TUGAS AKHIR – RE 184804

EVALUASI DAN PERENCANAAN RUANG TERBUKA HIJAU BERBASIS SERAPAN EMISI KARBON DIOKSIDA (CO_2) DI ZONA TENGGARA KOTA SURABAYA (STUDI LITERATUR DAN KASUS)

LARAS RACHMAYANTI
03211640000025

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MScES

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

TUGAS AKHIR – RE 184804

EVALUASI DAN PERENCANAAN RUANG TERBUKA HIJAU BERBASIS SERAPAN EMISI KARBON DIOKSIDA (CO_2) DI ZONA TENGGARA KOTA SURABAYA (STUDI LITERATUR DAN KASUS)

LARAS RACHMAYANTI
03211640000025

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MScES

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

FINAL PROJECT – RE 184804

EVALUATION AND PLANNING OF GREEN OPEN SPACE BASED ON ABSORBTION OF CARBON DIOXIDE (CO_2) EMISSION IN SURABAYA SOUTH EAST ZONE (LITERATURE STUDY AND CASE)

LARAS RACHMAYANTI
03211640000025

Supervisor
Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MScES

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI DAN PERENCANAAN RUANG TERBUKA HIJAU BERBASIS SERAPAN EMISI KARBON DIOKSIDA (CO_2) DI ZONA TENGGARA KOTA SURABAYA (STUDI LITERTUR DAN KASUS)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
LARAS RACHMAYANTI
03211640000025

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo MScEs
NIP. 19540824 198403 1 001

SURABAYA
AGUSTUS, 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

EVALUASI DAN PERENCANAAN RUANG TERBUKA HIJAU BERBASIS SERAPAN EMISI KARBON DIOKSIDA (CO_2) DI ZONA TENGGARA KOTA SURABAYA (STUDI LITERATUR DAN KASUS)

Nama Mahasiswa : Laras Rachmayanti
NRP : 03211640000025
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MScES

ABSTRAK

Emisi karbon dioksida (CO_2) merupakan salah satu penyebab dari pencemaran udara dan pemanasan global. Salah satu cara untuk mengurangi emisi CO_2 adalah dengan meningkatkan pembangunan Ruang Terbuka Hijau (RTH) pada perkotaan. Kota Surabaya merupakan ibukota Provinsi Jawa Timur, dimana terjadi pertumbuhan pada setiap sektor kegiatan. Oleh karena itu, diperlukan analisis kemampuan daya serap emisi CO_2 di Kota Surabaya. Persentase RTH di Kota Surabaya adalah sebesar 21,78% untuk RTH publik. Penelitian ini difokuskan pada Zona Tenggara Kota Surabaya yang hanya memiliki persentase luas RTH sebesar 0,05% dari luas seluruh RTH publik Kota Surabaya.

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur, pengumpulan data sekunder berupa data-data pendukung perhitungan emisi CO_2 dan data RTH Kota Surabaya, dan studi kasus berupa perencanaan RTH di Zona Tenggara Kota Surabaya selama 25 tahun kedepan atau sampai dengan tahun 2045. Perhitungan kemampuan daya serap emisi CO_2 oleh RTH eksisting dilakukan berdasarkan luas area RTH dan daya serap tanaman yang berada pada RTH eksisting tersebut.

Luas RTH Eksisting di Zona Tenggara Kota Surabaya adalah 357,3 ha, dengan kemampuan serap terhadap emisi CO_2 sebesar 372.121,74 ton/tahun. RTH publik eksisting mampu menyerap emisi CO_2 sebesar 27,48% dari kesuluruhan emisi CO_2 yang dihasilkan yaitu sebesar 1.354.162,74 ton CO_2/tahun.

Kata kunci: Daya Serap Tanaman, Emisi CO_2, Pemanasan Global, Ruang Terbuka Hijau, Zona Tenggara Kota Surabaya

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

EVALUATION AND PLANNING OF GREEN OPEN SPACE BASED ON ABSORBTION OF CARBON DIOXIDE (CO_2) EMISSION IN SURABAYA SOUTH EAST ZONE (LITERATURE STUDY AND CASE)

Name of Student : Laras Rachmayanti
NRP : 03211640000025
Department : Teknik Lingkungan
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MScES

ABSTRACT

CO_2 emission is one of the causes of air pollution and global warming. Increasing the urban development of Green Open Space (GOC) is one of other ways to reduce CO_2 emission. Surabaya City is the capital city of East Java Province, where every sector of human activities is growth. Therefore, the analysis of the ability of CO_2 emission absorption in Surabaya City is required. The percentage of GOC of Surabaya is 21,78% for public GOC. This research is specifically in the Surabaya South East Zone, which only has a percentage 0,05% of the total GOC in Surabaya City.

This research is conducted using the method of literature study, secondary data collection including supporting documents for the calculation of CO_2 emission and lists of GOC in Surabaya, and Green Open Space planning for the next 25 years or until 2045 as the study case. Caculation of the absorption capacity of CO_2 emission by exixting GOC are based on the area of GOC and the absorption capacity of the plants in the existing GOC.

The area of existing GOC in Surabaya Southeast Zone is 357,3 ha, with the ability to absorb CO_2 emission by an amount of 372.121,74 tons/year. Public existing GOC is able to absorb CO_2 emission of 27,48% of the total CO_2 emission that is produced in the amount of 1.353.162,74 tons/year.

Kata kunci: CO_2 Emission, Global Warming, Green Open Space, Plant Absorption, Surabaya South-East Zone

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan, kemudahan, petunjuk serta karunia-Nya. Sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir di Departemen Teknik Lingkungan FTSPK ITS dengan judul "Evaluasi dan Perencanaan Ruang Terbuka Hijau Berbasis Serapan Emisi Karbon Dioksida (CO_2) di Zona Tenggara Kota Surabaya (Studi Literatur dan Kasus)". Tugas Akhir ini dapat selesai dengan tepat waktu tentunya tidak lepas dari peran serta dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MScES selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran dan arahan kepada penulis selama kegiatan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir.
2. Seluruh dosen pengarah penulis selama pengerjaan Tugas Akhir yang memberikan saran, arahan, dan bimbingan untuk kelancaran penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.
3. Teman satu bimbingan asistensi Tugas Akhir yaitu Alifia Maytantri dan Salma Nuradzkia yang telah membantu dan bekerja sama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Teman-teman Teknik Lingkungan ITS dari angkatan 2016.

Terima kasih juga kepada orang tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan penuh, baik doa maupun materi demi terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Dengan selesainya Tugas Akhir ini tentunya masih ada kekurangan dan laporan ini belum sempurna. Saran dan kritik yang membangun diharapkan untuk mengembangkan penelitian ini.

Surabaya, Mei 2020

Laras Rachmayanti

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN i
ABSTRAK iii
ABSTRACT v
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Ruang Lingkup 3
1.5 Manfaat Perencanaan 5
BAB II GAMBARAN UMUM 7
2.1 Gambaran Umum Kota Surabaya 7
2.2 Zona Tenggara Surabaya 7
2.3 RTH Publik di Zona Surabaya Bagian Tenggara 8
BAB III TINJAUAN PUSTAKA 11
3.1 Ruang Terbuka Hijau 11
3.1.1 Definisi Ruang Terbuka Hijau 11
3.1.2 Tujuan, Fungsi, dan Manfaat RTH 11
3.1.3 Jenis-jenis Ruang Terbuka Hijau 12
3.1.4 Proporsi Ruang Terbuka Hijau 16
3.2 Emisi Karbon Dioksida 17
3.2.1 Emisi Karbon Dioksida 17
3.2.2 Sumber Emisi Karbon Dioksida 17
3.2.3 Dampak Emisi Karbon Dioksida 21
3.2.4 Efek Rumah Kaca 22
3.3 Kemampuan RTH dalam Menyerap Gas Karbondioksida 23
3.3.1 Penyerapan Emisi CO_2 oleh Tumbuhan 23
1.3.2 Jenis-jenis Vegetasi Penyerap Emisi CO_2 27
BAB IV METODE PERENCANAAN 29
4.1 Umum 29
4.2 Kerangka Perencanaan 29
4.2 Penjelasan Kerangka Perencanaan 32
4.2.1 Ide Perencanaan 32
4.2.2 Studi Literatur 32
4.2.3 Pengumpulan Data 32

4.2.4 Analisis Data dan Pembahasan 33
4.2.3 Kesimpulan dan Saran 37
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 39
5.1 Perhitungan Emisi CO_2 39
5.1.1 Emisi CO_2 dari Kegiatan Transportasi.....39
4.1.2 Emisi CO_2 Kegiatan Permukiman dan Industri.....46
5.1.3 Emisi CO_2 Total 53
5.2 RTH Eksisting.....56
5.2.1 Kondisi RTH Eksisting 56
5.2.2 Perhitungan Daya Serap RTH Eksisting 51
5.3 Analisis Penyerapan Emisi CO_2 oleh RTH Eksisting 53
5.4. Proyeksi Jumlah Emisi CO_2 56
5.4.1. Proyeksi Emisi CO_2 dari Kegiatan Transportasi.....56
5.4.2 Proyeksi Emisi CO_2 dari Kegiatan Permukiman dan Industri 57
5.4.3 Proyeksi Jumlah Emisi CO_2 Total 60
5.5 Penambahan RTH di Zona Tenggara Kota Surabaya 60
5.5.1 Optimalisasi RTH Eksisting 61
5.5.2 Alternatif Penambahan RTH.....62
5.6 Pemeliharaan RTH.....79
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....81
6.1 Kesimpulan.....81
6.2 Saran.....82
DAFTAR PUSTAKA 83
LAMPIRAN 89

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Daya Serap Gas CO_2 Berbagai Penutup Vegetasi 12
Tabel 3.2 Faktor Emisi CO_2 Menurut Tipe Kendaraan dan Jenis Bahan Bakar yang digunakan 19
Tabel 3.3 Konsumsi Bahan Bakar Menurut Tipe Kendaraan . 19
Tabel 3.4 Nilai Faktor Emisi dan Net Calorific Volume untuk Emisi CO_2 dari Kegiatan Permukiman dan Perindustrian 21
Tabel 3.5 Intensitas Cahaya Kota Surabaya 25
Tabel 3.6 Daya Serap Gas CO_2 Berbagai Penutup Vegetasi 27
Tabel 5.1 Jalan yang Dilakukan Survey Traffic Counting 39
Tabel 5.2 Jumlah Emisi CO_2 dari Kegiatan Transportasi pada Arteri Primer di Jalan Diponegoro 42
Tabel 5.3 Emisi CO_2 Rata-rata pada Tiap Jalan 42
Tabel 5.4 Panjang Jalan Tiap Jenis Fungsi Jalan 43
Tabel 5.5 Jumlah Emisi CO_2 Transportasi di Zona Tenggara Kota Surabaya 45
Tabel 5.6 Data Industri yang Terdapat di Kawasan Rungkut . 46
Tabel 5.7 Penggunaan Bahan Bakar Fosil di Kawasan Rungkut 47
Tabel 5.8 Data Industri Tahun 2019 47
Tabel 5.9 Emisi CO_2 dari Kegiatan Industri Tiap Kecamatan . 49
Tabel 5.10 Data Konsumsi LPG Tahun 2015 49
Tabel 5.11 Kebutuhan LPG Tiap Kecamatan Tahun 2019 50
Tabel 5.12 Emisi CO_2 dari LPG pada Tiap Kecamatan 51
Tabel 5.13 Jumlah Emisi CO_2 dari Respirasi Manusia pada Tiap Kecamatan 52
Tabel 5.14 Jumlah Kebutuhan Oksigen Setiap Hewan Ternak 52
Tabel 5.15 Emisi CO_2 dari Hewan Ternak 53
Tabel 5.16 Emisi CO_2 Total di Zona Tenggara Kota Surabaya 54
Tabel 5.17 Emisi per Kapita di Zona Tenggara Kota Surabaya 55
Tabel 5.18 Taman Aktif di Zona Tenggara Kota Surabaya 56
Tabel 5.19 Taman Pasif di Zona Tenggara Kota Surabaya 58
Tabel 5.20 RTH pada Sempadan Sungai di Zona Tenggara ... 60

Tabel 5.21 Hutan Mangrove di Zona Tenggara Kota Surabaya 60
Tabel 5.22 Luas RTH Eksisting di Zona Tenggara Kota Surabaya 61
Tabel 5.23 Perhitungan Laju Serapan CO2 (µg/m^2/tahun) 51
Tabel 5.24 Jumlah Daya Serap RTH Eksisting di Zona Tenggara Kota Surabaya 53
Tabel 5.25 Kemampuan RTH Eksisting Menyerap Emisi CO_2. 54
Tabel 5.26 Kebutuhan Penambahan Luas RTH 55
Tabel 5.27 Data Emisi CO_2 Kegiatan Transportasi di Zona Tenggara 56
Tabel 5.28 Data Emisi CO_2 Kegiatan Permukiman dari LPG di Zona Tenggara 57
Tabel 5.29 Data Emisi CO_2 Kegiatan Industri di Zona Tenggara 58
Tabel 5.30 Data Emisi CO_2 dari Respirasi Manusia di Zona Tenggara 59
Tabel 5.31 Data Emisi CO_2 dari Hewan Ternak di Zona Tenggara 59
Tabel 5.32 Hasil Proyeksi Emisi CO_2 di Zona Tenggara Kota Surabaya Tahun 2045 60
Tabel 5.33 Data Perencanaan Jalur Hijau di Zona Tenggara Kota Surabaya 63
Tabel 5.34 Hasil Perhitungan Perencanaan Daya Serap RTH Jalur Hijau 65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Pembagian Zona Kota Surabaya Berdasarkan Aliran Sungai 9
Gambar 2.2 Peta Wilayah Zona Tenggara Kota Surabaya ... 10
Gambar 2.3 Peta Pembagian Zona Kota Surabaya Berdasarkan Aliran Sungai 10
Gambar 4.1 Kerangka Perencanaan 31
Gambar 5.1 Persentase Emisi CO_2 dari Tiap Sektor Kegiatan 55
Gambar 5.2 Peta RTH Eksisting di Zona Tenggara Kota Surabaya 62
Gambar 5.3 Perencanaan Penanaman Pohon Pelindung 66
Gambar 5.4 Perencanaan Penanaman RTH Tanpa Pohon Pelindung 67
Gambar 5.5 Perencanaan RTH di Zona Tenggara Kota Surabaya 68
Gambar 5.6 Peta Perencanaan RTH Tahun 2045 Zona Tenggara Kota Surabaya 69
Gambar 5.7 Sirkulasi Udara pada *vertical planting* dan Pohon 72
Gambar 5.8 Pola Penanaman *Vertical Planting* 73
Gambar 5.9 Pola Penanaman RTH *Roof Garden* 75
Gambar 5.10 Kenaikan Emisi CO_2 Tahun 2019-2045 76
Gambar 5.11 Tingkat Penyerapan Emisi CO_2 oleh RTH 77
Gambar 5.12 Perbandingan Emisi yang Dihasilkan dan Penyerapan CO_2 77
Gambar 5.13 Perbandingan Luas RTH dengan Luas Wilayah Zona Tenggara 78

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Surabaya merupakan ibukota provinsi Jawa Timur yang mengalami banyak perkembangan dan kemajuan yang cukup pesat dalam berbagai bidang, baik dalam bidang teknologi, ekonomi maupun industri. Kebutuhan lahan kota pun juga terus meningkat untuk berbagai fasilitas perkotaan, sehingga mempengaruhi laju pertumbuhan penduduk dan urbanisasi. Hal ini menyebabkan Kota Surabaya menjadi padat dengan berbagai aktivitas perkotaan yang akan berdampak pada kualitas udara Kota Surabaya menurun. Pencemaran udara sudah menjadi suatu masalah serius, terutama pada kota besar seperti Kota Surabaya. Pencemaran udara akibat aktivitas perkotaan meliputi berbagai macam kegiatan, seperti transportasi, perindustrian, permukiman dan lain-lain. Kontribusi pencemaran udara yang berasal dari sektor transportasi mencapai 60%, selebihnya sektor industri 25%, rumah tangga 10%, dan sampah 5% (Kusumawardani dan Navastara, 2017). Sehingga emisi karbondioksida dari aktivitas perkotaan ini akan semakin meningkat.

Karbon dioksida merupakan kontributor paling signifikan terhadap emisi gas rumah kaca karena secara langsung berkaitan dengan kegiatan ekonomi manusia. Pemanasan global merupakan salah satu dampak yang ditimbulkan dari meningkatnya aktivitas gas-gas rumah kaca. Salah satu sumber sekaligus penyebab terjadinya perubahan iklim global adalah besarnya emisi yang dihasilkan oleh berbagai sumber, seperti kendaraan bermotor dan beberapa industri, sehingga cukup besar emisi gas karbon dioksida yang menjadi gas rumah kaca dan mengakibatkan pemanasan global (Pane, 2016). Menurut Badan Pengkajian Kebijakan, Iklim dan Mutu Industri, dari keenam gas-gas rumah kaca yang dinyatakan paling berkontribusi terhadap gejala pemanasan global adalah karbon dioksida, yaitu lebih dari 75%, dimana gas tersebut sebagian besar dihasilkan oleh aktivitas manusia berupa penggunaan bahan bakar fosil pada sektor industri maupun transportasi (Rawung, 2015). Salah satu solusi

yang kerap kali digunakan oleh pemerintah dalam menjaga kualitas dan menangani pencemaran udara adalah dengan penyediaan ruang terbuka hijau (RTH).

Menurut Setyani, dkk, (2017), ruang terbuka hijau (RTH) merupakan ruang terbuka bervegetasi yang berada di kawasan perkotaan yang mempunyai fungsi antara sebagai area rekreasi, sosial budaya, estetika, fisik kota ekologis dan memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi bagi manusia maupun bagi pengembangan kota. RTH dapat berbentuk hutan kota, taman kota, taman pemakaman umum, lapangan olahraga, jalur hijau, jalan raya, bantaran rel kereta api, dan bantaran sungai. Pembangunan yang terus meningkat di perkotaan, sering tidak menghiraukan keberadaan ruang terbuka hijau. Ruang terbuka hijau memiliki peran yang cukup penting dikarenakan aktivitas dan pembangunan kota yang semakin lama semakin berkembang sesuai dengan tuntutan dan kebutuhan masyarakat kota tersebut.

Kota Surabaya memiliki luas kurang lebih sebesar 33.451 ha, dengan persentase proporsi ruang terbuka hijau publik sebesar 21,78% atau dengan luas sekitar 7.286,56 ha (DKRTH, 2018). Pada perencanaan ini, zona yang akan dievaluasi adalah zona Tenggara yang dipisahkan oleh Sungai Surabaya dan Kali Wonokromo. Secara administratif, zona Tenggara mencakup wilayah Surabaya bagian Timur dan Selatan. Kondisi geografis Kota Surabaya pada bagian Selatan merupakan dataran yang berbukit-bukit dengan ketinggian 25-50 meter di atas permukaan laut. Berdasarkan BPS Kota Surabaya Tahun 2018, wilayah Surabaya bagian Timur dan Selatan ini merupakan salah satu wilayah Surabaya yang cukup padat penduduknya, terlebih lagi pada wilayah ini dipenuhi oleh permukiman. Selain itu, pada wilayah ini juga terdapat kawasan perindustrian di Kecamatan Rungkut yaitu SIER yang merupakan pusat industri Kota Surabaya.

Banyaknya daerah perindustrian dan padatnya permukiman tentu menyebabkan meningkatnya penggunaan transportasi darat sehingga menghasilkan emisi karbon dioksida yang cukup besar. Dikarenakan semakin banyaknya aktivitas masyarakat yang menghasilkan emisi karbondioksida, perlu adanya perencanaan

dan pemetaan untuk mengetahui kemampuan daya serap RTH eksisting terhadap emisi karbondioksida. Selain itu, terdapatnya perbedaan kontur tanah pada wilayah ini juga akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas daya serap RTH eksisting. Dari perencanaan ini, dapat dihasilkan evaluasi dan perencanaan RTH berbasis serapan emisi karbon dioksida. Selanjutnya dapat dilakukan langkah-langkah untuk meningkatkan daya serap RTH eksisting terhadap emisi karbon dioksida di zona Tenggara Kota Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari perencanaan ini adalah:

1. Bagaimana jumlah produksi emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, permukiman, dan industri di wilayah Zona Tenggara Kota Surabaya?
2. Bagaimana kemampuan RTH eksisting di wilayah Zona Tenggara Kota Surabaya dalam menyerap emisi CO_2?
3. Bagaimana perencanaan Ruang Terbuka Hijau untuk menyerap emisi karbon dioksida (CO_2) berdasarkan evaluasi dan peraturan perundang-undangan dalam jangka panjang di Zona Tenggara Kota Surabaya?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah produksi emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, permukiman, dan industri di wilayah Zona Tenggara Kota Surabaya
2. Menganalisis kemampuan RTH eksisting dalam menyerap emisi CO_2 di wilayah Zona Tenggara Kota Surabaya.
3. Merencanakan Ruang Terbuka Hijau dalam jangka panjang berdasarkan evaluasi dan peraturan perundang-undangan yang berlaku, untuk menyerap emisi CO_2 di wilayah Zona Tenggara Kota Surabaya.

1.4 Ruang Lingkup

Perencanaan ini dilakukan dengan batasan berdasarkan ruang lingkup yang mencakup:

1. Data emisi CO_2 yang digunakan adalah data sekunder emisi CO_2 dari kegiatan transportasi, permukiman, dan industri.
2. Data *traffic counting* untuk menghitung emisi CO_2 menggunakan data sekunder dari Dinas Perhubungan (DISHUB) Kota Surabaya
3. Penentuan jumlah emisi CO_2 dari kegiatan permukiman adalah dengan menghitung penggunaan bahan bakar LPG, emisi hasil respirasi manusia, dan emisi hasil respirasi hewan ternak
4. Penentuan jumlah emisi CO_2 dari kegiatan perindustrian menggunakan data penggunaan bahan bakar yang digunakan pada masing-masing kegiatan industri di zona Tenggara Kota Surabaya
5. Data RTH eksisting berupa taman, jalur hijau, sempadan sungai, dan hutan mangrove menggunakan data sekunder dari Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau (DKRTH)
6. Taman dan jalur hijau terbagi dalam RTH aktif dan pasif dimana RTH aktif merupakan RTH yang dilengkapi sarana penunjang untuk interaksi masyarakat dan kegiatan lainnya, sementara RTH pasif merupakan RTH yang hanya terdapat tutupan vegetasi
7. Dilakukan proyeksi emisi CO_2 dan kebutuhan luas RTH untuk menyerap emisi CO_2 satu generasi ke depan yaitu 25 tahun ke depan tahun 2020 sampai 2045
8. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah
    - Luas area pohon pelindung
    - Daya serap tumbuhan pada RTH Eksisting
9. Penyerapan CO_2 oleh RTH tidak mempertimbangkan umur pohon pelindung dan perubahan iklim.
10. Wilayah evaluasi dan perencanaan adalah RTH Publik yang berada di wilayah Zona Tenggara Kota Surabaya yang dikelola oleh DKRTH.
11. Perencanaan meliputi pemilihan vegetasi, luas, sebaran, penanaman, serta pemeliharaan RTH.

1.5 Manfaat Perencanaan

Manfaat dari tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai luasan RTH eksisting di wilayah zona Tenggara Kota Surabaya dengan ketentuan dari Perda Tata Kota Wilayah Kota Surabaya
2. Memberikan informasi mengenai kecukupan RTH eksisting di zona Tenggara Kota Surabaya dalam menyerap emisi CO_2 yang dihasilkan
3. Dapat menjadi bahan masukan dan evaluasi untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas penyediaan ruang terbuka hijau di zona Tenggara Kota Surabaya

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II
GAMBARAN UMUM

2.1 Gambaran Umum Kota Surabaya

Kota Surabaya terletak di tepi pantai utara Provinsi Jawa Timur. Wilayahnya berbatasan dengan Selat Madura di sebelah utara dan timur, Kabupaten Sidoarjo di sebelah selatan, serta Kabupaten Gresik di sebelah barat. Kota Surabaya mencakup 5 wilayah administratif yaitu Surabaya Pusat, Surabaya Utara, Surabaya Selatan, Surabaya Barat, dan Surabaya Timur. Luas wilayah Surabaya meliputi daratan dengan luas 33.451 ha yang terbagi dalam 31 Kecamatan dan 154 Kelurahan, dan lautan seluas 190,39 km^2.

Sebagian besar wilayah Surabaya merupakan dataran rendah yaitu 80,72% dengan ketinggian antara -0,5 – 5m SHVP atau 3 – 8 m di atas permukaan laut, sedangkan sisanya merupakan daerah perbukitan yang terletak di wilayah Surabaya Barat (12,77%) dan Surabaya Selatan (6,52%). Di Surabaya terdapat muara Kali Mas, yaitu satu dari dua pecahan Sungai Brantas. Kali Mas adalah salah satu dari tiga sungai utama yang membelah sebagian wilayah Surabaya bersama dengan Kali Surabaya dan Kali Wonokromo. Areal sawah dan tegalan terdapat di kawasan Barat dan Selatan kota, sedangkan areal tambak berada di kawasan pesisir Timur dan Utara.

Kota Surabaya memiliki iklim tropis seperti kota besar di Indonesia pada umumnya di mana hanya ada dua musim dalam setahun yaitu musim hujan dan kemarau. Curah hujan di Surabaya rata-rata 165,3 mm. Curah hujan tertinggi di atas 200 mm terjadi pada kurun Januari hingga Maret dan November hingga Desember. Suhu udara rata-rata di Surabaya berkisar antara 23,6°C hingga 33,8°C.

2.2 Zona Tenggara Surabaya

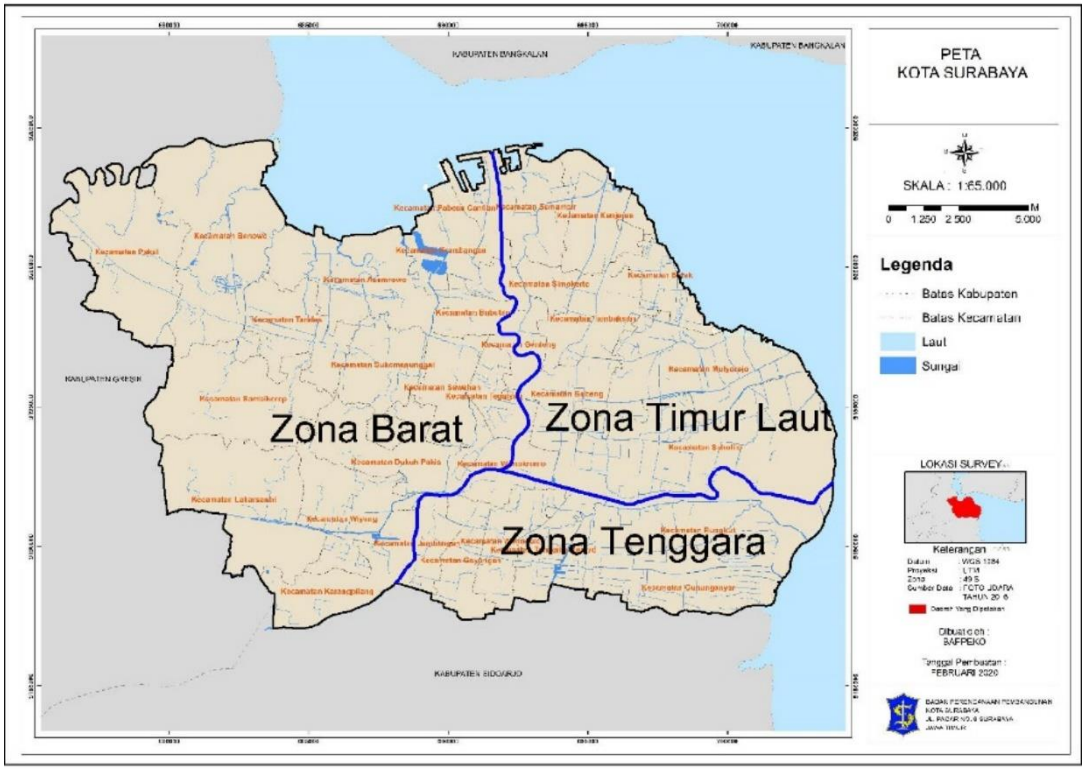
Batas wilayah studi perencanaan ini adalah wilayah Zona Tenggara Kota Surabaya, wilayah ini dilihat berdasarkan pembagian wilayah kota yang terbelah oleh tiga aliran sungai terbesar di Kota Surabaya, yaitu Sungai Surabaya, Sungai Kalimas, serta Sungai Wonokromo yang membagi daerah Kota

Surabaya menjadi tiga bagian: bagian Barat, Timur Laut, dan Tenggara. Sungai Kalimas membagi Surabaya menjadi zona Barat dan zona Timur Laut, sedangkan Sungai Wonokromo membagi Surabaya menjadi zona Timur Laut dan zona Tenggara. Pada zona Barat dan zona Tenggara, dipisahkan oleh Sungai Surabaya. Zona Tenggara mencakup wilayah sebagian dari Surabaya bagian Timur dan Selatan secara administratif. Luas wilayah Zona Tenggara Kota Surabaya adalah sebesar 5.537 ha.

Perencanaan ini dibatasi dengan wilayah lokasi perencanaan yaitu Zona Tenggara Kota Surabaya untuk memudahkan pembagian analisis dalam pengerjaan tugas akhir, dimana pengelolaan RTH Kota Surabaya yang berada di bawah naungan Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau (DKRTH) Kota Surabaya mencakup seluruh kota namun tidak dikelola secara administratif atau dikelola berdasarkan tiap kecamatan. Pembagian wilayah tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.1.

2.3 RTH Publik di Zona Surabaya Bagian Tenggara

Objek evaluasi dan perencanaan Ruang Terbuka Hijau Publik di Kota Surabaya bagian Tenggara meliputi RTH yang terdapat di berbagai kecamatan, yaitu Kecamatan Jambangan, kecamatan Gayungan, Kecamatan Tenggilis Mejoyo, Kecamatan Wonocolo, Kecamatan Rungkut, Kecamatan Gunung Anyar, dan Kecamatan Wonokromo. Luas RTH eksisting di zona Tenggara Kota Surabaya sebesar 357,3 Ha atau sekitar 0,05% dari luas seluruh RTH di Surabaya. RTH eksisting terdapat pada jalur hijau jalan raya, taman kota yang terdiri dari taman aktif dan taman pasif, sempadan sungai, dan hutan mangrove. Wilayah perencanaan Zona Tenggara Kota Surabaya dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Sumber: BAPPEKO,2020

Gambar 2. 1 Peta Pembagian Zona Kota Surabaya

Sumber: BAPPEKO,2020

Gambar 2. 2 Peta Wilayah Zona Tenggara

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Ruang Terbuka Hijau

3.1.1 Definisi Ruang Terbuka Hijau

Berdasarkan Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang disebutkan bahwa Ruang Terbuka Hijau (RTH) adalah area memanjang/jalur dan/atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Kemudian Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 2007 tentang Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan adalah bagian dari ruang terbuka suatu kawasan perkotaan yang diisi oleh tumbuhan dan tanaman guna mendukung manfaat ekologi, sosial, budaya, ekonomi, dan estetika.

Penghijauan di jalan umum biasanya berbentuk penanaman pohon di bagian jalan yang disebut jalur hijau. Jalur hijau dapat berada di median atau tengah jalan untuk jalan raya atau jalan dua arah maupun di kanan dan kiri jalan. Sering pula dijumpai jalan yang di kanan kirinya sudah dibuatkan jalur khusus untuk pejalan kaki masih dapat pula ditanami pohon (Momongan, 2016).

3.1.2 Tujuan, Fungsi, dan Manfaat RTH

Menurut Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan (RTHKP), tujuan penyediaan ruang terbuka hijau adalah:

a. Menjaga keserasian dan keseimbangan ekosistem lingkungan perkotaan;
b. Mewujudkan keseimbangan antara lingkungan alam dan lingkungan buatan di perkotaan; dan
c. Meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan yang sehat, indah, bersih, dan nyaman.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008, fungsi utama (intrinsik) dan fungsi tambahan (ekstrinsik). Fungsi utama (intrinsik) yaitu fungsi ekologis:

1. Memberi jaminan pengadaan RTH menjadi bagian dari sistem sirkulasi udara (paru-paru kota)
2. Pengatur iklim mikro agar sistem sirkulasi udara dan air secara alami dapat berlangsung lancar
3. Sebagai peneduh
4. Produsen oksigen
5. Penyerap air hujan
6. Penyedia habitat satwa
7. Penyerap polutan media udara, air dan tanah, serta penahan angin.

Fungsi tambahan (ekstrinsik) yaitu:

1. Fungsi sosial dan budaya;
2. Fungsi ekonomi;
3. Fungsi estetika.

Manfaat RTH berdasarkan fungsinya dibagi atas manfaat langsung (dalam pengertian cepat dan bersifat *tangible*) seperti mendapatkan bahan-bahan untuk dijual (kayu, daun, bunga), kenyamanan fisik (teduh, segar), dan manfaat tidak langsung (berjangka panjang dan bersifat *intangible*) seperti perlindungan tata air dan konservasi hayati atau keaneka ragaman hayati (Adiastari, 2010).

3.1.3 Jenis-jenis Ruang Terbuka Hijau

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, pembagian jenis-jenis RTH sesuai dengan tipologi RTH sebagaimana Tabel berikut.

Tabel 3. 1 Daya Serap Gas CO_2 Berbagai Penutup Vegetasi

Tipologi (RTH)	Keterangan
Berdasarkan Fisik	1. RTH Alami, berupa habitat liar alami, kawasan lindung, dan taman-taman nasional.
	2. RTH Non Alami/Binaan, yang terdiri dari taman, lapangan olah raga, dan jalur-jalur hijau jalan.
Berdasarkan Struktur Ruang	1. RTH dengan pola ekologis, merupakan RTH yang memiliki pola mengelompok, memanjang, tersebar.

Tipologi (RTH)	Keterangan
	2. RTH dengan pola planologis, merupakan RTH yang memiliki pola mengikuti hirarki dan struktur ruang perkotaan.
Berdasarkan Segi Kepemilikan	1. RTH Publik
	2. RTH Privat
Berdasarkan Fungsi	1. Fungsi Ekologis
	2. Fungsi Sosial Budaya
	3. Fungsi Arsitektural/Estetika
	4. Fungsi Ekonomi

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05/PRT/M/2008

Berikut uraian mengenai tipologi RTH:

A. Tipologi RTH Berdasarkan Fisik

Berdasarkan kondisi fisiknya, RTH diklasifikasikan menjadi RTH Alami dan RTH Non Alami/Binaan.

1. RTH Alami
   RTH alami adalah area memanjang/jalur dan/atau mengelompok yang didominasi oleh tanaman yang tumbuh secara alami atau tanaman budidaya, dan penggunaannya lebih bersifat terbuka. Kawasan ini terdiri dari kawasan lindung, habitat liar alami / cagar alam di daratan dan kepulauan, hutan wisata atau taman nasional, persawahan, hutan bakau, daerah pertanian, dan sebagainya.
2. RTH Non Alami/Binaan
   RTH Non Alami/Binaan terdiri dari RTH Publik dan RTH Privat. RTH Non Alami/Binaan adalah area memanjang/jalur dan/atau mengelompok yang penggunaannya lebih bersifat terbuka/umum. RTH ini terbentuk karena keperluan dari aktivitas masyarakat perkotaan. Kawasan ini terdiri dari taman, lapangan olahraga, dan jalur-jalur hijau jalan.

B. Tipologi RTH Berdasarkan Struktur Ruang

Berdasarkan struktur ruangnya, menurut Sabdey (2017), RTH diklasifikasikan menjadi RTH dengan pola ekologis dan RTH dengan pola planologis.

1. RTH dengan pola ekologis
   RTH dengan pola ekologis merupakan RTH yang memiliki pola dengan bentuk memanjang, mengelompok, dan

tersebar, mengikuti konfigurasi ekologis bentang alam perkotaan tersebut, contohnya RTH kawasan hutan lindung, perbukitan terjal, sempadan sungai, sempadan danau, dan RTH pesisir.

2. RTH dengan pola planologis
   RTH dengan pola planologis didominasi oleh fungsi non ekologis dan antroposentris dengan struktur binaan yang berhierarki, contohnya berdasarkan fungsi sosial dalam melayani kebutuhan rekreasi luar ruang penduduk perkotaan yang diwujudkan dengan taman perumahan, taman lingkungan, taman kota, dan sebagainya.

C. Tipologi RTH Berdasarkan Segi Kepemilikan

Berdasarkan segi kepemilikan, RTH diklasifikasikan menjadi RTH publik dan RTH privat.

1. RTH Publik
   RTH Publik adalah termasuk RTH Non Alami atau Binaan yang dimiliki dan dikelola oleh pemerintah daerah kota / kabupaten dan digunakan untuk kepentingan masyarakat secara umum. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5/PRT/M/2008, yang termasuk dari RTH Publik adalah:
   a.) Taman RT dan Taman RW
   b.) Taman kelurahan dan taman kecamatan
   c.) Taman kota
   d.) Hutan kota
   e.) Sabuk hijau
   f.) Pulau jalan dan media jalan
   g.) Jalur pejalan kaki
   h.) Ruang dibawah jalan layang
   i.) RTH sempadan rel kereta api
   j.) Jalur hijau jaringan listrik tegangan tinggi
   k.) RTH sempadan sungai dan RTH sempadan pantai
   l.) RTH pengamanan sumber air baku / mata air
   m.) Pemakaman

2. RTH Privat
   RTH Privat adalah termasuk RTH Non Alami atau Binaan yang dimiliki dan dikelola oleh institusi tertentu atau perseorangan yang penggunaannya lebih bersifat

terbatas/pribadi. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5/PRT/M/2008, yang termasuk dari RTH Privat adalah:

a.) RTH pekarangan rumah tinggal
b.) RTH halaman perkantoran, pertokoan, dan tempat usaha
c.) Taman atap bangunan
d.) Taman RT permukiman privat
e.) Taman RW permukiman privat

D. Tipologi RTH Berdasarkan Fungsinya

Bedasarkan Fungsinya, menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008 Ruang Terbuka Hijau memiliki fungsi utama (fungsi ekologis) dan fungsi tambahan (fungsi sosial budaya. Fungsi arsitektural/estetika, dan fungsi ekonomi), yang secara rinci dijelaskan sebagai berikut:

1. Fungsi Ekologis

   Fungsi ekologis merupakan fungsi utama ruang terbuka hijau, yang memberikan perlindungan terhadap manusia dan lingkungannya. Menurut Eckbo (1964), fungsi ekologis RTH terdiri dari:

   - Fungsi orologis: mengurangi tingkat kerusakan tanah seperti potensi longsor, dan menjaga kestabilan tanah.
   - Fungsi hidrologis: meningkatkan resapan air
   - Fungsi klimatologis: fungsi ruang terbuka hijau dapat mempengaruhi faktor iklim dan menurunkan suhu
   - Fungsi edaphis: bermanfaat sebagai tempat pelestarian keanekaragaman hayati di luar kawasan konservasi, karena pada area ini mendukung kehidupan flora dan fauna.
   - Fungsi protektif: menyaring pencemar di udara, menyerap CO_2, serta dapat berperan sebagai tanaman bioremediator tanah yang tercemar bahan organik atau logam.
   - Fungsi higienis: memberikan lingkungan yang lebih sehat bagi manusia.

2. Fungsi Sosial Budaya

   Fungsi sosial budaya dalam RTH merupakan fungsi ruang terbuka hijau sebagai sarana interaksi sosial masyarakat

dengan lingkungan sosial sekitarnya, yang terdiri dari:

- Fungsi edukatif: memberikan pendidikan dan pengenalan terhadap mahkluk hidup dan lingkungan
- Fungsi interaksi masyarakat: menjadi tempat berinteraksi antara masyarakat (tempat rekreasi) sehingga menambah koneksi sosial.
- Fungsi spiritual: fungsi yang dimanfaatkan untuk kegiatan-kegiatan spiritual atau keagamaan, atau dapat juga berupa tempat yang dikeramatkan.

3. Fungsi Arsitektural / Estetika

Fungsi Arsitektural / Estetika RTH merupakan fungsi ruang terbuka hijau sebagai komponen keindahan dan kenyamanan kota atau lingkungan hidup manusia. Fungsi ini terdiri dari;

- Fungsi visual: fungsi dalam visualitas dan estetika yang didapatkan dari ruang terbuka.
- Fungsi tabir / screening: RTH dapat berperan sebagai pelindung dari hal-hal yang mengganggu kehidupan manusia, seperti angin yang terlalu kencang, panas, suara bising, dan bau.
- Fungsi identitas kota: dapat menjadi identitas (landmark) suatu kota / wilayah.

4. Fungsi Ekonomi

Keberadaan ruang terbuka hijau tidak selalu memiliki nilai ekonomi yang rendah, namun keberadaan RTH juga mampu meningkatkan nilai lahan karena suasana lingkungan yang tercipta akibat keberadaannya yaitu:

- Meningkatkan harga lahan: lahan dengan tanah yang baik kualitasnya akan semakin baik harga jualnya.
- Mengurangi biaya penanganan bencana
- Mampu menjadi ruang untuk mata pencaharian kota: tanaman-tanaman yang indah dapat dimanfaatkan dalam tata ruang menjadi sebuah taman kota ataupun objek pariwisata konservasi alam.

3.1.4 Proporsi Ruang Terbuka Hijau

Agar tujuan dari RTH dapat tercapai maka diperlukan proporsi RTH yang dimaksudkan supaya pemanfaatan dari ruang terbuka hijau dapat dirasakan oleh masyarakat luas. Berdasarkan

Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, proporsi minimal RTH yang harus disediakan oleh pemerintah daerah kota adalah 30 persen dari keseluruhan luas wilayah kota, yang mana 20 persen adalah RTH publik dan 10 persen adalah RTH privat. Peraturan mengenai proporsi RTH ini juga diatur dalam Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034.

3.2 Emisi Karbon Dioksida

3.2.1 Emisi Karbon Dioksida

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, emisi adalah zat, energi dan/atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan/atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar. Sedangkan emisi karbon dioksida merupakan pemancaran atau pelepasan gas karbon dioksida ke udara. Emisi CO_2 tersebut menyebabkan kadar gas rumah kaca di atmosfer meningkat, sehingga terjadi peningkatan efek rumah kaca dan pemanasan global. Karbon dioksida tersebut menyerap sinar matahari yang dipantulkan oleh bumi sehingga suhu atmosfer naik. Hal tersebut dapat mengakibatkan perubahan iklim dan kenaikan permukaan air laut (Murti, 2015).

3.2.2 Sumber Emisi Karbon Dioksida

Sumber-sumber emisi CO_2 ini sangat bervariasi, tetapi dapat digolongkan menjadi 4 macam (Aqualdo, dkk, 2012) sebagai berikut:

1. Sumber bergerak (*mobile transportation*) antara lain:kendaraan bermotor, pesawat udara, kereta api, kapal bermotor dan peneganan/evaporasi gasoline
2. Sumber tidak bergerak (*stationary combustion*) antara lain perumahan, daerah perdagangan, tenaga dan pemasaran industri, termasuk tenaga uap yang digunakan sebagai energi oleh industri.
3. Proses industri (*industrial processes*) antara lain: proses kimiawi, metalurgi, kertas, dan penambangan minyak

4. Pembuangan sampah (*solid waste* disposal) antara lain: buangan rumah tangga dan perdagangan, buangan hasil pertambangan dan pertanian

Emisi karbon dioksida dapat pula dikategorikan menjadi (Aqualdo, dkk, 2012):

a. Emisi Langsung
   Emisi ini merupakan emisi yang keluar langsung dari aktivitas atau sumber dalam ruang batas yang ditetapkan. Contohnya emisi CO_2 dari kendaraan bermotor
b. Emisi Tidak Langsung
   Emisi ini merupakan hasil dari aktivitas di dalam ruang batas yang ditetapkan. Contohnya konsumsi energi listrik di rumah tangga

Berikut perhitungan emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan masyarakat.

a) Emisi CO_2 dari Kegiatan Transportasi

   Emisi CO_2 dari kegiatan transportasi dihitung menggunakan metode perhitungan Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Perhitungan CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi dapat dihitung menggunakan persamaan 3.1

   Emisi CO_2 = n x FE x K x L.....(3.1)

   Keterangan:

   n = jumlah kendaraan (kendaraan/jalan)

   FE = faktor emisi (g/L)

   K = konsumsi bahan bakar (L/100 km)

   L = panjang jalan (km)

Faktor emisi untuk jenis bahan bakar dapat dilihat pada Tabel 3.2 Sedangkan konsumsi bahan bakar yang digunakan berdasarkan tipe kendaraannya dapat dilihat pada tabel 3.3

Tabel 3. 2 Faktor Emisi CO_2 Menurut Tipe Kendaraan dan Jenis Bahan Bakar yang digunakan

Tipe Kendaraan/Bahan Bakar	**Faktor Emisi CO_2 (gram/L)**
Bensin	
Kendaraan Penumpang	2.597,86
Kendaraan Niaga Besar	2.597,86
Sepeda motor	2.597,86
Diesel	
Kendaraan Penumpang	2.924,9
Kendaraan Niaga Kecil	2.924,9
kendaraan Niaga Besar	2.924,9
Lokomotif	2.924,9

Sumber: IPCC, 2006

Tabel 3. 3 Konsumsi Bahan Bakar Menurut Tipe Kendaraan

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

Sumber: BPPT dalam Hariyati (2009)

b) Emisi CO_2 dari Kegiatan Permukiman dan Industri

Beberapa kegiatan permukiman menghasilkan emisi yang dapat menurunkan kualitas udara. Salah satunya adalah kegiatan memasak dimana dalam kegiatan memasak menggunakan bahan bakar yang dapat menghasilkan emisi udara diantaranya senyawa organik volatil/*Volatile Organic Compounds* (VOC). Emisi pembakaran bahan bakar ini merupakan sumber utama penghasil VOC di atmosfer perkotaan (Cheng, dkk, 2016). Kegiatan industri adalah konsumen bahan bakar terbesar kedua di Indonesia. Kegiatan ini telah menimbulkan lebih dari 20 persen gas emisi rumah kaca (Hastuti dan Sulistyarso, 2012). Perhitungan emisi CO_2 dari bahan bakar yang dihasilkan dari kegiatan permukiman dan perindustrian dapat dihitung menggunakan persamaan menurut IPCC (1996) pada persamaan 3.2.

Emisi CO_2 = Konsumsi Bahan Bakar x FE x NCV.....(3.2)

Keterangan:
Emisi CO_2 = jumlah emisi yang dihasilkan (satuan massa)
FE = faktor emisi (g CO_2 /MJ)
NCV = nilai *Net Calorific Volume* (*energy content*)

Faktor emisi untuk kegiaan permukiman dapat dilihat pada tabel 3.4 Jumlah CO_2 dihitung dari masing-masing kecamatan wilayah perencanaan

Tabel 3. 4 Nilai Faktor Emisi dan Net Calorific Volume untuk Emisi CO_2 dari Kegiatan Permukiman dan Perindustrian

Bahan Bakar	NCV	CEF (ton CO_2/TJ)
LPG	47,3 x 10^{-6} TJ/m3	63,1
Solar	43 TJ/Kton	74,1
Industrial / Residual Fuel Oil	40 x 10^{-6} TJ/liter	77,4
Batubara	18,9 x 10^{-6} TJ/ton	96,1

Sumber: IPCC, 2006

c) Emisi CO_2 dari Respirasi Manusia
Perhitungan emisi CO_2 dari respirasi manusia yang dihasilkan dari kegiatan permukiman dapat dihitung menggunakan persamaan menurut Sutanhaji, dkk. (2015) pada persamaan 3.3.
Emisi CO_2 = n x FE.....(3.3)
Keterangan:
Emisi CO_2 = jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan (satuan massa)
n = jumlah penduduk (jiwa)
FE = faktor emisi (3,2 kg CO_2/jiwa.hari)
(Mangkoedihardjo, 2006)

d) Emisi CO_2 dari Hewan Ternak
Perhitungan emisi CO_2 dari hewan ternak yang dihasilkan dari kegiatan permukiman dapat dihitung menggunakan persamaan menurut Wisesa (1989) dalam Putra (2012) pada persamaan 3.4.
Emisi CO_2 = n x FE.....(3.4)
Keterangan:
Emisi CO_2 = jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan (satuan massa)
n = jumlah hewan ternak (ekor)
FE = faktor emisi (kg CO_2/ekor.hari)

3.2.3 Dampak Emisi Karbon Dioksida

Karbon dioksida yang dihasilkan oleh asap kendaraan serta kegiatan industri dapat membahayakan manusia jika tidak ada pohon atau hutan kota yang mampu menyerap gas CO_2

tersebut dan emisi yang dihasilkan dari aktivitas manusia, asap kendaraan bermotor serta kegiatan industri merupakan penyebab terjadinya perubahan iklim global. Jumlah penduduk, kendaraan bermotor serta industri banyak ditemui di daerah perkotaan yang mengakibatkan daerah perkotaan memiliki keccenderungan tingkat emisi gas rumah kaca khususnya gas CO_2 yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah pedesaan (Rivai, dkk, 2014). Menurut *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) nilai ambang batas zat pencemar karbon dioksida di udara adalah 5000 ppm pada pengukuran 8 jam kerja.

Dengan pola konsumsi dan pertumbuhan ekonomi yang sekarang ini dalam kurun waktu 100 tahun mendatang konsentrasi CO_2 dalam atmosfer akan meningkat dua kali lipat dibanding permulaan zaman industri yaitu sekitar 580 ppm (Akhadi, 2009). Pencemaran udara dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan alam, antara lain: hujan asam, penipisan lapisan ozon, dan pemanasan global. Selain mempengaruhi keadaan lingkungan alam, pencemaran udara juga membawa dampak negatif bagi kehidupan makhluk hidup (organisme), baik hewan, tumbuhan, dan manusia. Dampak kesehatan yang paling umum dijumpai adalah ISNA (Infeksi Saluran Napas Atas), termasuk diantaranya, asma, bronkitis, dan gangguan pernapasan lainnya (Mansur, 2014). Menurut Indrawati, dkk, (2015), ancaman terjadinya perubahan iklim secara global selain dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan, juga mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan kawasan pemukiman yang telah melebihi daya tampung dan daya dukung lingkungan.

3.2.4 Efek Rumah Kaca

Efek rumah kaca merupakan suatu peristiwa dimana sebagian dari panas matahari yang dipantulkan oleh permukaan bumi sebagai radiasi infra merah gelombang panjang akan diserap oleh gas-gas di atmosfer yang menyelimuti bumi (disebut dengan gas rumah kaca seperti: uap air, karbon dioksida, metana) sehingga panas sinar tersebut terperangkap di atmosfer bumi. Efek rumah kaca disebabkan karena naiknya konsentrasi gas karbon dioksida dan gas-gas lainnya di atmosfer (Pratama, 2019). Dalam konverensi PBB tentang Perubahan Iklim (*United Nations*

Framework Convention on Climate Change-UNFCC), jenis gas rumah kaca adalah karbondioksida (CO_2), dinitroksida (N_2O, metana (CH_4), sulfurheksafluorida (SF_6), perfluorokarbon (PFC_S), dan hidrofluorokarbon (HFC_S). Dari keenam jenis gas tersebut, gas SF_6 merupakan gas yang paling kuat efeknya terhadap pemanasan global.

Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) tahun 2014, secara global gas rumah kaca terdiri dari 65% gas CO_2 yang berasal dari pembakar bahan bakar fosil dan proses industri, 16% gas CH_4, 11% gas CO_2 dari kebakaran hutan dan penggunaan lahan, 6% gas N_2O dan 2% adalah F-*gasses* (CFC_S, HFC_S, dan PFC_S). Kenaikan gas-gas tersebut melampaui kemampuan tumbuh-tumbuhan dan laut untuk mengabsorbsinya. Energi yang masuk ke bumi mengalami: 25% dipantulkan oleh awan atau partikel lain di atmosfer, 25% diserap awan, 45% diadsorpsi permukaan bumi dan 5% dipantulkan kembali oleh permukaan bumi.

3.3 Kemampuan RTH dalam Menyerap Gas Karbondioksida

3.3.1 Penyerapan Emisi CO_2 oleh Tumbuhan

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 (Adiastari, 2010). Tumbuhan memiliki kemampuan dalam menyerap karbon dioksida dari udara melalui proses fotosintesis. Fotosintesis merupakan proses perubahan senyawa anorganik (CO_2 dan H_2O) pada tumbuhan menjadi senyawa organik (karbohidrat) dan O_2 (oksigen) dengan bantuan cahaya matahari. Perhatikan persamaan reaksi yang menghasilkan glukosa berikut ini:

$$6H_2O + 6CO_2 + \text{cahaya} \longrightarrow C_6H_{12}O_6 \text{ (glukosa)} + O_2$$

Aktivitas proses fotosintesis pada tumbuhan dapat diamati secara eksponensial seperti jumlah bahan baku yang digunakan atau dilepaskan maupun berbagai reaksi yang terjadi didalamnya dan tidak terkecuali adalah jumlah CO_2 yang diserap oleh tumbuhan (Ludang, 2017).

Pada tumbuhan, organ utama tempat berlangsungnya fotosintesis adalah daun. Namun secara umum, semua sel yang memiliki kloroplas berpotensi untuk melangsungkan reaksi ini. Di organel inilah tempat berlangsungnya fotosintesis, tepatnya pada bagian stroma. Hasil fotosintesis biasanya dikirim ke jaringan-jaringan terdekat terlebih dahulu. Dalam fotosintesis terdapat dua tahap, yaitu reaksi terang (penangkapan energi) dan reaksi gelap (siklus Calvin/fiksasi karbon). Reaksi fiksasi karbon tidak memerlukan cahaya tetapi memerlukan karbon dioksida. Pada tumbuhan, tejadi proses biokimia yang disebabkan oleh proses fotosintesis, disebut juga dengan siklus Calvin yang mengikat karbon dioksida untuk membentuk ribulosa (Sularno, 2009). Proses fotosintesis merupakan suatu fitoproses, salah satu bentuk fitoremediasi yaitu fitosekuestrasi. Fitosekuestrasi merupakan kemampuan tumbuhan untuk memindahkan/transfer pencemar yang secara khusus menyerap dan menyimpan zat ke dalam sistem tumbuhan. Fitosekuestrasi dapat dikategorikan juga sebagai jenis fitoekstraksi dan fitoakumulasi. Umumnya, proses ini bekerja untuk gas-gas udara, misalnya CO_2 (Farraji, 2020).

Oleh karena itu, pembangunan RTH sangat dianjurkan karena dengan menanam pohon, sudah diketahui bahwa tanaman dapat menyerap CO_2 dan melepas O_2 melalui proses fotosintesis. Selain sebagai penyuplai O_2 yang diperlukan bagi makhluk hidup, dapat juga memberi keteduhan dan menambah nilai estetika perkotaan. Menurut Kusminingrum, (2008), tumbuhan menggunakan CO_2 untuk pertumbuhannya. Peningkatan konsentrasi CO_2 di atmosfer akan merangsang proses fotosintesis, meningkatkan pertumbuhan tumbuhan dan produktivitasnya. Pengukuran serapan karbon dioksida dapat dilakukan dengan metode karbohidrat, karena jumlah jumlah massa karbon dioksida dalam proses fotosintesis berbanding lurus dengan jumlah karbon dalam karbohidrat (Sukmawati, 2015).

Pada proses fotosintesis tumbuhan, intensitas cahaya merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi daya serap tumbuhan. Cahaya matahari diserap oleh klorofil sebagai sumber energi dalam fotosintesis. Menurut Suwanmontri *et al* (2013), besarnya peningkatan intensitas cahaya akan diikuti

dengan peningkatan serapan karbondioksida untuk metabolisme karbohidrat dalam reaksi fotosintesis.

Intensitas yang digunakan harus sesuai dengan kondisi iklim Kota Surabaya. Kota Surabaya memiliki iklim tropis, maka intensitas cahaya yang digunakan per bulan dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Intensitas Cahaya Kota Surabaya

Bulan	**Intensitas Cahaya (kal/cm^2/hari)**	**Intensitas Cahaya (watt/m^2)**
Jan	844	409,3
Feb	963	467,01
Mar	878	425,79
Apr	876	424,82
Mei	803	389,42
Jun	803	389,42
Jul	792	384,08
Agt	820	397,66
Sep	891	432,09
Okt	866	419,97
Nop	873	423,36
Des	829	402,03

Sumber: Adiastari, 2010

Berdasarkan nilai intensitas di atas, satuan dikonversi menjadi watt/m^2, dimana 1 kal/cm^2/hari sama dengan 0,485 watt/m^2

Menurut Pentury (2003) dalam Adiastari (2010), pola hubungan antara laju serapan dan luas tajuk tanaman dapat dimodelkan dengan formulasi matematika sebagai berikut:

$$\mathbf{S = 0{,}2278e^{(0{,}0048.I)}} \quad \textbf{.....(3.5)}$$

Keterangan:
S = Laju serapan CO_2 per satuan luas (µg/m^2/tahun)
I = Intensitas cahaya (kal/cm^2/hari)
e = Bilangan pokok logaritma natural
0,0048 = Koefisien intensitas cahaya
0,2278 = Konstanta penjumlahan

Kemudian untuk mendapatkan kemampuan serapan per luasan area atau per jenis RTH adalah dengan mengalikan luas tajuk yang diperoleh dengan laju serapan (Murti,2015), seperti pada Persamaan 3.6 berikut

Daya Serap Area = LT x S.....(3.6)

Keterangan:
Daya Serap Area = Kemampuan jenis RTH dalam menyerap emisi CO_2 (ton/tahun)
LT = Luasan tajuk masing-masing jenis pohon (m^2) atau luas area RTH
S = Laju serapan CO_2 ($\mu g/m^2$/tahun)

Total emisi CO_2 yang diproduksi tidak semuanya dapat direduksi oleh RTH eksisting. Maka dari itu, perlu juga dilakukan perhitungan sisa emisi yang belum mampu direduksi oleh RTH eksisting. Menurut Adiastari (2010), sisa emisi dihitung menggunakan persamaan 3.7.

Sisa Emisi CO_2 = A – B.....(3.7)

Keterangan:
Sisa Emisi CO_2 = Emisi CO_2 yang belum mampu terserap oleh RTH
A = Total emisi CO_2 aktual (ton CO_2/tahun)
B = Total daya serap CO_2 oleh RTH (ton CO_2/tahun)

Apabila total emisi CO_2 aktual lebih besar dari kemampuan daya serap RTH eksisting menyerap emisi CO_2, dilakukan perhitungan kebutuhan RTH tambahan, menggunakan Persamaan 3.8.

Luas RTH= $\frac{sisa\ emisi\ CO2}{daya\ serap\ pohon}$ **.....(3.8)**

Keterangan:
Luas RTH = Kebutuhan luas RTH tambahan (ha)
Sisa Emisi CO_2 = Emisi CO_2 yang belum mampu terserap oleh RTH
Daya Serap Area = Kemampuan jenis RTH dalam menyerap emisi CO_2

1.3.2 Jenis-jenis Vegetasi Penyerap Emisi CO_2

Setiap tumbuhan mempunyai peranan penting dalam pengurangan beban CO_2. Tumbuhan mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menyerap CO_2. Menurut Karyadi (2005), dalam perencanaannya yang meneliti mengenai lima jenis tanaman hutan kota dengan kemampuan masing-masing daya serap CO_2 tipe tutupan vegetasi adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 6 Daya Serap Gas CO_2 Berbagai Penutup Vegetasi

No.	Tipe Penutupan	Daya Serap Gas CO_2 (kg/ha/hari)	Daya Serap Gas CO_2 (Ton/ha/th)
1	Pohon	1.559,10	569,07
2	Semak Belukar	150,68	55,00
3	Padang Rumput	32,88	12,00
4	Sawah	32,88	12,00

Sumber: Karyadi, 2005

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

METODE PERENCANAAN

4.1 Umum

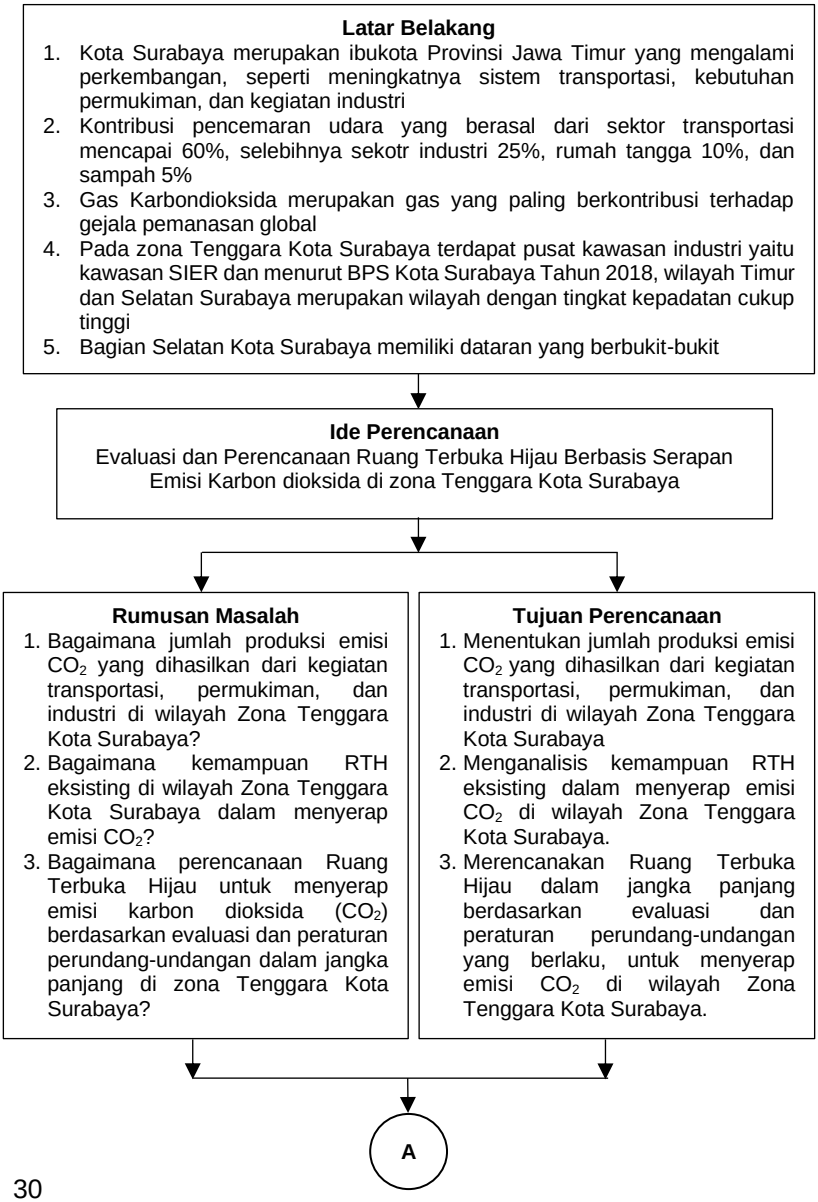
Dalam penelitian ini digunakan metode studi literatur dan studi kasus dalam melakukan perencanaan, untuk itu dibutuhkan suatu metode perecanaan yang rinci dan sistematis sebagai acuan pelaksaan perencanaan agar dapat berjalan sesuai dengan tujuan perencanaan yang dapat juga berupa studi kasus. Metode pelaksanaan perencanaan ini diawali dengan melakukan kajian studi literatur, kemudian melakukan tahap-tahap analisis sesuai dengan tujuan dari perencanaan. Analisis yang dilakukan pada perencanaan atau kasus yang terjadi saat ini membutuhkan data sekunder sebagai acuan. Data sekunder terdiri dari data RTH eksisting di zona Tenggara Kota Surabaya yang diperoleh dari DKRTH Kota Surabaya, peta administrasi Kota Surabaya, peta jalan Kota Surabaya yang diperoleh dari DISHUB Kota Surabaya, data *traffic counting* dari DISHUB Kota Surabaya, peta RTRW Kota Surabaya, dan jumlah Kartu Keluarga tiap kecamatan di zona Tenggara Kota Surabaya yang diperoleh dari BPS Kota Surabaya. Setelah memperoleh data-data yang dibutuhkan, data tersebut dianalisis dan diolah menggunakan metode matematis berdasarkan persamaan dari berbagai sumber literatur.

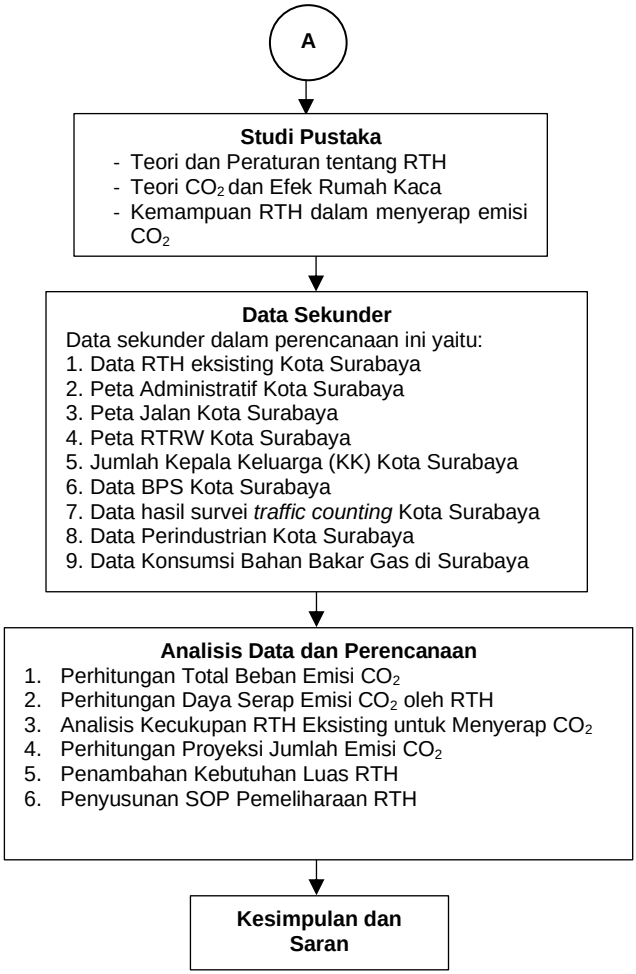
Emisi CO_2 yang dihasilkan dari berbagai sektor di zona Tenggara Kota Surabaya dilakukan proyeksi untuk memperhitungkan kebutuhan RTH kota selama 25 tahun kedepan. Serapan CO_2 oleh RTH dapat ditentukan berdasarkan pendekatan luas tutupan RTH tersebut, kemudian dapat diperoleh tingkat kemampuan RTH dalam menyerap emisi karbon dioksida. Hasil analisis tersebut kemudian digunakan untuk pemetaan kemampuan serapan RTH di zona Tenggara Kota Surabaya.

4.2 Kerangka Perencanaan

Kerangka perencanaan disusun berdasarkan pemikiran dari suatu permasalahan yang digunakan sebagai ide perencanaan. Berikut merupakan kerangka perencanaan yang

telah dibuat berdasarkan perencanaan yang sedang dilakukan.





Gambar 4. 1 Kerangka Perencanaan

4.2 Penjelasan Kerangka Perencanaan

4.2.1 Ide Perencanaan

Ide perencanaan ini berasal dari pengamatan terhadap kondisi eksisting yang terjadi di Zona Tenggara Kota Surabaya terkait dengan perkembangan tata ruang wilayah, perubahan fungsi dan tata guna lahan, serta pengembangan dan pengelolaan RTH yang dilakukan oleh pemerintah selama ini. Berdasarkan data RTRW yang dilakukan oleh Pemerintah Kota Surabaya, persentase jumlah RTH publik yang dikelola oleh pemerintah selama ini sudah berada di atas persentase yang telah ditetapkan oleh undang-undang yaitu sebesar 20% untuk RTH publik. Namun kemampuan RTH publik dalam menyerap emisi karbon dioksida belum diperhitungkan kecukupannya. Oleh karena itu, perlu adanya suatu evaluasi dan perencanaan yang dapat berupa studi kasus untuk menganalisa kualitas dari penyediaan RTH di Kota Surabaya terutama zona Tenggara Kota Surabaya, ditinjau dari segi penyerapan emisi CO_2.

4.2.2 Studi Literatur

Sumber literatur yang digunakan adalah jurnal nasional, jurnal internasional, makalah seminar, dan *text book* yang berhubungan dengan perencanaan ini. Hal-hal yang dipelajari dalam studi literatur adalah emisi CO_2 dan RTH yang meliputi bentuk, jenis, proporsi penyediaan RTH dalam satu wilayah, serta kemampuan RTH dalam menyerap O_2.

4.2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan variabel yang diperlukan sebagai dasar pada tahap analisis dan pembahasan. Dalam perencanaan ini dilakukan pengumpulan data sekunder.

Data sekunder yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu:

a. Data RTH eksisting, meliputi taman kota dan jalur hijau, didapatkan dari DKRTH Kota Surabaya.
b. Peta Administratif Kota Surabaya yang digunakan untuk mengetahui batas kecamatan dari wilayah perencanaan.
c. Peta Jalan Kota Surabaya yang didapatkan dari DISHUB Kota Surabaya, untuk mengetahui letak

dan jenis jalan yang ada di wilayah zona Tenggara Kota Surabaya.

d. Peta RTRW Kota Surabaya yang digunakan untuk mengetahui letak rencana pembangunan RTH di zona Tenggara Kota Surabaya.
e. Jumlah Kepala Keluarga (KK) di tiap kecamatan di wilayah zona Tenggara Kota Surabaya, untuk menghitung perkiraan jumlah rumah di tiap kecamatan yang diperlukan dalam perhitungan emisi CO_2 pada kegiatan pemukiman. Data ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Surabaya.
f. Data hasil survei *traffic counting* dari DISHUB Kota Surabaya yang digunakan untuk menghitung jumlah keadaan rata – rata.
g. Data konsumsi bahan bakar dari kegiatan perindustrian di Surabaya, berasal dari Dinas Perindustrian dan Perdagangan Provinsi Jawa Timur
h. Data konsumsi bahan bakar gas (LPG) dari kegiatan pemukiman per bulan, berasal dari Dinas Perindustrian dan Perdagangan Provinsi Jawa Timur

4.2.4 Analisis Data dan Pembahasan

Setelah mendapatkan data-data yang diperlukan, hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah menganalisis data-data tersebut.

1. **Perhitungan Emisi CO_2**

   Emisi CO_2 yang diperhitungkan pada perencanaan ini dihasilkan dari berbagai kegiatan masyarakat pada wilayah zona Tenggara Kota Surabaya, diantaranya sebagai berikut.

   a. Emisi CO_2 Kegiatan Transportasi

      Produksi emisi CO_2 dari kegiatan transportasi didapatkan dari data *traffic counting* dari DISHUB Kota Surabaya dan dihitung menggunakan Persamaan 3.1 dan 3.2.

b. Emisi CO_2 Kegiatan Industri
   Produksi CO_2 kegiatan perindustrian ditentukan berdasarkan data penggunaan bahan bakar fosil Kawasan SIER dari sumber literatur dan penelitian terdahulu, kemudian dihitung menggunakan Persamaan 3.3
c. Emisi CO_2 Kegiatan Permukiman
   Produksi emisi CO_2 kegiatan permukiman mencakup kegiatan rumah tangga, emisi dari respirasi manusia, dan emisi dari respirasi hewan ternak. Emisi yang dihasilkan oleh kegiatan rumah tangga berasal dari bahan bakar gas atau LPG. Hal ini dikarenakan persentase pemakaian LPG di Kota Surabaya mencapai 89,69% dibandingkan bahan bakar lainnya (BPS Provinsi Jawa Timur, 2019). Sehingga perhitungan emisi dari kegiatan rumah tangga menggunakan emisi yang dihasilkan dari LPG. Data pemakaian LPG didapatkan dari sumber literatur. Emisi tersebut dihitung menggunakan Persamaan 3.3, 3.4, dan 3.5

2. Perhitungan Emisi CO_2 Total

Emisi CO_2 total diperoleh dari penjumlahan seluruh emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, permukiman, dan industri. Emisi CO_2 total dihitung pada setiap kecamatan di wilayah Tenggara Kota Surabaya.

3. Perhitungan Daya Serap Emisi CO_2 oleh RTH

Dilakukan inventarisasi terhadap vegetasi di RTH eksisting, kemudian dihitung kemampuan daya serapnya. Total daya serap CO_2 oleh pohon dan tipe tutupan vegetasi dihitung menggunakan persamaan 3.6

4. Analisis Kecukupan RTH Eksisting untuk Menyerap CO_2

Meninjau kemampuan RTH dalam menyerap CO_2, dengan melakukan perhitungan sisa emisi yang belum mampu direduksi oleh RTH eksisting. Emisi yang tersisa emisi

dihitung menggunakan persamaan 3.7 dan 3.8. Setelah dihitung, maka dapat diketahui cukup atau tidaknya vegetasi tersebut dalam menyerap CO_2 serta dapat ditentukan skenario perencanaan berupa penambahan luas RTH publik serta pengaturan pola penanaman vegetasi.

5. Perhitungan Proyeksi Jumlah Emisi CO_2

Menghitung proyeksi jumlah emisi CO_2 diperlukan untuk mengetahui beban emisi CO_2 di masa yang akan datang, sehingga dapat diprakirakan kebutuhan RTH untuk menyerap emisi CO_2 dan diketahui apakah RTH eksisting masih mampu menyerap emisi CO_2 yang ada. Jumlah emisi CO_2 dihitung berdasarkan data jumlah sumber emisi CO_2 periode sebelumnya. Metode proyeksi yang digunakan adalah sebagai berikut.

a. Metode Aritmatik

Metode ini sesuai untuk daerah dengan perkembangan emisi CO_2 yang selalu naik secara konstan dan dalam kurun waktu yang pendek. Perhitungan proyeksi dengan metode aritmatik dapat dihitung menggunakan persamaan 4.10

$$Pn = Po + r(dn) \quad \text{.....(4.1)}$$

Keterangan:

Pn = jumlah emisi CO_2 pada akhir tahun periode
Po = jumlah emisi CO_2 pada awal proyeksi
r = rata-rata pertambahan emisi CO_2 tiap tahun
dn = kurun waktu proyeksi

b. Metode Geometri

Metode ini menganggap bahwa perkembangan emisi CO_2 secara otomatis berganda, dengan pertambahan emisi CO_2. Perhitungan proyeksi penduduk dengan metode geometri dapat dihitung menggunakan persamaan 4.11.

$$Pn = Po + (1 + r)^{dn} \quad \text{.....(4.2)}$$

Keterangan:

Pn = jumlah emisi CO_2 pada akhir tahun periode
Po = jumlah emisi CO_2 pada awal proyeksi
r = rata-rata pertambahan emisi CO_2 tiap tahun

dn = kurun waktu proyeksi

c. Metode Least Square

Metode ini digunakan untuk garis linier yang berarti bahwa data perkembangan penduduk masa lalu menggambarkan kecenderungan garis linier, meskipun perkembangan penduduk tidak selalu bertambah. Dalam persamaan ini data yang dipakai jumlahnya harus ganjil. Perhitungan proyeksi penduduk dengan metode Least Square dapat dihitung dengan persamaan 4.12.

Pn = a + (b t)**.....(4.3)**

Keterangan:

T = tambahan tahun terhitung dari tahun dasar

a = $\{(\Sigma p)(\Sigma t^2)-(\Sigma t)(\Sigma p.t)\}/\{n(\Sigma t^2)-(\Sigma t)^2\}$

b = $\{n(\Sigma p.t)-(\Sigma t)(\Sigma p)\}/\{n(\Sigma t^2)-(\Sigma t)^2\}$

Dari ketiga metode tersebut dipilih dengan nilai koefisien korelasi (r) yang mendekati 1 menggunakan persamaan 4.13.

$$\boldsymbol{r = \frac{n(\Sigma xy)-(\Sigma x)(\Sigma y)}{\{[n(\Sigma y2)-(\Sigma y)2]x[n(\Sigma x2)-(\Sigma x)2]\}^{½}}}$$ **.....(4.4)**

6. Penambahan Kebutuhan Luas RTH

Penambahan kebutuhan luas RTH dapat dihitung berdasarkan sisa emisi CO_2 dan daya serap RTH di Zona Tenggara Kota Surabaya. Selain melakukan penambahan luas, dapat dilakukan pengoptimalan RTH, yaitu secara intesifikasi dan ekstensifikasi.

7. Penyusunan SOP Pemeliharaan RTH

Standard Operational Procedure (SOP) pemeliharaan meliputi penyiraman, penanaman, pemupukan, dan pemangkasan. Penyusunan SOP ini dilakukan berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

4.2.3 Kesimpulan dan Saran

Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan fakta di lapangan dan harus sesuai dengan tujuan perencanaan. Selanjutnya, pembuatan saran dilakukan untuk perbaikan dan pengembangan perencanaan selanjutnya dan dimaksudkan untuk peningkatan kualitas penyediaan RTH di Kota Surabaya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Perhitungan Emisi CO_2

5.1.1 Emisi CO_2 dari Kegiatan Transportasi

Emisi CO_2 yang dihitung berasal dari pemakaian bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan, yaitu bensin dan solar. Pada perencanaan ini, emisi CO_2 dihitung berdasarkan data hasil survei *traffic counting* tahun 2019 oleh Dinas Perhubungan Kota Surabaya. Jumlah jalan yang dilakukan *traffic counting* oleh Dinas Perhubungan Kota Surabaya adalah sebanyak 19 jalan, jalan tersebut terbagi menjadi 5 jenis fungsi jalan, yaitu arteri primer, arteri sekunder, kolektor primer, kolektor sekunder, dan lokal. Data yang telah terkumpul dari jalan tersebut kemudian dikonversikan menurut jenis kendaraan dan jenis bahan bakar yang digunakan, seperti sepeda motor, mobil penumpang bensin, bus kecil, bus besar, truk kecil, dan truk besar.

Tabel 5.1 Jalan yang Dilakukan Survey Traffic Counting

No	Jenis Fungsi Jalan	Nama Jalan	Letak
1	Arteri Primer	Jl. Diponegoro	Surabaya Pusat
		Jl. Arjuno	Surabaya Pusat
		Jl. Perak Barat	Surabaya Utara
		Jl. Perak Timur	Surabaya Utara
2	Arteri Sekunder	Jl. Mayjen Soengkono	Surabaya Selatan
		Jl. Prof. Dr. Moestopo	Surabaya Timur
		Jl. Kertajaya Indah	Surabaya Timur
		Jl. Bubutan	Surabaya Pusat
		Jl. Urip Sumoharjo	Surabaya Pusat
		Jl. Embong Malang	Surabaya Pusat
		Jl. Panglima Sudirman	Surabaya Pusat
3	Kolektor Primer	Jl. Basuki Rahmat	Surabaya Pusat
		Jl. Mastrip	Surabaya Selatan
4	Kolektor Sekunder	Jl. Gubeng Pojok	Surabaya Pusat
		Jl. Kedungdoro	Surabaya Pusat
		Jl. Pemuda	Surabaya Pusat
		Jl. Kedung Cowek	Surabaya Utara
5	Lokal	Jl. Gemblongan	Surabaya Pusat
		Jl. Lakarsantri	Surabaya Barat

Sumber: Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2019

Data *traffic counting* dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya Tahun 2019 merupakan data *traffic counting* pada jam tersibuk pada pagi dan sore hari, dari pukul 06.00 hingga 08.00 WIB dan 16.00 hingga 18.00 WIB, sehingga data tersebut harus diolah menjadi data *traffic counting* rata-rata. Berikut data hasil *traffic counting* terdapat pada **Lampiran 2**.
Langkah-langkah perhitungan:

1. **Menghitung Emisi CO_2 Tiap Jalan**
   Pada penelitian ini terdapat 19 jalan yang digunakan sebagai data dengan dilakukan *traffic counting* untuk menghitung emisi CO_2 yang dihasilkan. Perhitungan *traffic counting* sebelumnya telah dilakukan oleh Dinas Perhubungan Kota Surabaya. Dari 19 jalan tersebut dapat dikasifikasikan menjadi 5 jenis jalan berdasarkan fungsi dari jalan tersebut, diantaranya Arteri Primer, Arteri Sekunder, Kolektor Primer, Kolektor Sekunder, dan Lokal. Pengklasifikasian fungsi jalan tersebut juga didapatkan dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya. Kemudian dilakukan perhitungan emisi CO_2 dari masing-masing jalan menggunakan Persamaan 3.1, untuk faktor emisi kegiatan transportasi tercantum dalam Tabel 3.2 sedangkan konsumsi energi spesifik kendaraan tercantum dalam Tabel 3.3. Berikut contoh perhitungan emisi tiap jalan.

Emisi CO_2 pada Arteri Primer di Jalan Diponegoro

a. Sepeda Motor
   Jumlah kendaraan (n) = 9575 kendaraan/jam
   Faktor emisi (FE) = 2.597,86 g/L

   Konsumsi energi spesifik (K) = 2,66 L/100 km
   = 0,0266 L/km
   Emisi CO_2 = kendaraan/jam x g/L x L/km
   = 661.627,4 g/jam.km
   = 661,6 kg CO_2/jam.km

b. Mobil bensin
   Jumlah kendaraan (n) = 3033 kendaraan/jam
   Faktor emisi (FE) = 2.597,86 g/L
   Konsumsi energi spesifik (K) = 11,79 L/100 km
   = 0,1179 L/km

Emisi CO_2 = kendaraan/jam x g/L x L/km
= 929.047,15 g/jam.km
= 929 kg CO_2/jam.km

c. Bus Kecil
Jumlah kendaraan (n) = 3 kendaraan/jam
Faktor emisi (FE) = 2.924,9 g/L
Konsumsi energi spesifik (K) = 11,83 L/100 km
= 0,1183 L/km
Emisi CO_2 = kendaraan/jam x g/L x L/km
= 1.124,55 g/jam.km
= 1,1 kg CO_2/jam.km

d. Bus Besar
Jumlah kendaraan (n) = 3 kendaraan/jam
Faktor emisi (FE) = 2.924,9 g/L
Konsumsi energi spesifik (K) = 16,89 L/100 km
= 0,1689 L/km
Emisi CO_2 = kendaraan/jam x g/L x L/km
= 1.482,05 g/jam.km
= 1,5 kg CO_2/jam.km

e. Truk Kecil
Jumlah kendaraan (n) = 8 kendaraan/jam
Faktor emisi (FE) = 2.924,9 g/L
Konsumsi energi spesifik (K) = 10,64 L/100 km
= 0,1064 L/km
Emisi CO_2 = kendaraan/jam x g/L x L/km
= 2.567,48 g/jam.km
= 2,6 kg CO_2/jam.km

f. Truk Besar
Jumlah kendaraan (n) = 1 kendaraan/jam
Faktor emisi (FE) = 2.924,9 g/L
Konsumsi energi spesifik (K) = 15,82 L/100 km
= 0,1582 L/km
Emisi CO_2 = kendaraan/jam x g/L x L/km
= 385,6 g/jam.km
= 0,4 kg CO_2/jam.km

Perhitungan emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi kemudian dilakukan pada masing-masing jalan. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan **Lampiran 3**.

Tabel 5.2 Jumlah Emisi CO_2 dari Kegiatan Transportasi pada Arteri Primer di Jalan Diponegoro

Emisi CO_2	Jumlah Kendaraan (n)	Faktor Emisi (g/L)	Konsumsi energi Spesifik (L/km)	Emisi CO_2 (kg CO_2/jam)
Sepeda Motor	9.575	2.597,86	0,0266	661,6
Mobil bensin	3.033	2.597,86	0,1179	929
Bus Kecil	3	2.924,9	0,1183	1,1
Bus Besar	3	2.924,9	0,1689	1,5
Truk Kecil	8	2.924,9	0,1064	2,6
Truk Besar	1	2.9249	0,1582	0,4
Total	12.623			1.596,23

2. Menghitung Emisi CO_2 Rata-rata Tiap Jenis Jalan

Setelah diperoleh emisi CO_2 pada masing-masing jalan, data tersebut akan dirata-rata untuk tiap jenis fungsi jalan sehingga diperoleh jumlah emisi CO_2 rata-rata tiap jenis fungsi jalan. Perhitungan emisi rata-rata tiap jenis fungsi jalan dilakukan untuk mempermudah perhitungan emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi di zona Tenggara Kota Surabaya. Emisi CO_2 rata-rata tiap jenis jalan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.3 Emisi CO_2 Rata-rata pada Tiap Jalan

Jenis Fungsi Jalan	Nama Jalan	Rata-rata Emisi kg CO_2/jam.km
Arteri Primer	Jl. Diponegoro	1.118
	Jl. Arjuno	
	Jl. Perak Barat	
	Jl. Perak Timur	
Arteri Sekunder	Jl. Mayjen Soengkono	1.359,8
	Jl. Prof. Dr. Moestopo	
	Jl. Kertajaya Indah	
	Jl. Bubutan	
	Jl. Urip Sumoharjo	

Jenis Fungsi Jalan	Nama Jalan	Rata-rata Emisi kg CO_2/jam.km
	Jl. Embong Malang	
	Jl. Panglima Sudirman	
	Jl. Indrapura	
Kolektor Primer	Jl. Basuki Rahmat	1.171,5
	Jl. Mastrip	
Kolektor Sekunder	Jl. Gubeng Pojok	870,9
	Jl. Kedungdoro	
	Jl. Pemuda	
	Jl. Kedung Cowek	
Lokal	Jl. Gemblongan	493,3
	Jl. Lakarsantri	

Pada tabel 5.3 menunjukkan bahwa emisi CO_2 rata-rata paling besar terdapat pada jalan arteri sekunder, hal ini dipengaruhi oleh jumlah kendaraan pada masing-masing jalan. Perhitungan emisi CO_2 rata-rata tiap jenis jalan dilakukan untuk mempermudah perhitungan emisi CO_2 yang dihasilkan pada zona Tenggara Kota Surabaya, dikarenakan tidak terdapatnya data *traffic counting* pada beberapa jalan di wilayah tersebut.

3. Menghitung Jumlah Emisi CO_2 Tiap Jenis Fungsi Jalan pada Masing-masing Kecamatan di Zona Tenggara Kota Surabaya

Perhitungan emisi CO_2 tiap jenis fungsi jalan dapat dihitung dengan mengalikan emisi CO_2 rata-rata tiap jenis fungsi jalan dengan panjang jalan (km) menggunakan persamaan yang tercantum pada Persamaan 3.1. data panjang jalan tiap jenis fungsi jalan pada masing-masing kecamatan di zona Tenggara Kota Suabaya dapat dilihat pada tabel 5.4

Tabel 5.4 Panjang Jalan Tiap Jenis Fungsi Jalan

Kecamatan	Fungsi Jalan	Panjang Jalan (m)	KM
Rungkut	Arteri Sekunder	950	0,95
	Kolektor Sekunder	5.993	5,99
	Lokal	25.403	25,40

Kecamatan	Fungsi Jalan	Panjang Jalan (m)	KM
Gunung Anyar	Arteri Sekunder	1.334	1,33
	Kolektor Sekunder	3.924	3,92
	Lokal	18.226	18,23
Tenggilis Mejoyo	Arteri Sekunder	1.590	1,59
	Kolektor Sekunder	4.960	4,96
	Lokal	6.414	6,41
Gayungan	Kolektor Sekunder	4.752	4,75
	Lokal	10.045	10,05
Jambangan	Arteri Sekunder	1.860	1,86
	Kolektor Sekunder	2.777	2,78
	Lokal	6.858	6,86
Wonocolo	Arteri Primer	1.430	1,43
	Arteri Sekunder	8.060	8,06
	Kolektor Sekunder	3.900	3,90
	Lokal	7.951	7,95
Wonokromo	Arteri Primer	540	0,54
	Arteri Sekunder	2.769	2,77
	Kolektor Sekunder	1.602	1,60
	Lokal	4.789	4,79

Sumber: Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2019

Berikut contoh perhitungan emisi CO_2 berdasarkan tiap jenis fungsi jalan.

Emisi CO_2 di Jalan Arteri Sekunder Kecamatan Rungkut

- Emisi CO_2 rata-rata di Jalan Arteri Sekunder = 1.359,8 kg CO_2/jam.km
- Panjang arteri sekunder = 0,95 km

  Maka dapat dihitung jumlah emisi CO_2:

  = 1.359,8 kg CO_2/jam.km x 0,95 km

  = 1.291,8 kg CO_2/jam

Hasil perhitungan jumlah emisi CO_2 selengkapnya di zona Tenggara Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 5.5

Tabel 5.5 Jumlah Emisi CO_2 Transportasi di Zona Tenggara Kota Surabaya

Kecamatan	Fungsi Jalan	Emisi Tiap Jalan (kg CO_2/jam)
Rungkut	Arteri Sekunder	1.291,8
	Kolektor Sekunder	5.219,3
	Lokal	12.530,1
Gunung Anyar	Arteri Sekunder	1.814,0
	Kolektor Sekunder	3.417,4
	Lokal	8.990,0
Tenggilis Mejoyo	Arteri Sekunder	2.162,1
	Kolektor Sekunder	4.319,7
	Lokal	3.163,7
Gayungan	Kolektor Sekunder	4.138,5
	Lokal	4.954,7
Jambangan	Arteri Sekunder	2.529,2
	Kolektor Sekunder	2.418,5
	Lokal	3.382,7
Wonocolo	Arteri Primer	1.598,8
	Arteri Sekunder	10.959,9
	Kolektor Sekunder	3.396,5
	Lokal	3.921,9
Wonokromo	Arteri Primer	603,7
	Arteri Sekunder	3.765,2
	Kolektor Sekunder	1.395,2
	Lokal	2.362,2
Total Emisi CO_2		88.335,1

Dari hasil perhitungan jumlah emisi CO_2 diperoleh Kecamatan yang menghasilkan emisi CO_2 terbesar yaitu Kecamatan Wonocolo dengan jumlah emisi CO_2 sebesar 19.877 kg CO_2/jam. Berdasarkan data dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya, Kecamatan Wonocolo memiliki Arteri Primer yang merupakan jalan raya utama yang menghubungkan Kota Sidoarjo dengan Kota Surabaya. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan, jalan arteri primer merupakan jalan yang menghubungkan secara

berdaya guna antarpusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah.

4.1.2 Emisi CO_2 Kegiatan Permukiman dan Industri

5.1.2.1 Emisi CO_2 Kegiatan Industri

Perhitungan emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan industri, dilihat dari banyaknya penggunaan bahan bakar oleh perindustrian. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar fosil, data penggunaan bahan bakar fosil oleh perindustrian didapat dari data penelitian terdahulu, yaitu data penggunaan bahan bahan bakar fosil di perindustrian Surabaya pada kawasan Rungkut (SIER) (Setiawan, 2010). Data industri yang terdapat di kawasan Rungkut (SIER) dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Data Industri yang Terdapat di Kawasan Rungkut

Jenis Industri	Nama Perusahaan
Industri Besar	
Industri Kimia	PT. Unilever Indonesia
Industri Agro	PT. Campina Ice Cream
Industri Pulp dan Kertas	PT. Krisshantium Offset Printing
Industri Hasil Hutan	PT. Surya Panca Mitra
Industri Logam dan Mesin	PT. Ometraco Arya Samantha
Industri Tekstil	PT. Lotus Indah Tekstil
Industri Elektronika	PT. Sinar Angkasa Rungkut
Industri Menengah	
Industri Kimia	PT. Garuda Top Plastindo
Industri Agro	PT. Bintang Indojaya
Industri Hasil Hutan	PT. Surya Perkasa Permai
Industri Logam dan Mesin	PT. Obor Kencana
Industri Elektronika	PT. Wahana Ekaarta Nerindra

Sumber: Setiawan, 2010

Pada kawasan ini, tidak terdapat industri kecil. Berdasarkan Setiawan (2010), terdapat 7 industri yang menggunakan bahan bakar fosil di kawasan Rungkut. Jumlah penggunakan bahan bakar fosil oleh 7 industri tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Penggunaan Bahan Bakar Fosil di Kawasan Rungkut

Jenis Industri	Bahan Bakar Fosil (liter/bulan)
Industri Besar	
Industri Kimia	2.500
Industri Agro	300
Industri Pulp dan Kertas	1.700
Industri Hasil Hutan	200
Industri Logam dan Mesin	750
Industri Elektronika	5.000
Industri Sedang	
Industri Agro	500

Sumber: Setiawan, 2010

Langkah-langkah untuk menghitung emisi CO_2 dari kegiatan industri adalah sebagai be.rikut

1. **Menghitung Industri Tiap kecamatan**

   Data industri pada Zona Tenggara Kota Surabaya terdapat di BPS Kota Surabaya (2019), yang berisi data industri pada tahun 2018. Industri yang dijumlahkan pada perhitungan ini adalah industri yang menggunakan bahan bakar fosil sebagai bahan bakar. Pada penelitian ini, perhitungan emisi CO_2 dilakukan pada tahun 2019. Oleh karena itu, untuk data industri tahun 2019 dilakukan perhitungan proyeksi dari data industri tahun-tahun sebelumnya. Berikut data industri tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Data Industri Tahun 2019

Kecamatan	Industri Besar	Industri Sedang
Rungkut	12	3
Tenggilis Mejoyo	16	11
Gunung Anyar	9	6
Wonokromo	0	1
Wonocolo	0	1
Gayungan	2	1
Jambangan	0	0
Total	40	22

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2019

2. Menghitung Emisi CO_2 Tiap Jenis Industri

Untuk menghitung emisi CO_2 dari industri memerlukan data mengenai konsumsi bahan bakar fosil atau solar (Kg), NCV (*Net Calorific Volume*) dari bahan bakar solar (TJ/Kton) dan faktor emisi (FE) dari bahan bakar solar (ton CO_2/TJ). Emisi CO_2 dapat dihitung menggunakan persamaan 3.2. Berikut contoh perhitungan emisi CO_2 industri pada industri besar.

Contoh perhitungan emisi CO_2 pada industri besar

- Konsumsi bahan bakar solar = 10.450 liter/bulan, sebelum melakukan perhitungan selanjutnya, satuan tersebut harus dikonversi menjadi satuan massa terlebih dahulu. Berdasarkan SK. Dirjen Migas No. 3675K/24/DJM/2006, konversi dilakukan dengan cara mengalikannya dengan densitas solar.
- Konsumsi bahan bakar solar
  = volume bahan bakar solar x densitas solar
  = 10.450 liter/bulan x 850 kg/m^3
  = 10,45 m^3/bulan x 850 kg/m^3
  = 8.882,5 kg/bulan
- NCV (*Net Calorific Volume*) bahan bakar solar dapat dilihat pada Tabel 3.4 yang berdasarkan pada IPCC (2006), yaitu sebesar 43 TJ/Kton
- Faktor Emisi (FE) bahan bakar solar dapat dilihat pada Tabel 3.4 yaitu sebesar 74,1 ton/TJ
- Emisi CO_2 pada Industri besar
  = konsumsi bahan bakar x NCV x FE
  = 8.882,5 kg/bulan x 43 TJ/Kton x 74,1 ton/TJ
  = 28.302,21 kg/bulan
  = 28,3 ton/bulan
  =339,63 ton/tahun

3. Menghitung Emisi CO_2 Total Tiap Kecamatan

Perhitungan emisi CO_2 tiap kecamatan menggunakan data jumlah industri tiap kecamatan dan total emisi CO_2 berdasarkan jenis industri. Berikut perhitungan emisi CO_2 dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Emisi CO_2 dari Kegiatan Industri Tiap Kecamatan

Kecamatan	Industri Besar	Industri Sedang
Rungkut	4.075,53	43,33
Tenggilis Mejoyo	5.434,04	173,33
Gunung Anyar	3.056,65	92,08
Wonokromo	0	21,67
Wonocolo	0	10,83
Gayungan	792,46	10,83
Jambangan	113,21	0
Total (ton CO_2/tahun)	13.471,90	352,09

5.1.2.2 Emisi CO_2 Kegiatan Permukiman

Emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan permukiman berasal dari penggunaan bahan bakar seperti bahan bakar gas atau LPG di rumah tangga. Perhitungan ini menggunakan data sekunder yang berasal dari Data Konsumsi LPG tahun 2015 di Kota Surabaya yang didapatkan dari Badan Lingkungan Hidup Pemerintahan Kota Surabaya. Dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Data Konsumsi LPG Tahun 2015

No	Produk	Total (MT)
1	3 kg	106.768
2	12 kg	16.989
total		123.757

Sumber: Badan Lingkungan Hidup Pemerintahan Kota Surabaya

Langkah-langkah menghitung emisi CO_2 kegiatan permukiman adalah sebagai berikut.

1. **Menghitung Jumlah Keluarga Tiap Kecamatan**
   Langkah pertama yang dilakukan dalam menghitung emisi CO_2 kegiatan permukiman adalah dengan menghitung jumlah keluarga yang terdapat di Zona Tengga Kota Surabaya. Dalam perhitungan ini, tiap rumah tangga diasumsikan menggunakan LPG sebagai bahan bakar. Berdasarkan BPS Kota Surabaya Tahun 2019, jumlah dari rumah tangga yang berada di Kota Surabaya adalah sebanyak 768.932 rumah tangga, dengan rata-rata anggota rumah tangga berjumlah 4 orang. Sehingga untuk

menghitung jumlah keluarga per kecamatan adalah dengan membagi antara jumlah penduduk tiap kecamatan dengan 4 orang.

2. Menghitung Kebutuhan LPG Tiap Kecamatan

Data yang dibutuhkan pada perhitungan ini adalah data jumlah penduduk tahun 2019 dan data konsumsi LPG tiap keluarga per tahun. Berdasarkan data pada tahun 2015, jumlah LPG yang dibutuhkan tiap rumah tangga sebanyak 160,95 kg LPG/keluarga.tahun. Perhitungan kebutuhan LPG tiap kecamatan dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Kebutuhan LPG Tiap Kecamatan Tahun 2019

Kecamatan	Jumlah Keluarga	Penggunaan LPG per Keluarga (kg LPG/klg.tahun)	Kebutuhan LPG (kg LPG/tahun)
Surabaya Timur			
Rungkut	30.660	160,95	4.934.623,11
Tenggilis Mejoyo	18.350		2.953.289,85
Gunung Anyar	15.730		2.531.609,73
Surabaya Selatan			
Wonokromo	16.492	160,95	2.654.291,28
Wonocolo	20.327		3.271.561,78
Gayungan	10.817		1.740.879,03
Jambangan	11.757		1.892.209,08
TOTAL	124.131		19.978.463,85

3. Menghitung Emisi CO_2 Tiap Kecamatan

Perhitungan emisi CO_2 tiap kecamatan membutuhkan data kebutuhan LPG tiap kecamatan, faktor emisi LPG (g CO_2/MJ) dan NCV (*Net Calorific Volume*) LPG (MJ/Kg). Faktor emisi dan NCV mengacu pada IPCC (2006) dapat dilihat pada Tabel 3.4. Perhitungan emisi CO_2 dapat menggunakan persamaan 3.2. Berikut contoh perhitungan emisi CO_2 tiap kecamatan.

Emisi CO_2 di Kecamatan Rungkut

- Konsumsi LPG = 4.934.623,11 kg/tahun
- FE LPG = 63,1 gram/MJ
  = 0,0631 kg CO_2/MJ
- NCV LPG = 47,3 MJ/kg

- Emisi CO_2 = konsumsi LPG x FE x NCV
  = 4.934.623,11 kg/tahun x 63,1 gram/MJ x 47,3 MJ/kg
  = 14.728.024,18 kg CO_2 /tahun
  = 14.728,02 ton CO_2 /tahun

Perhitungan lengkap emisi CO_2 tiap kecamatan dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Emisi CO_2 dari LPG pada Tiap Kecamatan

Kecamatan	Konsumsi LPG	Faktor Emisi (kg CO_2/MJ)	NCV (MJ/kg	Emisi CO_2 (kg CO_2/tahun)
Surabaya Timur				
Rungkut	4.934.623	0,0631	47,3	14.728.024,2
Tenggilis Mejoyo	2.953.290			8.814.477,49
Gunung Anyar	2.531.610			7.555.918,34
Surabaya Selatan				
Wonokromo	2.654.291	0,0631	47,3	7.922.077,39
Wonocolo	3.271.562			9.764.401,42
Gayungan	1.740.879			5.195.879,76
Jambangan	1.892.209			5.647.543,98
TOTAL	19.978.464			59.628.322,6

Kecamatan Rungkut memberikan kontribusi emisi CO_2 terbesar dikarenakan banyaknya penggunaan LPG berdasarkan jumlah rumah tangga pada kecamatan tersebut.

5.1.2.3 Emisi CO_2 dari Respirasi Manusia

Respirasi manusia mampu menghasilkan CO_2 sebesar 3,2 kg CO_2/hari.jiwa atau setara dengan 0,13 kg CO_2/jam.jiwa (Mangkoedihardjo, 2006). Jumlah penduduk Kota Surabaya di wilayah zona Tenggara pada tahun 2019 adalah 496.524 jiwa dengan asumsi setiap orang menghasilkan jumlah CO_2 yang sama setiap harinya. Berdasarkan data tersebut, jumlah emisi CO_2 dari kegiatan permukiman dari respirasi manusia dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.4.
Contoh perhitungan:

Emisi CO_2 dari respirasi manusia di Kecamatan Rungkut:

- Jumlah penduduk (n) = 115.501 jiwa

- Faktor emisi (FE) = 0,13 kg CO_2/jam.jiwa
- Emisi CO_2 = n x FE
  = 15.501 jiwa x 0,13 kg CO_2/jam.jiwa
  = 15015,13 kg CO_2/jam

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.13

Tabel 5.13 Jumlah Emisi CO_2 dari Respirasi Manusia pada Tiap Kecamatan

Kecamatan	Jumlah Penduduk (n) (jiwa)	Faktor Emisi (FE) (kg CO_2/jam.jiwa)	Emisi CO_2 (kg CO_2/jam)
Surabaya Timur			
Rungkut	115.501	0,13	15.015,13
Tenggilis Mejoyo	59.149		7.689,37
Gunung Anyar	57.806		7.514,78
Surabaya Selatan			
Wonokromo	64.804	0,13	8.424,52
Wonocolo	83.735		10.885,55
Gayungan	47.286		6.147,18
Jambangan	51.888		6.745,44

Berdasarkan Tabel 5.13, jumlah penduduk terbanyak adalah di Kecamatan Rungkut, sehingga emisi CO_2 dari respirasi manusia terbesar adalah di Kecamatan Rungkut.

5.1.2.4 Emisi CO_2 dari Hewan Ternak

Dalam BPS Kota Surabaya Tahun 2019, terdapat data mengenai hewan ternak yaitu data jumlah masing-masing 5 hewan ternak. Diantaranya adalah sapi, kerbau, kambing, domba, dan unggas. Hewan ternak juga melakukan aktivitas respirasi yang mampu menghasilkan emisi CO_2. Kebutuhan oksigen pada setiap hewan ternak dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Jumlah Kebutuhan Oksigen Setiap Hewan Ternak

No	Jenis Hewan Ternak	Jumlah Kebutuhan O_2 (kg CO_2/hari.ekor)
1	Sapi dan Kerbau	1,702
2	Kambing dan Domba	0,314
3	Unggas	0,167

Sumber: Putra, 2012

Kebutuhan oksigen yang diserap oleh hewan ternak sama dengan CO_2 yang dikeluarkan. Pada perhitungan emisi CO_2 yang dihasilkan oleh hewan ternak, diasumsikan setiap hewan ternak menghasilkan jumlah CO_2 yang sama setiap harinya, yaitu sebesar 1,702 kg CO_2/hari.ekor. Emisi CO_2 dari hewan ternak dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.5.

Contoh perhitungan:

Emisi CO_2 dari hewan ternak di Wilayah Zona Tenggara Surabaya

- Jumlah hewan ternak (n) = 4.256 ekor
- Faktor emisi (FE) = 1,702 kg CO_2/hari.ekor
- Emisi CO_2 = n x FE
  = 4256 ekor x 1,702 kg CO_2/hari.ekor
  = 7.243,71 kg CO_2/hari
  = 217,31 ton CO_2/bulan

Berikut hasil perhitungan emisi CO_2 dari hewan ternak dapat dilihat pada Tabel 5.15

Tabel 5.15 Emisi CO_2 dari Hewan Ternak

Kecamatan	Jumlah Hewan Ternak	Faktor Emisi	Emisi CO_2 (kg CO_2/hari)
Rungkut	1.620	1,702	2.757,24
Tenggilis Mejoyo	424		721,648
Gunung Anyar	746		1.269,692
Wonokromo	156		265,512
Wonocolo	521		886,742
Gayungan	467		794,834
Jambangan	322		548,044
Total	4.256		7.243,71

5.1.3 Emisi CO_2 Total

Emisi CO_2 total diperoleh dari penjumlahan seluruh emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, permukiman, dan industri di wilayah zona Tenggara Kota Surabaya. Penjumlahan juga dihitung berdasarkan masing-masing kecamatan.

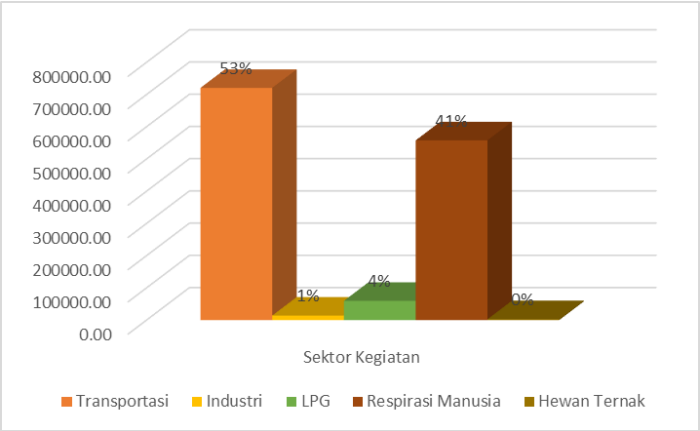
Contoh perhitungan:
Emisi CO_2 total di Kecamatan Rungkut
Emisi CO_2 dari transportasi = 164.516,14 ton CO_2/tahun
Emisi CO_2 dari LPG = 14.728,02 ton CO_2/tahun
Emisi CO_2 dari industri = 4.118,87 ton CO_2/tahun
Emisi CO_2 dari respirasi manusia = 137.749,25 ton CO_2/tahun
Emisi CO_2 dari hewan ternak = 992,61 ton CO_2/tahun
Emisi CO_2 total = 322.104,89 ton CO_2/tahun

Emisi CO_2 total dari masing-masing sumber dapat dilihat pada Tabel. 5.16.

Tabel 5.16 Emisi CO_2 Total di Zona Tenggara Kota Surabaya

Kecamatan	Jumlah Emisi CO_2 (ton CO_2/tahun)				
	Transportasi	Permukiman dan Industri			
		Industri	LPG	Respirasi Manusia	Hewan Ternak
Rungkut	164.516,14	4.118,87	14.728,02	137.749,25	992,61
Tenggilis Mejoyo	83.336,73	5.607,38	8.814,48	82.440,63	259,79
Gunung Anyar	122.872,92	3.148,73	7.555,92	70.669,50	457,09
Wonokromo	70.211,71	21,67	7.922,08	74.094,13	95,58
Wonocolo	171.737,48	10,83	9.764,40	91.325,15	319,23
Gayungan	35.756,86	803,30	5.195,88	48.596,37	286,14
Jambangan	71.974,84	113,21	5.647,54	52.820,73	197,30
Total Emisi	720.406,69	13.823,99	59.628,32	557.695,76	2.607,74
	1.354.162,49				

Berdasarkan data dari Tabel 5.15, dapat ditentukan jumlah dari emisi CO_2 di Zona Tenggara Kota Surabaya pada Tahun 2019, yaitu sebanyak 1.354.162,49 ton CO_2/tahun. Sektor kegiatan penyumbang emisi CO_2 terbesar adalah dari kegiatan transportasi. Dari perhitungan emisi CO_2 total yang telah dilakukan, kemudian menganalisis data menggunakan grafik agar mempermudah proses perencanaan. Berikut grafik persentase emisi CO_2 yang dihasilkan dari tiap sektor kegiatan di Zona Tenggara Kota Surabaya pada Tahun 2019.



Gambar 5. 1 Persentase Emisi CO_2 dari Tiap Sektor Kegiatan

Berdasarkan grafik tersebut, emisi CO_2 di Zona Tenggara Kota Surabaya paling besar dihasilkan dari kegiatan transportasi dan respirasi manusia dengan persentase masing-masing sebesar 53% dan 41%. Kemudian melakukan perhitungan total emisi CO_2 per kapita di Zona Tenggara Kota Surabaya, meliputi sektor transportasi, industri, dan permukiman (kecuali respirasi hewan ternak). Nilai emisi per kapita dihitung berdasarkan jumlah penduduk di tiap kecamatan. Berikut perhitungan total emisi per kapita pada Tabel 5. 17.

Tabel 5.17 Emisi per Kapita di Zona Tenggara Kota Surabaya

Kecamatan	Total Emisi (ton CO_2/tahun)	Jumlah Penduduk	Emisi per Kapita	kg CO_2/hari
Rungkut	321.112,28	122.640	2,62	7,17
Tenggilis Mejoyo	180.199,22	73.398	2,46	6,73
Gunung Anyar	204.247,07	62.918	3,25	8,89
Wonokromo	152.249,59	65.967	2,31	6,32
Wonocolo	272.837,86	81.308	3,36	9,19
Gayungan	90.352,41	43.266	2,09	5,72
Jambangan	130.556,32	47.027	2,78	7,61
Jumlah Emisi	1.351.554,75	496.524	18,85	51,64

Perhitungan emisi per kapita di tiap kecamatan diperlukan untuk mengetahui jumlah emisi yang dihasilkan oleh tiap manusia di wilayah tersebut, karena setiap sektor kegiatan seperti transportasi, industri, dan permukiman terjadi berdasarkan aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Emisi per kapita rata-rata Zona Tenggara Kota Surabaya adalah sebesar 7,38 kg CO_2/hari

5.2 RTH Eksisting

5.2.1 Kondisi RTH Eksisting

Menurut DKRTH Kota Surabaya Tahun 2019, luas RTH eksisting di Zona Tenggara Kota Surabaya sebesar 357,3 Ha atau sekitar 0,05% dari luas seluruh RTH di Surabaya. Dalam perencanaan ini, perhitungan luas RTH eksisting berdasarkan dari jenis taman kota, yaitu taman aktif dan taman pasif, sempadan sungai, dan hutan mangrove yang berdasarkan data dari DKRTH Kota Surabaya Tahun 2019.

1. Taman Aktif
   Menurut DKRTH Kota Surabaya, taman aktif merupakan taman yang dilengkapi sarana penunjang untuk interaksi masyarakat dan kegiatan lainnya. Terdapat 42 taman aktif di Zona Tenggara Kota Surabaya, luas dan lokasinya dapat dilihat pada Tabel 5.18

Tabel 5.18 Taman Aktif di Zona Tenggara Kota Surabaya

Kecamatan	Taman	Luas Taman (m^2)
Rungkut	Taman Kunang-kunang	9.681
	Taman Baruk Utara	426
	Taman Kedung Baruk	2.168,18
	Kebun Bibit Wonorejo	87.526,54
	Taman Pandugo	4.878
	Taman Penjaringan Timur III	402
	Taman Medokan Asri Utara VIII	530
	Taman Wonorejo Permai Utara	180
	Fasum Perum Medokan Asri Barat Regency	1.922
	Fasum Wisma Penjaringan Asri	704,58

Kecamatan	Taman	Luas Taman (m^2)
	Kendalsari Depan KB Wonokromo	365,7
	Medokan Asri Barat	4.271,47
	Medokan Asri Tengah	219
	Penjaringan Sari	1.514,99
	Perum Pandugo	493,1
	Rungkut Asri	6.541,92
	Rungkut Asri Timur	1.136,74
	Rungkut Kidul	12.438,4
	Wonorejo Permai Timur	162
	Rungkut Mejoyo	651
Tenggilis Mejoyo	Kutisari Indah Barat VII	937
	Kutisari Indah Barat VI	412
	Tenggilis	3.648
	Tenggilis Barat I	214
	Tenggilis Bar	777
Gunung Anyar	Taman Gunung Anyar Timur	3.060
	Rungkut Menanggal	156
	Ex Pengganti ganjaran Kel. Margorejo	191
	Gunung Anyar (Royal Paka)	255
	Rusun Gunung Anyar	321
Wonokromo	Mayangkara	7.440
Wonocolo	Taman Kawasan Sidosermo	427
	Jemursari	227,44
Gayungan	Taman Pelangi	5.542
	Gayungsari IV	335
	Kertomenanggal I	299
Jambangan	Taman Kebonsari	360
	Sentra PKL Jambangan	668
	Jangkar	1.440,5
	Fasuh Karah Agung	930
	Karah Indah	880
	Rusun Jambangan	399
Total Luas		165.131,56

Sumber: DKRTH Kota Surabaya, 2018

2. Taman Pasif
   Taman pasif yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah taman yang hanya terdapat tutupan vegetasi. Berdasarkan data dari DKRTH Kota Surabaya Tahun 2019, terdapat 54 taman pasif di Zona Tenggara Kota Surabaya. Data taman pasif tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Taman Pasif di Zona Tenggara Kota Surabaya

Kecamatan	**Taman/Jalur Hijau**	**Luas Taman/Jalur Hijau (m^2)**
Rungkut	Hutan Kota Penjaringan	3.000
	Irian Barat	574,97
	JH Jl. Pandugo Timur	1.567
	JH Depan Rumah Susun	150
	JH Jl. Pandugo	964
	Kedung Baruk	2.816,14
	Medokan Ayu	346
	Merr Pandugo	2.218,46
	Penjaringan Sari	300,95
	Rungkut Alang-alang	484
	Rungkut Madya	3.000
	Rungkut Megah Raya	3.060
	Rungkut Mejoyo	262,35
	Stren Kali Jl. Rungkut Madya	1.971
	YKP. Medokan Ayu	9.042
	Jl. Rungkut Kidul Pesantren	80
	Kedung Baruk	2.816,14
	Kedung Baruk Samator	1.821
	Taman Baruk Utara	422
	Nirwana Eksekutif	250
Tenggilis Mejoyo	Bintang Diponegoro	7.495
	Hutan Kota Prapen	4.300
	Kalisumo	11.680
	Kendangsari	775,14
	Raya Tenggilis	16.900
	Rot. Panjang Jiwo	722,31
	Rot. Panjang Jiwo-Prapen	17,5

Kecamatan	Taman/Jalur Hijau	Luas Taman/Jalur Hijau (m^2)
	Stren Kali Jl. Panjang Jiwo	1.777,3
	Taman Depan Indogrosir	190
	Prapen	503
Gunung Anyar	Depan Depo Rungkut Kidul	140
	UPN Rungkut Madya	5.057,5
	MERR Gunung Anyar	503
Wonokromo	Segitiga Menanggal	2.840
	A. Yani	7.905
	Frontage A Yani Barat	12.600
	Gadung	30,73
	Jagir Wonokromo	4.600
	Jagir Meble 2	2.400
	Segitiga A Yani Depan Royal Plaza	130
	Jetis Kulon	213
	Ubi Wonorejo	105,83
Wonocolo	Margorejo Indah	50,5
	Jemursari	3.430,6
	Rot. Jemursari	107,22
	Rot. Jemursari (Sisi Selatan)	132,2
	Taman Sarono Jiwo	725
	Taman Depan Pizza Hut Jemursari	342
	Kendangsari III	409,75
Gayungan	Gayungsari	363,17
	Taman Gayungsari/pagesangan	5.714
	Stren kali Jl. Injoko	432,08
	Wisma Pagesangan	973,9
	The Gayungsari	2.699,2
Total Luas		131.410,94

Sumber: DKRTH Kota Surabaya, 2018

3. Sempadan Sungai
   Kawasan Ruang Terbuka Hijau pada sempadan sungai bertujuan sebagai kawasan penyerapan air, sekaligus pencegah erosi di kanan dan kiri sungai. Data RTH pada sempadan sungai dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 5.20 RTH pada Sempadan Sungai di Zona Tenggara

Kecamatan	Nama RTH Sempadan Sungai	Luas (m^2)
Rungkut	Kebun Bibit Wonorejo	87.526
Rungkut	Merr Kedung Baruk	101.475,64
Tenggilis Mejoyo	Stren Kali Jl. Panjang Jiwo	1.777,3
Gunung Anyar	Stren Kali Jl. Rungkut Madya	1.971
Gayungan	Stren Kali Jl. Injoko	432,08
Total		193.182,02

Sumber: DKRTH Kota Surabaya, 2018

4. Hutan Mangrove

   Berdasarkan DKRTH Kota Surabaya Tahun 2019, hutan mangrove yang terdapat di kawasan pesisir Surabaya, memiliki peran penting sebagai salah satu jenis RTH. Mangrove berperan penting dalam menjaga kesimbangan ekosistem pesisir dan memiliki peran ekologis yaitu sebagai barier alami dari proses abrasi dan intrusi alami. Sebagian besar hutan mangrove terdapat di Kawasan Pantai Sisi Timur Surabaya, seperti data pada Tabel berikut.

Tabel 5.21 Hutan Mangrove di Zona Tenggara Kota Surabaya

Kecamatan	Luas Tutupan Hutan Mangrove (ha)
Rungkut	219,95
Gunung Anyar	88,42
Total	308,37

Sumber: DKRTH Kota Surabaya, 2018

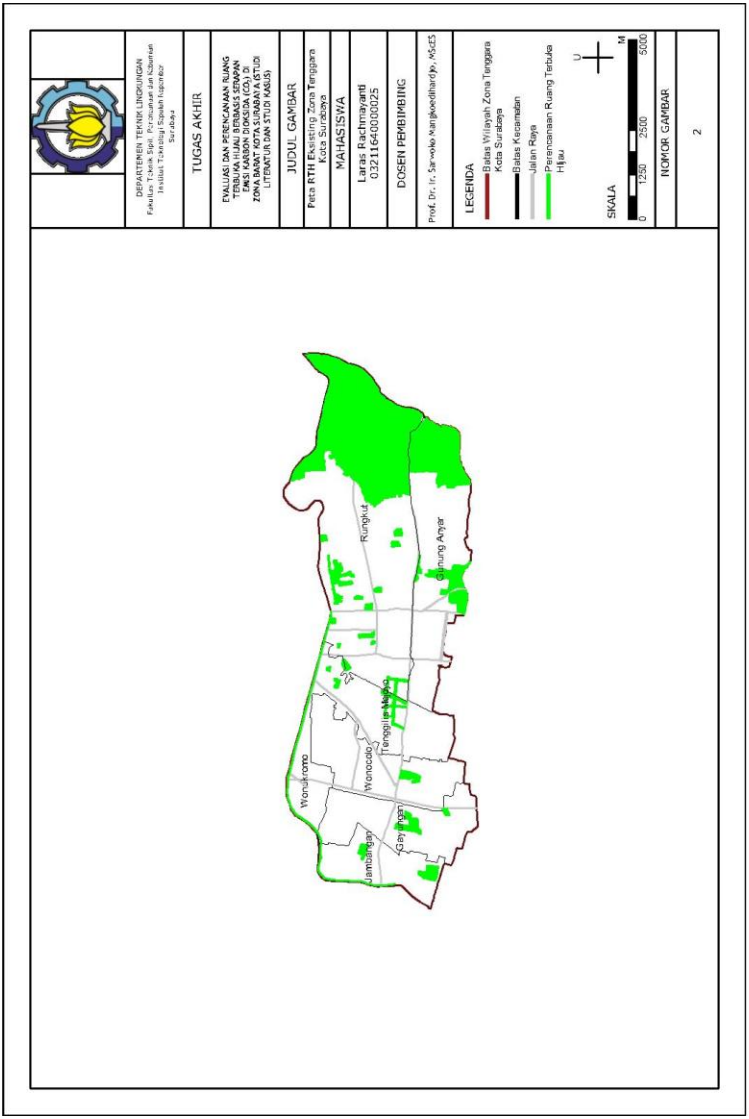
Luas RTH Eksisting di Zona Tenggara Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 5.22.

Tabel 5.22 Luas RTH Eksisting di Zona Tenggara Kota Surabaya

Kecamatan	Luas RTH Eksisting (ha)			
	Taman Kota	Sempadan Sungai	Hutan Mangrove	Total
Rungkut	17,1	18,90	219,95	256,0
Tenggilis Mejoyo	5,0	0,18	0	5,2
Gunung Anyar	1,0	0,20	88.,42	89,6
Wonokromo	3,8	0	0	3,8
Wonocolo	0,6	0	0	0,6
Gayungan	1,6	0,04	0	1,7
Jambangan	0,5	0	0	0,5
Jumlah	29,7	19,3	308,4	357,3

Sumber: DKRTH Kota Surabaya, 2018

Berdasarkan Tabel 5.22, Kecamatan Rungkut memiliki luas RTH paling besar yaitu sebesar 256 ha. Hal ini dikarenakan Kecamatan Rungkut terletak di Kawasan Timur Kota Surabaya sehingga memiliki hutan mangrove yang lebih besar. Selain itu, Kecamatan Rungkut juga dilewati oleh sungai, dimana terdapat RTH pada sempadan sungai tersebut. Kecamatan Rungkut juga memiliki RTH taman kota yang lebih besar dibandingkan kecamatan lainnya. Peta RTH eksisting Zona Tenggara Kota Surabaya dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Sumber: BAPPEKO (2020) dan DKRTH Kota Surabaya (2018)

Gambar 5.2 Peta RTH Eksisting di Zona Tenggara Kota Surabaya

5.2.2 Perhitungan Daya Serap RTH Eksisting

Perhitungan daya serap CO_2 dilakukan untuk mendapatkan jumlah emisi CO_2 yang mampu diserap oleh taman atau jalur hijau di Zona Tenggara Kota Surabaya. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan luas keliling taman atau jalur hijau. Berikut langkah-langkah dalam melakukan perhitungan daya serap CO_2 oleh RTH eksisting:

1. **Menghitung Nilai Laju Serapan**

   Menurut Pentury (2003), nilai laju serapan dapat dihitung menggunakan data intensitas cahaya dengan formulasi matematika seperti pada Persamaan 3.5. Berikut hasil perhitungan laju serapan CO_2 pada Tabel 5.23.

Tabel 5.23 Perhitungan Laju Serapan CO2 (µg/m^2/tahun)

Bulan	Intensitas Cahaya (watt/m^2)	Laju Serapan CO_2 (µg/m^2/tahun)
Jan	409,3	$8,39 \times 10^9$
Feb	467,01	$1,11 \times 10^9$
Mar	425,79	$9,12 \times 10^9$
Apr	424,82	$9,07 \times 10^9$
Mei	389,42	$7,67 \times 10^9$
Jun	389,42	$7,67 \times 10^9$
Jul	384,08	$7,46 \times 10^9$
Agt	397,66	$7,98 \times 10^9$
Sep	432,09	$9,38 \times 10^9$
Okt	419,97	$8,86 \times 10^9$
Nop	423,36	$9,02 \times 10^9$
Des	402,03	$8,13 \times 10^9$
Total	4.964,95	$1,038 \times 10^{11}$

Sumber: Adiastari, 2010

Berdasarkan perhitungan laju serapan selama setahun, dilakukan penjumlahan untuk menentukan nilai laju serapan CO_2 Kota Surabaya selama setahun. Nilai laju serapan CO_2 yang didapat adalah $1,038 \times 10^{11}$ (µg/m^2/tahun).

2. Menghitung Daya Serap RTH Eksisting

Setelah menentukan nilai laju serapan CO_2, maka dapat dihitung kemampuan daya serap RTH eksisting di Zona Tenggara Kota Surabaya. Perhitungan ini dilakukan dengan cara mengkalikan laju serapan CO_2 dengan luas taman atau jalur hijau yang sudah didapatkan dari data sekunder, yaitu dari DKRTH Kota Surabaya. Berikut contoh perhitungan daya serap RTH eksisting.

Daya Serap RTH Eksisting di Kecamatan Rungkut

a. Taman Aktif
   - Luas RTH eksisting = 136.212,62 m^2
   - Laju serapan CO_2 = 1,038 x 10^{11} µg/m^2/tahun
   - Daya Serap RTH
     = Luas RTH x Laju Serapan CO_2
     = 136.212,62 m^2 x 1,038 x 10^{11} µg/m^2/tahun
     = 14.144,32 ton/tahun

b. Taman Pasif
   - Luas RTH eksisting = 35.146,01 m^2
   - Laju serapan CO_2 = 1,038 x 10^{11} µg/m^2/tahun
   - Daya Serap RTH
     = Luas RTH x Laju Serapan CO_2
     = 35.146,01 m^2 x 1,038 x 10^{11} µg/m^2/tahun
     = 3.649,56 ton/tahun

c. Sempadan Sungai
   - Luas RTH eksisting = 189.001,64 m^2
   - Laju serapan CO_2 = 1,038 x 10^{11} µg/m^2/tahun
   - Daya Serap RTH
     = Luas RTH x Laju Serapan CO_2
     = 189.001,64 m^2 x 1,038 x 10^{11} µg/m^2/tahun
     = 19.625,93 ton/tahun

d. Hutan Mangrove
   - Luas RTH eksisting = 219.95 ha
   - Laju serapan CO_2 = 1,038 x 10^{11} µg/m^2/tahun
   - Daya Serap RTH
     = Luas RTH x Laju Serapan CO_2
     = 219.95 x 1,038 x 10^{11} µg/m^2/tahun
     = 228.396,08 ton/tahun

e. Total daya serap RTH Eksisting
= taman kota + Sempadan sungai + Hutan mangrove
= 17.793,88 ton/tahun + 19.625,93 ton/tahun + 228.396,08 ton/tahun
= 265.815,89 ton/tahun

Hasil dari perhitungan daya serap RTH eksisting dapat dilihat pada Tabel 5.24 dan untuk perhitungan selengkapnya terdapat pada **Lampiran 8**.

Tabel 5.24 Jumlah Daya Serap RTH Eksisting di Zona Tenggara Kota Surabaya

Kecamatan	Luas RTH Eksisting (ha)	Laju Serapan CO_2 ($\mu g/m^2$/tahun)	Total Daya Serap RTH (ton/tahun)
Rungkut	256,0	$1{,}038 \times 10^{11}$	265.815,89
Tenggilis Mejoyo	5,2		5.412,72
Gunung Anyar	89,6		93.025,53
Wonokromo	3,8		3.973,39
Wonocolo	0,6		1.664,98
Gayungan	1,7		1.743,52
Jambangan	0,5		485,71
Jumlah	357,3		372.121,74

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, Kecamatan Rungkut memiliki nilai daya serap RTH paling besar diantara kecamatan yang lain, dikarenakan nilai daya serap berbanding lurus dengan jumlah RTH eksisting yang terdapat pada kecamatan tersebut. RTH pada Kecamatan Rungkut memiliki daya serap sebesar 265.815,19 ton/tahun dimana jauh lebih besar daripada daya serap RTH eksisting yang dimiliki oleh kecamatan lainnya.

5.3 Analisis Penyerapan Emisi CO_2 oleh RTH Eksisting

Zona Tenggara Kota Surabaya menghasilkan emisi sebesar 1.354.162,49 ton CO_2/tahun, sedangkan daya serap RTH eksisting sebesar 372.121,74 ton/tahun. Data tersebut menunjukkan bahwa Zona Tenggara Kota Surabaya masih menghasilkan emisi CO_2 yang cukup besar dibandingkan dengan kemampuan daya serap RTH eksisting yang memiliki nilai lebih

kecil. Kemampuan RTH eksisting dalam menyerap emisi CO_2 dapat dilihat pada Tabel 5.25.

Tabel 5.25 Kemampuan RTH Eksisting Menyerap Emisi CO_2

Kecamatan	Emisi CO_2 Total (ton CO_2/tahun)	Daya Serap Total (ton /tahun)	Persentase Penyerapan Emisi CO_2 (%)
Rungkut	322.104,89	265.815,89	82,52
Tenggilis Mejoyo	180.459,01	5.412,72	3,00
Gunung Anyar	204.704,16	93.025,53	45,44
Wonokromo	152.345,18	3.973,39	2,61
Wonocolo	273.157,09	1.664,98	0,61
Gayungan	90.638,55	1.743,52	1,92
Jambangan	130.753,62	485,71	0,37
Jumlah	1.354.162,49	372.121,74	27,48

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 5.25, RTH eksisting pada Zona Tenggara Kota Surabaya hanya mampu menyerap emisi CO_2 sekitar 27.48% dengan jumlah emisi CO_2 yang belum terserap sebesar 982.040,75 ton CO_2/tahun. Perhitungan emisi CO_2 yang belum terserap, dilakukan menggunakan Persamaan 3.7. Hal tersebut membuktikan bahwa RTH eksisting yang terdapat pada Zona Tenggara Kota Surabaya belum mencukupi dalam menyerap emisi CO_2 yang dihasilkan.

Perencanaan mengenai penambahan luas RTH diperlukan agar dapat menyerap emisi CO_2 yang tersisa. Penambahan luas RTH dapat dilakukan dengan menghitung luas lahan menggunakan nilai serapan per pohon terhadap emisi CO_2 yang belum terserap. Menurut Karyadi (2005), pohon mempunyai daya serap emisi CO_2 sebesar 569,07 ton CO_2/ha/tahun. Dari data tersebut dapat dilakukan perhitungan kebutuhan luas RTH tambahan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Luas RTH} = \frac{emisi\ \text{CO2 yang tidak terserap}}{daya\ serap\ pohon}$$

$$\text{Luas RTH} = \frac{982.040{,}75\ ton/tahun}{569{,}07\ ton/tahun}$$

$$= 1.725{,}69 \text{ ha}$$

Perhitungan kebutuhan luas RTH tambahan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.26.

Tabel 5.26 Kebutuhan Penambahan Luas RTH

Kecamatan	Emisi CO_2 Belum Terserap (ton CO_2/tahun)	Daya Serap Pohon (Ton/ha/tahun)	Luas Penambahan RTH (ha)
Rungkut	56.289	569,07	98,91
Tenggilis Mejoyo	175.046,29		307,60
Gunung Anyar	111.678,63		196,25
Wonokromo	148.371,78		260,73
Wonocolo	271.492,11		477,08
Gayungan	88.895,03		156,21
Jambangan	130.267,91		228,91
Total	982.040,75		1.725,69

Menurut DKRTH (2019), Kota Surabaya memiliki RTH publik eksisting sebesar 7.286,56 ha. RTH publik tersebut tidak hanya terdiri dari taman kota, hutan kota, dan jalur hijau, tetapi juga terdiri dari RTH lapangan, hutan mangrove, taman makam, sempadan sungai, dan RTH lainnya. Kemampuan penyerapan emisi CO_2 oleh RTH bukan hanya ditentukan oleh seberapa luas RTH tersebut, melainkan dari jenis dan tipe vegetasi yang juga mampu mempengaruhi kualitas penyerapan CO_2.

Pada dasarnya ada dua elemen utama yang dapat menurunkan CO_2 secara alami, yaitu penghijauan dan badan air seperti sungai atau danau. Badan air dapat mengabsorpsi CO_2 dan berfungsi sebagai bak pencucian (sink) dari CO_2 yang besar (Kurdi, 2008). Kemudian menurut Read (2001), penghijauan dunia dan tanah telah mampu menyerap sekitar 40% dari total CO_2 dari aktivitas manusia. Terdapat proses penggunaan gas CO_2 oleh tanah, mikroba atau reaksi kimia yang dapat mengurangi gas CO_2. Proses tersebut merupakan proses penangkapan gas CO_2 dari atmosfir dan kemudian menyimpannya dalam waktu yang lama di dalam bumi supaya konsentrasi gas CO_2 di atmosfir tidak cepat meningkat, proses tersebut dapat juga disebut dengan karbon *sequestration* (Sarwono, 2016). Oleh karena itu perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai penyerapan gas CO_2 oleh badan perairan dan tanah. Badan perairan dan tanah dapat mengurangi kebutuhan RTH yang dibutuhkan oleh Kota Surabaya, khususnya di Zona Tenggara Kota Surabaya. Sehingga Zona Tenggara Kota

Surabaya tidak harus menambahkan luas RTH sebesar 1.725,69 ha untuk menyerap emisi CO_2.

Dalam perencanaan RTH selama 25 tahun kedepan, diperlukan proyeksi tingkat kecukupan dan kebutuhan RTH berdasarkan luasan RTH agar RTH tersebut mampu mencukupi penyerapan emisi CO_2. Perencanaan ini juga dapat meliputi penambahan jenis, jumlah, dan tipe vegetasi, menambahkan atau mengganti pohon, dan menambahkan tutupan vegetasi lainnya pada RTH eksisting.

5.4. Proyeksi Jumlah Emisi CO_2

Dilakukan proyeksi emisi CO_2 yang dihasilkan di Zona Tenggara Kota Surabaya selama 25 tahun ke depan, dari tahun 2020 hingga tahun 2045. Proyeksi selama 25 tahun dilakukan agar pemerintah/instansi yang bersangkutan dapat menyiapkan berbagai macam kebutuhan dan pembangunan dengan bertambahnya jumlah penduduk dalam kurun waktu kurang lebih 20 tahun mendatang. Proyeksi ini diperlukan untuk menyesuaikan luas RTH atau jumlah dan jenis vegetasi yang akan direncanakan. Proyeksi emisi CO_2 menggunakan metode aritmatik, geometri, dan least-square. Berdasarkan ketiga metode tersebut, ditentukan nilai koefisien korelasi yang paling mendekati 1 atau grafik paling linier untuk dipilih sebagai metode yang digunakan.

5.4.1. Proyeksi Emisi CO_2 dari Kegiatan Transportasi

Perhitungan proyeksi emisi CO_2 menggunakan data *traffic counting* yang didapatkan dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya Tahun 2019. Data survei *traffic counting* yang diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya adalah data dari tahun 2016 hingga tahun 2019. Berikut hasil perhitungan emisi CO_2 dari tahun 2016 sampai tahun 2019.

Tabel 5.27 Data Emisi CO_2 Kegiatan Transportasi di Zona Tenggara

Kecamatan	Tahun			
	2016	2017	2018	2019
Rungkut	166.312,69	246.074,59	350.274,63	164.516,14
Tenggilis Mejoyo	83.770,07	110.731,52	139.446,10	83.336,73

Kecamatan	Tahun			
	2016	2017	2018	2019
Gunung Anyar	124.929,30	181.753,13	256.162,97	122.872,92
Wonokromo	72.414,98	89.268,27	104.334,92	70.211,71
Wonocolo	177.808,17	209.371,15	246.009,31	171.737,48
Gayungan	78.009,66	113.707,27	156.718,20	35.756,86
Jambangan	73.553,08	97.870,07	126.681,92	71.974,84
Total Emisi (ton CO_2/tahun)	776.797,95	1.048.775,98	1.379.628,05	720.406,69

Berdasarkan data pada Tabel 5.27, dilakukan perhitungan menggunakan metode proyeksi sehingga ditemukan nilai koefisien korelasi yang paling mendekati 1 dengan menggunakan metode geometri, yaitu 0,85. Maka perhitungan proyeksi emisi CO_2 ini menggunakan metode geometri untuk menghitung jumlah emisi CO_2 hingga tahun 2045. Hasil perhitungan proyeksi emisi CO_2 dari kegiatan transportasi dapat dilihat pada **Lampiran 9**.

5.4.2 Proyeksi Emisi CO_2 dari Kegiatan Permukiman dan Industri

1. Emisi CO_2 dari Kegiatan Permukiman

Perhitungan proyeksi emisi CO_2 dari kegiatan permukiman menggunakan data hasil perhitungan emisi CO_2 yang dihasilkan dari bahan bakar yang digunakan, yaitu LPG. Data emisi CO_2 yang diperoleh untuk dilakukan proyeksi adalah data dari tahun 2016 hingga tahun 2019, dapat dilihat pada Tabel 5.28.

Tabel 5.28 Data Emisi CO_2 Kegiatan Permukiman dari LPG di Zona Tenggara

Kecamatan	Tahun			
	2016	2017	2018	2019
Rungkut	13.499,73	13.870,69	14.541,16	14.728,02
Tenggilis Mejoyo	6.978,16	7.103,29	8.702,67	8.814,48
Gunung Anyar	6.748,42	6.942,01	7.460,09	7.555,92
Wonokromo	7.689,10	7.782,41	7.821,56	7.922,08
Wonocolo	9.893,98	10.055,86	9.640,47	9.764,40
Gayungan	5.578,37	5.678,65	5.129,95	5.195,88
Jambangan	6.099,33	6.231,31	5.575,85	5.647,54
Total (ton CO_2/tahun)	56.487,09	57.664,23	58.871,75	59.628,32

Perhitungan metode proyeksi menggunakan data dari Tabel 5.28 menghasilkan nilai koefisien korelasi berjumlah 1 dengan menggunakan metode least-square. Metode least-square kemudian digunakan untuk menghitung jumlah emisi CO_2 hingga tahun 2045. Hasil perhitungan proyeksi emisi CO_2 dari LPG dapat dilihat pada **Lampiran 9**.

2. Emisi CO_2 dari Kegiatan Perindustrian

Emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan industri dilakukan proyeksi menggunakan data yang telah diperoleh dari hasil perhitungan, yaitu data dari tahun 2016 hingga tahun 2019. Tabel 5.29 menunjukkan data hasil perhitungan emisi CO_2.

Tabel 5.29 Data Emisi CO_2 Kegiatan Industri di Zona Tenggara

Kecamatan	Tahun			
	2016	2017	2018	2019
Rungkut	345,04	425,89	259,69	343,24
Tenggilis Mejoyo	428,60	311,46	333,83	467,28
Gunung Anyar	234,54	322,16	216,56	262,39
Wonokromo	57,96	28,30	1,81	1,81
Wonocolo	0	2,71	0,90	0,90
Gayungan	56,60	86,26	52,79	66,94
Jambangan	28,30	0,20	9,43	9,43
Total Emisi (Ton CO_2/bulan)	1.151,05	1.176,98	875	1152

Dilakukan perhitungan proyeksi berdasarkan data Tabel 5.29, ditemukan nilai korelasi koefisien mendekati 1 yaitu sebesar 0,27 dengan menggunakan metode aritmatika. Metode aritmatika dipilih sebagai metode proyeksi yang digunakan pada perhitungan ini. Hasil perhitungan proyeksi emisi CO_2 dari kegiatan industri dapat dilihat pada **Lampiran 9**.

3. Emisi CO_2 dari Respirasi Manusia

Data yang digunakan dalam menghitung emisi CO_2 dari respirasi manusia adalah data yang berasal dari BPS Kota Surabaya dari tahun 2016 hingga tahun 2019. Data emisi CO_2 dari 4 tahun tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.30 sebagai berikut.

Tabel 5.30 Data Emisi CO_2 dari Respirasi Manusia di Zona Tenggara

Kecamatan	Tahun			
	2016	2017	2018	2019
Rungkut	126.261,2	129.730,7	136.001,5	137.749,2
Tenggilis Mejoyo	65.265,78	66.436,16	81.394,93	82.440,63
Gunung Anyar	63.117,10	64.927,70	69.773,18	70.669,50
Wonokromo	71.915,13	72.787,85	73.154,02	74.094,13
Wonocolo	92.537,08	94.051,15	90.166	91.325,15
Gayungan	52.173,76	53.111,64	47.979,73	48.596,37
Jambangan	57.046,20	58.280,60	52.150,18	52.820,73
Total Emisi (ton CO_2/tahun)	52.8316,21	539.325,82	550.619,6	557.695,76

Berdasarkan data tersebut, ditemukan nilai koefisien korelasi sama dengan 1 menggunakan metode least-square, sehingga metode tersebut juga digunakan dalam perhitungan proyeksi emisi CO_2 hingga tahun 2045. Hasil perhitungan proyeksi emisi CO_2 dari respirasi manusia dapat dilihat pada **Lampiran 9**.

4. Emisi CO_2 dari Hewan Ternak

Pada perhitungan emisi CO_2 dari hewan ternak, data yang digunakan diperoleh dari BPS Kota Surabaya dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2019. Data yang terdapat pada BPS Kota Surabaya adalah data hewan ternak dari seluruh kota, sehingga dalam untuk menentukan jumlah hewan ternak berdasarkan zona wilayah, dilakukan pembagian menggunakan persentase luas wilayah dari luas keseluruhan Kota Surabaya. Data emisi CO_2 hewan ternak di Zona Tenggara Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 5.31.

Tabel 5.31 Data Emisi CO_2 dari Hewan Ternak di Zona Tenggara

Kecamatan	Tahun			
	2016	2017	2018	2019
Rungkut	1.297,27	949,04	1.033,02	992,61
Tenggilis Mejoyo	339,70	248,51	270,51	259,79
Gunung Anyar	597,55	437,15	475,84	457,09
Wonokromo	124,93	91,39	99,48	95,58
Wonocolo	416,63	304,79	331,76	319,23
Gayungan	373,55	273,28	297,46	286,14
Jambangan	257,85	188,64	205,33	197,30
Total Emisi (ton CO_2/tahun)	3.407,48	2.492,80	2.713,40	2.607,74

Kemudian dilakukan perhitungan menggunakan metode proyeksi yang menghasilkan nilai koefisien korelasi mendekati 1 yaitu 0,21 dengan menggunkan metode aritmatika. Metode tersebut digunakan dalam menghitung proyeksi emisi CO_2 sampai dengan tahun 2045. Hasil perhitungan proyeksi emisi CO_2 dari hewan ternak dapat dilihat pada **Lampiran 9**.

5.4.3 Proyeksi Jumlah Emisi CO_2 Total

Setelah melakukan perhitungan proyeksi emisi CO_2 dari masing-masing sektor, dapat ditentukan emisi CO_2 pada tahun 2045 berdasarkan penjumlahan emisi CO_2 dari masing-masing sektor setiap tahunnya. Berikut emisi CO_2 di Zona Tenggara Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 5.32.

Tabel 5.32 Hasil Proyeksi Emisi CO_2 di Zona Tenggara Kota Surabaya Tahun 2045

Kecamatan	Jumlah Emisi CO_2 (ton CO_2/tahun)				
	Transportasi	Permukiman dan Industri			
		Industri	LPG	Respirasi Manusia	Hewan Ternak
Rungkut	1053382,04	4119,58	24395	228163,14	990.71
Tenggilis Mejoyo	533597,56	5608,09	24604,24	230120,21	257.90
Gunung Anyar	786.744,23	3.149,45	14.086,93	131.753,16	455,19
Wonokromo	449.559,27	22,38	9.538,28	89.210,27	93,69
Wonocolo	1.099.619,62	11,55	7.948,97	74.345,62	317,33
Gayungan	228.947,97	804,01	1.409,71	13.184,80	284,24
Jambangan	460.848,43	113,92	1.163,10	10.878,30	195,40
Total Emisi	4.612.699,12	13.828,99	83.146,22	77.765,49	2.594,46

Berdasarkan Tabel 5.32, emisi CO_2 di Zona Tenggara Kota Surabaya pada tahun 2045 adalah sebesar 5.489.924,28 ton CO_2/tahun. Data ini menunjukkan bahwa terdapat kenaikkan emisi CO_2 selama 25 tahun sebesar 4 kali lipat atau 307% dari jumlah emisi CO_2 pada tahun 2019.

5.5 Penambahan RTH di Zona Tenggara Kota Surabaya

Kebutuhan RTH pada suatu kota akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk (Mawardah, 2013). Oleh karena itu, diperlukan penambahan RTH publik baik dalam bentuk jumlah maupun kualitas, di Zona Tenggara Kota Surabaya sesuai dengan dengan kebutuhan dan peraturan daerah

yang berlaku. Penambahan RTH publik ini, juga dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi terhadap pembangunan Kota Surabaya berdasarkan RTRW Kota Surabaya Tahun 2014-2034.

5.5.1 Optimalisasi RTH Eksisting

Salah satu bentuk optimalisasi RTH eksisting adalah dengan melakukan penambahan RTH publik baik dalam bentuk jumlah maupun kualitas, sehingga dapat meningkatkan kemampuan serap RTH terhadap emisi CO_2. Berdasarkan peta RTRW Kota Surabaya Tahun 2014-2034, pembangunan di Zona Tenggara Kota Surabaya cukup padat, sehingga menyebabkan terbatasnya lahan untuk dilakukan penambahan luas RTH publik. Menurut Banurea (2012), optimalisasi RTH dilakukan dengan menanam vegetasi dari jenis-jenis yang berbeda untuk menciptakan struktur berlapis. Komposisi struktur yang ada tinggal disesuaikan dengan penambahan jenis vegetasi baru yang sesuai dengan struktur yang belum ada (tanaman perdu, semak, atau pohon). Kondisi ini akan menyebabkan kualitas RTH akan bertambah baik karena dengan pengaturan jenis dan komposisi tanaman yang ada dalam suatu lahan RTH, maka kemampuan tata hijau tersebut dalam menetralisir CO_2 juga semakin tinggi.

Penanaman vegetasi dengan jenis yang berbeda-beda memiliki keuntungan, yaitu apabila pohon belum mampu menyerap dengan maksimal karena usia dan pertumbuhan yang lama, fungsi serapan dapat dibantu dengan keberadaan perdu yang memiliki waktu tumbuh lebih cepat (Murti, 2015). Menurut Rijal (2008), usaha pengembangan RTH dapat dilaksanakan dengan cara intensifikasi dan cara ekstensifikasi. Cara intensifikasi dan cara ekstensifikasi juga disebutkan oleh Murti (2015) sebagai berikut.

1. Intensifikasi RTH

   Intensifikasi RTH merupakan upaya pengembangan, pemanfaatan, dan perbaikan dengan mengoptimalkan RTH eksisting tanpa adanya penambahan RTH baru. Beberapa cara intensifikasi yang dapat diterapkan:

   - Pembangunan atau perbaikan serta pemeliharaan taman-taman kota yang telah ada sehingga fungsi dari taman kota tersebut dapat lebih optimal. Dapat dilakukan dengan penambahan pohon, perdu, atau dengan penggantian tanaman yang rusak dengan jenis tanaman baru.

- Penanaman tanaman mempergunakan pot sebagai tempat penanamannya dan mempergunakan sistem *roof garden* untuk daerah-daerah permukiman padat, fasilitas bisnis seperti pertokoan, pasar, dan hotel serta toko/ruko bertingkat.
- Pengembangan RTH pada daerah sempadan sungai, pinggir-pinggir kanal, dan pesisir pantai (penanaman bakau).

2. Ekstensifikasi RTH

   Ekstensifikasi RTH adalah upaya untuk melakukan pengembangan RTH dengan menambah luasan daerah tata hijau pada wilayah perkotaan yang masih memungkinkan (Rijal, 2008). Upaya ini dapat dikakukan dengan cara menambah luasan RTH pohon atau RTH perdu, membangun RTH baru, penanaman RTH vertikal untuk meningkatkan kemampuan serapan emisi CO_2.

5.5.2 Alternatif Penambahan RTH

1. Penggantian Vegetasi pada Jalur Hijau

   Salah satu cara dalam merencanakan RTH tambahan adalah dengan mengganti tumbuhan pada RTH eksisting dengan tumbuhan yang memiliki daya serap tinggi terhadap emisi CO_2. Pada perencanaan ini, penggantian vegetasi dikhususkan pada jalur hijau agar lebih efektif dalam menyerap emisi CO_2, terutama pada sektor transportasi yang menghasilkan emisi CO_2 paling besar dibandingkan dengan sektor permukiman dan perindustrian.

   Berdasarkan pernyataan Mansur (2014), pohon angsana (*Pterocarpus indicus*), kenari (*Canarium indicum*), tanjung (*Mimusops elengi*), dan mahoni (*Swietenia macrophylla*) *merupakan* jenis pohon pelindung jalan yang umum ditanam di beberapa kota di Indonesia. Berdasarkan dari keempat pohon tersebut, terdapat dua jenis pohon yang memiliki daya serap emisi CO_2 lebih tinggi dibandingkan jenis yang lainnya. Kedua pohon tersebut adalah pohon tanjung dan pohon angsana. Menurut Gratimah (2009), pohon tanjung atau dengan nama latin *Mimosups elengi* dapat ditanam dengan jarak per pohonnya ±12 m. Jenis pohon ini mampu mereduksi emisi CO_2

sebesar 5,04 ton/pohon/tahun atau ketiga terbesar jika dibandingkan dengan jenis pohon lain yang mampu mereduksi CO_2. Sedangkan pohon angsana dapat menyerap CO_2 sebesar 0,74 ton/tahun/pohon dengan memiliki potensi daya serap CO_2 lebih besar 17,68% dibandingkan dengan pohon mahoni.

Perencanaan penggantian vegetasi pada jalur hijau, dilakukan berdasarkan dari RTRW Kota Surabaya Tahun 2014-2034. Data jalur hijau tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.33 Data Perencanaan Jalur Hijau di Zona Tenggara Kota Surabaya

Kecamatan	Nama Jalan	Jenis RTH	Panjang Jalan (m)	Luas (ha)
Rungkut	Jl. Dr. Ir. H. Soekarno	Jalur Hijau	3.922	2,73
	Jl. Kedung Baruk	Jalur Hijau	1.372	0,25
Tenggilis Mejoyo	Jl. Raya Prapen	Jalur Hijau	975	0,87
	Jl. Raya Jemursari	Jalur Hijau	3.575	3,59
Gunung Anyar	Jl. Rungkut Industri	Jalur Hijau	1.334	1,93
Wonokromo	Rel Kereta Api Wonokromo	Sempadan Rel Kereta Api	1.324	0,37
Wonocolo	Jl. Margorejo Indah	Jalur Hijau	1.950	0,42
	Jl. Ahmad Yani	Jalur Hijau	4.594	11,25
Gayungan	Rel Kereta Api Ketintang	Sempadan Rel Kereta Api	1.955	0,35
Jambangan	Rel Kereta Api Kebonsari	Sempadan Rel Kereta Api	2.788	0,44
Jumlah			23.789	22,22

Jalur hijau tersebut terdiri dari jalur hijau RTH eksisting dan jalur hijau yang masih direncanakan menurut peta RTRW Kota Surabaya Tahun 2014-2034. Penggantian vegetasi tidak hanya dilakukan pada jalur hijau yang berada di jalan raya, namun juga dilakukan pada sempadan rel kereta api yang melalui Zona

Tenggara Kota Surabaya. Menurut Permen PU Nomor 5 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan, RTH/jalur hijau sempadan rel kereta api dimanfaatkan sebagai pengamanan terhadap jalur lalu lintas kereta api.

Pada perencanaan penggantian vegetasi ini, Jalan Kedung Baruk dan Jalan Margorejo Indah tidak dilakukan penanaman pohon pelindung dikarenakan menyesuaikan dengan luas lahan yang tersedia. Sehingga pada jalur hijau tersebut cukup ditanami dengan perdu atau semak belukar dan padang rumput saja. Pada perencanaan ini direncanakan 40% lahan untuk penanaman semak belukar dan 60% untuk penanaman padang rumput. Padang rumput memiliki persentase penanaman lebih besar dibandingkan semak belukar, agar tidak menganggu pengguna jalan. Sedangkan pada jalan yang lainnya, direncanakan penanaman pohon pelindung, semak belukar, dan padang rumput. Pohon pelindung yang direncanakan adalah adalah pohon tanjung dan pohon angsana. Jarak antar pohon direncanakan sebesar 5 meter dengan diameter rencana sebesar 0,5 meter. Jarak antar pohon sebesar 5 meter dapat direncanakan penanaman semak belukar dan padang rumput. Berikut contoh perhitungan daya serap pada jalur hijau:

Jalan Margorejo Indah

Luas RTH = 0,42 ha

Daya serap = persentase perencanaan x luas RTH x daya serap

Daya serap padang rumput = 60% x 0,42 ha x 12 ton/ha/tahun
= 3,01 ton/tahun

Daya serap semak belukar = 40% x 0,42 ha x 55 ton/ha/tahun
= 9,21 ton/tahun

Jalan Dr. Ir. H. Soekarno

Luas RTH = 2,73 ha

Jumlah pohon = panjang : (jarak pohon + diameter pohon)
= 3922 m : (5 meter + 0,5 meter)
= 713 pohon

Direncanakan 357 pohon tanjung dan 356 pohon angsana

Daya serap pohon tanjung = 357 x 5,04 ton/tahun/pohon
= 1799,28 ton/tahun

Daya serap pohon angsana = 356 x 0,74 ton/tahun/pohon
= 263,51 ton/tahun
Daya serap padang rumput = 60% x 2,73 ha x 12 ton/ha/tahun
= 19,67 ton/tahun

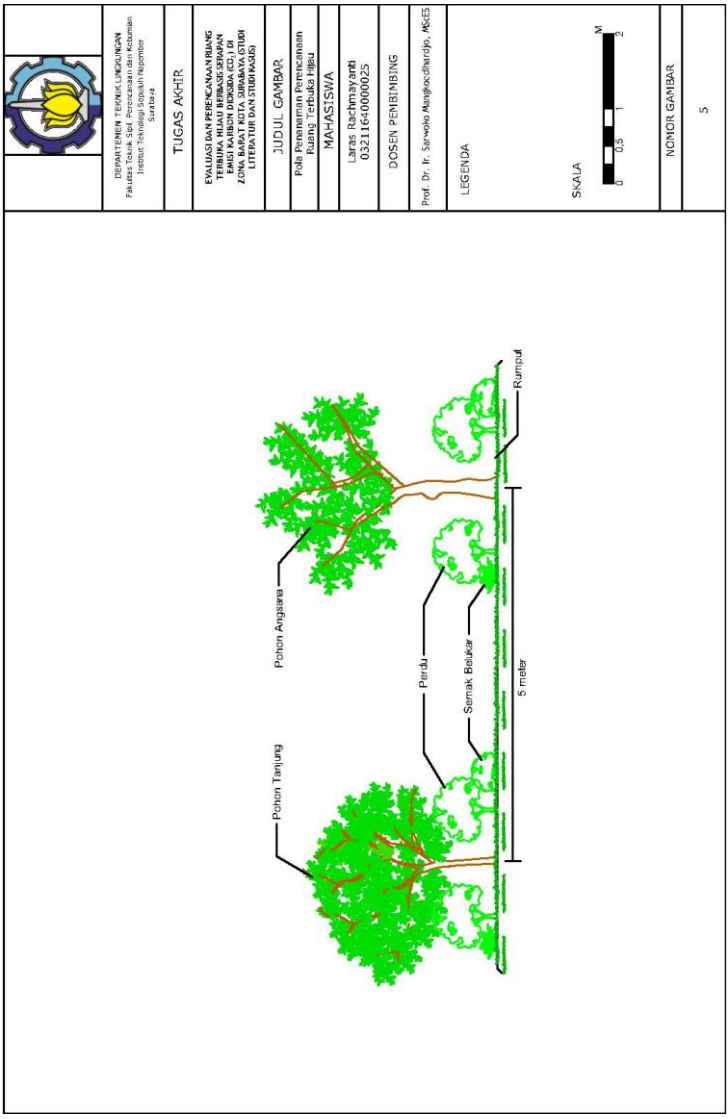
Daya serap semak belukar = 40% x 2,73 x 55 ton/ha/tahun
= 60,09 ton/tahun

Hasil perhitungan perencanaan daya serap RTH jalur hijau dapat dilihat Tabel berikut.

Tabel 5.34 Hasil Perhitungan Perencanaan Daya Serap RTH Jalur Hijau

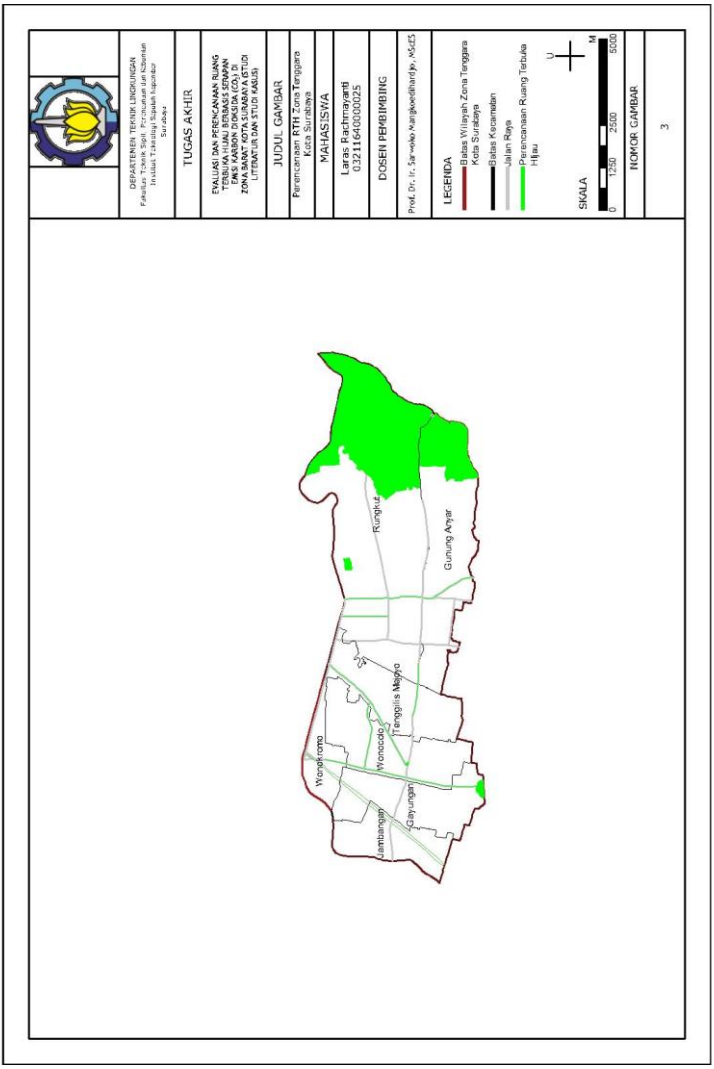
Kecamatan	Nama Jalan	Daya Serap (ton/ha)			
		Rumput	Semak	Pohon	Total
Rungkut	Jl. Dr. Ir. H. Soekarno	19,67	60,09	2.062,8	2.142,54
	Jl. Kedung Baruk	1,79	5,48	0	7,28
Tenggilis Mejoyo	Jl. Raya Prapen	6,30	19,24	513,9	539,42
	Jl. Raya Jemursari	25,88	79,08	1.878,5	1.983,46
Gunung Anyar	Jl. Rungkut Industri	13,91	42,49	704,1	760,48
Wonokromo	Rel Kereta Api Wonokromo	2,68	8,19	698	709,31
Wonocolo	Jl. Margorejo Indah	3,01	9,21	0	12,22
	Jl. Ahmad Yani	81,01	247,54	2.415,5	2.744,05
Gayungan	Rel Kereta Api Ketintang	2,54	7,77	1.028	1.038,75
Jambangan	Rel Kereta Api Kebonsari	3,18	9,71	1.467,3	1.480,20
Jumlah		159,97	488,8	10.768,9	11.417,7

Berdasarkan hasil perhitungan daya serap pada Tabel 5.34, daya serap yang direncanakan adalah sebesar 11.417,72 ton CO_2/tahun. Jika dibandingkan dengan emisi CO_2 yang telah diproyeksikan pada tahun 2045, daya serap tersebut mampu menyerap emisi CO_2 sebesar 6,99% dari total emisi CO_2 pada tahun 2045. Nilai persentase daya serap tersebut meningkat sebesar 0,21% dibandingkan dengan nilai persentase sebelum dilakukan pengoptimalan RTH pada tahun 2045. Pemetaan perencanaan RTH dapat dilihat pada gambar-gambar berikut.



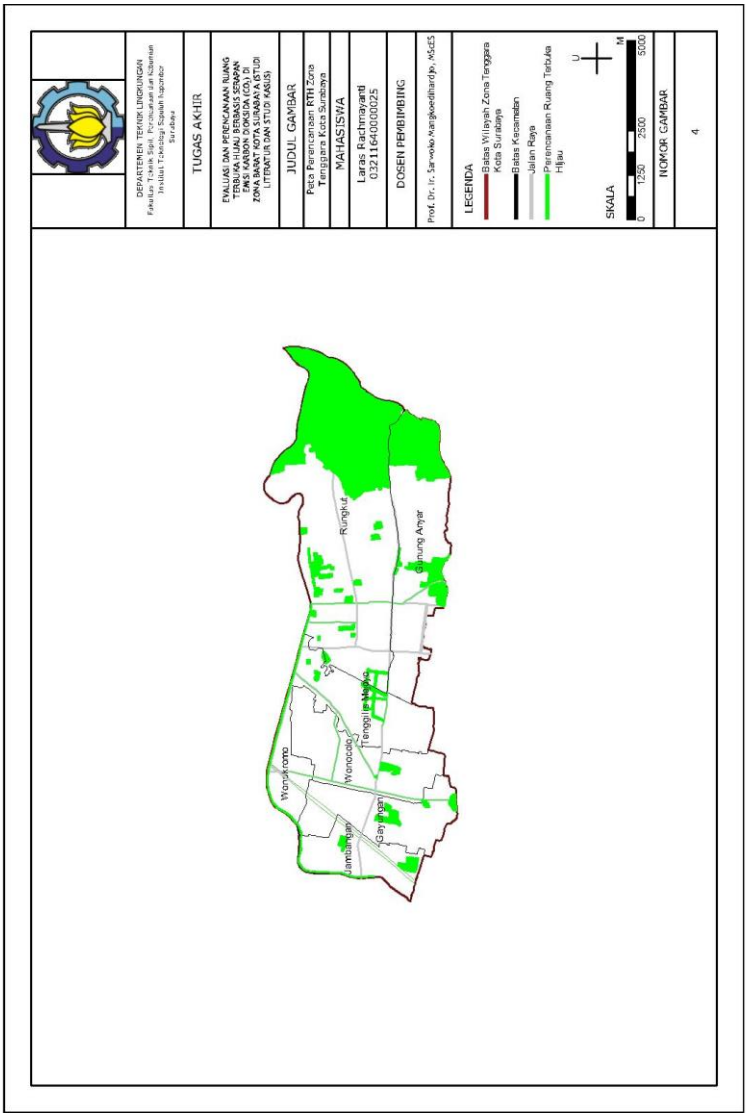
Gambar 5.3 Perencanaan Penanaman Pohon Pelindung

Gambar 5.4 Perencanaan Penanaman RTH Tanpa Pohon Pelindung



Sumber: BAPPEKO (2020) dan DKRTH Kota Surabaya (2018)

Gambar 5.5 Perencanaan RTH di Zona Tenggara Kota Surabaya



Sumber: BAPPEKO (2020) dan DKRTH Kota Surabaya (2018)

Gambar 5.6 Peta Perencanaan RTH Tahun 2045 Zona Tenggara Kota Surabaya

Berdasarkan gambar pemetaan perencanaan RTH tersebut, meskipun telah dilakukan pengoptimalan RTH dengan cara merencanakan penggantian vegetasi pada jalur hijau, nilai persentase daya serap CO_2 mengalami penurunan yang cukup signifikan. Pada tahun 2019, RTH eksisting di Zona Tenggara Kota Surabaya mampu menyerap emisi CO_2 sebesar 27,48% dari total emisi CO_2 pada tahun tersebut. Kemudian terjadi penurunan nilai persentase sebesar 20,49% setelah dilakukan proyeksi emisi CO_2 hingga tahun 2045 dan pengoptimalan RTH.

2. Penambahan Luas RTH

   Luas RTH yang dibutuhkan untuk tahun 2019 adalah sebesar 1.725,69 ha, luas tersebut akan terus bertambah seiring dengan pertumbuhan Kota Surabaya setiap tahunnya. Berdasarkan RTRW Kota Surabaya Tahun 2014-2034, tidak terdapat penambahan luas pada lahan untuk pembangunan RTH. Oleh karena itu diperlukan alternatif lain dalam penambahan luas RTH yang dibutuhkan. Alternatif tersebut diantaranya adalah dengan melakukan *vertical planting* dan mempergunakan sistem *roof garden* pada gedung-gedung bertingkat. Kedua alternatif tersebut dapat membantu mereduksi emisi yang terdapat di udara. Menurut Santoso (2011), gas-gas di udara akan didifusikan ke dalam daun melalui stomata pada proses fotosintesis atau terdeposisi oleh air hujan kemudian didifusikan oleh akar tanaman.

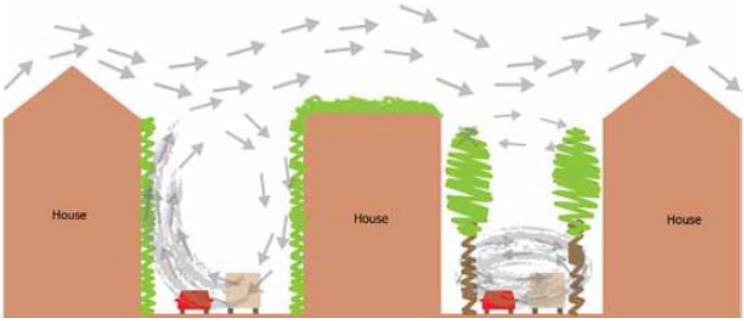
   Gas pencemar yang masuk ke jaringan daun melalui lubang stomata yang berada pada epidermis atas. Masing-masing stomata dapat membuka jika tekanan air internal berubah, yang merupakan lubang keluar masuk polutan walaupun secara umum terdapat kutin pada jaringan epidermis atas, gas pencemar dapat masuk ke jaringan daun melalui sedikit stomata. Epidermis ini adalah target utama dari polutan udara, dimana polutan pertama masuk melalui stomata dan bereaksi dalam lubang ini melalui lubang-lubang ini, polutan terlarut dalam air permukaan sel-sel daun dan mempunyai pH sel. Selanjutnya bereaksi dengan sel mesofil. Setiap tanaman mempunyai karakteristik yang berbeda dalam mengabsorpsi gas-gas tertentu di udara, sehingga dapat dikatakan merupakan penyangga yang baik terhadap pencemaran udara.

Beberapa tanaman mampu memproduksi polutan menjadi asam organik, gula, dan beberapa senyawa asam amino.

Menurut Pratiwi (2017), taman vertikal merupakan kebun yang didesain membentuk arah vertikal atau bertingkat sehingga dapat mengoptimalkan lahan yang ada. Fungsi penggunaan *vertical planting* pada bangunan antara lain adalah memelihara kualitas udara di sekitar bangunan, menyerap CO, CO_2, dan gas polutan lain, serta melepas O_2. Desain *vertical planting* yang sampai pada permukaan tanah dapat difungsikan untuk aliran air hujan, menjamin kelestarian siklus air hujan untuk kembali ke tanah di malam hari, menjaga kelembaban udara di sekitar bangunan, dan sebagai filter bagi aliran angin yang akan masuk ke dalam bangunan (Pranoto, 2008). Sebuah studi yang dilakukan oleh Eumorfopoulou (2009) yang melakukan eksperimen dengan penanaman vegetasi jenis *Hedera helix* (dipilih karena lebih efisien untuk menyerap CO_2 dan menghasilkan O_2) pada area permukaan dinding seluas 1000 m^2 dalam satu tahun mampu menyerap 1.019 kg air dan 2.351 kg CO_2 yang diproses oleh tanaman.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Eumorfopoulou tersebut, daya serap tanaman *Hedera helix* adalah sebesar 23,51 ton/ha/tahun. Apabila ditanami pada luas lahan sebesar 828,55 ha, tanaman *Hedera helix* hanya mampu menyerap emisi sebesar 19.432,19 ton CO_2/tahun atau sekitar 2,02% dari total emisi CO_2 yang dihasilkan di Zona Tenggara Kota Surabaya. Sehingga, dapat dikatakan bahwa *vertical planting* belum efektif dan kurang efisien dalam menyerap CO_2 dibandingkan dengan RTH publik pada umumnya. Namun, dalam perencanaan ini perlu dilakukan penanaman secara vertikal dikarenakan terbatasnya lahan yang tersedia. Pengaplikasian *vertical planting* dapat dilakukan pada fasilitas umum seperti taman kota, jembatan layang, jembatan penyebrangan, gedung parkir, dan lain-lain. Menurut Mir (2011), untuk mengurangi polusi udara terutama di daerah perkotaan padat penduduk, *vertical planting* lebih menguntungkan daripada pohon-pohon di jalanan. *Vertical planting* dapat mensirkulasikan polusi udara dengan lebih baik dan lebih cepat, ini berlawanan dengan pohon-pohon di jalanan

yang menghalangi aliran sirkulasi udara yang berada di antara gedung-gedung tinggi perkotaan.



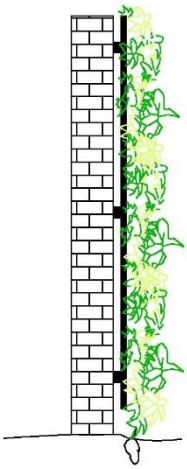
Sumber: Mir (2011)

Gambar 5.7 Sirkulasi Udara pada *vertical planting* dan Pohon

Sirkulasi udara dipengaruhi oleh suhu atau temperatur udara. Menurut Gupta (2019), panas yang terperangkap dalam daerah perkotaan dapat dihindari dari daerah sumber dengan menggunakan proses *turbulent transfer.* Turbulensi terjadi karena adanya gradien kecepatan angin, halangan angin (seperti cabang, daun, tangkai, bangunan, dan lain-lain), serta adanya perbedaan kerapatan udara (Rosenberg, 1974). Menurut Chang (1968), laju fotosintesis naik dengan masuknya CO_2 yang dalam peredarannya lebih banyak diatur oleh turbulensi. Namun, panas yang terperangkap tersebut dapat dikurangi jika tidak ada terhambatnya aliran angin akibat pengaturan tata kota. Dalam hal ini, fungsi ventilasi pada RTH sangat penting. Sebagian besar radiasi matahari dapat diserap oleh dedaunan tanaman yang lebat, kecuali bagian-bagian kecil lainnya yang kemudian ditransformasi.

Vertical planting memberikan manfaat dalam hal mengontrol temperatur udara. Pada iklim kering dengan kelembaban rendah, tumbuhan pada *vertical planting* menggunakan air yang dikandungnya untuk menguap dan mendinginkan udara di sekitarnya. Proses isolasi panas yang

dilakukan serta naungan atau media tumbuh dari tanaman tersebut dapat menurunkan suhu eksternal dari bangunan. Efek pendinginan dari faktor-faktor ini tidak bergantung dari ketebalan vegetasi, tetapi pada total area tempat terjadinya penguapan dan transpirasi dari tanaman. *Vertical planting* dapat mereduksi kisaran fluktuasi temperatur harian pada permukaan dinding bangunan (Gupta, 2019). Berikut adalah salah satu contoh penanaman *vertical planting* yaitu tanaman rambat *Hedera helix*.



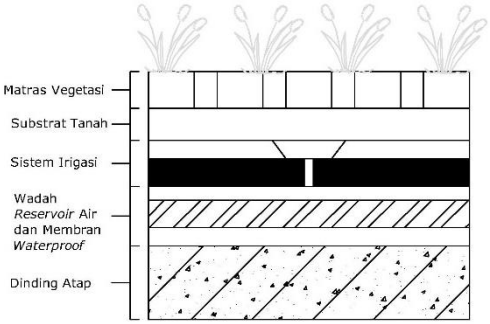
Gambar 5.8 Pola Penanaman *Vertical Planting*

Selain menggunakan alternatif *vertical planting*, dapat juga menggunakan sistem *roof garden*. Menurut pernyataan Sutanto (2009), *roof garden* merupakan suatu taman yang tidak terletak di halaman rumah atau bangunan seperti lazimnya, atau dapat diartikan dengan taman yang terdapat di atas atap suatu bangunan. *Roof garden* dapat menjadi cara untuk mengurangi polusi udara di daerah perkotaan. Peneliti telah mengkonfirmasi bahwa tanaman yang tumbuh pada *roof garden* dapat menyerap nitrogen dioksida dan karbon dioksida. Sebuah studi di Amerika Serikat menunjukkan bahwa bagian atas dari tanaman tersebut dapat menyerap rata-rata sebesar

84 g C/m^2, dan pada bagian akar dapat menyerap rata-rata sebanyak 53 g C/m^2 (Suszanowicz, 2019). Emisi CO_2 yang dihasilkan di wilayah perkotaan akan berkumpul di atmosfer sehingga dapat menimbulkan efek rumah kaca. Menurut Yang (2018), *roof garden* dapat mengurangi CO_2 yang berada pada atmosfer, polusi udara perkotaan, konsumsi energi pada bangunan, dan dapat mengurangi pemanasan global serta efek pulau panas perkotaan.

Menurut Dimitrijevic (2018), karbon dioksida merupakan komponen utama pada struktur tanaman dan secara alami mengalami pengasingan di dalam jaringan tanaman melalui proses fotosintesis kemudian menjadi substrat tanah melalui sisa-sisa bagian tanaman yang telah mati dan sel-sel akar. Kemampuan penyerapan CO_2 dan pelepasan oksigen oleh *green roof* berdasarkan dari jenis tanaman. Pohon, perdu, dan semak belukar memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengendalikan konsentrasi CO_2 pada tingkat tertentu dan mampu meningkatkan kualitas lingkungan dan menjaga keseimbangan oksigen daripada tanaman rumput-rumputan. *Roof garden* diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu ekstensif dan intensif *roof garden*. Ekstensif *roof garden* memiliki struktur yang ringan dengan substrat yang lebih tipis sehingga tanaman pada *roof garden* tersebut dapat bertahan dalam kondisi yang cukup ekstrim. Keuntungan dari jenis ini adalah membutuhkan sedikit pemeliharaan dan umumnya hemat biaya, terutama pada bangunan komersial dan publik dengan masa hidup yang panjang. Sedangkan *roof garden* jenis intensif, memerlukan sistem irigasi selama musim kemarau, memiliki lapisan tanah yang lebih tebal daripada jenis ekstensif. Karena memiliki lapisan tanah yang lebih tebal, jenis ini membutuhkan struktur bangunan pendukung. Intensif *roof garden* memungkinkan untuk ditanami dengan ukuran tanaman yang lebih besar seperti perdu atau semak dan pohon kecil, tetapi membutuhkan pemeliharaan dan biaya yang lebih tinggi.

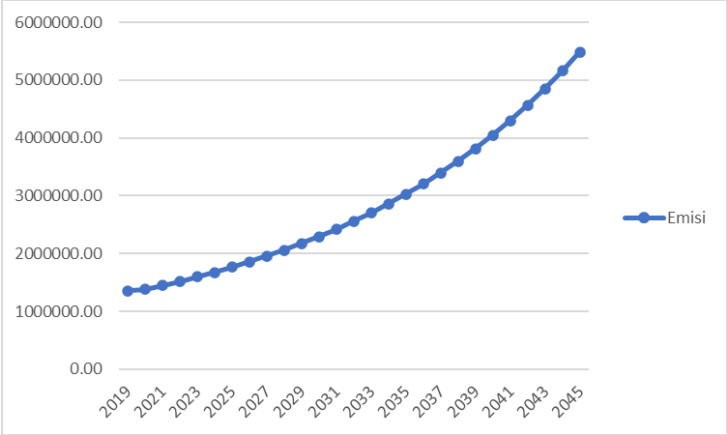
Menurut Sutanto (2009), kondisi vegetasi yang menjadi penyusun utama *roof garden* juga penting untuk diperhatikan. Contoh jenis vegetasi yang ditanam pada *roof garden* adalah tanaman peneduh (bunga kupu-kupu dan dadap merah) dan tanaman merambat (*Alamanda cathartica*) untuk menambah kesejukan udara di sekitarnya. *Roof garden* dapat diterapkan pada bangunan-bangunan tinggi, seperti gedung-gedung milik pemerintah. Pada gedung-gedung tinggi lain seperti apartemen, hotel, *mall*, rumah sakit, dan gedung perkantoran juga dapat dipergunakan sistem *roof garden* untuk membantu menambah kemampuan penyerapan karbon dioksida oleh RTH. Namun, pada perencanaan ini tidak dapat dilakukan perhitungan *roof garden* pada gedung-gedung tinggi tersebut, karena RTH yang terdapat pada gedung-gedung tersebut termasuk dalam RTH privat. Pola penanaman pada *roof garden* dapat dilihat pada gambar berikut.



Sumber: Cai (2019)

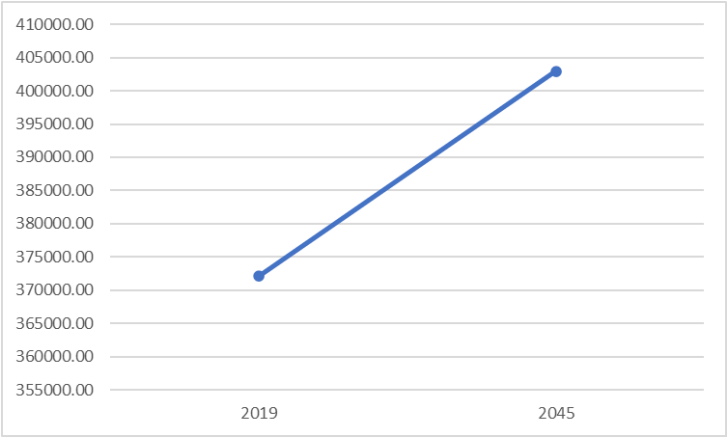
Gambar 5. 9 Pola Penanaman RTH *Roof Garden*

Setelah dilakukan pengoptimalan RTH dengan dua metode yaitu intesifikasi dan ekstensifikasi, persentase penyerapan emisi CO_2 oleh RTH pada tahun 2045 adalah sebesar 9% dari total emisi CO_2 pada tahun 2045. Nilai persentase penyerapan emisi CO_2 selama 25 tahun ini berbanding terbalik dengan emisi CO_2 yang dihasilkan. Dalam 25 tahun emisi CO_2 yang dihasilkan mengalami kenaikan sebesar 4 kali lipat dari tahun awal. Grafik kenaikan emisi CO_2 dapat dilihat pada grafik berikut.



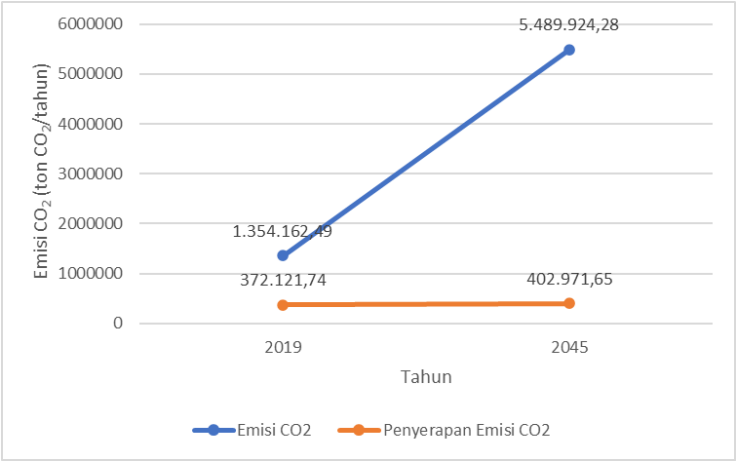
Gambar 5. 10 Kenaikan Emisi CO_2 Tahun 2019-2045

Berikut grafik tingkat penyerapan oleh RTH dalam menyerap emisi CO_2 pada tahun 2019 sampai dengan tahun 2045. Grafik mengalami peningkatan karena telah dilakukan pengoptimalan RTH selama 25 tahun perencanaan.



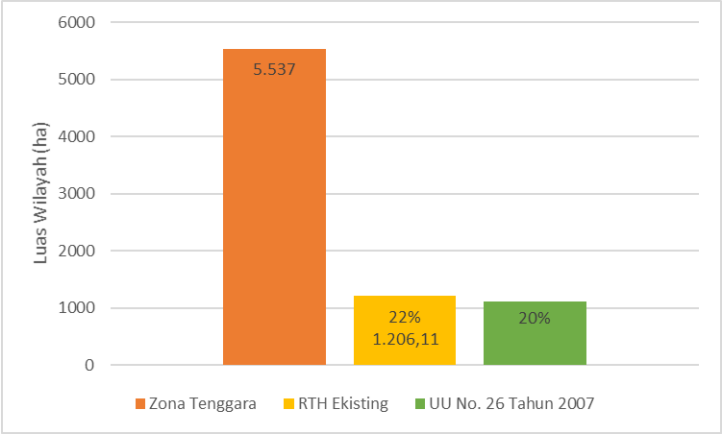
Gambar 5. 11 Tingkat Penyerapan Emisi CO_2 oleh RTH

Sedangkan nilai persentase perbandingan penyerapan emisi CO_2 terhadap emisi CO_2 yang dihasilkan mengalami penurunan yang cukup signifikan, dari 27,48% menjadi 9% atau mengalami penurunan sebesar 18,47%. Perbandingan antara peningkatan emisi yang dihasilkan dan penyerapan emisi CO_2 dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 5. 12 Perbandingan Emisi yang Dihasilkan dan Penyerapan CO_2

Pada Gambar 5.12 menunjukkan bahwa nilai emisi CO_2 yang dihasilkan dan nilai penyerapan emisi CO_2 keduanya mengalami peningkatan. Namun, peningkatan nilai penyerapan CO_2 pada tahun 2045 tidak sebanding dengan nilai emisi yang dihasilkan pada tahun tersebut. Sehingga menyebabkan menurunnya nilai persentase penyerapan CO_2 oleh RTH. Zona Tenggara Kota Surabaya memiliki luas RTH eksisting sebesar 357,3 ha, setelah dilakukan pengoptimalan RTH hingga tahun 2045, terjadi peningkatan luas RTH menjadi 1.206,11 ha. Luas ini sudah memenuhi aturan yang berlaku yaitu Undang-undang No. 26 Tahun 2007 yaitu proporsi luas RTH publik yang ditetapkan pada suatu wilayah adalah sebesar 20%. Perbandingan luas RTH di Zona Tenggara Kota Surabaya dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 5. 13 Perbandingan Luas RTH dengan Luas Wilayah Zona Tenggara

Berdasarkan grafik tersebut menunjukkan bahwa luas RTH di Zona Tenggara Kota Surabaya telah memenuhi peraturan yang berlaku. Dari pengoptimalan RTH yang telah dilakukan, perencanaan RTH belum cukup merata pada masing-masing kecamatan. Namun, serapan RTH dapat dibantu oleh dispersi emisi CO_2 yang disebabkan oleh angin. Angin adalah pergerakan

udara yang diakibatkan oleh adanya tekanan udara yang bergerak dari tempat yang bertekanan tinggi ke tempat yang bertekanan rendah. Ketika kecepatan angin tinggi dan suhu stabil, maka penyebaran polutan lebih cepat terjadi dan konsentrasi polutan tidak menumpuk di sekitar sumber emisi suatu tempat. Semakin besar kecepatan angin yang berhembus maka konsentrasi pencemar (CO_2) akan semakin kecil, karena konsentrasi pencemar terdispersi ke segala arah (Noviani, 2013).

Evaluasi dan perencanaan RTH pada Zona Tenggara Kota Surabaya ini merupakan salah satu upaya untuk mengurangi emisi CO_2 yang dihasilkan oleh berbagai aktivitas manusia sampai dengan 25 tahun yang akan datang. Upaya lain yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran udara akibat emisi CO_2 adalah dengan berkoordinasi dengan instansi pemerintah yang bersangkutan untuk menyediakan lahan tambahan untuk pembangunan RTH, memaksimalkan pemanfaatan taman kota dan lahan-lahan kosong untuk dilakukan penghijauan, memaksimalkan RTH privat disertai dengan peraturan atau perundang-undangan yang lain, serta perlu dilakukan koordinasi dengan pemerintah mengenai pengurangan penggunaan kendaraan bermotor dengan diadakannya transportasi umum.

5.6 Pemeliharaan RTH

Berdasarkan Permen PU Nomor 5 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, pemeliharaan RTH adalah pemupukan, penyiraman, dan pemangkasan.

a. Pemupukan

Prinsip dasar pemupukan adalah mensuplai hara tambahan yang dibutuhkan sehingga tanaman tidak kekurangan makanan. Pupuk yang diberikan pada tanaman dapat berupa pupuk organik maupun pupuk anorganik (misalnya NPK atau urea). Pupuk yang digunakan untuk pohon-pohon taman biasanya pupuk majemuk NPK.

b. Penyiraman

Tujuan penyiraman tanaman, selain untuk mennyeimbangkan laju evapotranspirasi, juga berfungsi melarutkan garam-garam mineral dan juga sebagai unsur utama pada proses fotosintesis. Waktu penyiraman pada dasarnya dapat dilakukan kapan saja saat dibutuhkan. Waktu penyiraman terbaik adalah pada pagi atau sore hari. Penyiraman siang hari hendaknya dilakukan langsung pada permukaan tanah, tidak pada permukaan daun tanaman.

c. Pemangkasan

Tujuan pemangkasan tanaman adalah untuk mengontrol pertumbuhan tanaman sesuai yang diinginkan serta menjaga keamanan dan kesehatan tanaman. Waktu pemangkasan yang tepat adalah setelah masa pertumbuhan generatif tanaman (setelah selesai masa pembungaan) dan sebelum pemberian pupuk.

Pemangkasan tanaman dapat dilakukan dengan tujuan:

1. Pemangkasan untuk kesehatan pohon
2. Pemangkasan untuk keamanan penggunaan taman
3. Pemangkasan untuk keamanan pengguna jalan
4. Pemangkasan untuk tujuan estetis

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, industri, dan permukiman di Zona Tenggara Kota Surabaya pada tahun 2019 adalah sebesar 1.354.162,49 ton CO_2/tahun.

2. Kemampuan RTH publik eksisting di Zona Tenggara Kota Surabaya dalam menyerap emisi CO_2 adalah sebesar 372.121,74 ton CO_2/tahun dengan persentase penyerapan emisi CO_2 yang dihasilkan oleh RTH eksisting sebesar 27,48%.

3. Perencanaan RTH dilakukan selama 25 tahun kedepan atau sampai dengan tahun 2045. Penambahan luas RTH dilakukan dengan mengganti vegetasi pada jalur hijau, melakukan *vertical* planting, dan menggunakan sistem *roof garden*. Setelah dilakukan penambahan RTH sesuai dengan RTRW Kota Surabaya 2014-2034, perencanaan RTH di Zona Tenggara Kota Surabaya mampu menyerap emisi CO_2 sebesar 9% dari total emisi CO_2 pada tahun 2045. Dalam 25 tahun, emisi CO_2 yang dihasilkan mengalami kenaikan sebesar 4 kali lipat dari tahun awal. Sedangkan nilai persentase penyerapan emisi CO_2 mengalami penurunan yang cukup signifikan, dari 27,48% menjadi 9% atau mengalami penurunan sebesar 18,47%. Luas RTH setelah dilakukan perencanaan pada tahun 2045 adalah sebesar 1.206,11 ha atau sekitar 22% dari luas keseluruhan Zona Tenggara Kota Surabaya. Luas ini sudah memenuhi Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007.

6.2 Saran

Saran pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut dan pendataan secara lebih lengkap mengenai RTH eksisting di Zona Tenggara Kota Surabaya untuk mengetahui tingkat kecukupan RTH publik untuk menyerap emisi CO_2 lebih akurat.
2. Perlu diadakannya penelitian mengenai seluruh RTH di Zona Tenggara Kota Surabaya, baik RTH publik maupun RTH privat untuk mengetahui tingkat kecukupan RTH dalam menyerap emisi CO_2 lebih akurat.
3. Perlu mempertimbangkan kemampuan penyerapan emisi CO_2 yang dilakukan oleh badan perairan dan tanah dan dilakukan penelitian lebih lanjut di Zona Tenggara Kota Surabaya

DAFTAR PUSTAKA

Adiastari, R., Rahmat Boedisantoso, dan Susi Agustina Wilujeng. 2010. Tesis: "Kajian Mengenai Kemampuan Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalm Menyerap Emisi Karbon di Kota Surabaya". Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Aqualdo, N., Eriyati, dan Toti Indrawati. 2012. "Penyeimbangan Lingkungan Akibat Pencemaran Karbon yang Ditimbulkan Industri Warung Internet di Kota Pekanbaru". **Jurnal Ekonomi** Vol. 20, No. 3.

Cai, L., Feng, X., Yu, J., Xiang, Q., Chen, R. 2019. "Reduction in Carbon Dioxide Emission and Energy Savings Obtained by Using a Green Roof". **Aerosol and Air Quality Research**, 19: 2432-2445.

Chang, J. 1986. "Climate and Agriculture". Chicago, USA (US): University of Wisconsin.

Cheng, S., Wang, G., Lang, J., Wen, W., Wang, X., Yao, S. 2016. "Characterization of Volatile Organic Compounds from Different Cooking Emission". **Atmospheric Environment** 145 (2017) 299-307.

Dahlan, E.N. 2008. "Jumlah Emisi Gas CO dan Pemilihan Jenis Tanaman Berdaya Sorot Sangat Tinggi, Studi Kasus Di Kota Bogor". **Media Konservasi**, Vol. 13, No. 2: 85-89.

Dimitrijevic, D., Predrag, Z., Janja, B., Mirko, D., Zana, S. 2018. "Air Pollution Removal and Control by Green Living Roof Systems". **Bulletin of Engineering** Tome XI.

Eumorfopoulou, E. A., dan Koleon, K. J. 2009. "Experimental Approach to the Contribution of Plant Covered Walls to the Thermal Behaviour of Building Envelopes". **Building and Environment** Vol. 44, No. 5.

Farraji H., Brett R., Parsa M., dan Tayebeh A. 2020 "Phytoremediation: Green Technology for Improving Aquatic and Terrestrial Environments". **Nippon Journal of Environmental Science** 1(1):1002.

Ghozalie A., Adjie Pamungkas, dan Eko Budi Santoso. 2015. “Faktor Keseimbangan Lingkungan Terhadap Emisi Gas CO_2 di Wilayah Perkotaan Gresik”. **Seminar Nasional Teknologi**. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.

Gratimah. 2009. Tesis: “Analisa Kebutuhan Hutan Kota Sebagai Penyerap Gas CO_2 Antropogenik di Pusat Kota Medan”. Medan: Universitas Sumatra Utara.

Gupta, T. 2019. Thesis: “Verti-Gro Genesis in Architecture”. Delhi Technical Campus, Greater Noida.

Handayani, S., Lazuardi Umar, dan Rahmondia Nanda Setiadi. 2015. “Pengembangan Deteksi *Online* Gas Karbon Dioksida Menggunakan CO_2 Meter Voltcraft CM-100”. **JOM FMIPA** Vol. 2, No 2.

Hidayati N, M Mansur dan T Juhaeti. 2013. “Variasi Serapan Karbon dioksida (CO_2) Jenis-jenis Pohon di “Ecopark”, Cibinong dan Kaitannya dengan Potensi Mitigasi Gas Rumah Kaca”. **Buletin Kebun Raya** 6(1). 37-49.

Indrawati, E.D., Hermawan, dan H.S. Huboyo. 2015. “Analisis Emisi CO_2 Antropogenik Rumah Tangga di Kelurahan Patukangan, Pekauman dan Balok, Kabupaten Kendal”. **Indonesian Journal of Conservation** Vol. 04, No. 1.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1996. “Revised 1996 IPCC Guidlines for National Green Hose Gas Inventories”.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1996 “The Emission Factors for Natural Gas are from IPCC Tier 1 Default Emission Factors”.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. “ Revised 2006 Inter-govermmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidlines for National Green House Gas”.

Karyadi, H. 2005. Skripsi: “Pengukuran Daya Serap Karbondioksida pada Tanaman Hutan Kota”. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Kurdi, S. Z. 2008. “Pengaruh Emisi CO_2 dari Sektor Perumahan Perkotaan Terhadap Kualitas Lingkungan Global”. **Jurnal Permukiman** Vol. 3 No. 2.

Kusumawardani, D dan A.M. Navastara. 2017. “Analisis Besaran Emisi Gas CO_2 Kendaraan Bermotor pada Kawasan Industri Sier Surabaya”. **Jurnal Teknik ITS** Vol. 6, No. 2.

Ludang, Y., Alpian, dan A. Junaedi. 2017. “Metode Pengukuran Serapan Karbondioksida pada Pertumbuhan Anakan”. **Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan** 1(3):1-6.

Mangkoedihardjo, S. Dan G. Samudro. 2006. “Water Equivalent Method for City Phytostructure of Indonesia”. **Int. J. Environ. Sci. Tech**, Vol. 3, halaman 261-267.

Mansur, M. Dan Bayu Arief Pratama. 2014. “Potensi Serapan Gas Karbon Dioksida (CO_2) pada Jenis-jenis Pohon Pelindung Jalan”. **Jurnal Biologi Indonesia** Vol. 10, No. 2 pp 149-158.

Mansur, M. 2017. “Potensi Serapan CO_2 pada Beberapa Jenis Kantong Semar Dataran Rendah”. **Berita Biologi** Vol. 16, No. 1.

Marmi. 2016. “Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kota Surabaya sebagai Wahana Peningkatan Kemampuan Dasar Sistematik Tumbuhan”. **INOVASI** Vol. 18, No. 1.

Mawardah, Luluk, dan Ririn Dian Mutfianti. 2013. “Penataan Ruang Terbuka Hijau Sebagai Cara Optimalisasi Pembentukan Karakter Kota Studi Kasus Ruang Terbuka Hijau di Pusat Kota Pacitan”. **Jurnal Eco-Teknologi UWIKA. ISSN: 2301-850X. Vol. I**

Menteri Pekerjaan Umum. 2008. “Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan”. Jakarta.

Mir, M. A. 2011. Thesis: “Green Facades and Building Structures”. Delft: Delft University of Technology.

Momongan, J.F., Pierre H. Gosal, dan Veronica A. Kumuru. 2016. “Efektivitas Jalur Hijau dalam Menyerap Emisi Gas Rumah Kaca di Kota Manado”. Manado: Universitas Sam Ratulangi.

Murti, I.W. 2015. Tesis: “Inventarisasi dan Penentuan Kemampuan Serapan Emisi CO_2 oleh Ruang Terbuka Hijau di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur”. Surabaya: Institut Sepuluh Nopember.

Noviani, E., Kiki R., Ita T., dan Titik I. 2013. “Pengaruh Jumlah Kendaraan dan Faktor Meteorologis (Suhu, Kecepatan Angin) Terhadap Peningkatan Konsentrasi Gas Pencemar CO, NO2, dan SO2 pada Persimpangan Jalan Kota Semarang (Studi Kasus Jalan Karangrejo Raya,Sukun Raya, dan Ngesrep Timur V). **DIPA IPTEKS** I, (1).

OSHA (Occupational Safety and Health Administration). 2012. “Sampling and Analytical Methode: Carbon Dioxide in Workplace Atmospheres”.

Pane, S., Defri Yoza, dan Rudianda Sulaeman. 2016. “Potensi Serapan Karbondioksida pada Pohon Peneduh di Jalan Soekarno Hatta Kota Pekanbaru”. **JOM Faperta** Vo. 3, No. 2.

Pemerintah Indonesia. 2007. “Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan”. Jakarta.

Pemerintah Indonesia. 2007. “Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang”. Jakarta.

Pemerintah Indonesia. 2014. “Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014”. Surabaya.

Pranoto, M. 2008. “Multilevel Urban Green Area: Solusi terhadap Global Warming dan High Energy Building”. **Jurnal Rekayasa Perencanaan** Vol. 4, No. 3.

Pratiwi, N. E., Bistok Hasiholan, dan Dina Banjarnahor. 2017. “Pengaruh Campuran Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Stroberi (Fragaria vesca L.) Sebagai Tanaman Hias Taman Vertikal”. **Jurnal Ilmu Pertanian AGRIC** Vol. 29, No. 1.

Putra, Erwin Hardika. 2012. “Green Space Analysis based on Oxygen Demands Using the EO-1 ALI (Earth Observer-1 Advanced Land Imager) in Manado City”. **Info BPK Manado** Vol. 2, No. 1.

Rawung, F. C. 2015. “Efektivitas Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam Mereduksi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di Kawasan Perkotaan Boroko”. **Media Matrasain** 12 (2), hal 17-32.

Read, David. 2001. “The Role of Land Carbon Sinks in Mitigating Global Climate Change”. The Royal Society. London.

Rijal, S. 2008. “Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau di Kota Makassar Tahun 2017”. **Hutan dan Masyarakat 3** : 65-77.

Rivai, A., Pindi Patana, dan Siti Latifah. 2014. Skripsi: “Pendugaan Emisi CO_2 dan Kebutuhan O_2 serta Daya Serap CO_2 dan Penghasil O_2 pada Taman Kota dan Jalur Hijau di Kota Medan”. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Rosenberg, N. J. 1974. “Microclimate”. New York: John Willey and Sons.

Sabdey, A., Soedarsono, dan M. Faiqun Niam. 2017. Tesis: “Kajian Pembangunan Ruang Terbuka Hijau (RTH) pada Area Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah”. Semarang: Universitas Islam Sultan Agung.

Santoso, S. N. 2011. Skripsi: “Penggunaan Tumbuhan Sebagai Pereduksi Pencemaran Udara”. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Sarwono, R. 2016. “Biochar sebagai Penyimpan Karbon, Perbaikan Sifat Tanah, dan Mencegah Pemanasan Global: Tinjauan”. **J.Kim. Terap. Indones** 1 8 (1).

Setyati, R. 2015. “Implementasi Kebijakan Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perumahan Kota Banjarbaru”. **Jurnal Kebijakan dan Administrasi Publik (JKAP)** Vol. 19, No. 1.

Sukmawati, T. 2015. “Penyerapan Karbon Dioksida pada Tanaman Hutan Kota di Surabaya”. **LenteraBio** Vol. 4, No. 1 pp 108-111.

Sularno. 2009. “Reaksi Penangkapan Energi dan Reaksi Fiksasi Carbon sebagai Istilah Alternatif Pengganti Reaksi Gelap dan Terang dalam Proses Fotosintesis”. **Menara Ilmu** Vol. 1 No, 15.

Suszanowicz, D. dan Alicja K. W. 2019. “The Impact of Green Roofs on the Parameters of the Environment in Urbas Areas”. **Atmosphere** 10,792.

Sutanhaji, A. T., Fajri A., dan Putri G. R. 2015. “Pemetaan Distribusi Emisi Gas Karbon Dioksida (CO_2) dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Kota Blitar”. **Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan** Malang: Universitas Brawijaya.

Sutanto, Willy. 2009. Skripsi: “Studi Keberadaan *Roof Garden* Terhadap Kondisi Iklim Mikro di Sekitar Bangunan (Kasus di Kondominium Taman Anggrek, Grand Tropic Suite’s Hotel, dan Gedung Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti)”. Bogor: Institut Pertanaian Bogor.

Suwanmontri, C., Kositanont, dan Panich. 2013. “Carbon Dioxide Absorption of Common Trees in Chulalongkorn University”. **Modern Applied Science**. Vol. 7 No. 3:1-7.

Ulfa, L. M. 2018. “Collaborative Governance dalam Penyediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Taman Kota di Surabaya”. **Jurnal Kebijakan dan Manajemen Publik** Vol. 6, No. 3.

Yang, J., Liu, H. and Sun, J. 2018. “Evaluation and Application of an Online Coupled Modeling System to Assess the Interaction between Urban Vegetation and Air Quality”. **Aerosol Air Quality Research** 18: 693–710.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : **Gambar Peta Zona Tenggara Kota Surabaya**

Lampiran 2 : **Data Traffic Counting 2019**

Lampiran 3 : **Perhitungan Emisi CO_2 Kegiatan Transportasi**

Lampiran 4 : **Data perhitungan Rata-rata Emisi CO_2 dari Kegiatan Transportasi Setiap Tahun**

Lampiran 5 : **Data Jumlah Industri dan Perhitungan Emisi CO_2 dari Kegiatan Industri di Zona Tenggara Kota Surabaya**

Lampiran 6 : **Data Penduduk dan Perhitungan Emisi CO_2 Respirasi Manusia di Zona Tenggara Kota Surabaya**

Lampiran 7 : **Data Hewan Ternak dan Perhitungan Emisi CO_2 Respirasi Hewan Ternak di Zona Tenggara Kota Surabaya**

Lampiran 8 : **Data Perhitungan Daya Serap RTH Eksisting di Zona Tenggara Kota Surabaya**

Lampiran 9 : **Perhitungan Proyeksi Emisi CO_2 di Zona Tenggara Kota Surabaya**

Lampiran 1

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

TUGAS AKHIR

EVALUASI DAN PERENCANAAN RUANG TERBUKA HIJAU BERBASIS SERAPAN EMISI KARBON DIOKSIDA (CO_2) DI ZONA BARAT KOTA SURABAYA (STUDI LITERATUR DAN STUDI KASUS)

JUDUL GAMBAR

Peta Zona Tenggara Kota Surabaya

MAHASISWA

Laras Rachmayanti
03211640000025

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MScES

LEGENDA

Batas Wilayah Zona Tenggara Kota Surabaya

Batas Kecamatan

U

SKALA

M

0 1250 2500 5000

NOMOR GAMBAR

1

Lampiran 2

DATA TRAFFIC COUNTING 2019

Arteri Primer: Jl. Diponegoro

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	1882	492	19	2	0	12	0	0	0	0	0	0
	06.10 - 06.20	1841	438	21	5	1	11	1	1	0	0	0	0
	06.20 - 06.30	1856	364	22	3	1	10	2	1	0	0	0	0
	06.30 - 06.40	1851	299	19	6	1	16	3	0	0	0	0	0
	06.40 - 06.50	1587	328	17	5	0	8	1	0	0	0	0	0
	06.50 - 07.00	1574	350	17	0	1	12	2	0	0	0	0	0
	07.00 - 07.10	1590	361	15	3	0	18	2	1	0	0	0	0
	07.10 - 07.20	1486	363	15	6	0	14	0	1	1	0	0	0
	07.20 - 07.30	1510	357	14	3	1	15	1	2	0	0	0	0
	07.30 - 07.40	1517	341	9	4	0	19	1	0	0	0	0	0
	07.40 - 07.50	1464	309	16	5	0	16	2	1	1	0	0	0
	07.50 - 08.00	1427	309	16	5	1	12	0	0	0	0	0	0
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	1454	566	21	6	2	15	1	0	1	0	0	0
	16.10 - 16.20	1492	587	13	9	0	13	4	0	0	0	0	0
	16.20 - 16.30	1474	628	21	0	1	23	2	2	0	0	0	0
	16.30 - 16.40	1501	661	11	1	0	21	0	1	0	0	0	0
	16.40 - 16.50	1556	611	18	5	0	18	3	0	2	0	0	0
	16.50 - 17.00	1516	628	11	2	0	22	1	1	0	0	0	0
	17.00 - 17.10	1531	602	12	3	0	13	4	1	0	0	0	0
	17.10 - 17.20	1589	614	5	6	0	12	2	0	0	0	0	0
	17.20 - 17.30	1652	626	7	5	0	18	1	0	0	0	0	0
	17.30 - 17.40	1641	588	7	6	2	9	0	0	0	0	0	0
	17.40 - 17.50	1683	609	8	5	2	9	0	0	0	0	0	0
	17.50 - 18.00	1624	604	9	3	0	12	0	0	0	0	0	0

Arteri Primer: Jl. Arjuno

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	1604	224	11	10	10	1	0	0	0	0	0	2
	06.10 - 06.20	1626	229	22	6	6	2	0	1	0	0	0	3
	06.20 - 06.30	1614	241	21	2	9	2	0	0	0	0	0	3
	06.30 - 06.40	1517	390	21	3	15	1	0	0	0	0	0	17
	06.40 - 06.50	1422	325	15	5	14	1	0	1	0	0	0	2
	06.50 - 07.00	1434	351	23	11	27	0	0	0	0	0	0	12
	07.00 - 07.10	1426	332	14	14	25	3	0	0	0	0	0	10
	07.10 - 07.20	1390	368	11	13	17	0	0	0	0	0	0	8
	07.20 - 07.30	1334	324	11	7	14	1	0	0	0	0	0	5
	07.30 - 07.40	1277	316	7	8	9	0	0	0	0	0	0	0
	07.40 - 07.50	1270	297	1	2	2	0	0	2	0	0	0	3
	07.50 - 08.00	1162	300	1	4	3	3	0	3	0	0	0	8
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	897	285	16	13	16	2	0	0	0	0	0	7
	16.10 - 16.20	895	281	13	6	19	4	1	1	0	0	0	5
	16.20 - 16.30	976	298	14	10	25	1	0	0	0	0	0	3
	16.30 - 16.40	981	307	9	9	32	1	0	2	0	0	0	2
	16.40 - 16.50	1034	313	9	8	27	2	0	0	0	0	0	1
	16.50 - 17.00	1079	313	7	4	16	0	0	0	0	0	0	4
	17.00 - 17.10	1062	311	10	15	20	1	0	0	0	0	0	4
	17.10 - 17.20	1078	308	5	2	0	19	0	0	0	0	0	7
	17.20 - 17.30	1049	326	10	6	2	15	0	0	0	0	0	4
	17.30 - 17.40	1168	370	7	3	1	15	2	0	0	0	0	4
	17.40 - 17.50	1083	392	11	0	2	11	0	0	0	0	0	3
	17.50 - 18.00	1180	396	11	8	0	11	4	0	0	0	0	8

Arteri Primer: Jl. Perak Barat

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	1261	114	5	1	0	9	1	1	2	2	0	2
	06.10 - 06.20	1320	119	7	0	2	5	4	0	1	0	2	4
	06.20 - 06.30	1342	127	9	3	4	7	2	1	0	5	0	2
	06.30 - 06.40	1354	131	8	1	0	6	5	2	0	0	1	1
	06.40 - 06.50	1378	125	11	0	1	8	3	0	3	1	0	5
	06.50 - 07.00	1391	129	10	0	0	6	6	1	1	1	0	3
	07.00 - 07.10	1416	144	8	1	1	10	3	1	3	3	0	3
	07.10 - 07.20	1392	141	11	2	0	13	5	0	0	1	0	4
	07.20 - 07.30	1384	138	7	3	1	7	7	0	1	2	1	2
	07.30 - 07.40	1396	140	6	1	2	9	10	2	0	0	0	5
	07.40 - 07.50	1371	137	9	0	0	11	9	0	0	1	1	3
	07.50 - 08.00	1391	132	5	1	0	14	4	0	3	1	0	2
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	1199	192	6	8	1	7	5	0	4	3	6	6
	16.10 - 16.20	1193	187	7	9	2	9	4	0	4	5	4	4
	16.20 - 16.30	1181	192	9	7	0	10	4	0	2	5	4	3
	16.30 - 16.40	1176	197	4	4	2	10	3	0	4	6	4	3
	16.40 - 16.50	1171	199	3	6	3	14	2	0	4	4	5	5
	16.50 - 17.00	1092	201	4	4	1	20	4	0	9	6	4	4
	17.00 - 17.10	1083	205	7	6	1	4	3	0	4	7	6	5
	17.10 - 17.20	1075	217	7	4	2	5	5	0	5	4	3	5
	17.20 - 17.30	1045	221	9	4	3	9	2	0	9	6	5	6
	17.30 - 17.40	1051	219	3	6	1	4	3	0	7	7	1	3
	17.40 - 17.50	1032	217	4	9	4	4	4	0	9	8	0	4
	17.50 - 18.00	1046	221	4	7	0	5	22	0	8	8	0	3

Arteri Primer: Jl. Perak Timur

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	1137	167	9	3	3	12	9	1	1	0	1	0
	06.10 - 06.20	1149	159	13	2	2	15	7	0	0	1	0	1
	06.20 - 06.30	2099	148	8	2	0	9	6	1	0	0	1	0
	06.30 - 06.40	980	130	11	0	1	6	8	0	1	0	0	0
	06.40 - 06.50	911	137	6	0	0	10	6	0	0	0	0	1
	06.50 - 07.00	870	129	7	1	1	7	5	1	0	1	0	0
	07.00 - 07.10	781	122	8	2	4	8	5	0	1	0	0	0
	07.10 - 07.20	731	117	7	0	3	11	7	1	0	0	0	1
	07.20 - 07.30	699	108	6	3	0	18	6	0	0	1	0	2
	07.30 - 07.40	680	113	4	0	1	16	7	1	0	0	1	0
	07.40 - 07.50	686	119	5	4	0	15	5	0	1	1	1	3
	07.50 - 08.00	692	125	5	3	2	11	9	0	0	1	0	1
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	892	291	6	3	0	21	6	2	2	0	3	6
	16.10 - 16.20	927	284	10	4	1	16	7	0	1	0	2	9
	16.20 - 16.30	936	271	19	3	0	13	11	1	2	0	1	10
	16.30 - 16.40	971	277	8	4	0	14	15	2	0	0	1	14
	16.40 - 16.50	986	231	7	5	0	29	8	1	2	1	2	9
	16.50 - 17.00	977	245	8	3	0	31	7	2	0	0	0	10
	17.00 - 17.10	1011	241	8	4	0	15	6	3	0	0	6	9
	17.10 - 17.20	1021	259	8	5	2	17	13	1	0	2	3	7
	17.20 - 17.30	1371	199	9	5	2	20	12	1	0	4	2	9
	17.30 - 17.40	1272	197	8	6	4	27	7	1	2	0	1	10
	17.40 - 17.50	1281	184	9	8	0	26	9	0	1	1	1	14
	17.50 - 18.00	1297	185	10	7	0	14	10	1	1	0	4	7

Arteri Sekunder: Jl. Mayjend Soengkono

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	1305	308	12	8	0	11	4	1	2	0	0	0
	06.10 - 06.20	1426	341	15	5	0	13	5	0	4	0	0	0
	06.20 - 06.30	1450	353	15	8	0	17	1	1	0	0	0	0
	06.30 - 06.40	1425	360	16	5	0	12	2	0	1	0	0	0
	06.40 - 06.50	1412	344	6	8	1	8	0	1	0	0	0	0
	06.50 - 07.00	1415	326	9	8	2	7	1	2	0	0	0	0
	07.00 - 07.10	1373	337	5	9	2	17	2	0	1	0	0	0
	07.10 - 07.20	1393	359	4	12	1	20	0	2	0	0	0	0
	07.20 - 07.30	1395	373	10	14	1	13	3	0	0	0	0	0
	07.30 - 07.40	1382	380	8	5	2	12	3	1	2	0	0	0
	07.40 - 07.50	1386	401	9	6	1	14	0	2	0	0	0	0
	07.50 - 08.00	1394	397	6	7	1	21	1	0	1	0	0	0
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	1999	590	7	10	1	15	0	1	0	0	0	0
	16.10 - 16.20	1918	669	11	4	0	19	0	0	0	0	0	0
	16.20 - 16.30	1910	647	5	8	0	16	0	2	0	0	0	0
	16.30 - 16.40	1907	602	6	8	0	14	1	2	0	0	0	0
	16.40 - 16.50	1910	660	4	8	0	13	0	0	0	0	0	0
	16.50 - 17.00	1924	661	5	11	0	11	0	0	0	0	0	0
	17.00 - 17.10	1669	681	6	6	0	10	1	1	0	0	0	0
	17.10 - 17.20	1806	679	9	10	1	9	1	0	0	0	0	0
	17.20 - 17.30	2014	667	10	7	2	10	1	0	0	0	0	0
	17.30 - 17.40	2014	653	12	5	1	13	0	2	0	0	0	0
	17.40 - 17.50	1940	711	8	5	0	9	0	0	0	0	0	0
	17.50 - 18.00	1929	669	8	4	0	13	0	1	1	0	0	0

Arteri Sekunder: Prof. Dr. Moestopo

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	1641	430	12	7	2	23	3	2	0	0	0	0
	06.10 - 06.20	1679	435	10	9	1	30	3	0	0	0	0	0
	06.20 - 06.30	1662	470	10	11	0	24	4	1	0	0	0	0
	06.30 - 06.40	1642	478	9	10	0	22	3	1	0	0	0	0
	06.40 - 06.50	1719	488	12	13	0	22	3	1	0	0	0	0
	06.50 - 07.00	1702	502	13	10	3	27	3	1	0	0	0	0
	07.00 - 07.10	1744	476	12	10	2	15	4	2	0	0	0	0
	07.10 - 07.20	1707	500	9	10	3	21	4	2	0	0	0	0
	07.20 - 07.30	1676	483	12	8	1	16	3	1	0	0	0	0
	07.30 - 07.40	1686	467	11	8	1	19	4	1	0	0	0	0
	07.40 - 07.50	1689	469	8	12	1	22	3	0	0	0	0	0
	07.50 - 08.00	1563	503	11	11	0	16	5	0	0	0	0	0
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	1121	518	7	17	0	42	0	1	0	0	0	0
	16.10 - 16.20	1145	531	7	15	0	34	2	2	0	0	0	0
	16.20 - 16.30	1166	532	7	14	0	42	0	2	0	0	0	0
	16.30 - 16.40	1177	555	3	12	0	31	2	1	0	0	0	0
	16.40 - 16.50	1192	571	5	14	0	30	1	1	0	0	0	0
	16.50 - 17.00	1180	585	7	16	0	37	0	0	0	0	0	0
	17.00 - 17.10	1206	598	5	15	0	31	1	1	0	0	0	0
	17.10 - 17.20	1222	599	7	15	0	34	0	1	0	0	0	0
	17.20 - 17.30	1213	614	5	16	1	24	1	0	0	0	0	0
	17.30 - 17.40	1219	629	3	20	0	25	1	3	0	0	0	0
	17.40 - 17.50	1203	653	7	11	0	30	0	0	0	0	0	0
	17.50 - 18.00	1190	651	3	16	0	29	1	1	0	0	0	0

Arteri Sekunder: Jl. Kertajaya Indah

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	1694	449	6	6	2	7	3	2	0	0	0	0
	06.10 - 06.20	1698	424	7	4	2	5	1	2	0	0	0	0
	06.20 - 06.30	1718	457	9	7	5	4	1	1	0	0	0	0
	06.30 - 06.40	1733	464	9	6	1	6	3	2	0	0	0	0
	06.40 - 06.50	1729	438	6	6	1	8	0	0	0	0	0	0
	06.50 - 07.00	1731	453	5	4	1	7	1	2	0	0	0	0
	07.00 - 07.10	1727	468	7	7	1	11	1	1	0	0	0	0
	07.10 - 07.20	1610	470	5	9	1	10	2	1	0	0	0	0
	07.20 - 07.30	1636	468	10	4	0	8	1	2	0	0	0	0
	07.30 - 07.40	1525	566	4	8	1	9	1	1	0	0	0	0
	07.40 - 07.50	1605	465	5	6	1	5	1	1	0	0	0	0
	07.50 - 08.00	1604	476	5	6	1	7	1	1	0	0	0	0
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	1665	431	5	5	2	7	2	1	0	0	0	0
	16.10 - 16.20	1688	483	4	8	0	11	1	1	1	0	0	0
	16.20 - 16.30	1735	438	7	6	1	13	2	1	1	0	0	0
	16.30 - 16.40	1731	428	7	7	1	16	1	2	0	0	0	0
	16.40 - 16.50	1726	432	5	6	1	12	0	1	0	0	0	0
	16.50 - 17.00	1723	451	8	4	2	11	1	2	1	0	0	0
	17.00 - 17.10	1721	452	6	12	1	9	2	0	0	0	0	0
	17.10 - 17.20	1736	442	4	7	3	9	1	0	0	0	0	0
	17.20 - 17.30	1697	473	5	4	0	13	0	0	0	0	0	0
	17.30 - 17.40	1664	454	9	4	0	16	0	0	0	0	0	0
	17.40 - 17.50	1731	438	4	6	1	9	0	0	0	0	0	0
	17.50 - 18.00	1720	437	3	3	1	5	0	0	0	0	0	0

Arteri Sekunder: Jl. Bubutan

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	672	317	4	8	0	17	1	1	0	0	0	0
	06.10 - 06.20	243	298	3	11	0	10	0	2	0	0	0	0
	06.20 - 06.30	681	322	2	15	0	11	2	1	1	0	0	0
	06.30 - 06.40	597	311	1	9	0	13	1	3	0	0	0	0
	06.40 - 06.50	655	373	2	13	0	14	3	1	1	0	0	0
	06.50 - 07.00	697	329	3	10	0	10	0	0	0	0	0	0
	07.00 - 07.10	577	311	4	11	0	20	1	2	2	0	0	0
	07.10 - 07.20	598	297	2	9	0	17	0	1	0	0	0	0
	07.20 - 07.30	603	317	1	10	0	14	3	0	1	0	0	0
	07.30 - 07.40	582	342	2	15	0	22	4	2	2	0	0	0
	07.40 - 07.50	591	322	3	13	0	19	2	0	0	0	0	0
	07.50 - 08.00	611	383	2	14	0	17	3	1	0	0	0	0
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	602	208	5	8	0	31	0	2	0	0	0	0
	16.10 - 16.20	624	201	2	5	0	28	0	0	0	0	0	0
	16.20 - 16.30	618	198	1	3	0	25	1	1	0	0	0	0
	16.30 - 16.40	628	212	0	6	0	29	0	0	0	0	0	0
	16.40 - 16.50	631	221	3	0	0	32	1	0	0	0	0	0
	16.50 - 17.00	642	226	1	4	0	36	0	3	0	0	0	0
	17.00 - 17.10	654	257	6	6	0	35	2	0	0	0	0	0
	17.10 - 17.20	659	263	3	0	0	28	0	1	0	0	0	0
	17.20 - 17.30	668	269	2	4	0	36	1	0	0	0	0	0
	17.30 - 17.40	673	275	4	7	0	39	0	0	0	0	0	0
	17.40 - 17.50	669	279	0	0	0	42	1	0	0	0	0	0
	17.50 - 18.00	675	281	2	5	0	45	0	1	0	0	0	0

Arteri Sekunder: Jl. Urip Sumoharjo

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	2981	938	43	18	6	8	6	2	1	0	0	0
	06.10 - 06.20	3178	862	40	14	2	13	2	3	2	1	0	0
	06.20 - 06.30	2672	1025	25	12	3	13	0	1	0	0	0	0
	06.30 - 06.40	2831	1224	35	17	4	19	3	3	2	0	0	0
	06.40 - 06.50	2716	1153	41	16	4	11	6	8	3	0	0	0
	06.50 - 07.00	2712	1180	33	25	6	11	1	1	0	0	0	0
	07.00 - 07.10	2550	730	27	17	2	22	6	2	0	0	0	0
	07.10 - 07.20	2908	805	25	27	3	27	0	0	2	0	0	0
	07.20 - 07.30	2833	693	24	19	3	32	3	0	3	0	0	0
	07.30 - 07.40	2962	755	24	19	4	25	3	2	2	0	0	0
	07.40 - 07.50	2985	677	28	23	12	35	0	1	1	0	0	0
	07.50 - 08.00	2566	678	22	19	4	35	0	0	1	0	0	0
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	1716	836	14	25	1	23	6	2	0	0	0	0
	16.10 - 16.20	1691	843	20	19	2	28	4	0	0	0	0	0
	16.20 - 16.30	1694	833	17	16	2	20	4	4	2	0	0	0
	16.30 - 16.40	1670	778	17	18	1	21	0	0	0	0	0	0
	16.40 - 16.50	1626	806	14	18	0	21	2	1	0	0	0	0
	16.50 - 17.00	1565	798	11	11	0	21	0	0	1	0	0	0
	17.00 - 17.10	1641	783	9	12	0	33	2	1	0	0	0	0
	17.10 - 17.20	1612	798	12	13	1	24	0	1	0	0	0	0
	17.20 - 17.30	1638	839	12	18	1	20	0	0	0	0	0	0
	17.30 - 17.40	1623	773	10	16	1	25	1	1	0	0	0	0
	17.40 - 17.50	1612	791	7	11	1	27	1	1	0	0	0	0
	17.50 - 18.00	1579	784	11	11	0	23	1	1	0	0	0	0

Arteri Sekunder: Jl. Embong Malang

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	1211	231	0	6	0	6	0	2	1	0	0	0
	06.10 - 06.20	1139	222	2	3	1	5	6	1	0	0	0	0
	06.20 - 06.30	1050	269	7	12	0	9	1	0	0	0	0	0
	06.30 - 06.40	1471	233	1	12	0	11	4	2	0	0	0	0
	06.40 - 06.50	1363	273	2	14	0	11	2	1	0	0	0	0
	06.50 - 07.00	1275	286	2	12	0	7	1	1	0	0	0	0
	07.00 - 07.10	1226	273	3	5	0	11	0	2	0	0	0	0
	07.10 - 07.20	1306	263	2	5	0	12	0	1	0	0	0	0
	07.20 - 07.30	1407	256	3	4	0	7	2	1	0	0	0	0
	07.30 - 07.40	1352	243	1	5	0	5	1	2	0	0	0	0
	07.40 - 07.50	1236	208	2	3	0	4	0	1	0	0	0	0
	07.50 - 08.00	1116	216	2	1	0	2	0	2	0	0	0	0
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	882	195	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0
	16.10 - 16.20	876	165	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0
	16.20 - 16.30	877	175	0	6	0	1	0	1	0	0	0	0
	16.30 - 16.40	891	201	0	4	2	0	0		0	0	0	0
	16.40 - 16.50	893	219	0	7	0	3	0	1	0	0	0	0
	16.50 - 17.00	875	217	0	9	1	1	0	0	0	0	0	0
	17.00 - 17.10	973	251	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0
	17.10 - 17.20	946	265	8	3	2	0	0	0	0	0	0	0
	17.20 - 17.30	963	236	9	5	2	0	0	0	0	0	0	0
	17.30 - 17.40	976	216	14	7	1	0	0	0	0	0	0	0
	17.40 - 17.50	932	221	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0
	17.50 - 18.00	991	245	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0

Arteri Sekunder: Jl. Panglima Sekunder

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	833	312	5	4	1	5	0	0	0	0	0	0
	06.10 - 06.20	781	284	6	6	3	7	1	0	0	0	0	0
	06.20 - 06.30	936	291	10	8	1	7	5	1	0	0	0	0
	06.30 - 06.40	981	273	4	3	1	3	0	2	0	0	0	0
	06.40 - 06.50	1119	261	6	2	2	6	1	0	0	0	0	0
	06.50 - 07.00	1033	248	3	1	2	2	0	2	0	0	0	0
	07.00 - 07.10	973	323	6	4	3	10	2	1	0	0	0	0
	07.10 - 07.20	920	374	8	2	3	16	0	5	0	0	0	0
	07.20 - 07.30	873	318	4	0	1	16	1	1	0	0	0	0
	07.30 - 07.40	891	302	5	3	0	13	0	1	0	0	0	0
	07.40 - 07.50	903	296	3	0	1	9	0	2	0	0	0	0
	07.50 - 08.00	866	284	4	2	1	12	1	1	0	0	0	0
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	830	357	2	7	0	5	0	2	0	0	0	0
	16.10 - 16.20	836	341	3	6	0	4	1	0	0	0	0	0
	16.20 - 16.30	833	350	0	4	0	4	0	1	0	0	0	0
	16.30 - 16.40	847	362	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0
	16.40 - 16.50	858	373	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0
	16.50 - 17.00	861	381	3	4	0	6	0	0	0	0	0	0
	17.00 - 17.10	871	386	2	7	0	2	0	2	0	0	0	0
	17.10 - 17.20	866	379	1	6	0	4	0	0	0	0	0	0
	17.20 - 17.30	861	383	3	6	0	3	2	0	0	0	0	0
	17.30 - 17.40	868	389	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0
	17.40 - 17.50	879	392	0	7	0	2	0	2	0	0	0	0
	17.50 - 18.00	881	403	3	5	1	4	0	1	1	0	0	0

Arteri Sekunder: Jl. Indrapura

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	1069	201	7	8	3	5	4	4	0	1	0	0
	06.10 - 06.20	1042	181	10	8	2	6	4	3	1	0	0	0
	06.20 - 06.30	1026	155	12	5	2	8	4	3	1	0	0	0
	06.30 - 06.40	1003	132	15	3	1	3	2	3	1	1	0	0
	06.40 - 06.50	1077	142	8	6	0	7	3	2	0	0	0	0
	06.50 - 07.00	1044	190	6	4	2	8	5	3	0	0	0	0
	07.00 - 07.10	1059	183	12	7	2	9	5	2	0	0	1	1
	07.10 - 07.20	1086	156	7	5	3	13	9	4	2	1	0	0
	07.20 - 07.30	1032	147	8	5	2	15	7	1	0	1	0	0
	07.30 - 07.40	1011	128	10	4	4	10	11	2	0	1	0	0
	07.40 - 07.50	1009	131	8	4	5	12	8	2	1	0	1	1
	07.50 - 08.00	1006	124	8	6	5	15	10	3	2	0	0	0
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	941	101	6	4	1	7	6	2	1	0	0	0
	16.10 - 16.20	951	109	3	3	1	9	7	1	2	1	0	0
	16.20 - 16.30	962	116	5	2	2	11	4	0	3	0	0	0
	16.30 - 16.40	971	119	6	2	1	8	5	0	1	0	0	0
	16.40 - 16.50	982	114	6	0	1	15	9	0	0	0	0	0
	16.50 - 17.00	971	129	10	2	0	7	7	0	0	0	0	0
	17.00 - 17.10	1011	129	7	4	2	6	4	1	1	0	0	0
	17.10 - 17.20	1021	131	9	3	2	7	5	1	0	0	0	0
	17.20 - 17.30	1032	149	10	2	0	9	6	0	0	0	0	0
	17.30 - 17.40	1045	145	14	1	0	14	6	0	0	0	0	0
	17.40 - 17.50	1059	159	8	2	3	10	4	2	0	0	0	0
	17.50 - 18.00	1075	172	15	4	2	8	7	1	0	0	0	0

Kolektor Primer: Jl. Basuki Rahmat

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	1578	432	3	4	0	5	0	2	0	0	0	0
	06.10 - 06.20	1564	461	2	6	2	4	1	0	0	0	0	0
	06.20 - 06.30	1647	453	2	2	1	3	0	0	0	0	0	0
	06.30 - 06.40	1656	447	5	3	0	6	0	1	0	0	0	0
	06.40 - 06.50	1529	382	6	6	1	3	1	4	0	0	0	0
	06.50 - 07.00	1508	379	2	4	0	4	2	2	0	0	0	0
	07.00 - 07.10	1502	351	5	6	0	5	0	1	0	0	0	0
	07.10 - 07.20	1498	362	3	8	5	9	2	0	0	0	0	0
	07.20 - 07.30	1483	334	0	3	3	7	0	2	0	0	0	0
	07.30 - 07.40	1465	342	1	7	0	11	1	1	0	0	0	0
	07.40 - 07.50	1453	356	0	4	6	4	0	1	0	0	0	0
	07.50 - 08.00	1432	361	2	3	0	6	0	0	0	0	0	0
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	1453	235	8	3	1	5	1	1	0	0	0	0
	16.10 - 16.20	1459	246	7	2	0	10	1	0	0	0	0	0
	16.20 - 16.30	1391	253	5	2	2	7	1	0	0	0	0	0
	16.30 - 16.40	1375	241	5	4	0	8	0	0	0	0	0	0
	16.40 - 16.50	1362	273	5	3	0	8	3	0	0	0	0	0
	16.50 - 17.00	1364	275	3	6	0	9	0	0	0	0	0	0
	17.00 - 17.10	1175	216	8	3	0	14	0	0	0	0	0	0
	17.10 - 17.20	1362	201	9	4	0	8	0	0	0	0	0	0
	17.20 - 17.30	1174	191	10	5	0	10	0	0	0	0	0	0
	17.30 - 17.40	1165	196	15	6	0	8	0	1	0	0	0	0
	17.40 - 17.50	1213	199	14	7	0	7	0	1	0	0	0	0
	17.50 - 18.00	1217	206	10	4	0	8	0	0	0	0	0	0

Kolektor Sekunder: Jl. Gubeng Pojok

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	1224	332	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0
	06.10 - 06.20	1163	328	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0
	06.20 - 06.30	1098	313	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
	06.30 - 06.40	978	304	2	2	0	3	0	0	0	0	0	0
	06.40 - 06.50	957	297	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0
	06.50 - 07.00	914	283	1	1	0	3	0	1	0	0	0	0
	07.00 - 07.10	897	281	1	2	0	1	1	1	0	0	0	0
	07.10 - 07.20	884	276	2	1	0	2	0	0	1	0	0	0
	07.20 - 07.30	881	272	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	07.30 - 07.40	873	267	1	3	0	1	1	1	0	0	0	0
	07.40 - 07.50	869	261	0	2	0	3	2	0	0	0	0	0
	07.50 - 08.00	862	256	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	1192	191	6	6	0	8	1	1	0	0	0	0
	16.10 - 16.20	1121	175	3	3	0	7	0	2	0	0	0	0
	16.20 - 16.30	1195	166	2	5	1	10	0	0	0	0	0	0
	16.30 - 16.40	1173	171	4	3	1	9	0	0	0	0	0	0
	16.40 - 16.50	1186	182	5	2	0	11	0	0	0	0	0	0
	16.50 - 17.00	1175	188	4	5	0	7	0	0	0	0	0	0
	17.00 - 17.10	1165	201	3	7	2	9	1	1	0	0	0	0
	17.10 - 17.20	1121	206	2	8	0	7	2	0	0	0	0	0
	17.20 - 17.30	1156	201	4	3	1	8	1	2	0	0	0	0
	17.30 - 17.40	1176	217	3	3	1	3	0	0	0	0	0	0
	17.40 - 17.50	1189	291	5	4	0	4	1	0	0	0	0	0
	17.50 - 18.00	1175	191	9	5	0	5	0	0	0	0	0	0

Kolektor Sekunder: Jl. Kedungdoro

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	1014	210	4	5	1	3	3	0	0	0	0	0
	06.10 - 06.20	1001	225	3	5	0	5	1	0	0	0	0	0
	06.20 - 06.30	993	202	5	6	0	9	0	0	0	0	0	0
	06.30 - 06.40	1036	205	5	2	2	8	2	1	0	0	0	0
	06.40 - 06.50	1070	218	6	4	1	4	0	0	0	0	0	0
	06.50 - 07.00	1137	203	5	2	0	6	1	0	0	0	0	0
	07.00 - 07.10	1001	199	4	4	1	5	0	0	0	0	0	0
	07.10 - 07.20	1035	218	5	4	1	8	0	0	0	0	0	0
	07.20 - 07.30	1046	233	5	1	2	5	1	1	0	0	0	0
	07.30 - 07.40	1010	235	5	3	0	9	3	0	0	0	0	0
	07.40 - 07.50	1012	286	4	6	2	7	0	0	0	0	0	0
	07.50 - 08.00	946	243	7	1	1	5	0	0	0	0	0	0
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	1065	365	12	7	0	13	1	0	0	0	0	0
	16.10 - 16.20	1106	378	11	4	0	12	2	1	0	0	0	0
	16.20 - 16.30	1187	373	13	3	0	14	0	2	0	0	0	0
	16.30 - 16.40	1149	397	13	6	0	11	1	1	0	0	0	0
	16.40 - 16.50	1145	397	17	6	0	16	0	0	0	0	0	0
	16.50 - 17.00	1210	422	8	6	0	15	0	0	0	0	0	0
	17.00 - 17.10	1226	370	10	7	0	8	1	1	0	0	0	0
	17.10 - 17.20	1227	395	12	7	0	11	2	2	0	0	0	0
	17.20 - 17.30	1207	402	9	8	0	8	0	0	0	0	0	0
	17.30 - 17.40	1212	448	12	8	0	9	1	0	0	0	0	0
	17.40 - 17.50	1273	392	9	5	0	12	0	0	0	0	0	0
	17.50 - 18.00	1212	406	12	6	0	8	0	0	0	0	0	0

Kolektor Sekunder: Jl. Pemuda

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	766	274	8	6	0	9	1	1	0	0	0	0
	06.10 - 06.20	775	277	7	10	1	8	7	0	0	0	0	0
	06.20 - 06.30	785	267	10	0	1	11	3	0	0	0	0	0
	06.30 - 06.40	760	332	10	4	0	11	3	0	0	0	0	0
	06.40 - 06.50	722	299	9	5	1	12	0	1	0	0	0	0
	06.50 - 07.00	751	286	10	4	0	11	3	0	0	1	0	0
	07.00 - 07.10	732	269	8	6	0	8	2	0	0	0	0	0
	07.10 - 07.20	721	252	8	5	1	9	1	0	0	0	0	0
	07.20 - 07.30	718	239	7	4	0	9	1	1	0	0	0	0
	07.30 - 07.40	706	224	10	5	1	10	2	0	0	0	0	0
	07.40 - 07.50	698	213	9	5	0	8	1	0	0	0	0	0
	07.50 - 08.00	712	228	8	6	1	8	1	0	0	0	0	0
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	792	176	7	3	1	10	1	0	0	0	0	0
	16.10 - 16.20	782	201	9	2	0	16	0	0	0	0	0	0
	16.20 - 16.30	793	216	10	6	0	11	2	1	0	0	0	0
	16.30 - 16.40	729	227	11	2	0	8	0	1	0	0	0	0
	16.40 - 16.50	736	231	6	3	0	14	0	2	0	0	0	0
	16.50 - 17.00	743	245	9	4	0	7	0	0	0	0	0	0
	17.00 - 17.10	793	275	10	4	2	9	0	2	0	0	0	0
	17.10 - 17.20	797	236	12	3	0	4	0	0	0	0	0	0
	17.20 - 17.30	829	274	10	6	0	7	0	0	0	0	0	0
	17.30 - 17.40	836	296	9	2	2	5	0	0	0	0	0	0
	17.40 - 17.50	843	275	7	3	1	6	0	0	1	0	0	0
	17.50 - 18.00	852	209	8	2	1	5	1	0	0	0	0	0

Kolektor Sekunder: Jl. Kedung Cowek

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	968	159	6	2	0	19	9	3	5	0	0	0
	06.10 - 06.20	1012	147	4	6	0	18	8	3	0	1	3	0
	06.20 - 06.30	1014	166	5	3	0	20	7	2	6	2	0	2
	06.30 - 06.40	1013	194	6	2	0	16	5	4	8	2	0	0
	06.40 - 06.50	968	184	5	3	0	24	4	0	4	1	0	0
	06.50 - 07.00	1035	168	5	4	0	18	3	3	9	0	2	0
	07.00 - 07.10	849	150	4	7	1	23	11	1	2	1	0	1
	07.10 - 07.20	500	131	3	3	0	27	13	2	4	2	0	0
	07.20 - 07.30	737	173	5	3	2	21	17	0	3	0	2	2
	07.30 - 07.40	654	130	4	4	1	28	10	3	4	2	1	0
	07.40 - 07.50	870	146	1	4	0	16	9	5	3	1	0	1
	07.50 - 08.00	650	151	2	3	0	15	10	0	2	0	0	1
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	876	161	9	3	0	48	11	6	7	1	0	2
	16.10 - 16.20	870	166	3	10	0	47	17	7	9	0	0	5
	16.20 - 16.30	904	172	7	13	1	40	7	3	10	1	1	2
	16.30 - 16.40	892	166	6	8	2	54	6	3	5	2	0	3
	16.40 - 16.50	877	159	5	11	0	48	20	8	4	3	0	3
	16.50 - 17.00	990	156	6	12	3	54	8	2	4	1	0	4
	17.00 - 17.10	901	168	9	5	0	37	10	8	8	0	0	5
	17.10 - 17.20	917	153	13	7	2	35	14	8	7	0	0	3
	17.20 - 17.30	909	169	7	1	1	25	16	7	7	1	2	5
	17.30 - 17.40	906	155	8	5	0	29	21	7	3	0	0	4
	17.40 - 17.50	912	158	9	2	0	28	24	4	7	3	0	4
	17.50 - 18.00	910	143	6	1	2	29	16	2	8	0	0	2

Lokal: Jl. Gemblongan

Waktu		Jenis Kendaraan											
Periode	Rentang	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Mini Bus	Pick Up / Box	Mini Truck	Bus Besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk Gandeng	Trailer
Jam Puncak I	06.00 - 06.10	697	192	3	1	0	4	0	1	0	0	0	0
	06.10 - 06.20	727	224	5	2	0	3	0	0	0	0	0	0
	06.20 - 06.30	774	173	6	6	0	5	1	3	1	0	0	0
	06.30 - 06.40	641	205	3	2	1	5	0	0	0	0	0	0
	06.40 - 06.50	668	197	6	3	0	6	1	1	1	0	0	0
	06.50 - 07.00	693	168	4	3	0	4	0	0	0	0	0	0
	07.00 - 07.10	672	152	6	0	0	8	0	2	0	0	0	0
	07.10 - 07.20	643	135	4	2	0	11	0	0	0	0	0	0
	07.20 - 07.30	615	157	4	4	0	6	0	0	0	0	0	0
	07.30 - 07.40	584	128	3	1	1	9	0	3	0	0	0	0
	07.40 - 07.50	610	123	5	0	0	7	0	0	0	0	0	0
	07.50 - 08.00	577	131	3	0	1	6	0	0	0	0	0	0
Jam Puncak II	16.00 - 16.10	280	143	1	0	0	7	2	0	2	0	0	0
	16.10 - 16.20	286	146	0	2	0	8	0	2	0	0	0	0
	16.20 - 16.30	281	140	2	0	0	8	0	1	0	0	0	0
	16.30 - 16.40	293	145	0	0	0	6	1	0	1	0	0	0
	16.40 - 16.50	296	142	0	2	1	4	0	0	0	0	0	0
	16.50 - 17.00	292	144	0	4	0	7	0	0	0	0	0	0
	17.00 - 17.10	279	150	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
	17.10 - 17.20	283	139	0	2	0	3	0	1	0	0	0	0
	17.20 - 17.30	267	142	1	2	0	3	0	0	0	0	0	0
	17.30 - 17.40	270	146	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0
	17.40 - 17.50	286	145	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0
	17.50 - 18.00	279	140	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0

Lampiran 3

PERHITUNGAN EMISI CO_2 KEGIATAN TRANSPORTASI

Arteri Primer: Jl. Diponegoro

Emisi CO_2	Sepeda Motor	Mobil bensin	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Kecil	Truk Besar	Satuan
Jumlah Kendaraan (n)	9.575	3.033	3	3	8	1	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2.597,86	2.597,86	2.924,9	2.924,9	2.924,9	2.924,9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0,0266	0,1179	0,1183	0,1689	0,1064	0,1582	L/km
Emisi CO_2	661.627,40	929.047,15	1.124,55	1.482,05	2.567,48	385,60	g/jam
	661,6	929,0	1,1	1,5	2,6	0,4	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	1.596,2						kg CO_2/jam. Km

Jl. Arjuno

Emisi CO_2	Sepeda Motor	Mobil bensin	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Kecil	Truk Besar	Satuan
Jumlah Kendaraan (n)	7.390	2.021	78	3	2	31	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2.597,86	2.597,86	2.924,9	2.924,9	2.924,9	2.924,9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0,0266	0,1179	0,1183	0,1689	0,1064	0,1582	L/km
Emisi CO_2	510.637,18	618.854,29	26.902,72	1.235,04	544,62	14.459,97	g/jam
	510,6	618,9	26,9	1,2	0,5	14,5	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	1.172,6						kg CO_2/jam. Km

Jl. Perak Barat

Emisi CO_2	**Sepeda Motor**	**Mobil bensin**	**Bus Kecil**	**Bus Besar**	**Truk Kecil**	**Truk Besar**	**Satuan**
Jumlah Kendaraan (n)	7.435	1.081	8	2	30	62	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2.597,86	2.597,86	2.924,9	2.924,9	2.924,9	2.924,9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0,0266	0,1179	0,1183	0,1689	0,1064	0,1582	L/km
Emisi CO_2	513.781,37	331.097	2.681,62	988,03	9.336,28	28.457,23	g/jam
	513,8	331,1	2,7	1,0	9,3	28,5	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	886,3						kg CO_2/jam. Km

Jl. Perak Timur

Emisi CO_2	**Sepeda Motor**	**Mobil bensin**	**Bus Kecil**	**Bus Besar**	**Truk Kecil**	**Truk Besar**	**Satuan**
Jumlah Kendaraan (n)	6.089	1.173	7	5	48	37	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2..597,86	2.597,86	2.924,9	2.924,9	2.924,9	2.924,9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0,0266	0,1179	0,1183	0,1689	0,1064	0,1582	L/km
Emisi CO_2	420.785,91	359.352,04	2.249,10	2.470,08	14.860,25	17.236,29	g/jam
	420,8	359,4	2,2	2,5	14,9	17,2	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	817,0						kg CO_2/jam. Km

Arteri Sekunder: Jl. Mayjend Soengkono

Emisi CO_2	**Sepeda Motor**	**Mobil bensin**	**Bus Kecil**	**Bus Besar**	**Truk Kecil**	**Truk Besar**	**Satuan**
Jumlah Kendaraan (n)	9.924	3.145	4	5	7	1	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2.597,86	2.597,86	2.924,9	2.924,9	2.924,9	2.924,9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0,0266	0,1179	0,1183	0,1689	0,1064	0,1582	L/km
Emisi CO_2	685.778,93	963.198,23	1.384,06	2.346,57	2.022,86	327,76	g/jam
	685,8	963,2	1,4	2,3	2,0	0,3	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	1.655,1						kg CO_2/jam. Km

Jl. Prof. Dr. Moestopo

Emisi CO_2	**Sepeda Motor**	**Mobil bensin**	**Bus Kecil**	**Bus Besar**	**Truk Kecil**	**Truk Besar**	**Satuan**
Jumlah Kendaraan (n)	8.586	3.324	4	6	13	0	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2.597,86	2.597,86	2.924,9	2.924,9	2.924,9	2.924,9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0,0266	0,1179	0,1183	0,1689	0,1064	0,1582	L/km
Emisi CO_2	593.319,01	1.018.023,72	1.297,56	3.087,60	3.967,92	0,00	g/jam
	593,3	1.018,0	1,3	3,1	4,0	0,0	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	1.619,7						kg CO_2/jam. Km

Jl. Kertajaya Indah

Emisi CO_2	**Sepeda Motor**	**Mobil bensin**	**Bus Kecil**	**Bus Besar**	**Truk Kecil**	**Truk Besar**	**Satuan**
Jumlah Kendaraan (n)	10.137	2.815	8	6	7	1	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2.597,86	2.597,86	2.924,9	2.924,9	2.924,9	2.924,9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0,0266	0,1179	0,1183	0,1689	0,1064	0,1582	L/km
Emisi CO_2	700.480,61	862.046,71	2.595,12	2.964,09	2.022,86	347,04	g/jam
	700,5	862,0	2,6	3,0	2,0	0,3	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	1.570,5						kg CO_2/jam. Km

Jl. Bubutan

Emisi CO_2	**Sepeda Motor**	**Mobil bensin**	**Bus Kecil**	**Bus Besar**	**Truk Kecil**	**Truk Besar**	**Satuan**
Jumlah Kendaraan (n)	3.713	1.764	0	6	7	0	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2.597,86	2.597,86	2.924,9	2.924,9	2.924,9	2.924,9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0,0266	0,1179	0,1183	0,1689	0,1064	0,1582	L/km
Emisi CO_2	256.545,17	540.291,49	0,00	2.717,09	2.022,86	134,96	g/jam
	256,5	540,,3	0,0	2,7	2,0	0,1	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	801,7						kg CO_2/jam. Km

Jl. Urip Sumoharjo

Emisi CO_2	**Sepeda Motor**	**Mobil bensin**	**Bus Kecil**	**Bus Besar**	**Truk Kecil**	**Truk Besar**	**Satuan**
Jumlah Kendaraan (n)	13390	5383	16	9	13	2	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2597.86	2597.86	2924.9	2924.9	2924.9	2924.9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0.0266	0.1179	0.1183	0.1689	0.1064	0.1582	L/km
Emisi CO_2	925307.46	1648593.51	5449.75	4322.64	3967.92	790.48	g/jam
	925.3	1648.6	5.4	4.3	4.0	0.8	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	2588.4						kg CO_2/jam. Km

Jl. Embong Malang

Emisi CO_2	**Sepeda Motor**	**Mobil bensin**	**Bus Kecil**	**Bus Besar**	**Truk Kecil**	**Truk Besar**	**Satuan**
Jumlah Kendaraan (n)	6557	1445	3	5	4	0	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2597.86	2597.86	2924.9	2924.9	2924.9	2924.9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0.0266	0.1179	0.1183	0.1689	0.1064	0.1582	L/km
Emisi CO_2	453091.59	442432.57	865.04	2223.07	1322.64	19.28	g/jam
	453.1	442.4	0.9	2.2	1.3	0.0	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	900.0						kg CO_2/jam. Km

Jl. Panglima Sudirman

Emisi CO_2	**Sepeda Motor**	**Mobil bensin**	**Bus Kecil**	**Bus Besar**	**Truk Kecil**	**Truk Besar**	**Satuan**
Jumlah Kendaraan (n)	5350	2072	5	6	4	0	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2597.86	2597.86	2924.9	2924.9	2924.9	2924.9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0.0266	0.1179	0.1183	0.1689	0.1064	0.1582	L/km
Emisi CO_2	369701.46	634474.96	1730.08	2964.09	1089.23	115.68	g/jam
	369.7	634.5	1.7	3.0	1.1	0.1	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	1010.1						kg CO_2/jam. Km

Jl. Indrapura

Emisi CO_2	**Sepeda Motor**	**Mobil bensin**	**Bus Kecil**	**Bus Besar**	**Truk Kecil**	**Truk Besar**	**Satuan**
Jumlah Kendaraan (n)	6121	940	12	10	36	5	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2597.86	2597.86	2924.9	2924.9	2924.9	2924.9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0.0266	0.1179	0.1183	0.1689	0.1064	0.1582	L/km
Emisi CO_2	422997.20	287833.86	3979.18	4940.16	11047.93	2082.24	g/jam
	423.0	287.8	4.0	4.9	11.0	2.1	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	732.9						kg CO_2/jam. Km

Kolektor Primer: Jl. Basuki Rahmat

Emisi CO_2	**Sepeda Motor**	**Mobil bensin**	**Bus Kecil**	**Bus Besar**	**Truk Kecil**	**Truk Besar**	**Satuan**
Jumlah Kendaraan (n)	8506	1890	5	4	3	0	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2597.86	2597.86	2924.9	2924.9	2924.9	2924.9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0.0266	0.1179	0.1183	0.1689	0.1064	0.1582	L/km
Emisi CO_2	587808.04	578807.17	1816.58	2099.57	1011.43	0.00	g/jam
	587.8	578.8	1.8	2.1	1.0	0.0	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	1171.5						kg CO_2/jam. Km

Kolektor Sekunder: Jl. Gubeng Pojok

Emisi CO_2	**Sepeda Motor**	**Mobil bensin**	**Bus Kecil**	**Bus Besar**	**Truk Kecil**	**Truk Besar**	**Satuan**
Jumlah Kendaraan (n)	6406	1488	2	3	3	0	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2597.86	2597.86	2924.9	2924.9	2924.9	2924.9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0.0266	0.1179	0.1183	0.1689	0.1064	0.1582	L/km
Emisi CO_2	442674.30	455832.66	519.02	1235.04	933.63	57.84	g/jam
	442.7	455.8	0.5	1.2	0.9	0.1	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	901.3						kg CO_2/jam. Km

Jl. Kedungdoro

Emisi CO_2	**Sepeda Motor**	**Mobil bensin**	**Bus Kecil**	**Bus Besar**	**Truk Kecil**	**Truk Besar**	**Satuan**
Jumlah Kendaraan (n)	6630	1914	3	2	5	0	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2597.86	2597.86	2924.9	2924.9	2924.9	2924.9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0.0266	0.1179	0.1183	0.1689	0.1064	0.1582	L/km
Emisi CO_2	458153.39	586081.50	951.54	1111.54	1478.24	0.00	g/jam
	458.2	586.1	1.0	1.1	1.5	0.0	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	1047.8						kg CO_2/jam. Km

Jl. Pemuda

Emisi CO_2	**Sepeda Motor**	**Mobil bensin**	**Bus Kecil**	**Bus Besar**	**Truk Kecil**	**Truk Besar**	**Satuan**
Jumlah Kendaraan (n)	4593	1582	3	2	7	1	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2597.86	2597.86	2924.9	2924.9	2924.9	2924.9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0.0266	0.1179	0.1183	0.1689	0.1064	0.1582	L/km
Emisi CO_2	317373.15	484623.70	1124.55	1111.54	2256.27	231.36	g/jam
	317.4	484.6	1.1	1.1	2.3	0.2	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	806.7						kg CO_2/jam. Km

Jl. Kedung Cowek

Emisi CO_2	**Sepeda Motor**	**Mobil bensin**	**Bus Kecil**	**Bus Besar**	**Truk Kecil**	**Truk Besar**	**Satuan**
Jumlah Kendaraan (n)	5284	1012	4	23	69	41	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2597.86	2597.86	2924.9	2924.9	2924.9	2924.9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0.0266	0.1179	0.1183	0.1689	0.1064	0.1582	L/km
Emisi CO_2	365106.10	309886.57	1297.56	11238.86	21473.45	18855.81	g/jam
	365.1	309.9	1.3	11.2	21.5	18.9	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	727.9						kg CO_2/jam. Km

Lokal: Jl. Gemblongan

Emisi CO_2	**Sepeda Motor**	**Mobil bensin**	**Bus Kecil**	**Bus Besar**	**Truk Kecil**	**Truk Besar**	**Satuan**
Jumlah Kendaraan (n)	2823	964	1	4	1	1	kendaraan/jam
Faktor Emisi (FE)	2597.86	2597.86	2924.9	2924.9	2924.9	2924.9	g/L
Lonsumsi energi Spesifik (K)	0.0266	0.1179	0.1183	0.1689	0.1064	0.1582	L/km
Emisi CO_2	195095.26	295184.77	346.02	1852.56	389.01	385.60	g/jam
	195.1	295.2	0.3	1.9	0.4	0.4	kg CO_2/jam
Total Emisi CO_2	493.3						kg CO_2/jam. Km

Lampiran 4

DATA PERHITUNGAN RATA-RATA EMISI CO_2 DARI KEGIATAN TRANSPORTASI TIAP TAHUN

2016

Fungsi Jalan	Emisi Rata-rata (kg CO_2/jam.km)
Arteri Primer	1025.0
Arteri Sekunder	1470.5
Kolektor Primer	1280.1
Kolektor Sekunder	826.8
Lokal	507.7

2017

Fungsi Jalan	Emisi Rata-rata (kg CO_2/jam.km)
Arteri Primer	994.5
Arteri Sekunder	1519.8
Kolektor Primer	714.4
Kolektor Sekunder	1036.6
Lokal	819.8

2018

Fungsi Jalan	Emisi Rata-rata (kg CO_2/jam.km)
Arteri Primer	1268.5
Arteri Sekunder	1507.0
Kolektor Primer	1813.8
Kolektor Sekunder	1122.4
Lokal	1274.8

2019

Fungsi Jalan	Emisi Rata-rata (kg CO_2/jam.km)
Arteri Primer	1118.0
Arteri Sekunder	1359.78
Kolektor Primer	1171.54
Kolektor Sekunder	870.90
Lokal	493.25

Kecamatan	Emisi CO_2 (ton CO_2/tahun)			
	2016	2017	2018	2019
Rungkut	166312.69	246074.59	350274.63	164516.14
Tenggilis Mejoyo	83770.07	110731.52	139446.10	83336.73
Gunung Anyar	124929.30	181753.13	256162.97	122872.92
Wonokromo	72414.98	89268.27	104334.92	70211.71
Wonocolo	177808.17	209371.15	246009.31	171737.48
Gayungan	78009.66	113707.27	156718.20	35756.86
Jambangan	73553.08	97870.07	126681.92	71974.84
Total Emisi (ton CO_2/tahun)	776797.95	1048775.98	1379628.05	720406.69

Lampiran 5

DATA JUMLAH INDUSTRI DI ZONA TENGGARA KOTA SURABAYA 2016-2019

Kecamatan	Jumlah Industri Besar				Jumlah Industri Sedang			
	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019
Rungkut	12	15	9	12	4	1	4	3
Tenggilis Mejoyo	15	10	12	16	3	21	6	11
Gunung Anyar	8	11	8	9	6	8	3	6
Wonokromo	2	1	0	0	1	0	1	1
Wonocolo	0	0	0	0	0	2	1	1
Gayungan	2	3	2	2	0	1	1	1
Jambangan	1	0	0	0	0	0	0	0
Total	40	40	30	40	14	33	16	22

DATA PERHITUNGAN EMISI CO_2 KEGIATAN INDUSTRI DI ZONA TENGGARA KOTA SURABAYA 2016-2019

Kecamatan	Tahun			
	2016	2017	2018	2019
Rungkut	345.04	425.89	259.69	343.24
Tenggilis Mejoyo	428.60	311.46	333.83	467.28
Gunung Anyar	234.54	322.16	216.56	262.39
Wonokromo	57.96	28.30	1.81	1.81
Wonocolo	0.00	2.71	0.90	0.90
Gayungan	56.60	86.26	52.79	66.94
Jambangan	28.30	0.20	9.43	9.43
Total Emisi (Ton CO_2/bulan)	1151.05	1176.98	875.00	1152.00

Lampiran 6

DATA PENDUDUK ZONA TENGGARA KOTA SURABAYA 2010-2018

Kecamatan	Tahun								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Surabaya Timur									
Rungkut	97715	102208	107954	112200	104046	108494	112412	115501	121084
Tenggilis Mejoyo	52290	54761	57426	58965	54861	56482	58107	59149	72467
Gunung Anyar	48050	50760	53592	55781	52120	54127	56194	57806	62120
Surabaya Selatan									
Wonokromo	69358	66465	73166	66476	65381	62460	64027	64804	65130
Wonocolo	77980	81512	84817	86815	78337	80436	82387	83735	80276
Gayungan	45789	47439	49086	50269	44092	45415	46451	47286	42717
Jambangan	45170	47419	49640	51290	47548	49310	50789	51888	46430
TOTAL	436352	450564	475681	481796	446385	456724	470367	480169	490224

DATA PERHITUNGAN EMISI CO_2 RESPIRASI MANUSIA ZONA TENGGARA KOTA SURABAYA 2016-2019

Kecamatan	Tahun			
	2016	2017	2018	2019
Rungkut	126261.16	129730.72	136001.55	137749.25
Tenggilis Mejoyo	65265.78	66436.16	81394.93	82440.63
Gunung Anyar	63117.10	64927.70	69773.18	70669.50
Wonokromo	71915.13	72787.85	73154.02	74094.13
Wonocolo	92537.08	94051.15	90166.00	91325.15
Gayungan	52173.76	53111.64	47979.73	48596.37
Jambangan	57046.20	58280.60	52150.18	52820.73
Total Emisi (ton CO_2/tahun)	528316.21	539325.82	550619.60	557695.76

Lampiran 7

DATA HEWAN TERNAK DI ZONA TENGGARA KOTA SURABAYA 2011-2019

Kecamatan	Tahun								
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Surabaya Timur									
Rungkut	3166	3340	2791	1714	2826	2117	1549	1686	1,620
Tenggilis Mejoyo	829	875	731	449	740	554	406	441	424
Gunung Anyar	1458	1539	1286	790	1302	975	713	777	746
Surabaya Selatan									
Wonokromo	305	322	269	165	272	204	149	162	156
Wonocolo	1017	1073	896	550	908	680	497	541	521
Gayungan	912	962	804	494	814	610	446	485	467
Jambangan	629	664	555	341	562	421	308	335	322
TOTAL	8317	8774	7331	4502	7423	5561	4068	4428	4256

DATA PERHITUNGAN EMISI CO_2 RESPIRASI HEWAN TERNAK ZONA TENGGARA KOTA SURABAYA 2016-2019

Kecamatan	Tahun			
	2016	2017	2018	2019
Rungkut	1297.27	949.04	1033.02	992.61
Tenggilis Mejoyo	339.70	248.51	270.51	259.79
Gunung Anyar	597.55	437.15	475.84	457.09
Wonokromo	124.93	91.39	99.48	95.58
Wonocolo	416.63	304.79	331.76	319.23
Gayungan	373.55	273.28	297.46	286.14
Jambangan	257.85	188.64	205.33	197.30
Total Emisi (ton CO_2/tahun)	3407.48	2492.80	2713.40	2607.74

Lampiran 8

DATA PERHITUNGAN DAYA SERAP RTH EKSISTING

TAMAN AKTIF

Kecamatan	Taman	Luas Taman (m^2)	Laju Serapan CO_2 ($\mu g/m^2$/tahun)	Total Daya Serap Taman (ton/tahun)	Total Daya Serap Taman (ton/tahun)
Rungkut	Taman Kunang-kunang	9681	1.038×10^{11}	1005.28	14144.32
	Taman Baruk Utara	426		44.24	
	Taman Kedung Baruk	2168.18		225.14	
	Kebun Bibit Wonorejo	87526.54		9088.76	
	Taman Pandugo	4878		506.53	
	Taman Penjaringan Timur III	402		41.74	
	Taman Medokan Asri Utara VIII	530		55.04	
	Taman Wonorejo Permai Utara	180		18.69	
	Fasum Perum Medokan Asri Barat Regency	1922		199.58	
	Fasum Wisma Penjaringan Asri	704.58		73.16	
	Kendalsari Depan KB Wonokromo	365.7		37.97	
	Medokan Asri Barat	4271.47		443.55	
	Medokan Asri Tengah	219		22.74	
	Penjaringan Sari	1514.99		157.32	
	Perum Pandugo	493.1		51.20	
	Rungkut Asri	6541.92		679.31	
	Rungkut Asri Timur	1136.74		118.04	
	Rungkut Kidul	12438.4		1291.60	
	Wonorejo Permai Timur	162		16.82	
	Rungkut Mejoyo	651		67.60	

Kecamatan	Taman	Luas Taman (m^2)	Laju Serapan CO_2 ($\mu g/m^2$/tahun)	Total Daya Serap Taman (ton/tahun)	Total Daya Serap Taman (ton/tahun)
Tenggilis Mejoyo	Kutisari Indah Barat VII	937	1.038E+11	97.30	621.79
	Kutisari Indah Barat VI	412		42.78	
	Tenggilis	3648		378.81	
	Tenggilis Barat I	214		22.22	
	Tenggilis Bar	777		80.68	
Gunung Anyar	Taman Gunung Anyar Timur	3060	1.038×10^{11}	317.75	413.59
	Rungkut Menanggal	156		16.20	
	Ex Pengganti ganjaran Kel. Margorejo	191		19.83	
	Gunung Anyar (Royal Paka)	255		26.48	
	Rusun Gunung Anyar	321		33.33	
Wonokromo	Mayangkara	7440	1.038×10^{11}	772.57	772.57
Wonocolo	Taman Kawasan Sidosermo	427	1.038×10^{11}	44.34	67.96
	Jemursari	227.44		23.62	
Gayungan	Taman Pelangi	5542	1.038×10^{11}	575.48	641.32
	Gayungsari IV	335		34.79	
	Kertomenanggal I	299		31.05	
Jambangan	Taman Kebonsari	360	1.038×10^{11}	37.38	485.71
	Sentra PKL Jambangan	668		69.37	
	Jangkar	1440.5		149.58	
	Fasuh Karah Agung	930		96.57	
	Karah Indah	880		91.38	
	Rusun Jambangan	399		41.43	
Total Luas		165131.56		17147	17147.26

TAMAN PASIF

Kecamatan	Taman/Jalur Hijau	Luas Taman/Jalur Hijau (m^2)	Laju Serapan CO_2 ($\mu g/m^2$/tahun)	Total Daya Serap Taman (ton/tahun)	Total Daya Serap Taman (ton/tahun)
Rungkut	Hutan Kota Penjaringan	3000	1.038×10^{11}	311.52	3649.56
	Irian Barat	574.97		59.70	
	JH Jl. Pandugo Timur	1567		162.72	
	JH Depan Rumah Susun	150		15.58	
	JH Jl. Pandugo	964		100.10	
	Kedung Baruk	2816.14		292.43	
	Medokan Ayu	346		35.93	
	Merr Pandugo	2218.46		230.36	
	Penjaringan Sari	300.95		31.25	
	Rungkut Alang-alang	484		50.26	
	Rungkut Madya	3000		311.52	
	Rungkut Megah Raya	3060		317.75	
	Rungkut Mejoyo	262.35		27.24	
	Stren Kali Jl. Rungkut Madya	1971		204.67	
	YKP. Medokan Ayu	9042		938.92	
	Jl. Rungkut Kidul Pesantren	80		8.31	
	Kedung Baruk	2816.14		292.43	
	Kedung Baruk Samator	1821		189.09	
	Taman Baruk Utara	422		43.82	
	Nirwana Eksekutif	250		25.96	
Tenggilis Mejoyo	Bintang Diponegoro	7495	1.038×10^{11}	778.28	4606.37
	Hutan Kota Prapen	4300		446.51	
	Kalisumo	11680		1212.85	
	Kendangsari	775.14		80.49	
	Raya Tenggilis	16900		1754.90	
	Rot. Panjang Jiwo	722.31		75.00	

Kecamatan	Taman/Jalur Hijau	Luas Taman/Jalur Hijau (m^2)	Laju Serapan CO_2 ($\mu g/m^2$/tahun)	Total Daya Serap Taman (ton/tahun)	Total Daya Serap Taman (ton/tahun)
	Rot. Panjang Jiwo-Prapen	17.5		1.82	
	Stren Kali Jl. Panjang Jiwo	1777.3		184.55	
	Taman Depan Indogrosir	190		19.73	
	Prapen	503		52.23	
Gunung Anyar	Depan Depo Rungkut Kidul	140	1.038×10^{11}	14.54	591.94
	UPN Rungkut Madya	5057.5		525.17	
	MERR Gunung Anyar	503		52.23	
Wonokromo	Segitiga Menanggal	2840	1.038×10^{11}	294.91	3200.82
	A. Yani	7905		820.86	
	Frontage A Yani Barat	12600		1308.38	
	Gadung	30.73		3.19	
	Jagir Wonokromo	4600		477.66	
	Jagir Meble 2	2400		249.22	
	Segitiga A Yani Depan Royal Plaza	130		13.50	
	Jetis Kulon	213		22.12	
	Ubi Wonorejo	105.83		10.99	
Wonocolo	Margorejo Indah	50.5	1.038E+11	5.24	1597.02
	Jemursari	3430.6		356.23	
	Rot. Jemursari	107.22		11.13	
	Rot. Jemursari (Sisi Selatan)	132.2		13.73	
	Taman Sarono Jiwo	725		75.28	
	Taman Depan Pizza Hut Jemursari	342		35.51	
	Kendangsari III	409.75		42.55	
Gayungan	Gayungsari	363.17	1.038×10^{11}	37.71	1057.34
	Taman Gayungsari/pagesangan	5714		593.34	
	Stren kali Jl. Injoko	432.08		44.87	
	Wisma Pagesangan	973.9		101.13	

Kecamatan	Taman/Jalur Hijau	Luas Taman/Jalur Hijau (m^2)	Laju Serapan CO_2 ($\mu g/m^2$/tahun)	Total Daya Serap Taman (ton/tahun)	Total Daya Serap Taman (ton/tahun)
	The Gayungsari	2699.2		280.28	
Total Luas		131410.94		13645.71	13645.71

DATA PERHITUNGAN DAYA SERAP TOTAL RTH EKSISTING DI ZONA TENGGARA KOTA SURABAYA

Kecamatan	Luas RTH Eksisting (ha)			Luas Total RTH Eksisting (ha)	Laju Serapan CO_2 ($\mu g/m^2$/tahun)	Total Daya Serap RTH (ton/tahun)
	Taman Kota	Sempadan Sungai	Hutan Mangrove			
Rungkut	17.1	18.90	219.95	256.0	1.04E+11	265815.89
Tenggilis Mejoyo	5.0	0.18	0	5.2		5412.72
Gunung Anyar	1.0	0.20	88.42	89.6		93025.53
Wonokromo	3.8	0	0	3.8		3973.39
Wonocolo	0.6	0	0	0.6		1664.98
Gayungan	1.6	0.04	0	1.7		1743.52
Jambangan	0.5	0	0	0.5		485.71
Jumlah	29.7	19.3	308.4	357.3		372121.74

Lampiran 9

PERHITUNGAN PROYEKSI EMISI CO_2

PERHITUNGAN PROYEKSI EMISI CO_2 KEGIATAN TRANSPORTASI 2020-2045

Tahun	Kecamatan							Total Emisi (ton CO_2/tahun)
	Rungkut	Tenggilis Mejoyo	Gunung Anyar	Wonokromo	Wonocolo	Gayungan	Jambangan	
2019	164516.14	83336.73	122872.92	70211.71	171737.48	35756.86	71974.84	720406.69
2020	176,694.50	89,505.75	131,968.62	75,409.16	184,450.40	38,403.78	77,302.80	773735.02
2021	189,774.37	96,131.45	141,737.64	80,991.34	198,104.40	41,246.63	83,025.17	831010.99
2022	203,822.47	103,247.61	152,229.82	86,986.75	212,769.14	44,299.92	89,171.13	892526.83
2023	218,910.49	110,890.54	163,498.67	93,425.97	228,519.44	47,579.24	95,772.05	958596.41
2024	235,115.41	119,099.25	175,601.71	100,341.86	245,435.66	51,101.30	102,861.60	1029556.80
2025	252,519.90	127,915.61	188,600.68	107,769.70	263,604.11	54,884.09	110,475.97	1105770.06
2026	271,212.76	137,384.60	202,561.91	115,747.38	283,117.49	58,946.91	118,653.98	1187625.03
2027	291,289.37	147,554.54	217,556.62	124,315.62	304,075.35	63,310.47	127,437.38	1275539.34
2028	312,852.16	158,477.30	233,661.31	133,518.12	326,584.62	67,997.05	136,870.97	1369961.53
2029	336,011.14	170,208.64	250,958.16	143,401.84	350,760.14	73,030.55	147,002.89	1471373.35
2030	360,884.46	182,808.38	269,535.42	154,017.20	376,725.27	78,436.66	157,884.82	1580292.22
2031	387,599.05	196,340.83	289,487.86	165,418.38	404,612.48	84,242.96	169,572.30	1697273.84
2032	416,291.19	210,875.02	310,917.29	177,663.52	434,564.04	90,479.07	182,124.94	1822915.06
2033	447,107.27	226,485.11	333,933.04	190,815.12	466,732.77	97,176.81	195,606.79	1957856.90
2034	480,204.52	243,250.74	358,652.53	204,940.27	501,282.81	104,370.35	210,086.65	2102787.86
2035	515,751.81	261,257.45	385,201.90	220,111.03	538,390.43	112,096.40	225,638.37	2258447.38
2036	553,930.50	280,597.11	413,716.58	236,404.82	578,244.94	120,394.37	242,341.32	2425629.65
2037	594,935.37	301,368.40	444,342.08	253,904.76	621,049.70	129,306.60	260,280.71	2605187.63
2038	638,975.64	323,677.29	477,234.64	272,700.14	667,023.10	138,878.56	279,548.07	2798037.44
2039	686,276.01	347,637.60	512,562.08	292,886.85	716,399.69	149,159.09	300,241.71	3005163.03
2040	737,077.81	373,371.58	550,504.65	314,567.89	769,431.40	160,200.63	322,467.19	3227621.15
2041	791,640.22	401,010.53	591,255.92	337,853.87	826,388.79	172,059.54	346,337.93	3466546.79
2042	850,241.63	430,695.45	635,023.83	362,863.61	887,562.48	184,796.30	371,975.70	3723158.99

Tahun	Kecamatan							Total Emisi (ton CO_2/tahun)
	Rungkut	Tenggilis Mejoyo	Gunung Anyar	Wonokromo	Wonocolo	Gayungan	Jambangan	
2043	913,181.03	462,577.82	682,031.66	389,724.70	953,264.56	198,475.90	399,511.31	3998766.98
2044	980,779.53	496,820.28	732,519.26	418,574.19	1,023,830.27	213,168.14	429,085.26	4294776.93
2045	1,053,382.04	533,597.56	786,744.23	449,559.27	1,099,619.62	228,947.97	460,848.43	4612699.12

PERHITUNGAN PROYEKSI EMISI CO_2 KEGIATAN INDUSTRI 2020-2045

Tahun	Kecamatan							Total Emisi (ton CO_2/tahun)
	Rungkut	Tenggilis Mejoyo	Gunung Anyar	Wonokromo	Wonocolo	Gayungan	Jambangan	
2019	4118.87	5607.38	3148.73	21.67	10.83	803.30	113.21	13823.99
2020	4,118.89	5,607.41	3,148.76	21.69	10.86	803.33	113.24	13824.18
2021	4,118.92	5,607.43	3,148.79	21.72	10.89	803.35	113.26	13824.37
2022	4,118.95	5,607.46	3,148.82	21.75	10.92	803.38	113.29	13824.56
2023	4,118.98	5,607.49	3,148.84	21.78	10.94	803.41	113.32	13824.76
2024	4,119.00	5,607.52	3,148.87	21.80	10.97	803.44	113.35	13824.95
2025	4,119.03	5,607.54	3,148.90	21.83	11.00	803.46	113.37	13825.14
2026	4,119.06	5,607.57	3,148.93	21.86	11.03	803.49	113.40	13825.33
2027	4,119.09	5,607.60	3,148.95	21.89	11.05	803.52	113.43	13825.53
2028	4,119.11	5,607.63	3,148.98	21.91	11.08	803.55	113.46	13825.72
2029	4,119.14	5,607.65	3,149.01	21.94	11.11	803.57	113.48	13825.91
2030	4,119.17	5,607.68	3,149.04	21.97	11.14	803.60	113.51	13826.10
2031	4,119.20	5,607.71	3,149.06	22.00	11.16	803.63	113.54	13826.30
2032	4,119.22	5,607.74	3,149.09	22.02	11.19	803.66	113.57	13826.49
2033	4,119.25	5,607.76	3,149.12	22.05	11.22	803.68	113.59	13826.68
2034	4,119.28	5,607.79	3,149.15	22.08	11.25	803.71	113.62	13826.87
2035	4,119.31	5,607.82	3,149.17	22.11	11.27	803.74	113.65	13827.07
2036	4,119.33	5,607.85	3,149.20	22.13	11.30	803.77	113.68	13827.26
2037	4,119.36	5,607.87	3,149.23	22.16	11.33	803.79	113.70	13827.45
2038	4,119.39	5,607.90	3,149.26	22.19	11.36	803.82	113.73	13827.64

Tahun	Kecamatan							Total Emisi (ton CO_2/tahun)
	Rungkut	Tenggilis Mejoyo	Gunung Anyar	Wonokromo	Wonocolo	Gayungan	Jambangan	
2039	4,119.42	5,607.93	3,149.28	22.22	11.38	803.85	113.76	13827.84
2040	4,119.44	5,607.96	3,149.31	22.24	11.41	803.88	113.79	13828.03
2041	4,119.47	5,607.98	3,149.34	22.27	11.44	803.90	113.81	13828.22
2042	4,119.50	5,608.01	3,149.37	22.30	11.47	803.93	113.84	13828.41
2043	4,119.53	5,608.04	3,149.39	22.33	11.49	803.96	113.87	13828.61
2044	4,119.55	5,608.07	3,149.42	22.35	11.52	803.99	113.90	13828.80
2045	4,119.58	5,608.09	3,149.45	22.38	11.55	804.01	113.92	13828.99

PERHITUNGAN PROYEKSI EMISI CO_2 KEGIATAN PERMUKIMAN 2020-2045

Tahun	Kecamatan							Total Emisi (ton CO_2/tahun)
	Rungkut	Tenggilis Mejoyo	Gunung Anyar	Wonokromo	Wonocolo	Gayungan	Jambangan	
2019	14728.02	8814.48	7555.92	7922.08	9764.40	5195.88	5647.54	59628.32
2020	13506.60	6833.40	6735.53	7693.07	9959.30	5650.14	6190.13	56568.16
2021	13942.13	7544.23	7029.58	7766.88	9878.88	5480.52	5989.05	57631.28
2022	14377.67	8255.07	7323.64	7840.69	9798.47	5310.90	5787.97	58694.41
2023	14813.21	8965.90	7617.69	7914.50	9718.06	5141.29	5586.89	59757.53
2024	15248.74	9676.73	7911.75	7988.31	9637.64	4971.67	5385.80	60820.65
2025	15684.28	10387.57	8205.81	8062.12	9557.23	4802.05	5184.72	61883.77
2026	16119.81	11098.40	8499.86	8135.92	9476.82	4632.43	4983.64	62946.90
2027	16555.35	11809.24	8793.92	8209.73	9396.40	4462.82	4782.56	64010.02
2028	16990.88	12520.07	9087.97	8283.54	9315.99	4293.20	4581.48	65073.14
2029	17426.42	13230.90	9382.03	8357.35	9235.58	4123.58	4380.40	66136.26
2030	17861.96	13941.74	9676.09	8431.16	9155.17	3953.97	4179.32	67199.38
2031	18297.49	14652.57	9970.14	8504.97	9074.75	3784.35	3978.24	68262.51
2032	18733.03	15363.40	10264.20	8578.77	8994.34	3614.73	3777.15	69325.63
2033	19168.56	16074.24	10558.25	8652.58	8913.93	3445.11	3576.07	70388.75
2034	19604.10	16785.07	10852.31	8726.39	8833.51	3275.50	3374.99	71451.87
2035	20039.64	17495.91	11146.37	8800.20	8753.10	3105.88	3173.91	72515.00

Tahun	Kecamatan							Total Emisi (ton CO_2/tahun)
	Rungkut	Tenggilis Mejoyo	Gunung Anyar	Wonokromo	Wonocolo	Gayungan	Jambangan	
2036	20475.17	18206.74	11440.42	8874.01	8672.69	2936.26	2972.83	73578.12
2037	20910.71	18917.57	11734.48	8947.82	8592.27	2766.64	2771.75	74641.24
2038	21346.24	19628.41	12028.53	9021.62	8511.86	2597.03	2570.67	75704.36
2039	21781.78	20339.24	12322.59	9095.43	8431.45	2427.41	2369.59	76767.48
2040	22217.32	21050.07	12616.65	9169.24	8351.03	2257.79	2168.50	77830.61
2041	22652.85	21760.91	12910.70	9243.05	8270.62	2088.18	1967.42	78893.73
2042	23088.39	22471.74	13204.76	9316.86	8190.21	1918.56	1766.34	79956.85
2043	23523.92	23182.58	13498.82	9390.66	8109.79	1748.94	1565.26	81019.97
2044	23959.46	23893.41	13792.87	9464.47	8029.38	1579.32	1364.18	82083.10
2045	24395.00	24604.24	14086.93	9538.28	7948.97	1409.71	1163.10	83146.22

PERHITUNGAN PROYEKSI EMISI CO_2 RESPIRASI MANUSIA 2020-2045

Tahun	Kecamatan							Total Emisi (ton CO_2/tahun)
	Rungkut	Tenggilis Mejoyo	Gunung Anyar	Wonokromo	Wonocolo	Gayungan	Jambangan	
2019	137749.25	82440.63	70669.50	74094.13	91325.15	48596.37	52820.73	557695.76
2020	126325.41	63911.88	62996.47	71952.30	93147.99	52844.99	57895.46	529074.49
2021	130398.91	70560.21	65746.74	72642.62	92395.89	51258.58	56014.77	539017.73
2022	134472.42	77208.54	68497.00	73332.94	91643.80	49672.17	54134.08	548960.97
2023	138545.93	83856.88	71247.27	74023.26	90891.70	48085.76	52253.40	558904.21
2024	142619.44	90505.21	73997.54	74713.58	90139.61	46499.36	50372.71	568847.45
2025	146692.95	97153.54	76747.81	75403.90	89387.51	44912.95	48492.03	578790.69
2026	150766.46	103801.88	79498.07	76094.22	88635.42	43326.54	46611.34	588733.93
2027	154839.97	110450.21	82248.34	76784.54	87883.32	41740.13	44730.65	598677.17
2028	158913.48	117098.54	84998.61	77474.85	87131.23	40153.73	42849.97	608620.41
2029	162986.99	123746.88	87748.88	78165.17	86379.13	38567.32	40969.28	618563.65

Tahun	Kecamatan							Total Emisi (ton CO_2/tahun)
	Rungkut	Tenggilis Mejoyo	Gunung Anyar	Wonokromo	Wonocolo	Gayungan	Jambangan	
2030	167060.50	130395.21	90499.14	78855.49	85627.04	36980.91	39088.60	628506.89
2031	171134.01	137043.54	93249.41	79545.81	84874.94	35394.50	37207.91	638450.13
2032	175207.52	143691.87	95999.68	80236.13	84122.85	33808.10	35327.22	648393.37
2033	179281.03	150340.21	98749.95	80926.45	83370.76	32221.69	33446.54	658336.61
2034	183354.54	156988.54	101500.21	81616.77	82618.66	30635.28	31565.85	668279.85
2035	187428.05	163636.87	104250.48	82307.09	81866.57	29048.87	29685.17	678223.09
2036	191501.56	170285.21	107000.75	82997.40	81114.47	27462.46	27804.48	688166.33
2037	195575.07	176933.54	109751.02	83687.72	80362.38	25876.06	25923.79	698109.57
2038	199648.58	183581.87	112501.28	84378.04	79610.28	24289.65	24043.11	708052.81
2039	203722.08	190230.21	115251.55	85068.36	78858.19	22703.24	22162.42	717996.05
2040	207795.59	196878.54	118001.82	85758.68	78106.09	21116.83	20281.73	727939.29
2041	211869.10	203526.87	120752.09	86449.00	77354.00	19530.43	18401.05	737882.53
2042	215942.61	210175.21	123502.35	87139.32	76601.90	17944.02	16520.36	747825.77
2043	220016.12	216823.54	126252.62	87829.63	75849.81	16357.61	14639.68	757769.01
2044	224089.63	223471.87	129002.89	88519.95	75097.71	14771.20	12758.99	767712.25
2045	228163.14	230120.21	131753.16	89210.27	74345.62	13184.80	10878.30	777655.49

PERHITUNGAN PROYEKSI EMISI CO_2 RESPIRASI HEWAN TERNAK 2020-2045

Tahun	Kecamatan							Total Emisi (ton CO_2/tahun)
	Rungkut	Tenggilis Mejoyo	Gunung Anyar	Wonokromo	Wonocolo	Gayungan	Jambangan	
2019	992.61	259.79	457.09	95.58	319.23	286.14	197.30	2607.74
2020	992.53	259.72	457.02	95.51	319.15	286.07	197.22	2607.23
2021	992.46	259.65	456.94	95.44	319.08	285.99	197.15	2606.71
2022	992.39	259.57	456.87	95.37	319.01	285.92	197.08	2606.20
2023	992.31	259.50	456.80	95.29	318.94	285.85	197.00	2605.69

Tahun	Kecamatan							Total Emisi (ton CO_2/tahun)
	Rungkut	Tenggilis Mejoyo	Gunung Anyar	Wonokromo	Wonocolo	Gayungan	Jambangan	
2024	992.24	259.43	456.72	95.22	318.86	285.78	196.93	2605.18
2025	992.17	259.36	456.65	95.15	318.79	285.70	196.86	2604.67
2026	992.10	259.28	456.58	95.07	318.72	285.63	196.79	2604.16
2027	992.02	259.21	456.51	95.00	318.64	285.56	196.71	2603.65
2028	991.95	259.14	456.43	94.93	318.57	285.48	196.64	2603.14
2029	991.88	259.06	456.36	94.85	318.50	285.41	196.57	2602.63
2030	991.80	258.99	456.29	94.78	318.42	285.34	196.49	2602.12
2031	991.73	258.92	456.21	94.71	318.35	285.26	196.42	2601.61
2032	991.66	258.84	456.14	94.64	318.28	285.19	196.35	2601.10
2033	991.58	258.77	456.07	94.56	318.21	285.12	196.27	2600.59
2034	991.51	258.70	455.99	94.49	318.13	285.05	196.20	2600.08
2035	991.44	258.63	455.92	94.42	318.06	284.97	196.13	2599.56
2036	991.37	258.55	455.85	94.34	317.99	284.90	196.06	2599.05
2037	991.29	258.48	455.78	94.27	317.91	284.83	195.98	2598.54
2038	991.22	258.41	455.70	94.20	317.84	284.75	195.91	2598.03
2039	991.15	258.33	455.63	94.13	317.77	284.68	195.84	2597.52
2040	991.07	258.26	455.56	94.05	317.69	284.61	195.76	2597.01
2041	991.00	258.19	455.48	93.98	317.62	284.54	195.69	2596.50
2042	990.93	258.12	455.41	93.91	317.55	284.46	195.62	2595.99
2043	990.86	258.04	455.34	93.83	317.48	284.39	195.54	2595.48
2044	990.78	257.97	455.27	93.76	317.40	284.32	195.47	2594.97
2045	990.71	257.90	455.19	93.69	317.33	284.24	195.40	2594.46

BIOGRAFI PENULIS

Penulis memiliki nama lengkap Laras Rachmayanti lahir di Jakarta pada 16 Juli 1998. Penulis mengenyam pendidikan formal di SDS Angkasa XII Jakarta dari tahun 2004 hingga tahun 2010. Kemudian penulis meneruskan sekolah di SMP Negeri 109 Jakarta, tamat pada tahun 2013. Selanjutnya penulis melanjutkan sekolah di SMA Neger 62 Jakarta hingga lulus tahun 2016. Penulis melanjutkan pendidikan jenjang S1 di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian, Institut Teknologi Sepuluh Nopember di Kota Surabaya pada tahun 2016 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan terdaftar dengan NRP 03211640000025.

Selama berkuliah di ITS, penulis aktif di kegiatan non akademik seperti organisasi dan kepanitiaan di HMTL ITS, BEM FTSP, serta BEM ITS. Penulis juga aktif sebagai pemandu dan pengurus organisasi HMTL sebagai Kepala Divisi Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (PSDM) HMTL ITS. Berbagai pelatihan juga diikuti pennulis dalam rangka pengembangan diri. Penulis dapat dihubungi pada alamat e-mail: laras.rachmayanti@gmail.com

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

FORM FTA-03

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Laras Rachmayanti
NRP : 032116400000025
Judul : Evaluasi dan Perencanaan Ruang Terbuka Hijau Berbasis Serapan Emisi Karbon Dioksida (CO_2) di Tenggara Kota Surabaya (Studi Literatur dan Kasus)

No.	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	2 Januari 2020	Asistensi Proposal TA	
2.	6 Januari 2020	Asistensi Proposal TA	
3.	20 Januari 2020	Asistensi Proposal dan Presentasi Seminar Proposal TA	
4.	3 Februari 2020	Asistensi Revisi Seminar Proposal	
5.	14 Februari 2020	Asistensi Pengumpulan data untuk TA	
6.	9 Maret 2020	Asistensi Penghitungan emisi CO_2	
7.	13 Maret 2020	Asistensi Pengolahan data untuk Tugas Akhir	
8.	23 April 2020	Asistensi mingguan progress Tugas Akhir	
9.	29 April 2020	Asistensi mingguan progress Tugas Akhir	
10.	5 Mei 2020	Asistensi perhitungan daya serap RTH	
11.	6 Mei 2020	Asistensi mingguan progress Tugas Akhir	
12.	7 Mei 2020	Asistensi revisi tujuan Tugas Akhir	
13.	13 Mei 2020	Asistensi mingguan progress Tugas Akhir	
14.	15 Mei 2020	Asistensi pengolahan data luasan RTH eksisting	
15.	26 Mei 2020	Asistensi Draft TA untuk sidang kemajuan TA	
16.	5 Juni 2020	Asistensi presentasi sidang kemajuan TA	
17.	8 Juni 2020	Asistensi presentasi sidang kemajuan TA	
18.	2 Juli 2020	Asistensi revisi sidang kemajuan TA	
19.	7 Juli 2020	Asistensi Draft TA untuk ujian lisan	

Surabaya, 7 Agustus 2020
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MScES
NIP. 19540824 198403 1 001

SARAN PERBAIKAN UJIAN LISAN TA GENAP 2019/2020

LARAS RACHMAYANTI
03211640000025

Dosen pembimbing: Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo MSces
Saran:
Ikuti petunjuk penguji

Dosen Penguji 1 : Bieby Voijant Tangahu, ST, MT, PhD
Saran:
1. Kata dibuat lebih spesifik
2. Daftar tabel dan daftar gambar perlu dirapikan; spasi tidak sama
3. Daftar grafik, masukan dalam daftar gambar
4. Penulisan rumus kimia belum diperbaiki; contoh: CO2
5. Lampiran diberi judul per item yang dilampirkan dan dirujuk di dalam laporan (disebutkan lampiran nomor berapa)
6. Bagaimana mekanisme proses penyerapan emisi kendaraan pada tumbuhan
7. Bagian tumbuhan mana yang berperan paling besar terhadap penyerapan emisi dan berikan penjelasannya
8. Berikan penjelasan untuk mekanisme sirkulasi udara di gambar 5.6 (hal 72)
9. Berikan penjelasan dalam pembahasan bahwa perencanaan ini hanya salah satu upaya untuk mengurangi pencemaran sampai dengan 25 tahun yad, serta berikan penjelasan dalam pembahasan upaya lain yang perlu dilakukan untuk mengurangi pencemaran

Dosen Penguji 2: Harmin Sulistyaning Titah, ST., MT., PhD

Saran:

Daftar grafik dihapus, judul grafik diganti menjadi judul gambar

Dosen Penguji 3: Alfan Purnomo, ST, MT

Saran:

1. Penulisan di daftar isi diperbaiki
2. Konsep perencanaan RTH untuk mengurangi emisi CO2 belum terlihat penurunannya
3. Disarankan memperhatikan arah angin untuk menentukan perencanaan RTH