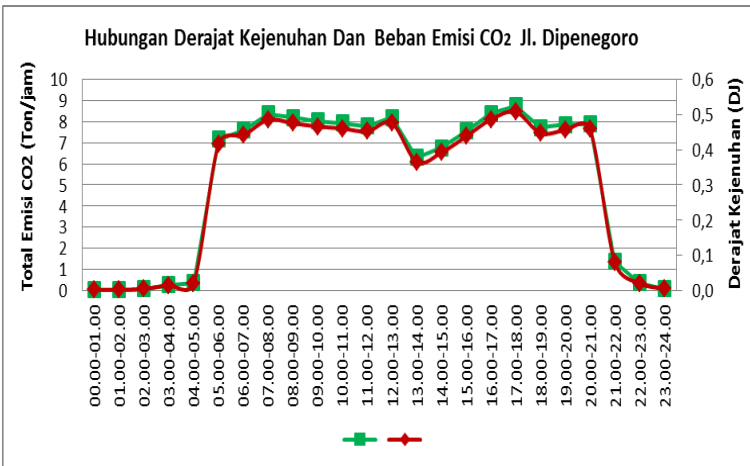
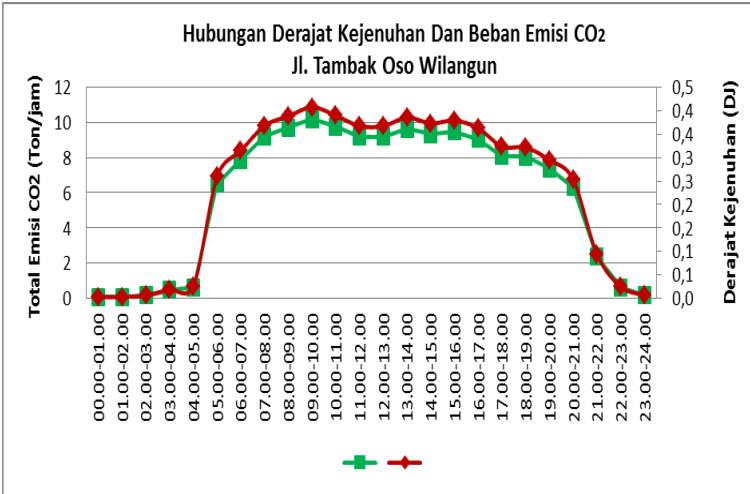


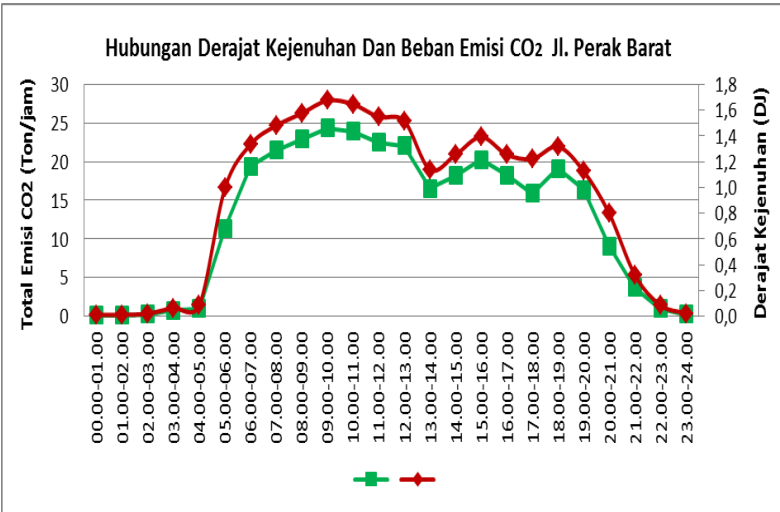
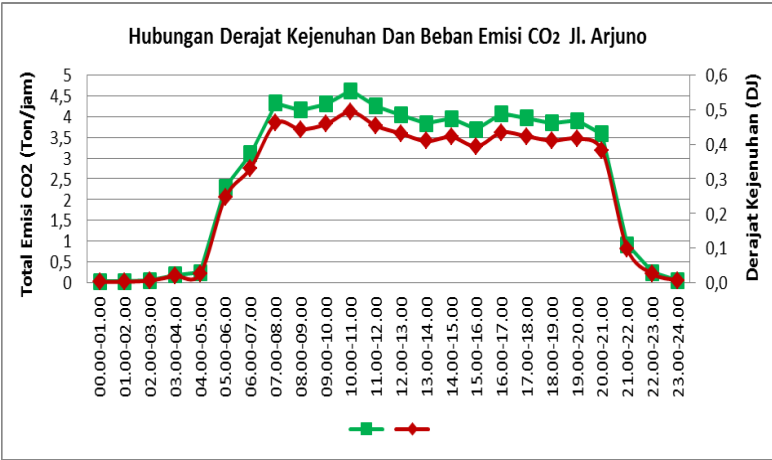
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

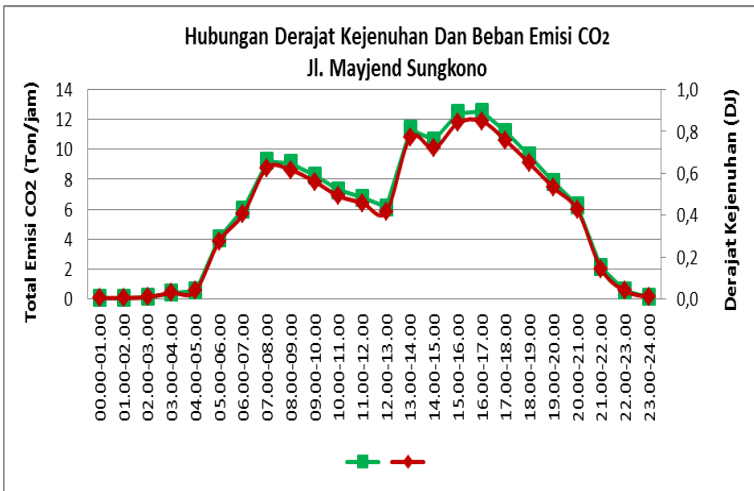
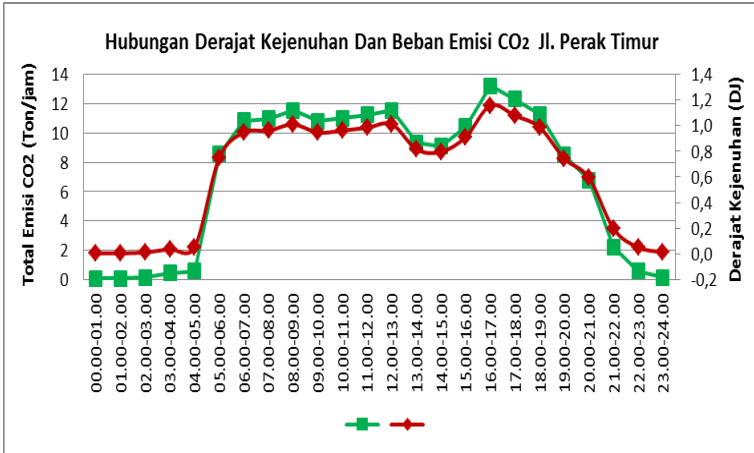
LAMPIRAN B

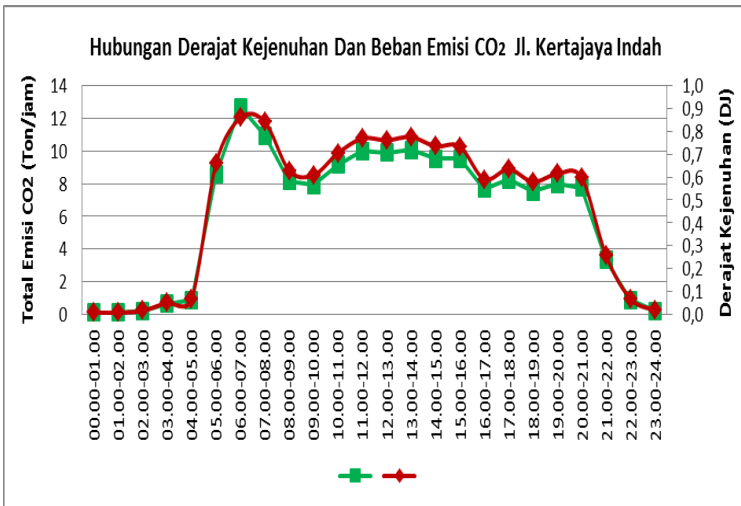
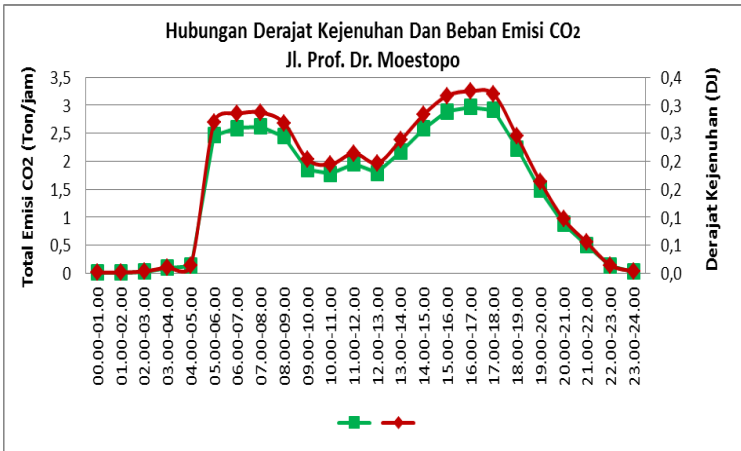
Grafik Hasil Hubungan DJ Dan Beban Emisi Tahun 2017

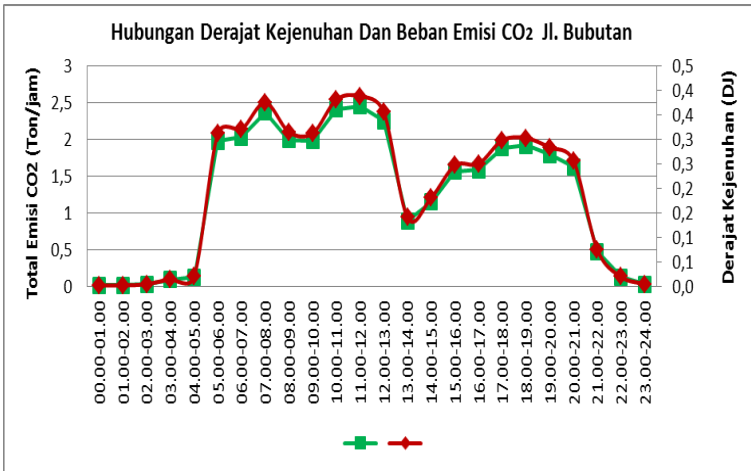
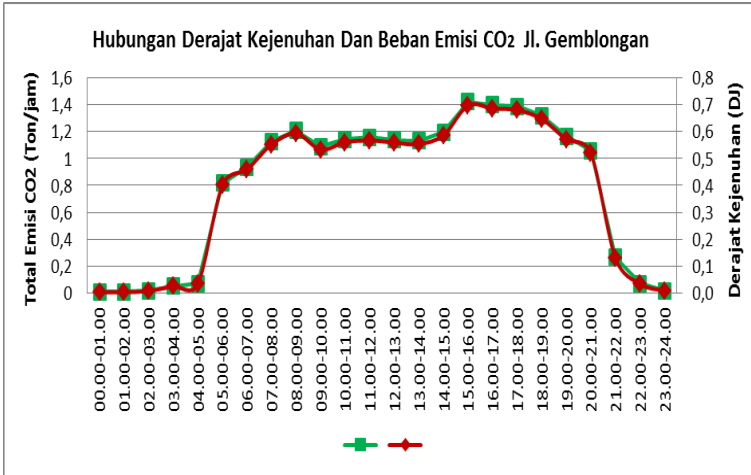


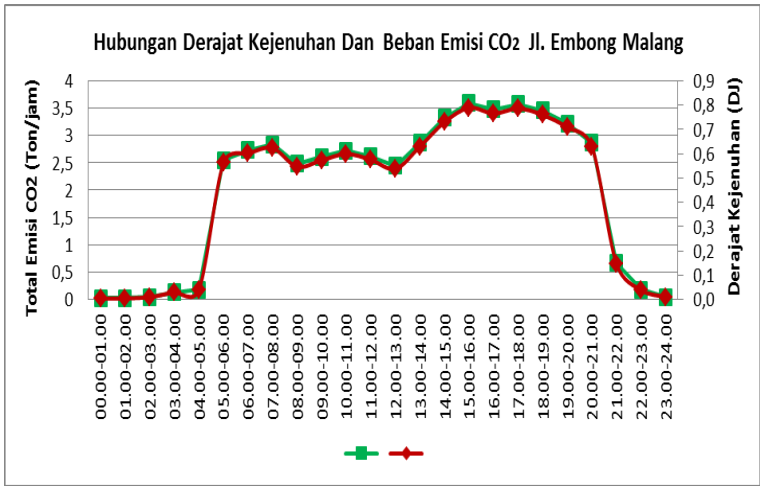
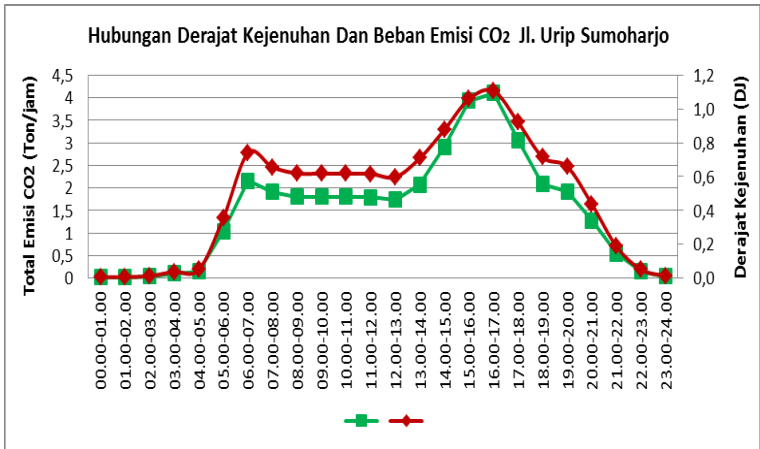


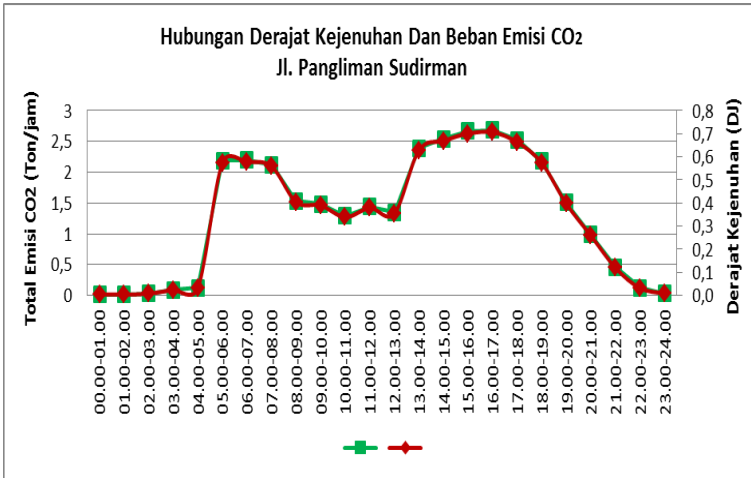
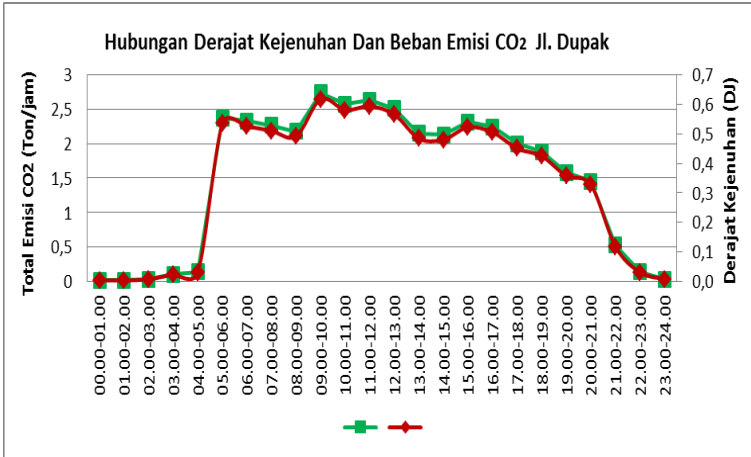


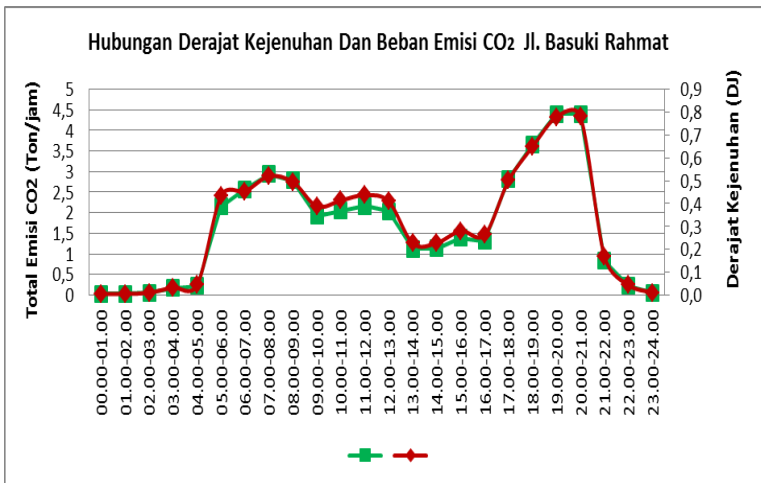
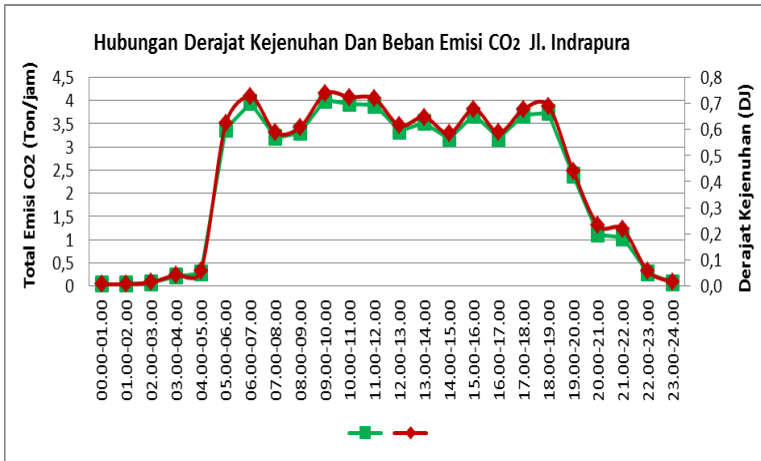


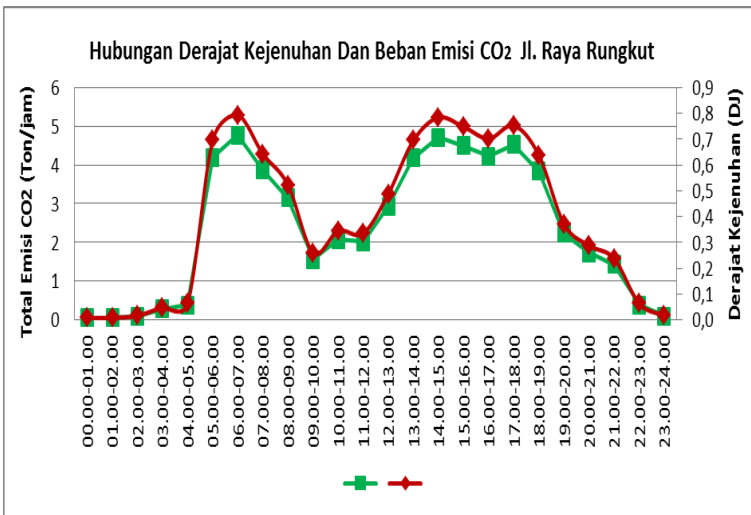
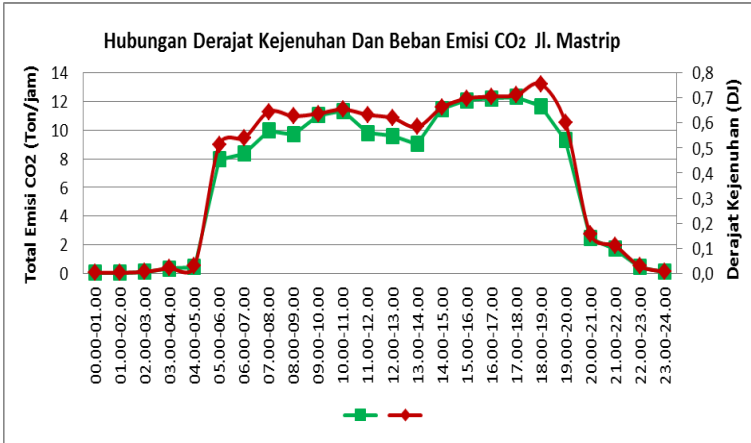


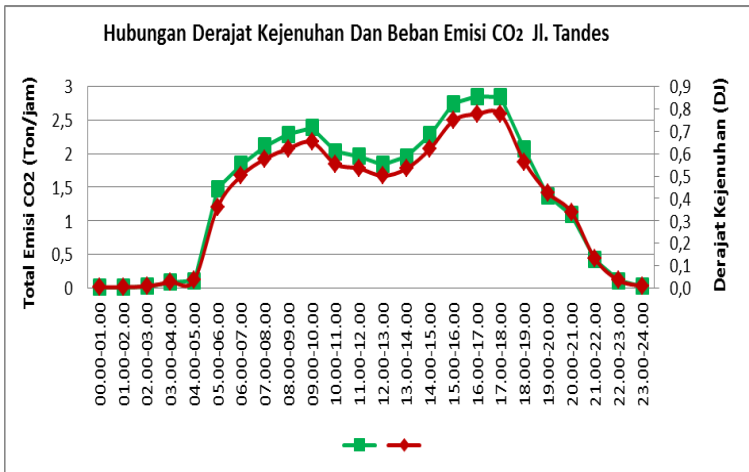
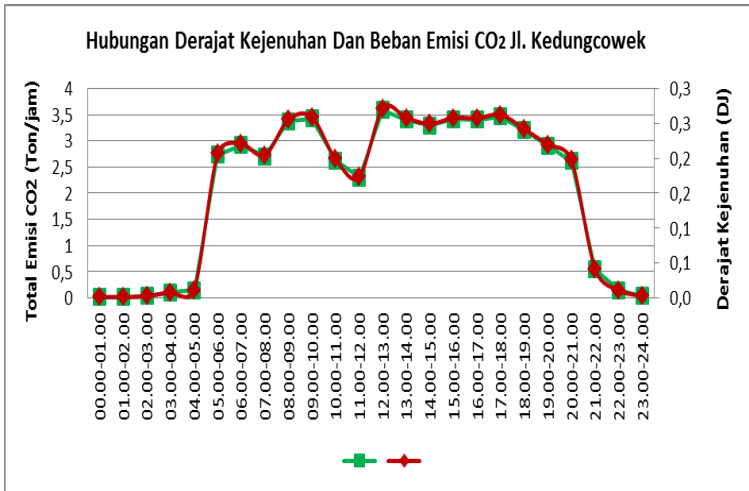


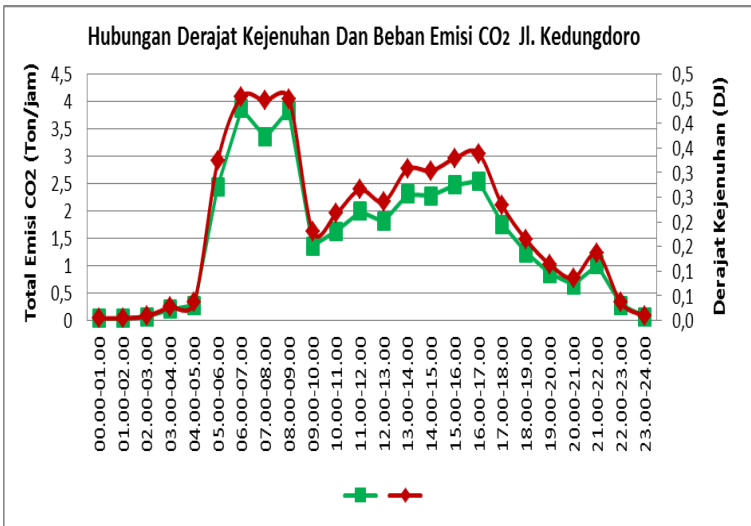
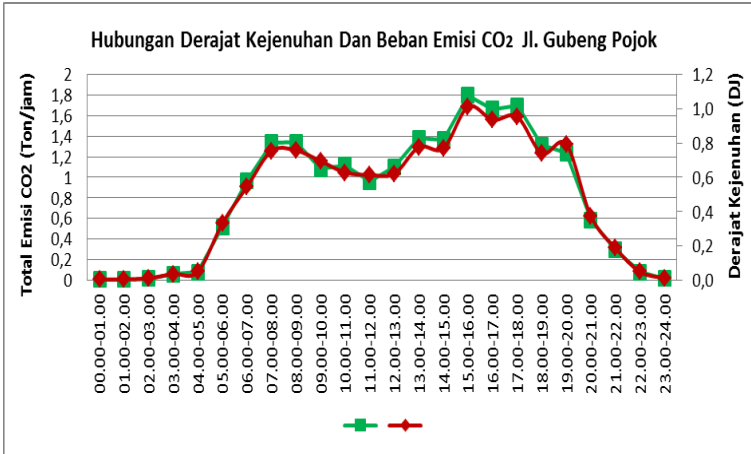


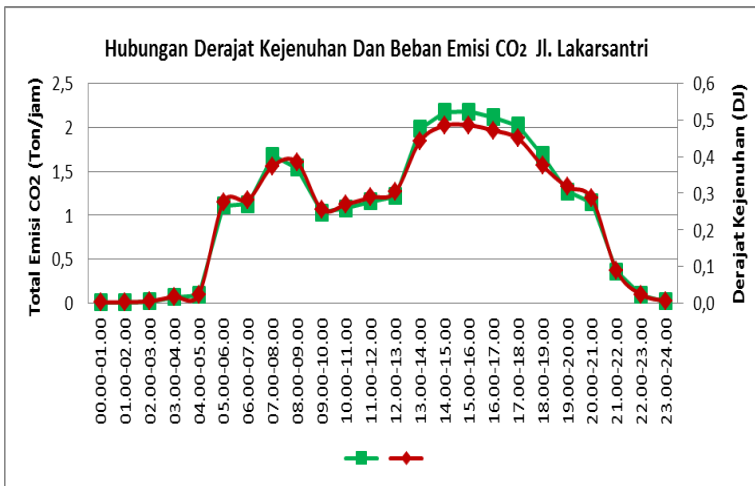
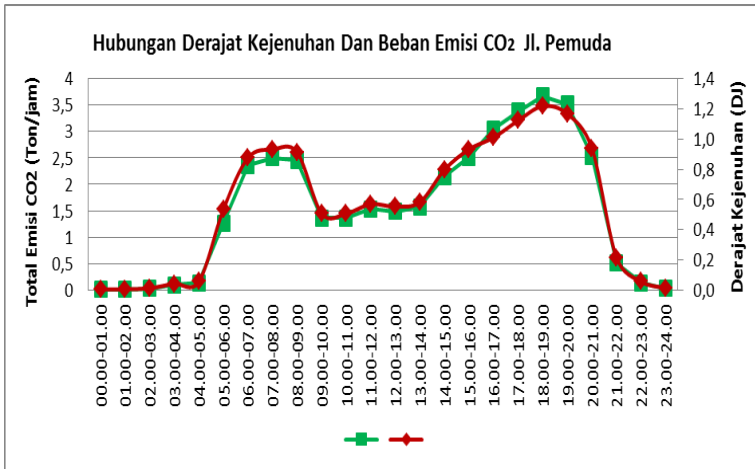








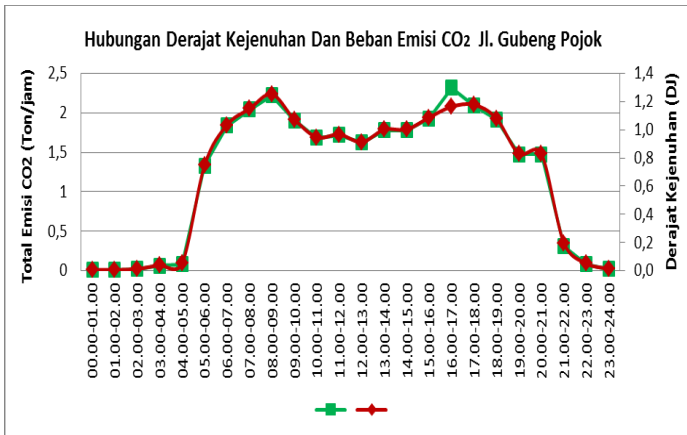
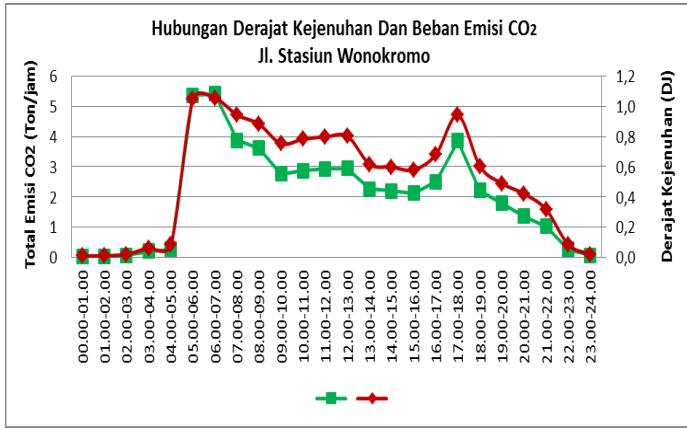


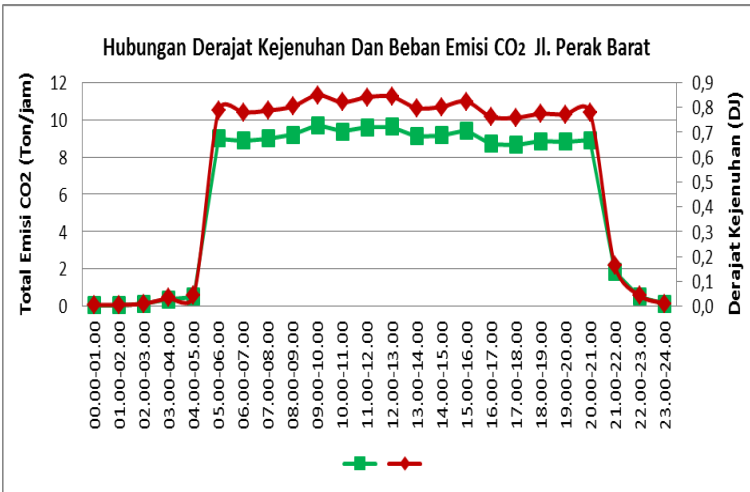
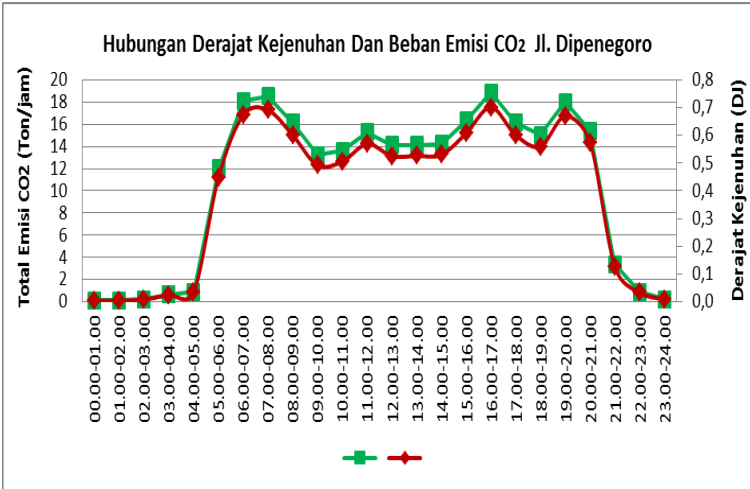


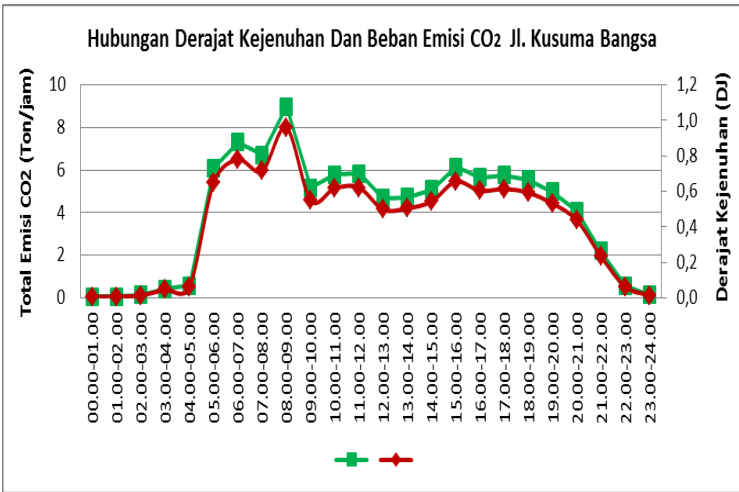
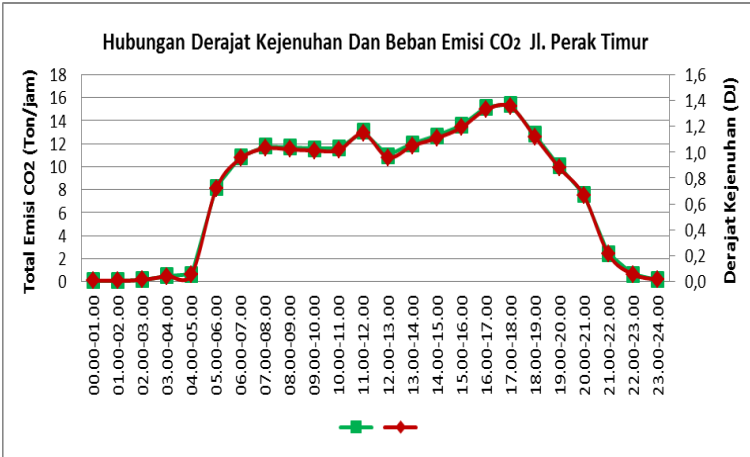
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

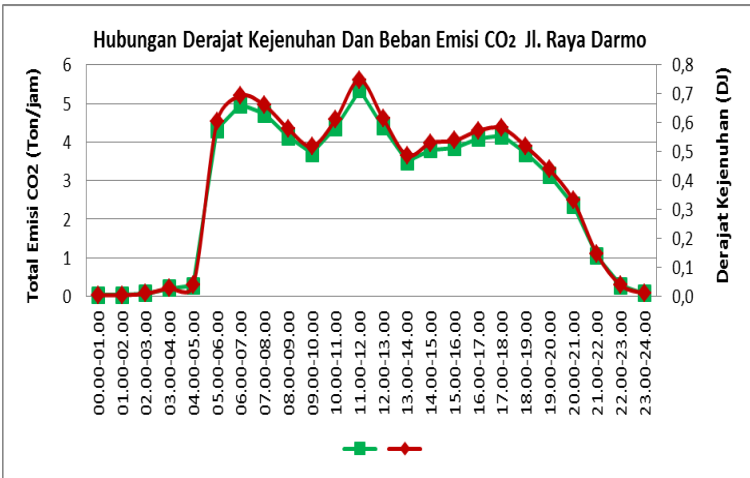
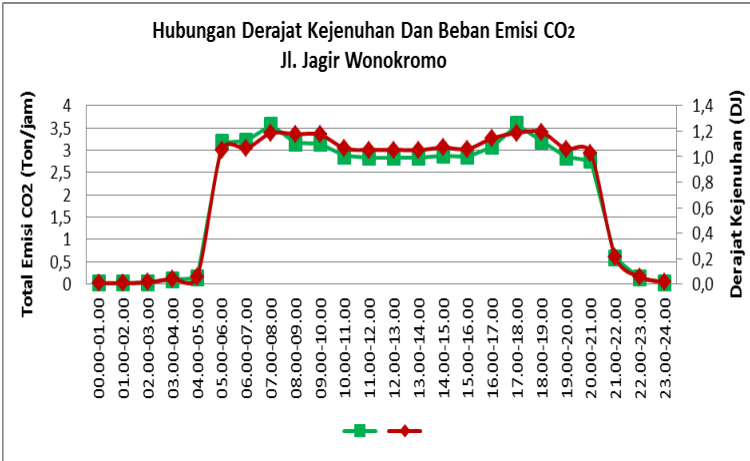
LAMPIRAN C

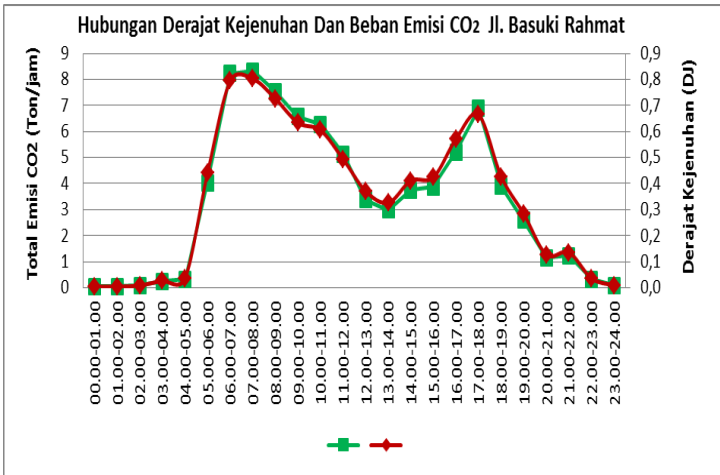
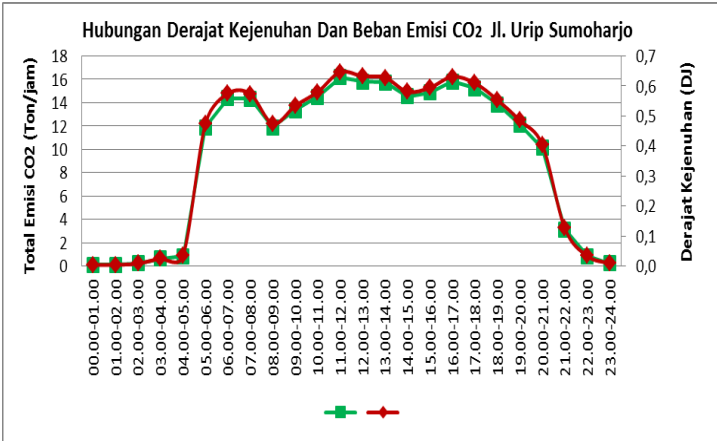
Grafik Hasil Hubungan DJ Dan Beban Emisi Tahun 2018

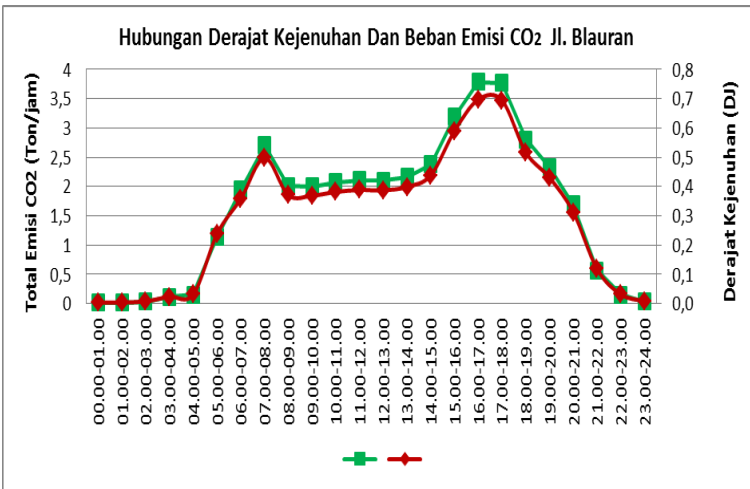
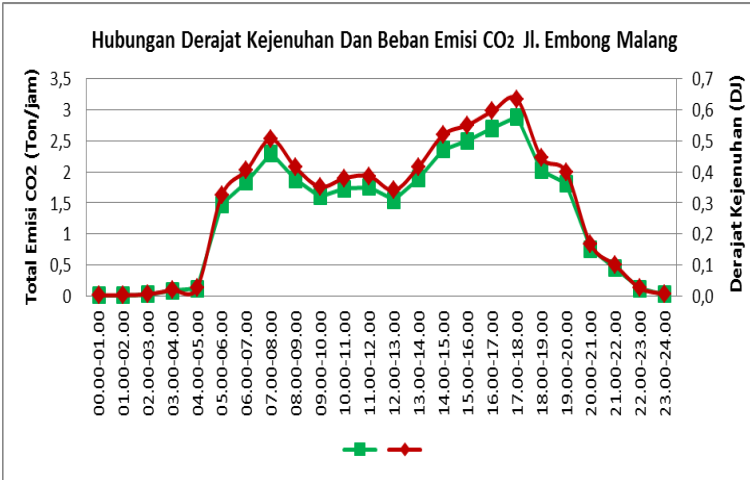


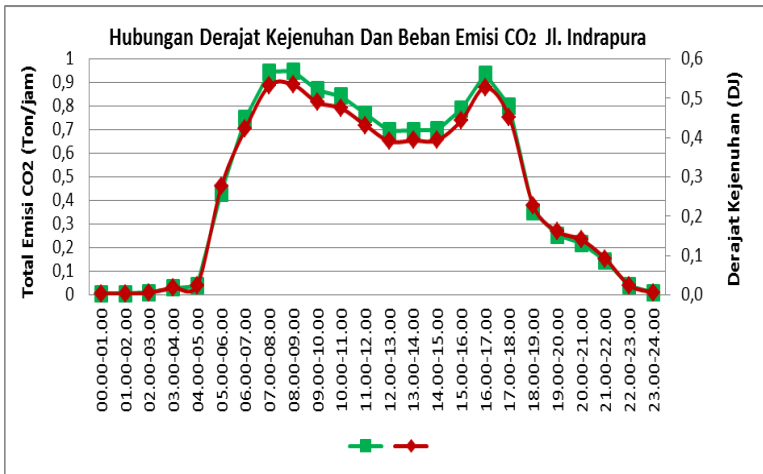
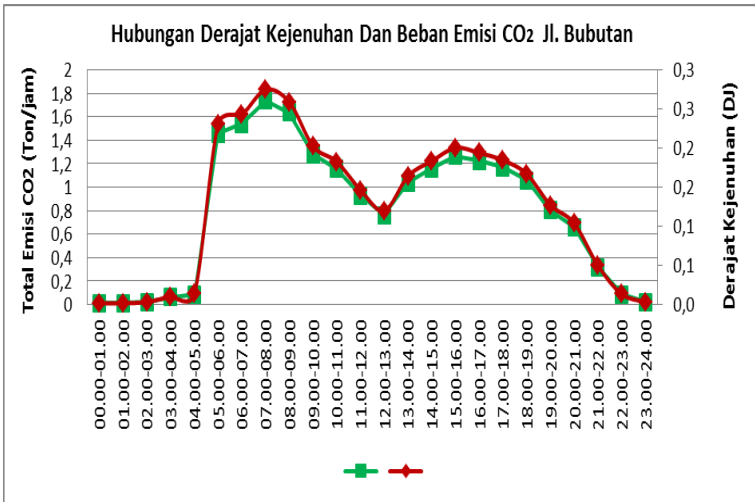


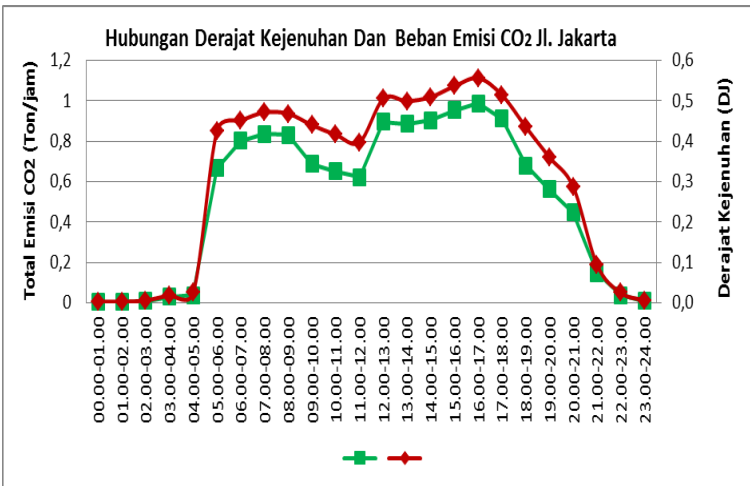
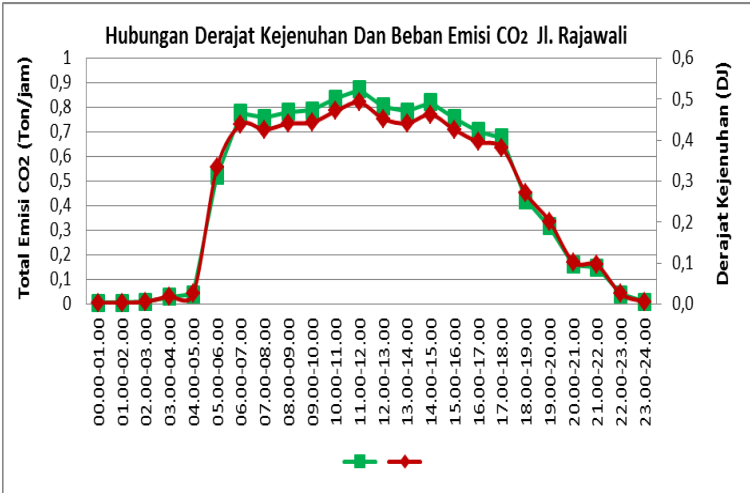


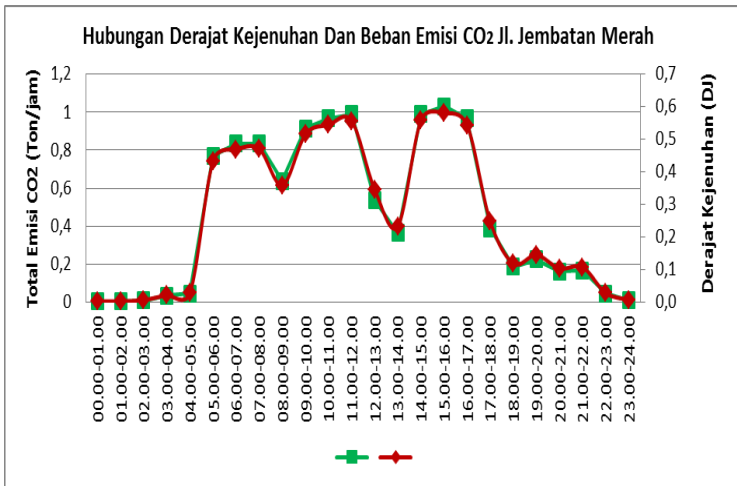
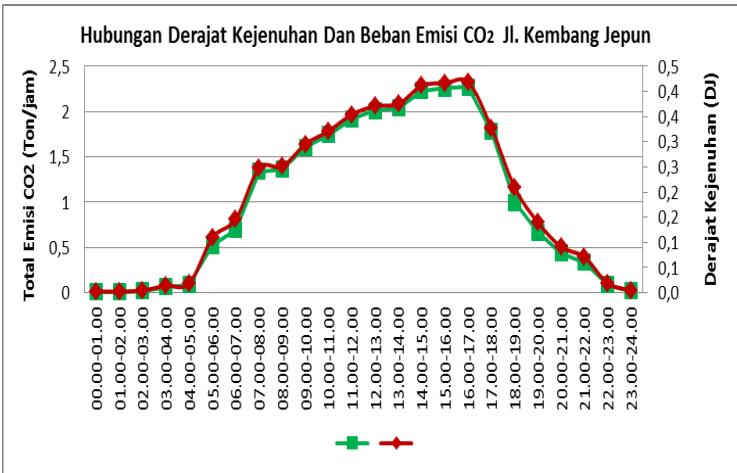


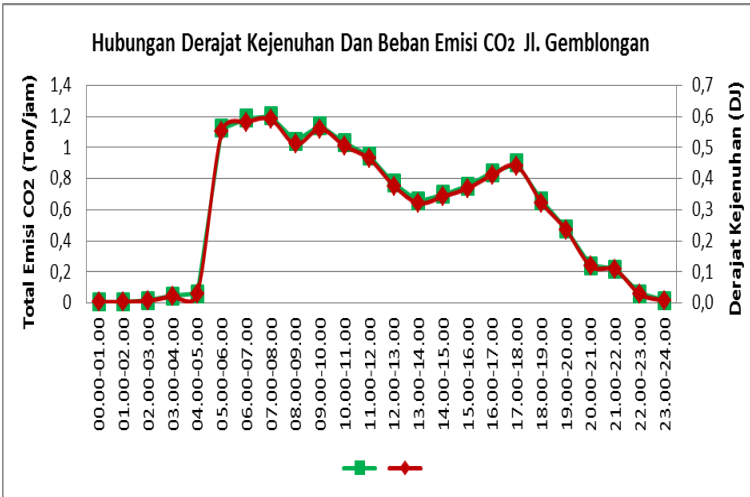
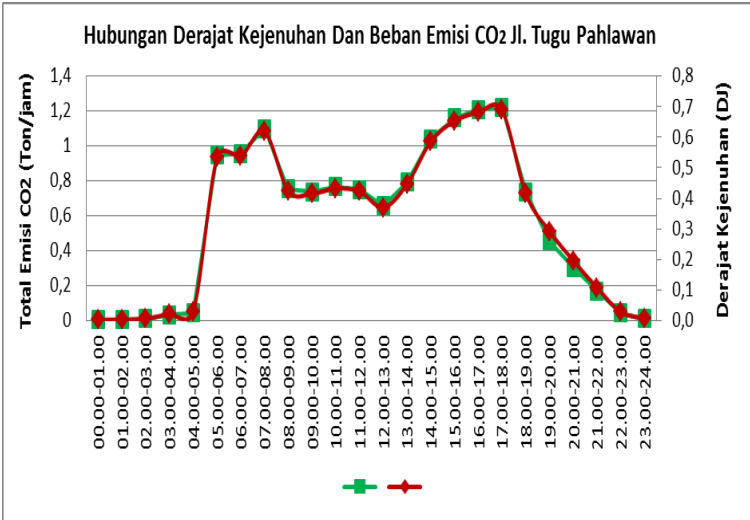


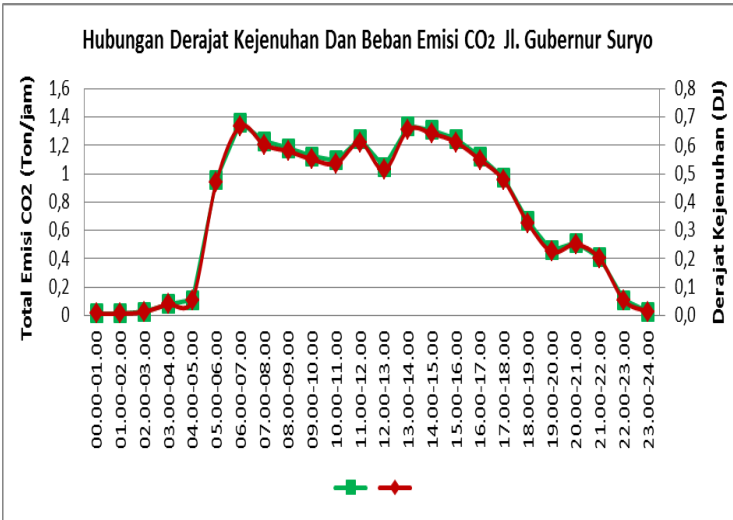
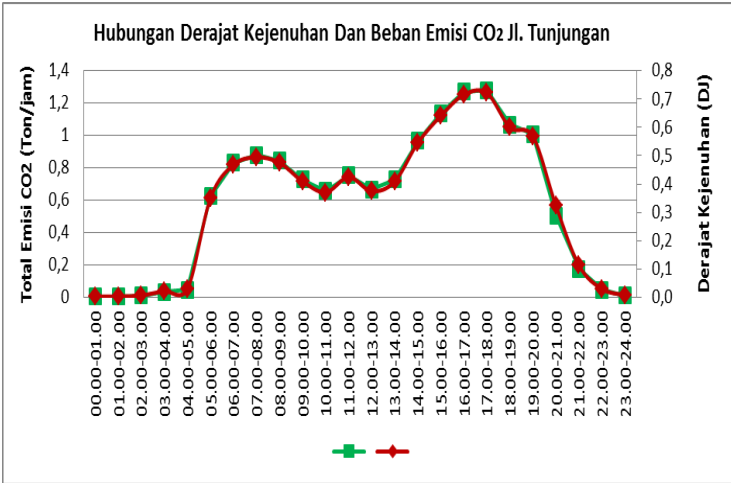


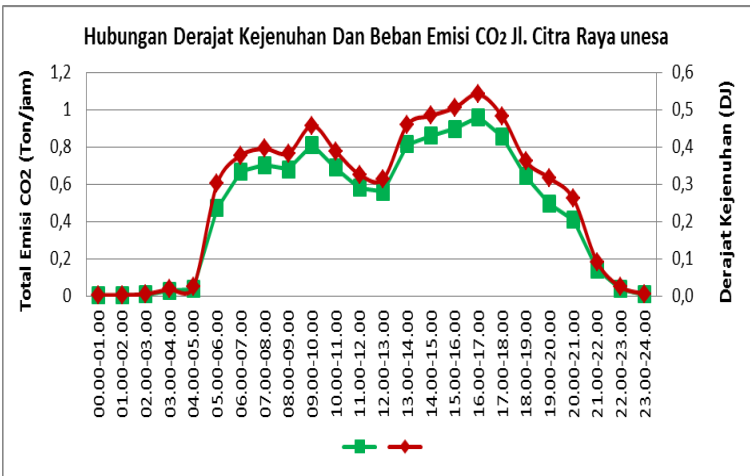
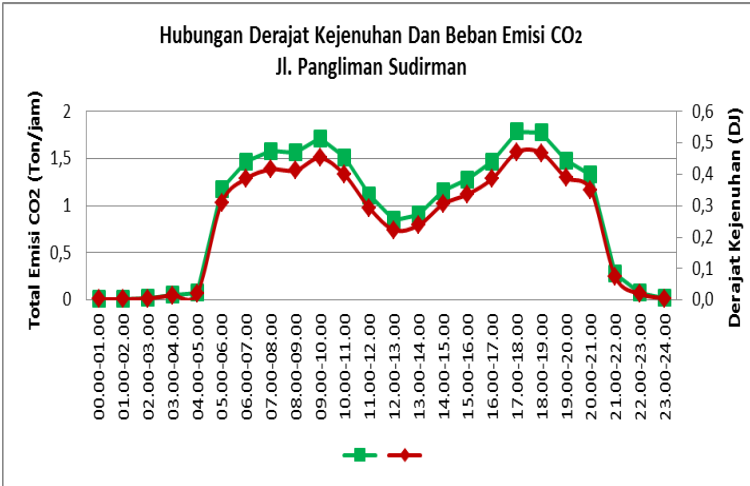


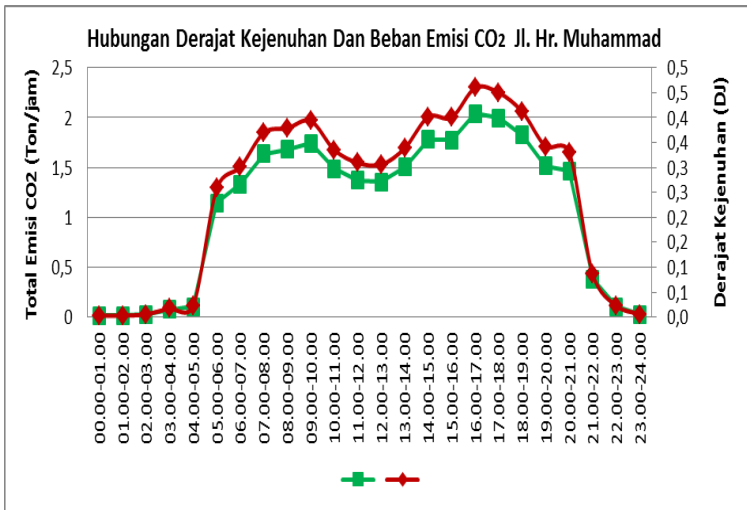
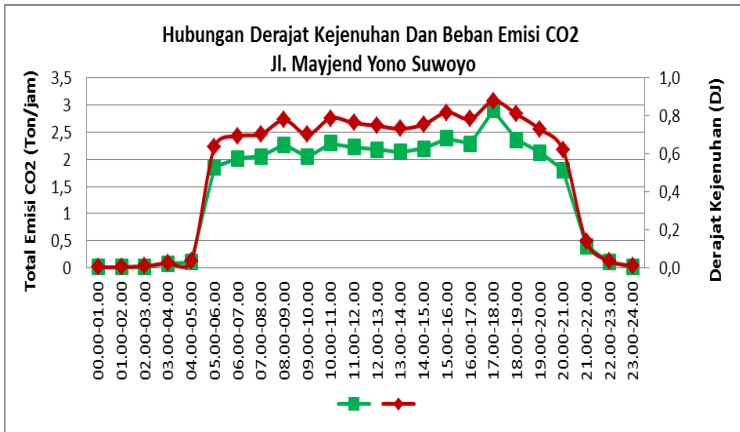


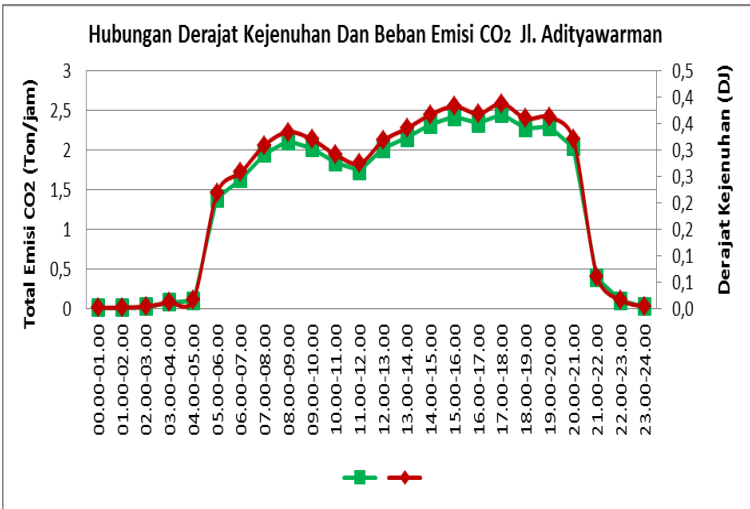
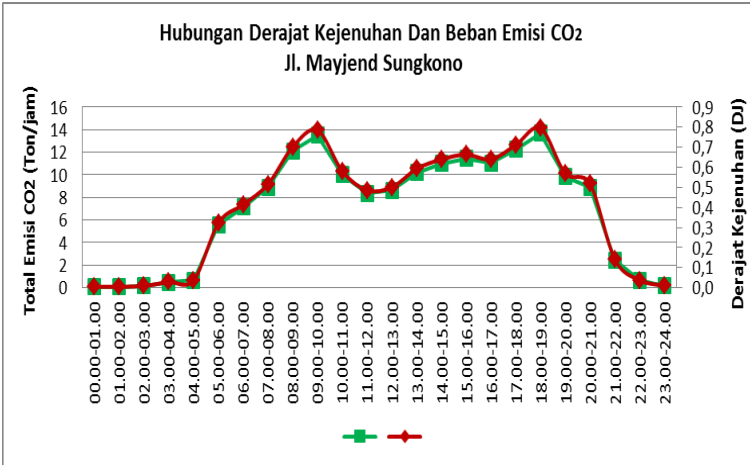


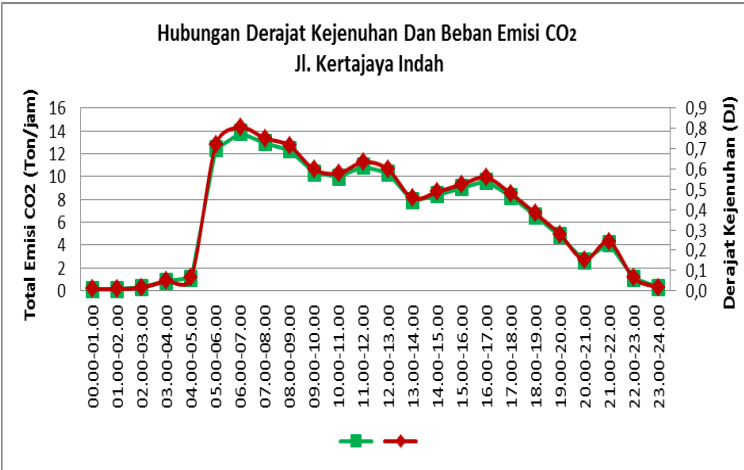
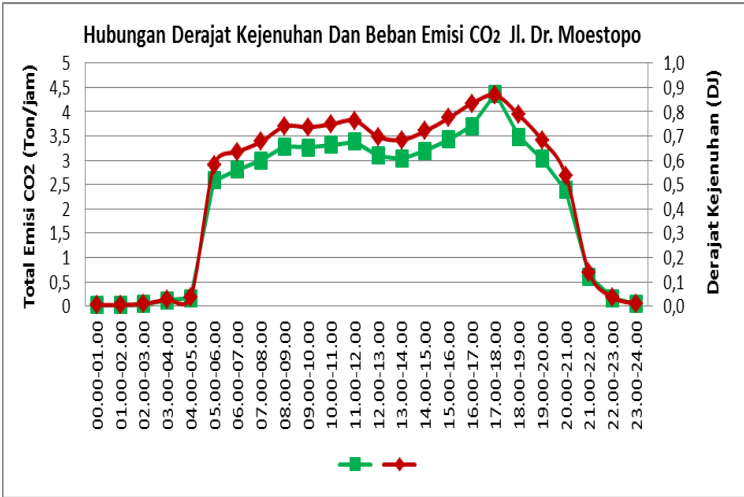


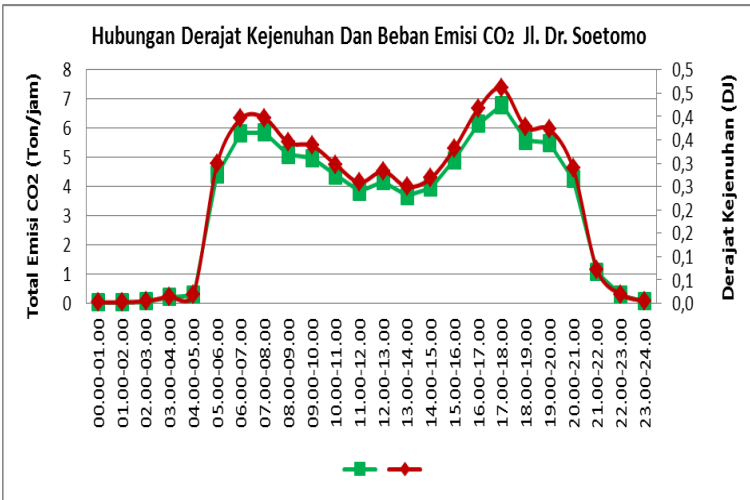
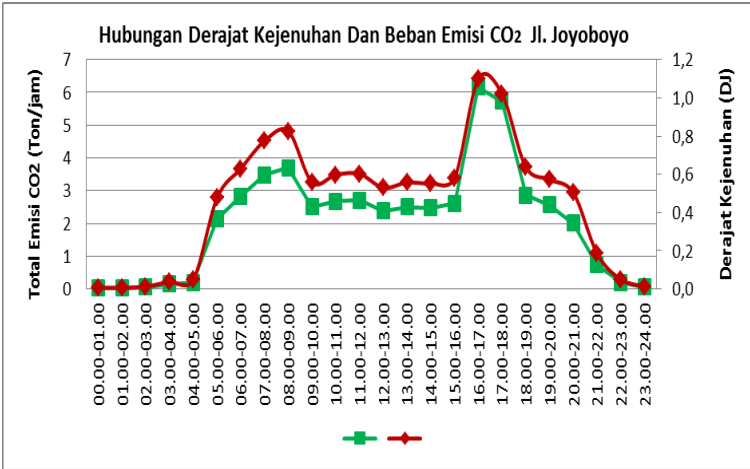


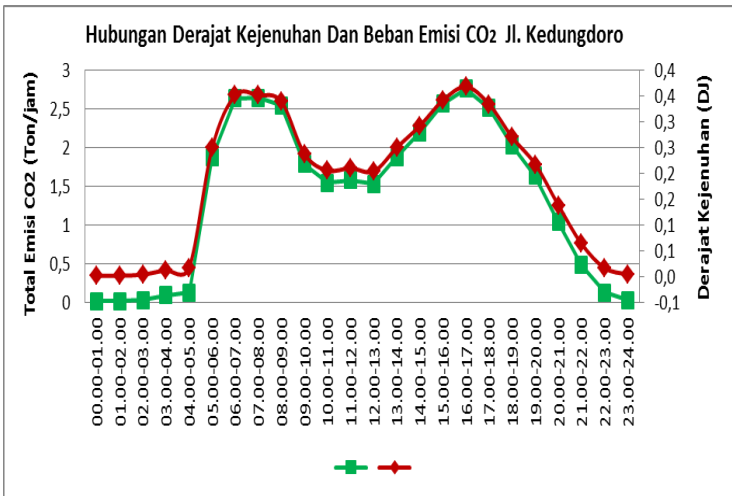
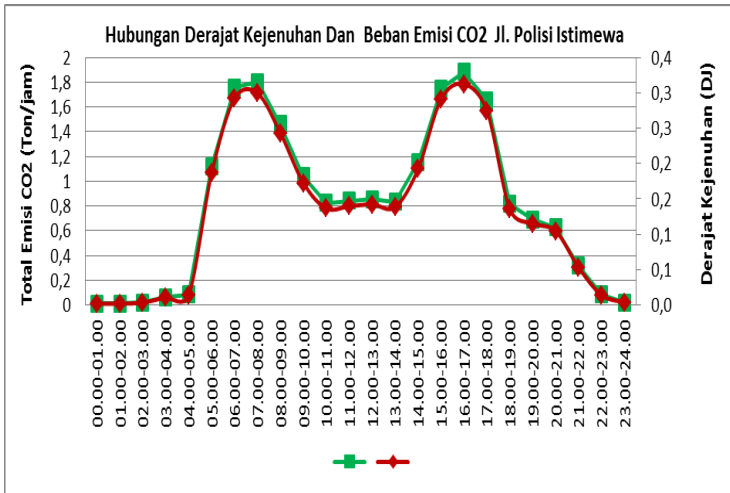


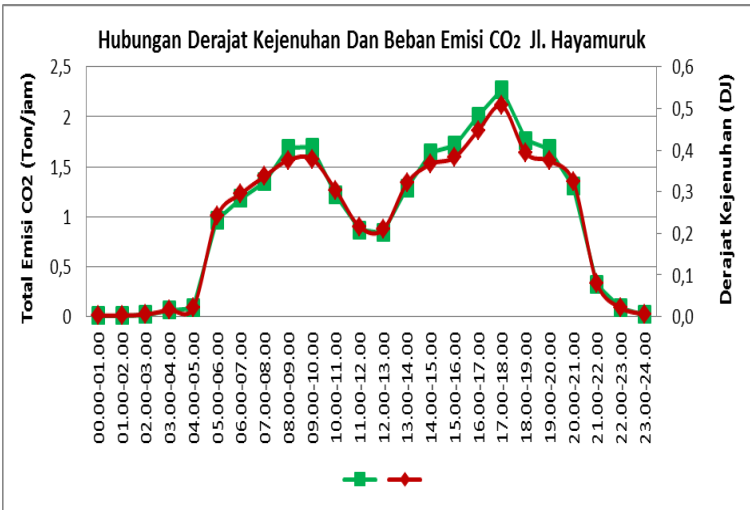
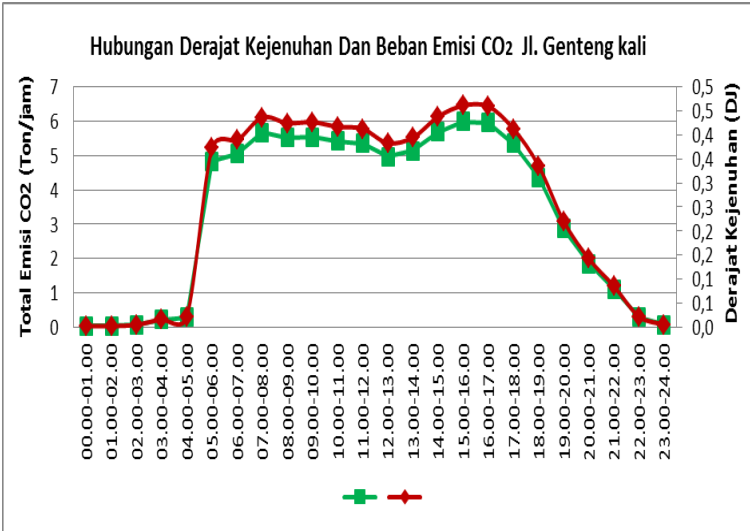


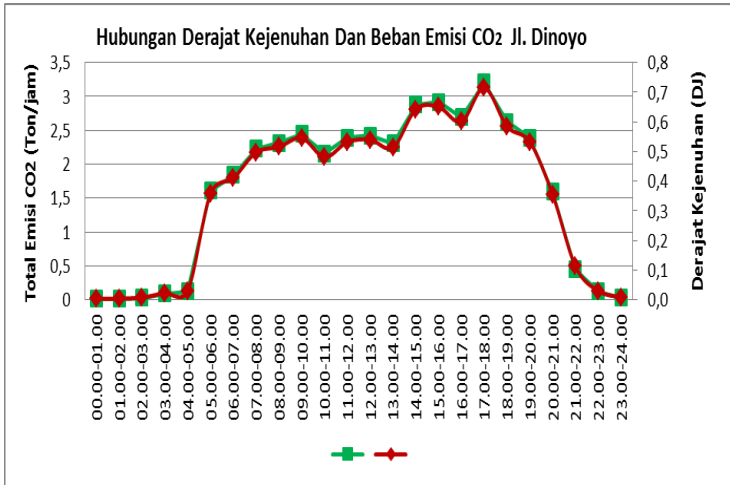
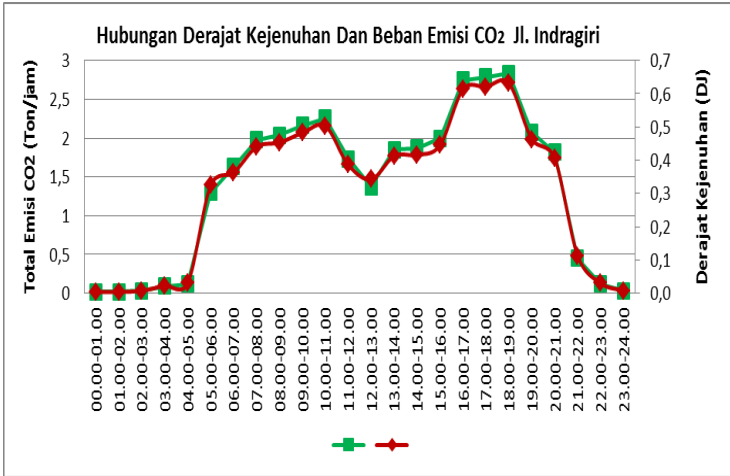


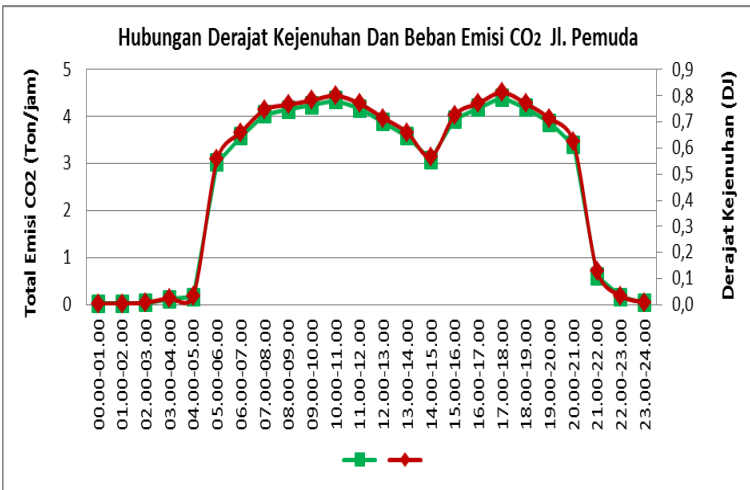
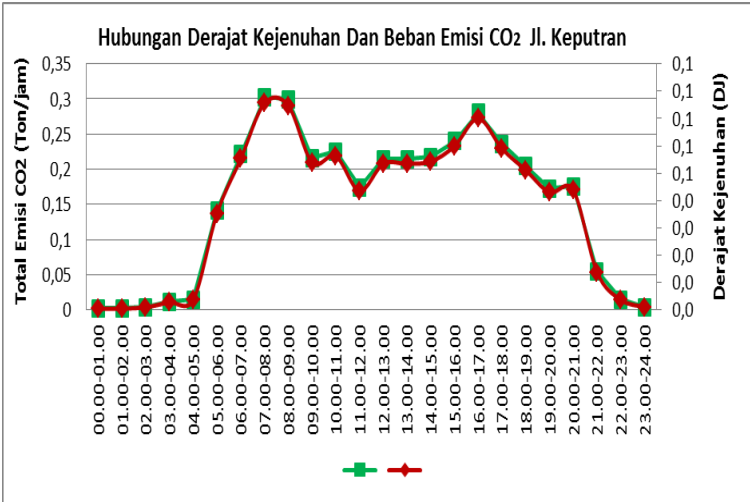


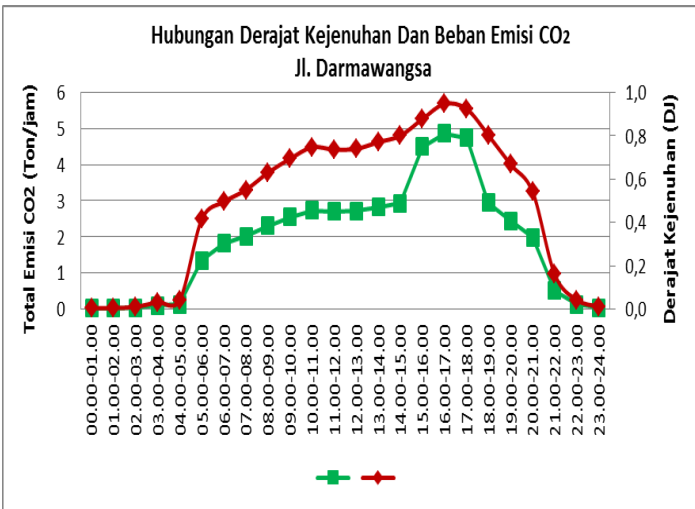
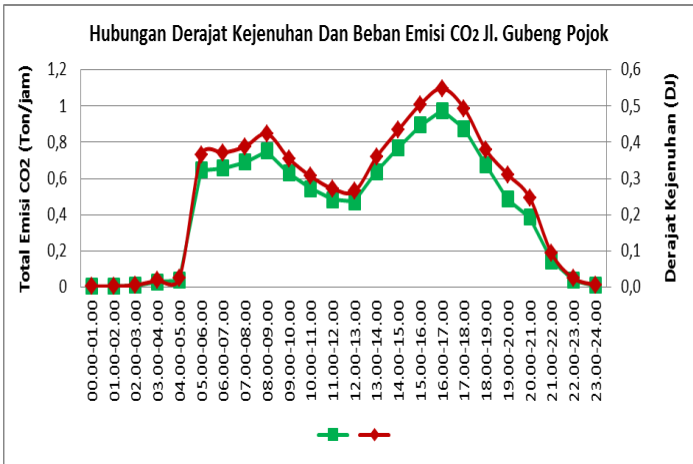


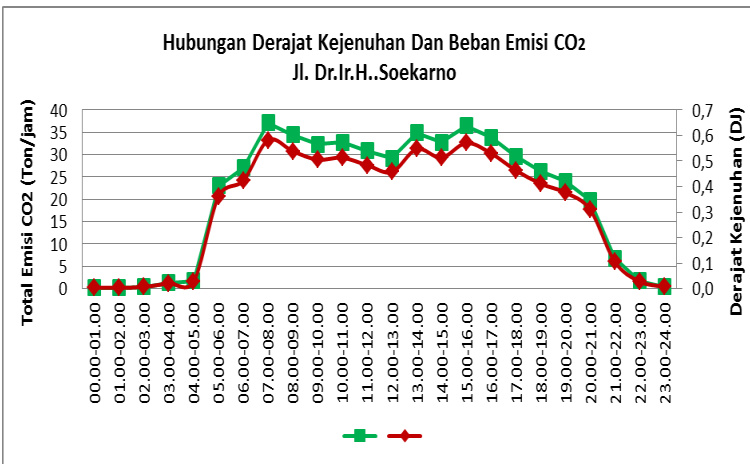
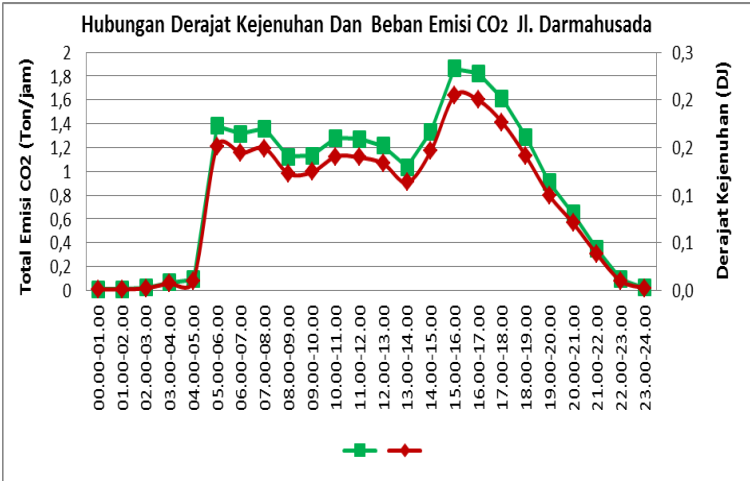


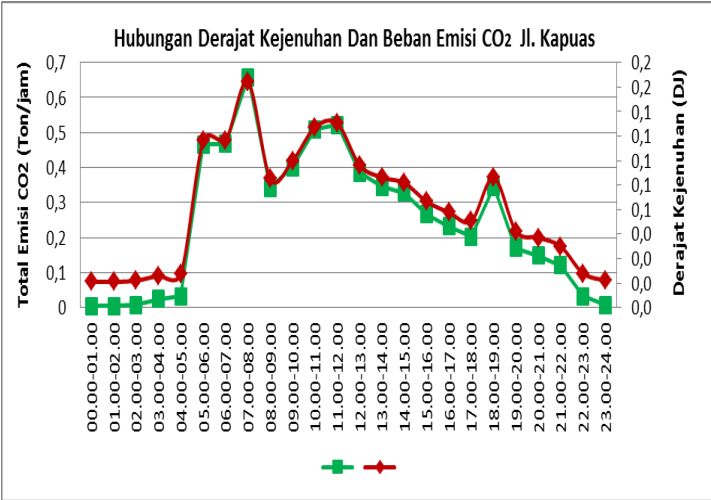
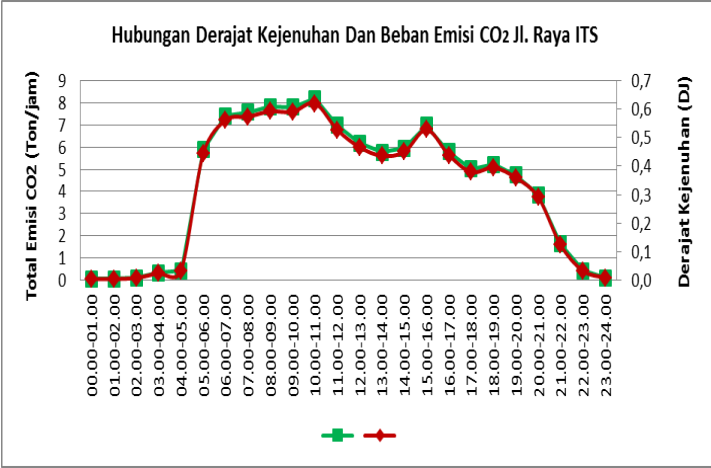


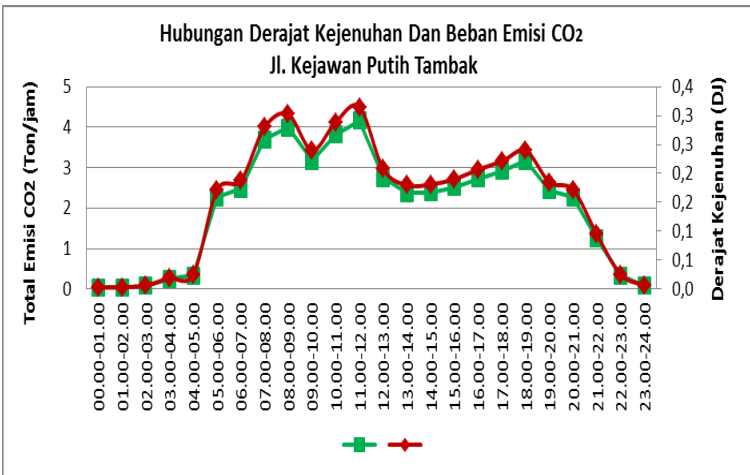
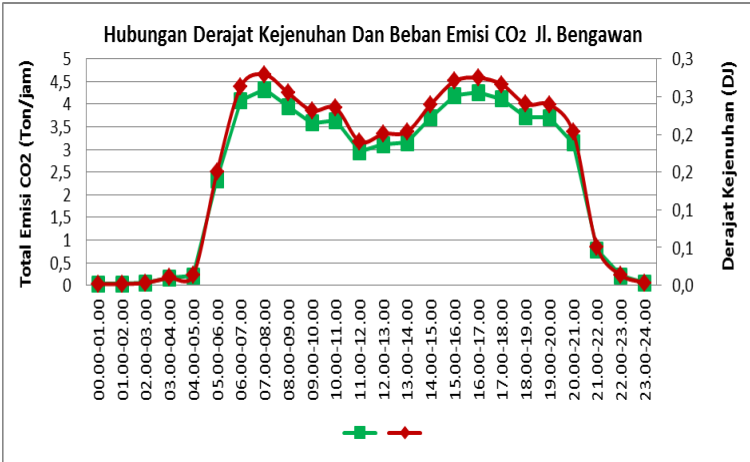




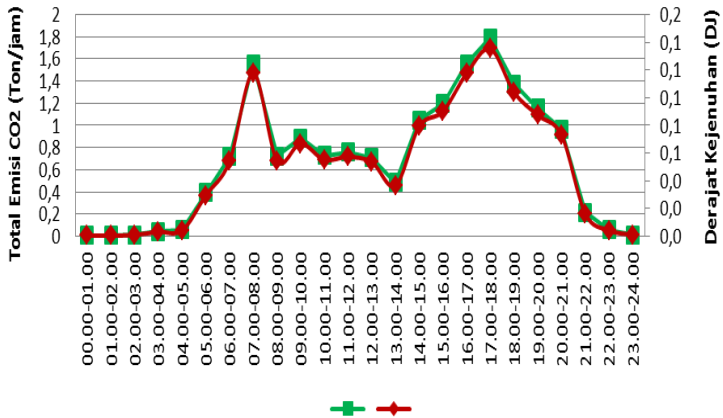








Hubungan Derajat Kejenuhan Dan Beban Emisi CO₂ Jl. Kedungcowek



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



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

UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE141681 (0/6/0)
No. Revisi: 01

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

Hari, tanggal : Senin, 08 Juli 2019
Pukul : 09.30-11.30 WIB
Lokasi : TL - 105
Judul : Kajian Potensi Gas rumah Kaca Dengan Derajat Kejenuhan Jalan Di Kota Surabaya

Nilai TOEFL 403

Nama : Muhammad Rizal Setyawan
NRP. : 0321154000056
Topik : Penelitian Lapangan

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
1	<p>Beda teori tentang & konsep - ... ? lihat saran? para penguji.</p> <p><i>Me. Abdul Fajri</i></p>

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistansi 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
Scanned with
Dr. Abdul Fajri Assomadi, S.St, M.T

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



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

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

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

Hari, tanggal : Senin, 08 Juli 2019
Pukul : 09.30-11.30 WIB
Lokasi : TL - 105
Judul : Kajian Potensi Gas rumah Kaca Dengan Derajat Kejenuhan Jalan Di Kota Surabaya
Nama : Muhammad Rizal Selyawan
NRP. : 0321154000056
Topik : Penelitian Lapangan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
30/15 1/1	<ul style="list-style-type: none">- Cek buku- Mengapa dua jurnal berbeda?- Cek perhitungan.- Cek jurnal Prasetyo dan Pentury, Bilawawa digunakan.- Pelajari teori.

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. Ir Rachmat Boedisantoso, M.T

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



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN - ITS
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948888, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE141581 (0/8/0)
No. Revisi: 01

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

Hari, tanggal : Senin, 08 Juli 2019
Pukul : 09.30-11.30 WIB
Lokasi : TL - 105
Judul : Kajian Potensi Gas rumah Kaca Dengan Derajat Kejenuhan Jalan Di Kota Surabaya

Nama : Muhammad Rizal Setyawan
NRP. : 03211540000056
Topik : Penelitian Lapangan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Bekas yg kurang : - emisi - GRC dll
2.	Revisi dilakukan } & 22/7/19

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretaris 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 Syafel, S.T., MPEM



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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



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

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

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

Hari, tanggal : Senin, 08 Juli 2019
Pukul : 09.30-11.30 WIB
Lokasi : TL - 105
Judul : Kajian Potensi Gas rumah Kaca Dengan Derajat Kejenuhan Jalan Di Kota Surabaya

Nama : Muhammad Rizal Setyawan
NRP. : 0321154000056
Topik : Penelitian Lapangan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	<p>Butter ini Abstrak Salah ketik</p> <p>Revisi (lihat draft TA) : halaman - kesimp. : ada campuran → ide di mana dan kapan?</p>
2.	<p>kesimpulan no 1 → sesuaikan dg tujuan.</p>
3.	<p>Pertemuan potensi perkebunan (tujuan ke 2) → cantumkan kajian perkebunannya agar lebih bermakna.</p>
4.	<p>Saran re direvisi (khusus revisi ritahes). atau joles draft dijumlahkan w/ penulisan selanjutnya.</p> <p>jd. saat revisi, draft TA di bawa!</p> <p>acc, 18/7 '19 [Signature]</p>

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 : Ir. Atiek Moesriati, M.Kes

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



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

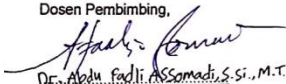


FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

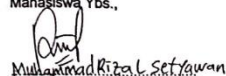
Nama : Muhammad Rizal Setyanan
NRP : 03211540000056
Judul Tugas Akhir : Kajian Potensi Gas Rumah Kaca Dengan Derajat Kegenuhan Jalan
Di Kota Surabaya

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Daftar isi Abstrak Salah ketik TA	1. Sudah diperbaiki Daftar isi, Abstrak dan Yang salah ketik dari Tugas Akhir
2.	Kesimpulan no.1 sesuai dengan tujuan	2. Kesimpulan sudah diperbaiki sesuai dengan tujuan
3.	Perubahan potensi persebaran (tujuan ke 2) → cantumkan angka perubahannya agar lebih bermakna	3. Perubahan Potensi Persebaran sudah dikerjakan sesuai saran dari dosen Penguji
4.	Direvisi (kertas sudah ditulis) atau jelaskan lebih jelas saran untuk Penelitian selanjutnya	4. Sudah dikerjakan dan diperbaiki sesuai saran dari dosen Penguji
5.	Belajar konsep dari emis dan GRK	5. Sudah belajar konsep dari emis dan Gas Rumah kaca
6.	Redaksional diperbaiki	6. Redaksional sudah diperbaiki
7.	Cek buku, cek perhitungan	7. Perhitungan sudah dikerjakan dan dicek
8.	Pelajari teori Tugas Akhir	8. Sudah dipelajari teori-teori dalam tugas akhir

Dosen Pembimbing,


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

Mahasiswa Ybs.,


Muhammad Rizal Setyanan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Rizal Setiawan
NRP : 03211542000056
Judul : Kajian Potensi Gas Rumah Kaca Dengan Derajat
Kejuhan Jalan Di Kota Surabaya

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	26/3 2019	Membahas tentang faktor Ekvivalensi kendaraan ringan (EKR)	Ref
2.	1/4 2019	Membahas tentang Kapasitas Jalan	Ref
3.	8/4 2019	Membahas tentang Kecepatan Arus bebas	Ref
4.	13/4 2019	Membahas tentang derajat Kejuhan jalan di kota Surabaya	Ref
5.	15/4 2019	Membahas tentang Grafik Kecepatan rata-rata setiap ekivalensi kendaraan ringan (EKR)	Ref
6.	15/6 2019	Membahas tentang faktor koreksi Emisi untuk menentukan beban emisi CO ₂	Ref
7.	18/6 2019	Membahas tentang beban emisi CO ₂ bagian perhitungannya	Ref
8.	26/6 2019	Membahas tentang Grafik antara Volume lalu lintas (EKR), Derajat Kejuhan (Ds) dan beban Emisi CO ₂	Ref

Surabaya, 26 Juni 2019
Dosen Pembimbing

Dr. Abdul Fadli Assomadi, S.Si, MT

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIOGRAFI PENULIS



Penulis berasal dari Kota Surabaya, Jawa Timur yang juga merupakan kota kelahiran seklaigus kota tumbuh kembang bagi penulis. Penulis menghabiskan masa pendidikan wajibnya dengan mengenyam pendidikan di SD Yapita Surabaya (2003 – 2009), MTsN 1 Surabaya (2009 – 2012), SMAN 17 Surabaya (2012 – 2015). Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Deapartemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan Dan Kebumian (FTSLK) Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS).

Selama masa perkuliahan, penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) dari organisasi tersebut penulis diberikan kesempatan untuk menjabat sebagai Staff Ahli Departemen Seni dan Olahraga (SO) HMTL . Selain itu penulis juga aktif di berbagai kegiatan lingkup nasional, seperti Hari Air Sedunia (HAS), Ini Loh ITS dan aktif di kegiatan masyarakat Karang Taruna Blok-U ITS Surabaya. Penulis juga berkesempatan untuk melaksanakan kerja praktik di PT. Geodipa Unit Dieng pada bagian HSE.

Segala saran dan kritik yang membangun dapat dikirimkan melalui email rizalsetyawan1997@gmail.com