TUGAS AKHIR – RE 184804

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

ALIFIA MAYTANTRI

03211640000101

Dosen Pembimbing:

Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.ScES

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 TIMUR LAUT KOTA SURABAYA (STUDI LITERATUR DAN KASUS)

ALIFIA MAYTANTRI

03211640000101

Dosen Pembimbing:

Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.ScES

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

FINAL PROJECT – RE 184804

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

ALIFIA MAYTANTRI

03211640000101

Supervisor:

Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MScES

DEPARTEMEN OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Faculty of Civil, Planning, and Geo-Engineering

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

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

Oleh:
ALIFIA MAYTANTRI
NRP. 03211640000101

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

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

SURABAYA, AGUSTUS 2020

FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT dan junjungan-Nya Rasulullah Muhammad SAW karena atas berkat, rahmat, dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada program studi Strata-1 (S-1) Departemen Teknik Lingkungan FTSPK ITS Surabaya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, M.Sc.ES selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing selama proses penyelesaian penulisan 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. Laras dan Salma yang telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Teman-teman S-1 Teknik Lingkungan ITS angkatan 2016 yang selalu memberikan doa dan semangat.

Penulis juga ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua beserta adik atas dukungan doa, semangat, serta motivasi yang telah diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan ilmu yang bermanfaat bagi para pembaca.

Surabaya, 7 Juli 2020

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Tugas Akhir

EVALUASI DAN PERENCANAAN RUANG TERBUKA HIJAU BERBASIS SERAPAN EMISI KARBON DIOKSIDA (CO_2) DI ZONA TIMUR LAUT KOTA SURABAYA

Nama mahasiswa	: Alifia Maytantri
NRP	: 03211640000101
Departemen	: Teknik Lingkungan
Dosen pembimbing	: Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MScES

ABSTRAK

Kota Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia. Hal ini terlihat dengan semakin berkembangnya perekonomian diberbagai aspek dan kegiatan, seperti kegiatan transportasi, permukiman, dan industri yang memiliki kegiatan cukup padat. Mengingat bahwa Kota Surabaya sangat strategis sebagai pusat pemerintahan, perdagangan, industri, bisnis, pendidikan, dan pariwisata. Dampak yang paling nyata akibat pesatnya kegiatan transportasi, permukiman, dan industri Kota Surabaya saat ini adalah dihasilkannya emisi berupa gas Karbon Dioksida (CO_2), sehingga menambah buruknya kondisi kualitas udara serta berdampak pada menurunnya kualitas lingkungan perkotaan dan juga rasa kenyamanan manusia yang tinggal di daerah tersebut. Salah satu upaya untuk mereduksi emisi CO_2 tersebut yaitu dengan menggunakan tumbuhan sebagai pereduksi dan menciptakan Ruang Terbuka Hijau (RTH) disetiap area Kota Surabaya sesuai dengan sebaran emisi yang dihasilkan di masing-masing area. Persentase luas RTH publik di Kota Surabaya sebesar 21,79%

Penelitian yang dilakukan kali ini berupa kajian dan analisis mengenai kecukupan Ruang Terbuka Hijau (RTH) eksisting dalam menyerap emisi CO_2 di Zona Timur Laut Kota Surabaya. Evaluasi dilakukan dengan perhitungan kecukupan ruang terbuka hijau publik dengan menghitung beban emisi CO_2 dari kegiatan transportasi, permukiman, dan industri. Hasil perhitungan ini selanjutnya dikalikan dengan faktor emisi.

Selanjutnya dihitung daya serap karbon dioksida total dari ruang terbuka hijau publik eksisting, dengan perhitungan-perhitungan tersebut dapat diketahui kecukupan ruang terbuka hijau publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya. Setelah dilakukan evaluasi kondisi eksisting dilakukan perencanaan ruang terbuka hijau publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya berdasarkan kecukupan ruang terbuka hijau publik dalam menyerap emisi karbon dioksida.

Zona Timur Laut Kota Surabaya memiliki persentase luas RTH sebesar 0,64% dan memiliki kemampuan daya serap sebesar 410.988,91 ton/tahun. Perencanaan dilakukan dengan penambahan dan penggantian jenis vegetasi serta penambahan luas RTH dengan sistem *vertical garden* dan *roof garden*. SOP pemeliharaan RTH mencakup pemupukan, penyiraman, dan pemangkasan.

Kata kunci: Ruang Terbuka Hijau, Kota Surabaya, Emisi CO_2, Daya Serap, dan Vegetasi

Final Project

EVALUATION AND PLANNING OF GREEN OPEN SPACE BASED ON ABSOBTION OF CARBON DIOXIDE (CO_2) EMISSION IN SURABAYA NORTHEAST ZONE

Name of Student	: Alifia Maytantri
NRP	: 03211640000101
Study Programme	: Environmental Engineering
Supervisor	: Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MScES

ABSTRACT

Surabaya is the second largest city in Indonesia. This can be seen with the growing economy in various aspects and activities, such as transportation activities, settlements, and industries that have quite dense activities. Given that the city of Surabaya is very strategic as the center of government, commerce, industry, business, education, and tourism. The most obvious impact due to the rapid transportation, settlement, and industrial activities of the City of Surabaya today is the production of emissions in the form of Carbon Dioxide (CO_2) gas, thus worsening air quality conditions and impacting on the declining quality of the urban environment and also the sense of comfort of people living in the area. One effort to reduce CO_2 emissions is to use plants as a reducing agent and create Green Open Space (RTH) in each area of Surabaya in accordance with the distribution of emissions produced in each area. Percentage of public green open space in the city of Surabaya is 21.79%.

The research conducted this time is in the form of a study and analysis of the adequacy of the existing Green Open Space (RTH) in absorbing CO_2 emissions in the Northeast Zone of Surabaya City. Evaluation is done by calculating the adequacy of public green open space by calculating the burden of CO_2 emissions from transportation, settlements, and industry. The results of this calculation are then multiplied by the emission factor. Furthermore, the total carbon dioxide absorption from the existing public green open space is calculated, with these calculations we can find out the adequacy of the public green open space in the

Northeast Zone of the City of Surabaya. After evaluating the existing conditions, a public green open space planning was conducted in the Northeast Zone of Surabaya City based on the adequacy of public green open space in absorbing carbon dioxide emissions.

The Northeast Zone of Surabaya City has a percentage of green space of 0.64% and has an absorption capacity of 410988.9067 tons/year. Planning is done by adding and replacing vegetation types and adding green space to the vertical garden and roof garden systems. SOP maintenance procedures include fertilizing, watering and trimming.

Keywords: Green Open Space, Surabaya City, CO_2 Emissions, Absorption, and Vegetation

DAFTAR ISI

ABSTRAK I

DAFTAR ISI..... V

DAFTAR TABEL VII

DAFTAR GAMBAR..... XI

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang.....1
1.2 Rumusan Masalah.....2
1.3 Tujuan.....3
1.4 Ruang Lingkup.....3
1.5 Manfaat.....4

BAB II GAMBARAN UMUM 5

2.1 Gambaran Umum Kota Surabaya 5
2.2 Batas Wilayah Studi.....5
2.3 RTH Publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya 9

BAB III TINJAUAN PUSTAKA 17

3.1 Ruang Terbuka Hijau.....17
3.1.1 Definisi Ruang Terbuka Hijau 17
3.1.2 Tujuan Penyelenggaraan RTH 18
3.1.3 Fungsi RTH 18
3.1.4 Manfaat RTH.....19
3.1.5 Tipologi RTH 19
3.1.6 Jenis Ruang Terbuka Hijau Perkotaan 21
3.1.7 Penyediaan RTH di Kawasan Perkotaan.....22
3.2 Emisi CO_2 24
3.2.1 Emisi CO_2 dari Kegiatan Transportasi 24
3.2.2 Emisi CO_2 dari Kegiatan Permukiman 26
3.2.3 Emisi CO_2 Kegiatan Industri.....28
3.3 Vegetasi dan Daya Serap RTH Eksisting.....29
3.4 Metode Proyeksi 34
3.5 Pengembangan RTH 36
3.6 Pemeliharaan RTH 37

BAB IV METODE PERENCANAAN 40

4.1 Umum 41
4.2 Kerangka Perencanaan 42
4.2.1 Ide Perencanaan 44
4.2.2 Studi literatur 44
4.2.3 Pengumpulan Data 45
4.2.4 Analisis Data dan Perencanaan 45
4.2.5 Kesimpulan dan Saran 47

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 49

5.1 Emisi CO_2 49
5.1.1 Emisi CO_2 Kegiatan Transportasi 49
5.1.2 Emisi CO_2 Kegiatan Permukiman 63
5.1.3 Emisi CO_2 dari Kegiatan Perindustrian 71
5.2 Total Emisi CO_2 74
5.3 Daya Serap Emisi CO2 oleh RTH 77
5.3.1 Kondisi RTH Publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya 77
5.3.2 Perhitungan Daya Serap oleh RTH Eksisting 78
5.4 Analisis Kecukupan RTH Publik Eksisting untuk Menyerap Emisi CO_2 82
5.5 Proyeksi Jumlah Emisi CO_2 86
5.5.1 Proyeksi Emisi CO_2 dari Kegiatan Transportasi 86
5.5.2 Proyeksi Emisi CO_2 dari Kegiatan Permukiman 87
5.5.3 Proyeksi Emisi CO_2 dari Kegiatan Industri 90
5.5.4 Proyeksi Emisi CO_2 Total 91
5.6 Perencanaan RTH Zona Timur Laut Kota Surabaya 92
5.7 Pemeliharaan RTH 112

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 114

6.1 Kesimpulan 115
6.2 Saran 115

DAFTAR PUSTAKA 117

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Luas Zona Timur Laut Kota Surabaya Tiap Kecamatan 6
Tabel 2. 2 Luas RTH Publik Zona Timur Laut Kota Surabaya 9
Tabel 3. 1 Kepemilikan RTH 20
Tabel 3. 2 Penyediaan RTH Berdasarkan Jumlah Penduduk 23
Tabel 3. 3 Faktor Konversi Jenis Kendaraan ke smp (satuan mobil penumpang) 24
Tabel 3. 4 Faktor Emisi Jenis Bahan Bakar dari Kendaraan 25
Tabel 3. 5 Konsumsi Energi Spesifik Kendaraan Bermotor 25
Tabel 3. 6 Nilai NCV dan FE untuk Kegiatan pemukiman 27
Tabel 3. 7 Faktor Emisi Hewan Ternak 28
Tabel 3. 8 Nilai NCV dan CEF untuk Kegiatan Industri 28
Tabel 3. 9 Intensitas Cahaya Pada Iklim Tropis 30
Tabel 3. 10 Kemampuan Daya Serap Pohon 30
Tabel 3. 11 Daya Serap CO_2Berdasarkan Tipe Penutup Vegetasi 32
Tabel 5. 1 Jalan yang Disurvei 49
Tabel 5. 2 Jumlah Kendaraan Rata-rata Per Jam Tiap Jalan 51
Tabel 5. 3 Hasil Konversi Jumlah Kendaraan Rata-rata Tiap Jenis Jalan 53
Tabel 5. 4 Emisi CO_2 Rata-rata Tiap Jenis Kendaraan dan Jenis Jalan 55
Tabel 5. 5 Panjang Jalan Tiap Jenis Jalan Per Kecamatan 58
Tabel 5. 6 Emisi CO_2 dari Kegiatan Transportasi Zona Timur Laut Kota Surabaya 60
Tabel 5. 7 Emisi CO_2 dari Panggunaan LPG Tiap Kecamatan di Zona Timur Laut Kota Surabaya 65

Tabel 5. 8 Jumlah Penduduk di Zona Timur Laut Kota Surabaya Tiap Kecamatan 66
Tabel 5. 9 Jumlah Emisi CO_2 Hasil Respirasi Manusia Tiap Kecamatan 67
Tabel 5. 10 Jumlah Hewan Ternak di Kota Surabaya 68
Tabel 5. 11 Emisi CO_2 Hasil Respirasi Hewan Ternak di Kota Surabaya 69
Tabel 5. 12 Emisi CO_2 Hasil Respirasi Hewan Ternak Tiap Kecamatan 70
Tabel 5. 13 Penggunaan Bahan Bakar Fosil di Kawasan Rungkut 71
Tabel 5. 14 Emisi CO_2 dari Kegiatan Industri Kawasan Rungkut (SIER) Tiap Kecamatan.....72
Tabel 5. 15 Emisi CO_2 dari Kegiatan Industri Tiap Kecamatan 74
Tabel 5. 16 Total Emisi CO_2 di Zona Timur Laut Kota Surabaya 75
Tabel 5. 17 Total Emisi CO_2 di Zona Timur Laut Kota Surabaya 76
Tabel 5. 18 RTH Publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya 77
Tabel 5. 19 Intensitas Cahaya Kota Surabaya 79
Tabel 5. 20 Laju Serapan CO_2 oleh RTH.....80
Tabel 5. 21 Daya Serap RTH Publik Eksisting di Zona Timur Laut Kota Surabaya 81
Tabel 5. 22 Kemampuan RTH Publik Eksisting dalam Menyerap Emisi CO_2.....82
Tabel 5. 23 Kebutuhan Penambahan Luas RTH tiap Kecamatan 84
Tabel 5. 24 Kebutuhan Penambahan Luas RTH tiap Kecamatan tahun 2045 84
Tabel 5. 25 Proyeksi Jumlah Emisi CO_2 dari Kegiatan Transportasi di Zona Timur Laut Kota Surabaya Tahun 2045 86

Tabel 5. 26 Proyeksi Jumlah Emisi CO_2 dari Penggunaan Bahan Bakar LPG di Zona Timur Laut Kota Surabaya Tahun 2045.....87
Tabel 5. 27 Proyeksi Jumlah Emisi CO_2 Hasil Respirasi Manusia di Zona Timur Laut Kota Surabaya Tahun 2045 88
Tabel 5. 28 Proyeksi Jumlah Emisi CO_2 Hasil Respirasi Hewan Ternak di Zona Timur Laut Kota Surabaya Tahun 2045.....89
Tabel 5. 29 Proyeksi Jumlah Emisi CO_2 dari Kegiatan Industri di Zona Timur Laut Kota Surabaya Tahun 2045 90
Tabel 5. 30 Proyeksi Emisi CO_2 Total di Zona Timur Laut Kota Surabaya Tahun 2045 91
Tabel 5. 31 Perhitungan Perencanaan Daya Serap CO_2 pada Tanaman Nangka Zona Timur Laut Kota Surabaya 95
Tabel 5. 32 Lokasi Perencanaan Jalur Hijau di Zona Timur Laut Kota Surabaya 96
Tabel 5. 33 Perhitungan Perencanaan Daya Serap CO_2 pada Jalur Hijau Zona Timur Laut Kota Surabaya 98
Tabel 5. 34 Jumlah Penggantian Vegetasi dan *Vertical Garden* di Zona Timur Laut Kota Surabaya 102
Tabel 5. 35 Jenis Tanaman untuk *Roof Garden* 109

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Visualisasi Presentase Kerapatan Tajuk 33
Gambar 4. 1 Kerangka Perencanaan 44
Gambar 5. 1 Emisi CO_2 Zona Timur Laut Kota Surabaya ...75
Gambar 5. 2 Proyeksi Emisi CO_2 Zona Timur Laut Kota Surabaya Tahun 2020-2045 92
Gambar 5. 3 *Vertical Garden* dengan cara Bingkai Gantung pada Median Jalan.....104
Gambar 5. 4 Sistem *Roof Garden* pada Atap Rumah 108
Gambar 5. 5 Sistem *Roof Garden* pada Gedung Bertingkat.....110
Gambar 5. 6 Susunan R*oof Garden* atau Taman Atap 111

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim yang disebabkan oleh berbagai faktor kerusakan lingkungan merupakan fenomena yang terjadi pada semua aspek kehidupan manusia di muka bumi ini. Terutama daerah perkotaan, karena meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas perekonomian yang menyebabkan tingginya polusi udara dari kegiatan industri dan transportasi sehingga mengalami kerusakan lingkungan yang parah. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah lingkungan di wilayah perkotaan adalah dengan adanya Ruang Terbuka Hijau yang memadai. Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri nomor 1 tahun 2007 pada bab 1 pasal 1 ayat 2 yang menyatakan bahwa Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan yang selanjutnya disingkat RTHKP adalah bagian dari ruang terbuka suatu kawasan perkotaan yang diisi oleh tumbuhan dan tanaman guna mendukung manfaat ekologi, sosial, budaya, ekonomi dan estetika. RTH perkotaan pada dasarnya memiliki fungsi pokok sebagai pendukung utama keberlanjutan kehidupan masyarakat kota, sehingga keberadaan RTH dikawasan perkotaan merupakan suatu persyaratan yang wajib dipenuhi untuk kehidupan masyarakat yang sehat (Purnomohadi, 2006).

Kota Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia. Hal ini terlihat dengan semakin berkembangnya perekonomian diberbagai aspek dan sektor, seperti sektor transportasi, dan industri yang memiliki kegiatan cukup padat. Mengingat bahwa Kota Surabaya sangat strategis sebagai pusat pemerintahan, perdagangan, industri, bisnis, pendidikan, dan pariwisata (Kusuma, 2010). Dampak yang paling nyata akibat pesatnya kegiatan transportasi dan industri Kota Surabaya saat ini adalah berkurangnya Ruang Terbuka Hijau dan meningkatnya konsumsi energi fosil. Ini memungkinkan lingkungan hidup kota menjadi tercemar. Pencemaran udara yang disertai dengan meningkatnya kadar CO_2 di udara akan menjadikan lingkungan kota yang tidak sehat dan dapat menurunkan kesehatan manusia, Oleh karena itu konsentrasi gas CO_2 di udara harus dipertahankan

(Widyanadiari, 2011). Salah satu upaya untuk mereduksi emisi CO_2 tersebut yaitu dengan menggunakan tumbuhan sebagai pereduksi dan menciptakan ruang terbuka hijau disetiap area Kota Surabaya sesuai dengan sebaran emisi yang dihasilkan di masing-masing area. Dalam perencanaan suatu RTH telah diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, diantaranya mengenai luasan minimum RTH suatu kota yakni minimal seluas 30% dari luas wilayah. Namun menurut data Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya tahun 2018, Kota Surabaya memiliki RTH publik sebesar 21,79% dari total luas wilayah. Pada tugas akhir ini, akan dilakukan evaluasi serta perencanaan RTH publik di wilayah Zona Timur Laut Kota Surabaya yang memiliki RTH publik sebesar 1,5% dari total luas wilayah Kota Surabaya. Evaluasi dan perencanaan RTH publik di wilayah Zona Timur Laut Kota Surabaya merupakan wilayah yang padat dengan daerah permukiman, perindustrian, dan juga kawasan pusat bisnis karena mayoritas wilayah meliputi kecamatan yang ada di Surabaya Pusat, Utara, dan Timur yang menurut Alfatikh (2013) masih kekurangan RTH. Sehingga diharapkan dapat membantu mengurangi permasalahan lingkungan seperti polusi dan banjir. Evaluasi meliputi perhitungan kemampuan RTH eksisting dalam menyerap emisi karbon dioksida (CO_2) dari kegiatan transportasi, permukiman, dan perindustrian. Hasil evaluasi dan juga peraturan perundangan yang berlaku dijadikan dasar perencanaan RTH publik. Perencanaan meliputi pemilihan jenis dan jumlah vegetasi, luasan, sebaran, dan tata letak RTH serta dilengkapi pula dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) pemeliharaan RTH.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana jumlah produksi emisi karbon dioksida CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, permukiman, dan industri di Zona Timur Laut Kota Surabaya?
2. Bagaimana kemampuan RTH eksisting di Zona Timur Laut Kota Surabaya dalam menyerap emisi CO_2?
3. Bagaimana rencana Ruang Terbuka Hijau untuk menyerap emisi karbon dioksida (CO_2) berdasarkan

evaluasi dan peraturan perundang-undangan dalam jangka panjang di Zona Timur Laut Kota Surabaya?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini berdasarkan rumusan masalah yaitu:

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

1.4 Ruang Lingkup

Penelitian ini dilakukan dengan batasan berdasarkan ruang lingkup yang mencakup:

1. Data emisi CO_2 yang dihitung adalah data emisi CO_2 primer dari kegiatan transportasi, pemukiman, dan industri.
2. Data *traffic counting* untuk menghitung emisi CO_2 dari kegiatan transportasi 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 yang ada di Zona Timur Laut Kota Surabaya.
5. Data RTH eksisting berupa taman dan jalur hijau jalan menggunakan data sekunder dari Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau (DKRTH)

6. Emisi CO_2 yang dihitung di wilayah penelitian tidak memperhitungkan pengaruh arah angin sehingga dianggap beban emisi CO_2 maksimum (tidak terdispersi)
7. Dilakukan proyeksi emisi CO_2 selama 25 tahun kedepan
8. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah luas area vegetasi di 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 Timur Laut Kota Surabaya.
11. Perencanaan meliputi pemilihan vegetasi, luas, sebaran, serta pemeliharaan RTH.

1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai luasan RTH eksisting di wilayah Zona Timur Laut Kota Surabaya dengan ketentuan dari Perda Tata Kota Wilayah Kota Surabaya
2. Memberikan informasi mengenai kecukupan RTH eksisting di zona timur laut 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 timur laut Kota Surabaya.

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 administrative yaitu Surabaya Pusat, Surabaya Utara, Surabaya Selatan, Surabaya Barat, dan Surabaya Timur. Surabaya secara geografis berada pada 07°09'00" - 07°21'00" Lintang Selatan dan 112°36' - 112°54' Bujur Timur. Luas wilayah Surabaya meliputi daratan dengan luas 350,54 km^2 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 – 8m 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, yakni 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 Batas Wilayah Studi

Batas wilayah studi dalam penelitian ini adalah zona Kota Surabaya bagian Timur Laut, Zona Timur Laut Kota Surabaya

dilihat berdasarkan pembagian wilayah kota yang terbelah oleh tiga aliran sungai terbesar di Kota Surabaya, yakni Sungai Surabaya, Sungai Kalimas, serta Sungai Wonokromo yang membagi daerah Kota Surabaya menjadi tiga bagian yaitu bagian Barat, Timur Laut, serta Tenggara. Penelitian ini dibatasi dengan lokasi Zona Timur Laut 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 (tidak dikelola secara administratif per-kecamatan nya). Yang dimaksudkan disini adalah area di Kota Surabaya bagian sebelah Timur Laut dari sungai besar yang membelah Kota Surabaya menjadi tiga bagian.

Berdasarkan pembagian wilayah, Kota Surabaya bagian Timur Laut terdiri dari 11 kecamatan dengan total luas wilayah ± 85,73 km^2. Luas daerah pada masing-masing kecamatan di Zona Timur Laut Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Luas Zona Timur Laut Kota Surabaya Tiap Kecamatan

Kecamatan	**Luas Wilayah (km^2)**
Semampir	8,76
Kenjeran	7,77
Bulak	6,72
Simokerto	2,59
Tambaksari	8,99
Pabean Cantikan	1,07
Genteng	1,59
Mulyorejo	14,21
Sukolilo	23,68
Gubeng	7,99
Wonokromo	2,36
Jumlah	**85,73**

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2019

Peta wilayah Zona Timur Laut Kota Surabaya dapat dilihat pada halaman berikut.

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

TUGAS AKHIR

Evaluasi dan Perencanaan Ruang Terbuka Hijau Berbasis Serapan Emisi Karbon Dioksida (CO_2) di Zona Timur Laut Kota Surabaya (Studi Literatur dan Kasus)

JUDUL PETA

Peta Zona Timur Laut Kota Surabaya

MAHASISWA

Alifia Maytantri
03211640000101

DOSEN PEMBIMBING

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

LEGENDA

Batas Wilayah Kecamatan

N
W
E
S

Kilometers
0 0,5 1 2

Skala 1 : 100000
Ukuran Kertas : A5

2.3 RTH Publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya

Kota Surabaya memiliki RTH Publik seluas 7.286,56 Ha, yaitu terdiri dari 186 taman aktif dan 387 taman pasif yang diperoleh dari Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau (DKRTH) Kota Surabaya. Objek evaluasi dan perencanaan Ruang Terbuka Hijau Publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya yang memiliki luas 47,09 Ha meliputi 46 taman aktif dan 127 taman pasif. Luas RTH publik serta jenis RTH publik pada masing-masing kecamatan di Zona Timur Laut Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Luas RTH Publik Zona Timur Laut Kota Surabaya

No	Nama RTH	Jenis RTH	Kecamatan	Luas (m^2)
1	Aksara	Taman Pasif	Gubeng	483,5
2	Anggrek			2.559
3	Gubeng Pojok			890
4	Rot. Sumatra (ke raya gubeng)			25
5	Rot. Kalimantan			20
6	Kantor Dinas Kebersihan dan RTH			378
7	Barata Jaya			8.582
8	Bundaran Menur			1.855,55
9	Dharmahusada			5.500
10	JH Ngagel Jaya - Pucang Anom			3.130,74
11	JH Kertajaya			319,62
12	JH Pucang Anom			523,75
13	Jl. Manyar (Depan Taman Flora)			511,75
14	Kalibokor Timur			419
15	Karang Wismo			1.350

No	Nama RTH	Jenis RTH	Kecamatan	Luas (m^2)
16	Karimun Jawa			2.852
17	Kertajaya			6.771
18	Kertajaya Indah			19.496
19	Menur			1.136,63
20	Mojoklanggru			4.409
21	Nginden Jangkungan			1.270,97
22	Pucang Rinonggo			2.436
23	Rotonde Tapak Siring dan Depan PDAM			101,61
24	Stren kali Jl. Kaliwaron			2.470
25	Taman Kalibokor			3.120
26	Jl. Gubeng Kertajaya V F			58
27	Jl. Pucang Anom Timur IV			129
28	Ngagel Tama			254
29	Ngagel Tama	Taman Aktif		22.938
30	Taman Lalu Lintas			2.084
31	Taman Flora			33.810
32	Taman Lansia			1.519,5
33	Balai Pemuda	Taman Pasif	Genteng	536,2
34	Depan Grand City			2.550,93
35	Jimerto			220
36	Jaksa Agung Suprapto			3.167
37	Ngemplak			38,9
38	Plampitan			278,11

No	Nama RTH	Jenis RTH	Kecamatan	Luas (m^2)
39	Rot. Depan Garnisun			386,25
40	Rot. Kalianyar			54,5
41	Undaan Kulon			8.444
42	Wuni			496
43	Wijaya Kusuma			990
44	Stren Kali Jl. Ahmad Jais			240
45	Jl. Kapasari I			18
46	Jl. Kecilung			261
47	Jl. Legundi			62
48	Rot. Ngaglik			55
49	Rot. Undaan Wetan			30
50	Rot. Undaan Kulon			42
51	Rot. Ambengan-Kusuma Bangsa			58
52	Taman Buah Undaan	Taman Aktif		1.254,3
53	Taman Prestasi			15.303
54	Taman Surya			12.600
55	TMP Kusuma Bangsa			7.796,25
56	Gading			82,38
57	Kusuma Bangsa	Taman Pasif	Tambaksari	2.265
58	Rot. Jagalan			33,81
59	Rot. Gubeng Pojok			162
60	Rot. Tapak Siring			65
61	Rangkah			398,33
62	Rot. Kapasan			63,68

No	Nama RTH	Jenis RTH	Kecamatan	Luas (m^2)
63	Median Jl. Kenjeran			25.137
64	Ambengan			2.592
65	Gubeng Masjid			200
66	Kesumba			1.260
67	Putro Agung			663,78
68	Rot.Residen Sudirman			189,15
69	Taman Mangga			3.258
70	Taman WR Supratman			1.808
71	Jl. Taman Borobudur			80
72	Taman Mundu	Taman Aktif		6.500
73	Taman Paliatif			1.240
74	Taman Teratai			4.066
75	Jl. Setro Baru III			50
78	Taman Kawasan Tambaksari			137,78
79	Bibis	Taman Pasif	Pabean Cantikan	1.500
80	Sambongan			561
81	Stasiun Kota			785
82	Stren Kali Karet			118
83	Taman Kebonrojo			416,55
84	Stren Kali Jl. Karet			446
85	Rot. Kembang Jepun			18
86	Rot. Bunguran			48
87	Nyamplungan			206
88	Jl. Dukuh			1.296

No	Nama RTH	Jenis RTH	Kecamatan	Luas (m^2)
89	Bak Bunga Nyamplungan	Taman Pasif	Semampir	2.122
90	Benteng			871,75
91	Dana Krya			2.000
92	Hang Tuah			1.925
93	Sarwojala			600
94	Sidorame s/d Sidotopo Lor			1.600
95	Sidotopo			2.100
96	Taman Depan Parkir Bis Pegirian			376,55
97	Taman Pojok Nyamplungan			206,05
98	Pegirian			408
99	Depan Hang Tuah			1.509,35
100	Jl. Wonokusumo Jaya Pinggir	Taman Aktif		153
101	Kawasan Ampel			152
102	Kenjeran	Taman Pasif	Simokerto	1.250
103	Rot. Kertopaten			87,5
104	Rusun Sombo			2.769
105	Simolawang Baru			800
106	Simolawang Sekolahan			398,33
107	Sidotopo Wetan			3.152
108	BTKD Kel. Tambak Wedi	Taman Pasif	Kenjeran	1.520,16
109	JH Jl. Pantai Kenjeran			142,5
110	Nambangan			1.727
111	Jembatan Suromadu			532

No	Nama RTH	Jenis RTH	Kecamatan	Luas (m^2)
112	Puskesmas Tanah Kali Kedinding			32
113	Bulak Banteng	Taman Aktif		553
114	Kalongan			1.565
115	Rusun Tanah Merah			754,96
116	Jl. Kedinding Tengah VIII C			3.759
117	Tanah Kali Kedinding			1.080
118	Stren Saluran Kalitebu	Taman Pasif	Bulak	138
119	Larangan Sukolilo			900
120	Kampung Nelayan Kenjeran			911
121	Jl. Pantai Kenjeran			889
122	Bulak Cumpat			354
123	Bulak	Taman Aktif		2.153,94
124	Wiratno			18
125	Kyai Tambak Deres			478
126	Bulak Setro			399
127	Sentra Ikan Bulak			209
128	Bulak Cumpat Srono III			381
129	Ngagel Rejo	Taman Pasif	Wonokromo	1.500
130	Ngagel			561,41
131	Ngagel Jaya Utara			14.510
132	Flores	Taman Aktif		5.592
133	Ngagel BAT			3.433,82

No	Nama RTH	Jenis RTH	Kecamatan	Luas (m^2)
134	Ngagel Dadi			79
135	Taman Lumumba			500
136	Taman Persahabatan			4.715
137	Klampis Semolo	Taman Pasif	Sukolilo	397,14
138	Merr Deles			10.286
139	Rungkut Mejoyo			664,67
140	Semolowaru Tengah			6.826
141	Semolowaru Timur			1.762
142	Semolowaru arah ke ITATS			2.790
143	Stren kali Jl. Arif Rahman Hakim			713,79
144	UNTAG-ITATS			600
145	Semolowaru Barat			191
146	Manyar Tirtomoyo			241
147	Mleto			32
148	Semolowaru Timur Selatan	Taman Aktif		1.762
149	Semolowaru Raya			114
150	Taman Nginden Intan			3.351
151	Semalang Indah			264
152	Medokan Semampir BTKD			465
153	Klampis Taman Balai VIII			103
154	Krematorium Keputih			187
155	Kejawan Putih Tambak 48 A			262

No	Nama RTH	Jenis RTH	Kecamatan	Luas (m^2)
156	Bak Bunga Jl. Manyar	Taman Pasif	Mulyorejo	245,5
157	JH Merr Kalijudan			101.475,64
158	Manyar Kertoarjo			5.112
159	Mulyorejo			4.730,4
160	Mulyosari			2.700
161	Rotonde Jl. Manyar			277,14
162	Stren Kali Jl. Kaliwaron			1.020
163	Taman Baca			960
164	Dharmahusada Indah			3.410
165	Dharmahusada Indah Timur			2.591
166	Kalijudan-Merr			522
167	Dharmahusada Indah II			709
168	Taman Kalijudan	Taman Aktif		477
169	Kalijudan Indah			205
170	Sutorejo Tengah			312
171	Kalijudan 104			982
172	Wisma Permai Tengah			121.8
173	Wisma Permai VII			236
Jumlah				**470.897,92**

Sumber: DKRTH Kota Surabaya, 2019

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Ruang Terbuka Hijau

3.1.1 Definisi Ruang Terbuka Hijau

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5 Tahun 2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan disebutkan bahwa Ruang Terbuka Hijau (RTH) adalah area memanjang/jalur dan atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh tanaman secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Kemudian berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri nomor 1 tahun 2007 pada bab 1 pasal 1 ayat 2 yang menyatakan bahwa Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan yang selanjutnya disingkat RTHKP adalah bagian dari ruang terbuka suatu kawasan perkotaan yang diisi oleh tumbuhan dan tanaman guna mendukung manfaat ekologi, sosial, budaya, ekonomi dan estetika.

Ruang terbuka hijau atau disebut juga RTH adalah komponen penting dari suatu kawasan untuk menjamin kenyamanan, kesehatan, dan kelestarian warganya. RTH merupakan elemen pokok pada pembangunan kota ekologis bersama dan menyatu dengan elemen kota lain seperti tata guna tanah, transportasi, bangunan, jaringan prasaranan dan pengolahan limbah, energy hidrologi, udara, dan sinar matahari (Kementerian Lingkungan Hidup, 2015). RTH telah menjadi kesatuan program pembangunan di banyak negara dan diintensifkan untuk mengatasi pemanasan global disebabkan peningkatan karbon dioksida di udara (Mangkoediharjo dan Samudro, 2010).

Berdasarkan aspek legal, RTH merupakan ruang di dalam kota atau wilayah yang lebih luas baik dalam bentuk areal memanjang atau mengelompok dimana penggunanya lebih bersifat terbuka, berisi hijau tumbuhan atau tubuhan-tumbuhan yang tumbuh secara alami atau tumbuhan budidaya (PP Nomor 63 Tahun 2002).

3.1.2 Tujuan Penyelenggaraan RTH

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5 Tahun 2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan disebutkan bahwa tujuan penyelenggaraan RTH adalah:

a. Menjaga ketersediaan lahan sebagai kawasan resapan air.
b. Menciptakan aspek planologis perkotaan melalui keseimbangan antara lingkungan alam dan lingkungan binaan yang berguna untuk kepentingan masyarakat.
c. Meningkatkan keserasian lingkungan perkotaan sebagai sarana pengaman lingkungan perkotaan yang aman, nyaman, segar, indah, dan bersih.

3.1.3 Fungsi RTH

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5 Tahun 2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan disebutkan bahwa RTH memiliki fungsi sebagai berikut:

a. Fungsi utama (intrinsik) yaitu fungsi ekologis:
    - Memberi jaminan pengadaan RTH menjadi bagian dari sistem sirkulasi udara (paru-paru kota)
    - Pengatur iklim mikro agar sistem sirkulasi udara dan air secara alami dapat berlangsung lancer
    - Sebagai peneduh
    - Produsen oksigen
    - Penyerap air hujan
    - Penyedia habitat satwa
    - Penyerap polutan media udara, air dan tanah, serta;
    - Penahan angin
b. Fungsi tambahan (ekstrinsik) yaitu:
    - Fungsi sosial dan budaya:
        - Menggambarkan ekspresi budaya lokal
        - Merupakan media komunikasi warga kota
        - Tempat rekreasi
        - Wadah dan objek pendidikan, penelitian, dan pelatihan dalam mempelajari alam.
    - Fungsi ekonomi:

- Sumber produk yang bisa dijual, seperti tanaman bunga, buah, daun, sayur mayor
- Bisa menjadi bagian dari usaha pertanian, perkebunan, kehutanan dan lain-lain.

- Fungsi estetika:
  - Meningkatkan kenyamanan, memperindah lingkungan kota baik dari skala mikro: halaman rumah, lingkungan permukimam, maupun makro: lansekap kota secara keseluruhan
  - Menstimulasi kreativitas dan produktivitas warga kota
  - Pembentuk faktor keindahan arsitektural
  - Menciptakan suasana serasi dan seimbang antara area terbangun dan tidak terbangun.

Dalam suatu wilayah perkotaan, empat fungsi utama ini dapat dikombinasikan sesuai dengan kebutuhan, kepentingan, dan keberlanjutan kota seperti perlindungan tata air, keseimbangan ekologi dan konservasi hayati.

3.1.4 Manfaat RTH

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5 Tahun 2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan disebutkan bahwa RTH memiliki manfaat berdasarkan fungsinya yang terdiri atas:

a. Manfaat langsung (dalam pengertian cepat dan bersifat *tangible*), yaitu membentuk keindahan dan kenyamanan (teduh, segar, sejuk) dan mendapatkan bahan-bahan untuk dijual (kayu, daun, bunga, buah).
b. Manfaat tidak langsung (berjangka panjang dan bersifat *intangible*), yaitu pembersih udara yang sangat efektif, pemeliharaan akan kelangsungan persediaan air tanah, pelestarian fungsi lingkungan beserta segala isi flora dan fauna yang ada (konservasi hayati atau keanekaragaman hayati).

3.1.5 Tipologi RTH

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5 Tahun 2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan disebutkan bahwa secara fisik RTH dapat dibedakan menjadi RTH alami yang

merupakan area memanjang / jalur dan / atau mengelompok yang didominasi oleh tanaman yang tumbuh secara alami atau tanaman budidaya, dan penggunaannya lebih bersifat terbuka. Kawasan ini berupa habitat liar alami, kawasan lindung dan taman-taman nasional serta RTH non alami atau binaan yang merupakan area memanjang / jalur dan / atau mengelompok yang penggunaannya lebih bersifat terbuka / umum, dengan permukaan tanah di dominasi oleh perkerasan seperti taman, lapangan olahraga, pemakaman atau jalur-jaur hijau jalan. Dilihat dari fungsi RTH dapat berfungsi ekologis, sosial budaya, estetika, dan ekonomi.

Secara struktur ruang, RTH dapat mengikuti pola ekologis (mengelompok, memanjang, tersebar), maupun pola planologis yang mengikuti hirarki dan struktur ruang perkotaan. Serta dari segi kepemilikan, RTH dibedakan ke dalam RTH publik dan RTH privat. RTH publik merupakan RTH yang dimiliki dan dikelola oleh pemerintah daerah kota/kabupaten yang digunakan untuk kepentingan masyarakat secara umum. Sedangkan RTH privat adalah taman lingkungan yang dimiliki oleh orang perseorangan/masyarakat/swasta yang pemanfaatannya untuk kalangan terbatas. Pembagian jenis-jenis RTH publik dan RTH privat dapat dilihat pada table sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Kepemilikan RTH

No	Jenis	RTH Publik	RTH Privat
1	**RTH Pekarangan**		
	a. Pekarangan rumah tinggal		V
	a. Halaman perkantoran, pertokoan, dan tempat usaha		V
	b. Taman atap bangunan		V
2	**RTH Taman dan Hutan Kota**		
	a. Taman RT dan Taman RW	V	V
	b. Taman kelurahan dan Taman kecamatan	V	V
	c. Taman kota	V	

No	Jenis	RTH Publik	RTH Privat
	d. Hutan kota	V	
	e. Sabuk hijau	V	
3	**RTH Jalur Hijau Jalan**		
	a. Pulau jalan dan media jalan	V	V
	b. Jalur pejalan kaki	V	V
	c. Ruang dibawah jalan layang	V	
4	**RTH Fungsi Tertentu**		
	a. RTH sempadan rel kereta api	V	
	b. Jalur hijau jaringan listrik tegangan tinggi	V	
	c. RTH sempadan sungai dan RTH sempadan pantai	V	
	d. RTH pengamanan sumber air baku/mata air	V	
	e. Pemakaman	V	

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

3.1.6 Jenis Ruang Terbuka Hijau Perkotaan

Jenis-jenis RTH Perkotaan menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5 Tahun 2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan adalah sebagai berikut:

a. Taman Kota
b. Hutan Kota
c. Jalur Hijau Jalan
d. Ruang Pejalan Kaki
e. RTH di Bawah Jalan Layang
f. RTH Sempadan Rel Kereta Api
g. RTH pada Jaringan Listrik Tegangan Tinggi
h. RTH Sempadan Sungai

i. RTH Sempadan Pantai
j. RTH Sumber Air Baku/Mata Air
k. RTH Pemakaman

3.1.7 Penyediaan RTH di Kawasan Perkotaan

Penyediaan Ruang Terbuka Hijau atau RTH di Kawasan Perkotaan menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5 Tahun 2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan adalah sebagai berikut:

a. Penyediaan RTH Berdasarkan Luas Wilayah

   Penyediaan RTH berdasarkan luas wilayah di perkotaan adalah sebagai berikut:

   - Ruang terbuka hijau di perkotaan terdiri dari RTH Publik dan RTH privat.
   - Proporsi RTH pada wilayah perkotaan adalah sebesar minimal 30% yang terdiri dari 20% ruang terbuka hijau publik dan 10% terdiri dari ruang terbuka hijau privat.
   - Apabila luas RTH baik publik maupun privat di kota yang bersangkutan telah memiliki total luas lebih besar dari peraturan atau perundangan yang berlaku, maka proporsi tersebut harus tetap dipertahankan keberadaannya.

   Proporsi 30% merupakan ukuran minimal untuk menjamin keseimbangan ekosistem kota, baik keseimbangan sistem hidrologi dan keseimbangan mikroklimat, maupun sistem ekologis lain yang dapat meningkatkan ketersediaan udara bersih yang diperlukan masyarakat, serta sekaligus dapat meningkatkan nilai estetika kota.

b. Penyediaan RTH Berdasarkan Jumlah Penduduk

   Untuk menentukan luas RTH berdasarkan jumlah penduduk, dilakukan dengan mengalikan antara jumlah penduduk yang dilayani dengan standar luas RTH per kapita sesuai peraturan yang berlaku.

Tabel 3. 2 Penyediaan RTH Berdasarkan Jumlah Penduduk

No	Unit Lingkungan	Tipe RTH	Luas minimal/ unit (m^2)	Luas minimal/ kapita (m^2)	Lokasi
1	250 jiwa	Taman RT	250	1,0	Ditengah lingkungan RT
2	2.500 jiwa	Taman RW	1.250	0,5	Di pusat kegiatan RW
3	30.000 jiwa	Taman Kelurahan	9.000	0,3	Dikelompokkan dengan sekolah/pusat kelurahan
4	120.000 jiwa	Taman Kecamatan	24.000	0,2	Dikelompokkan dengan sekolah/pusat kecamatan
		Pemakaman	Disesuaikan	1,2	Tersebar
5	480.000 jiwa	Taman Kota	144.000	0,3	Di pisat wilayah/kota
		Hutan Kota	Disesuaikan	4,0	Di dalam/kawasan pinggiran
		Untuk fungsi-fungsi tertentu	disesuaikan	12,5	Disesuaikan dengan kabutuhan

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

c. Penyediaan RTH Berdasarkan Kebutuhan Fungsi Tertentu

Fungsi RTH pada kategori ini adalah untuk perlindungan atau pengamanan, sarana dan prasarana misalnya melindungi kelestarian sumber daya alam, pengaman pejalan kaki atau membatasi perkembangan penggunaan lahan agar fungsi utamanya tidak teganggu. RTH kategori ini meliputi: jalur hijau sempadan rel kereta api, jalur hijau jaringan listrik tegangan tinggi, RTH kawasan perlindungan setempat berupa RTH sempadan sungai, RTH sempadan pantai, dan RTH pengamanan sumber air baku/mata air.

3.2 Emisi CO_2

Menurut Labiba dan Pradoto (2018), Emisi karbon dioksida (CO_2) adalah salah satu jenis emisi gas rumah kaca yang menjadi faktor utama timbulnya fenomena pemanasan global. Produksi emisi gas karbon dioksida (CO_2) erat kaitannya dengan aktivitas manusia (*anthropogenic activities*).

3.2.1 Emisi CO_2 dari Kegiatan Transportasi

Perhitungan beban emisi berdasarkan jumlah kendaraan dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$n = m \times FK \qquad \text{....(3.1)}$$

Keterangan:
n = jumlah kendaraan setelah dikonversi (smp/jam)
M = jumlah kendaraan (kendaraan/jam)
FK = Faktor Konversi (smp/kendaraan)

Menurut *Indonesia Highway Capacity Manual Part: Urban Road No. 09/T/BNKT/1993* pemakaian praktis nilai smp tiap jenis kendaraan digunakan nilai standar seperti ditampilkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Faktor Konversi Jenis Kendaraan ke smp (satuan mobil penumpang)

No	Jenis Kendaraan	smp
1.	Kendaraan Ringan	1,00
2.	Kendaraan Berat	1,20
3.	Sepeda Motor	0,25

Sumber: *Indonesia Highway Capacity Manual* (1993) dalam Murti (2015)

Kemudian, perhitungan emisi akan dihitung dengan persamaan 3.2

$$\text{Emisi } CO_2 = n \times FE \times K \qquad \text{...(3.2)}$$

Keterangan:
n = Jumlah kendaraan setelah dikonversi (smp/jam)
FE = Faktor emisi (g/liter)
K = Konsumsi bahan bakar (liter/100 km)

Untuk faktor emisi dan konsumsi bahan bakar yang digunakan adalah faktor emisi dan konsumsi bahan bakar untuk

mobil penumpang. Nilai faktor emisi dengan tipe bahan bakar dan jenis kendaraan dapat dilihat dari Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Faktor Emisi Jenis Bahan Bakar dari Kendaraan

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

Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar yang telah disesuaikan dengan jenis kendaraannya dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Konsumsi Energi Spesifik Kendaraan Bermotor

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

No.	Jenis Kendaraan	Konsumsi Energi Spesifik (L/100km)
	- 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)

Dari perhitungan emisi CO_2 rata-rata akan didapatkan perkiraan jumlah emisi CO_2 rata-rata untuk jenis kendaraan dan jenis jalan. Emisi CO_2 rata-rata jenis jalan akan digunakan untuk menghitung perkiraan jumlah emisi CO_2 dari masing masing jalan. Perkiraan jumlah emisi CO_2 masing-masing jalan ini dihitung dengan cara sebagai berikut:

Jumlah Emisi (g/jam) = emisi rata – rata (g/jam.km) x panjang jalan …(3.3)

3.2.2 Emisi CO_2 dari Kegiatan Permukiman

Kegiatan penghasil emisi CO_2 dalam sektor pemukiman berasal dari aktivitas di perumahan penduduk dan di rumah tangga. Kegiatan yang menghasilkan emisi gas CO_2 tersebut berasal dari kegiatan memasak yang menggunakan bahan bakar minyak (Novananda dan Setiawan, 2015). Peningkatan emisi yang dihasilkan dari sektor pemukiman akan bertambah seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan luas penggunaan lahan yang didominasi oleh perumahan. Untuk menghitung besarnya emisi CO_2 dari bahan bakar yang dihasilkan dari kegiatan pemukiman dapat digunakan persamaan 3.4.

Emisi CO_2 = FE x Konsumsi bahan bakar x NCV …(3.4)

Keterangan:
Konsumsi bahan bakar = Jumlah bahan bakar yang dikonsumsi (Kg/bulan)
FE = Faktor emisi CO_2 bahan bakar (gCO_2/MJ)

Net Calorific Value (NCV) = *Energy content* per unit massa/volume bahan bakar (MJ/kg)

Dengan ketentuan nilai nilai NCV dan FE untuk minyak tanah dan LPG dapat dilihat pada Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3. 6 Nilai NCV dan FE untuk Kegiatan pemukiman

Bahan Bakar	**NCV (MJ/kg)**	**Faktor Emisi (g CO_2/MJ)**
LPG	47,3	63,1

Sumber: IPCC, 2006

Emisi CO_2 juga dapat dihasilkan oleh respirasi manusia dan hewan ternak dalam kegiatan pemukiman. Perhitungan emisi CO_2 dari respirasi manusia yang dihasilkan dari kegiatan permukiman dapat dihitung pada persamaan 3.5.

$$\textbf{Emisi } CO_2 = n \times FE \qquad \textbf{...(3.5)}$$

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)

Sedangkan perhitungan emisi CO_2 dari hewan ternak yang dihasilkan dari kegiatan permukiman dapat dihitung menggunakan persamaan 3.6.

$$\textbf{Emisi } CO_2 = n \times FE \qquad \textbf{...(3.6)}$$

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)
Faktor emisi dari hewan ternak tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3. 7 Faktor Emisi Hewan Ternak

Jenis Ternak	Faktor Emisi (kg CO_2/hari.ekor)
Sapi dan Kerbau	1,702
Kambing dan Domba	0,314
Unggas	0,167

Sumber: Wisesa (1989) dalam Patra (2012)

3.2.3 Emisi CO_2 Kegiatan Industri

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan emisi CO_2 kegiatan industri merupakan jenis langsung karena pemakaian bahan bakarnya ditentukan dan digunakan pada kendaraan yang beroperasi di lingkungan industri. Persamaan 3.7 berikut ini adalah persamaan yang digunakan IPCC (2006) untuk menghitung emisi CO_2 primer kegiatan industri.

$$\textbf{Emisi } CO_2 = \Sigma FC \times CEF \times NCV \qquad \ldots(3.7)$$

Keterangan:

ΣFC = jumlah bahan bakar fosil yang digunakan (massa/volume)

Net Calorific Value (NCV) = *Energy Content* per unit massa atau volume bahan bakar (TJ/kiloton fuel)

CEF = *Carbon Emission Factor* (ton CO_2/TJ)

Tabel 3.8 menunjukkan nilai NCV dan CEF untuk bahan bakar solar.

Tabel 3. 8 Nilai NCV dan CEF untuk Kegiatan Industri

Bahan Bakar	NCV	CEF (ton CO_2/TJ)
Gas Bumi (BBG)	$1{,}005 \times 10^{-6}$ TJ/SCF	56,1
Diesel	38×10^{-6} TJ/liter	74,1
Industrial / Residual Fuel Oil	40×10^{-6} TJ/liter	77,4
Batubara	$18{,}9 \times 10^{-6}$ TJ/ton	96,1

Sumber: IPCC, 2006

3.3 Vegetasi dan Daya Serap RTH Eksisting

Kemampuan penyerapan emisi CO_2 dari segala aktivitas terhadap tumbuhan tidak memiliki perbedaan karena tumbuhan memiliki kemampuan menyerap karbon dioksida (CO_2) melalui pori stomata yang banyak terdapat di permukaan daun (Sukmawati, 2015). Tumbuhan melakukan proses fotosintesis dimana dalam proses tersebut menyerap karbon dioksida (CO_2) yang kemudian menghasilkan oksigen. Proses tersebut sangat dibutuhkan dalam mengatasi polusi udara yang ada di perkotaan (Alamedah, 2010 dalam Pradiptiyas dkk, 2011). Peran vegetasi dapat mengurangi tingkat polutan di sekitar jalan dengan pengenceran konsentrasi polutan (Patra, 2002). Kemampuan vegetasi dalam menyerap CO_2 berbeda-beda dan banyak faktor yang mempengaruhinya. Pohon trembesi (*Samanea saman*), dan Cassia (*Cassia sp*) merupakan salah satu contoh tumbuhan yang kemampuan menyerap CO_2-nya sangat besar hingga mencapai ribuan kg/tahun.

Tanaman melakukan fotosintesis untuk membentuk zat makanan atau energi yang dibutuhkan tanaman tersebut. Dalam fotosintesis tersebut tumbuhan menyerap karbon dioksida (CO_2) dan air yang kemudian di rubah menjadi glukosa dan oksigen dengan bantuan sinar matahari. Kesemua proses ini berlangsung di klorofil. Kemampuan tanaman sebagai penyerap karbon dioksida akan berbeda-beda. (Dahlan, 2008)

Menentukan laju serapan CO_2 dapat dihitung berdasarkan luas tutupan vegetasi dan jenis tumbuhannya. Menurut Pentury (2003) dalam Murti (2015), hubungan antara luas tajuk pohon dan laju serapan CO_2 dengan permodelan menggunakan formulasi matematika, seperti pada Persamaan 3.8 berikut.

$$\mathbf{S = 0{,}2278\ e^{(0{,}0048 \times I)}} \qquad \textbf{...(3.8)}$$

Keterangan:

S = Laju Serapan CO_2 (g/detik)
I = Intensitas cahaya (watt/m^2)
e = Bilangan pokok logaritma natural (ln)
0,0048 = Koefisien intensitas cahaya
0,2278 = Konstanta penjumlahan

Kota Surabaya memiliki iklim tropis, maka intensitas cahaya yang digunakan adalah intensitas cahaya garis lintang

khatulistiwa yang ditunjukkan pada Tabel 3.9 berikut.

Tabel 3. 9 Intensitas Cahaya Pada Iklim Tropis

Bulan	Intensitas Cahaya	
	(Kal/cm^2/hari)	(watt/m^2)
Januari	844	409,34
Februari	963	467,06
Maret	878	425,83
April	876	424,86
Mei	803	389,46
Juni	803	389,46
Juli	792	384,12
Agustus	820	397,70
September	891	432,14
Oktober	866	420,01
November	873	423,41
Desember	829	402,07

Sumber: Wilson (1993) dalam Murti (2015)

Daya serap dari beberapa jenis tumbuhan yang umumnya digunakan sebagai tumbuhan untuk ruang terbuka hijau dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut:

Tabel 3. 10 Kemampuan Daya Serap Pohon

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Daya serap CO_2 (kg/pohon/tahun)
1	Trembesi	*Samanea saman*	28.448,39
2	Cassia	*Cassia sp*	5.295,47
3	Kenanga	*Canangium odoratum*	756,59
4	Pingku	*Dysoxylum excelsum*	720,49
5	Beringin	*Ficus benyamina*	535,90
6	Krey Payung	*Fellicium decipiens*	404,83

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Daya serap CO_2 (kg/pohon/tahun)
7	Matoa	*Pornetia pinnata*	329,76
8	Mahoni	*Swetenia mahagani*	295,73
9	Saga	*Adhenanthera pavoniana*	221,18
10	Bungkur	*Lagerstroema speciosa*	160,14
11	Jati	*Tectona grandis*	135,27
12	Nangka	*Arthocarpus heterophyllus*	126,51
13	Johar	*Cassia grandis*	116,25
14	Sirsak	*Annona muricata*	75,29
15	Puspa	*Schima wallichii*	63,31
16	Akasia	*Acacia auriculiformis*	48,68
17	Flamboyan	*Delonix regia*	42,20
18	Sawo kecik	*Manilkara kauki*	36,19
19	Tanjung	*Mimusops elengi*	34,29
20	Bunga merak	*Caesalpina pulcherrima*	31,59
21	Sempur	*Dilena retusa*	24,24
22	Khaya	*Khaya anthptheca*	21,90
23	Merbau pantai	*Intsia bijuga*	19,25
24	Akasia	*Acasia mangium*	15,19
25	Angsana	*Pterocarpus indicus*	11,12
26	Asam kranji	*Pithecelobium dulce*	8,48
27	Saputangan	*Maniltoa grandiflora*	8,26

No	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Daya serap CO_2 (kg/pohon/tahun)
28	Dadap merah	*Erythrina cristagalli*	4,55
29	Rambutan	*Nephelium lappaceum*	2,19
30	Asam kranji	*Tamarindus indica*	1,49
31	Kempas	*Compassia exelca*	0,20

Sumber: Dahlan, 2008

RTH memiliki berbagai macam tipe penutupan vegetasi berupa pohon, semak belukar, padang rumput, dan sawah yang memiliki kemampuan daya serap terhadap karbon dioksida yang berbeda. Daya serap berbagai macam tipe penutup vegetasi terhadap karbon dioksida dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3. 11 Daya Serap CO_2 Berdasarkan Tipe Penutup Vegetasi

No.	Tipe Penutupan	Daya Serap Gas CO_2 (kg/Ha/hari)	Daya Serap Gas CO_2 (ton/Ha/tahun)
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: Prasetyo, dkk (2002) dalam Murti (2015)

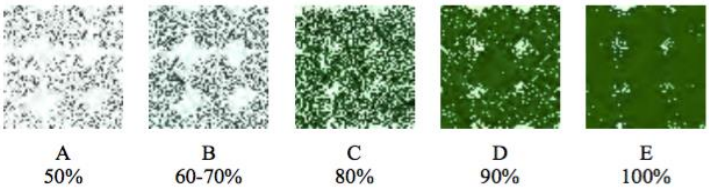
Untuk mendapatkan kemampuan serapan terhadap luasan area atau jenis RTH adalah dengan mengalikan luas tajuk yang telah dicantumkan pada Tabel 2.2 dengan persen kerapatan dan laju serapan seperti pada Persamaan 3.9 berikut.

Daya Serap Area = LT x %Kerapatan x S ...(3.9)

Keterangan:

Daya Serap Area	= Kemampuan RTH menyerap CO_2
LT	= Luas tajuk pohon / luas area RTH (m^2)
%Kerapatan	= Kerapatan tajuk pohon
S	= Laju serapan CO_2 (g CO_2/detik)

Kerapatan tajuk pohon ditentukan berdasarkan ketebalan tutupan daun pada pohon tersebut dalam satu area untuk RTH publik, yang divisualisasikan oleh Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Visualisasi Presentase Kerapatan Tajuk
Sumber: Murti (2015)

Pada Gambar 3.1 merupakan bentuk visualisasi penentuan kerapatan tajuk pohon berdasarkan ketebalan tutupan daun yang diartikan jika kerapatan tajuk pohon pada nilai 100% maka perhitungan daya serap area akan semakin tinggi. Hal sebaliknya, jika kerapatan tajuk pohon pada nilai kurang dari 50% maka perhitungan daya serap area juga akan semakin kecil.

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 Pentury (2003) dalam Murti (2015), sisa emisi dihitung menggunakan persamaan 3.10.

$$\mathbf{S\ CO_2 = X - DS\ CO_2} \qquad \textbf{...(3.10)}$$

Keterangan:

S CO_2	= emisi CO_2 yang belum terserap
X	= total emisi CO_2 aktual
DS CO_2	= kemampuan daya serap RTH eksisting menyerap emisi CO_2

Persentase daya serap Ruang Terbuka Hijau (RTH) terhadap emisi karbon dioksida (CO_2) dianalisis dengan membandingkan antara jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, permukiman, dan industri dengan daya serap CO_2 oleh RTH publik. Menurut Joga (2013), persentase daya serap RTH terhadap emisi CO_2 dihitung menggunakan persamaan 3.11.

$$\textbf{\% Penyerapan RTH} = \frac{Total\ daya\ serap\ RTH}{Emisi\ CO2\ total} \qquad \textbf{...(3.11)}$$

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 3.12.

$$\textbf{Kebutuhan RTH tambahan} = \textbf{S } CO_2 - \textbf{DS } CO_2 \quad \textbf{..(3.12)}$$

Keterangan:
S CO_2 = emisi CO_2 yang belum terserap
DS CO_2 = kemampuan daya serap RTH eksisting menyerap emisi CO_2

3.4 Metode Proyeksi

Proyeksi diperlukan untuk mengetahui beban emisi CO_2 di masa yang akan datang. Dengan mengetahui beban emisi CO_2 di masa yang akan datang dapat juga diketahui apakah RTH publik eksisting masih mampu menyerap emisi yang ada atau tidak. Pendekatan (metode) untuk memperkirakan laju pertumbuhan ada beberapa cara, dimana dasar penyelesaiannya dengan melakukan kajian terhadap data terlebih yang ada sebelumnya. Metode proyeksi yang digunakan sebagai berikut:

a. Metode Aritmatik

   Metode ini sesuai untuk daerah dengan perkembangan penduduk yang selalu naik secara konstan, dan dalam kurun waktu yang pendek. Perhitungan proyeksi dengan metode aritmatik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Pn = Po + r\ (dn)$$

   Dimana:
   Pn = Jumlah penduduk pada akhir tahun periode

Po = Jumlah penduduk pada awal proyeksi
r = Rata-rata pertambahan penduduk tiap tahun
dn = Kurun waktu proyeksi

b. Metode Geometri

Proyeksi dengan metode ini menganggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda, dengan pertambahan penduduk. Metode ini tidak memperhatikan adanya suatu saat terjadi perkembangan menurun yang disebabkan kepadatan penduduk mendekati maksimum. Perhitungan proyeksi penduduk dengan metode ini dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Pn = Po + (1 + r)^{dn}$$

Dimana:
Po = Jumlah penduduk mula-mula
Pn = Penduduk tahun n
dn = Kurun waktu
r = Rata-rata prosentase tambahan penduduk per tahun

c. Metode Least Square

Metode ini digunakan untuk garis regresi 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 menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Pn = a + (bt)$$

Dimana:
T = Tambahan tahun terhitung dari tahun dasar
a = $\{(\sum p)(\sum t^2) - (\sum t)(\sum p.t)\} / \{(n(\sum t^2) - (\sum t)^2\}$
b = $\{n(\sum p.t) - (\sum t)(\sum p)\} / \{n(\sum t^2) - (\sum t)^2\}$

Dari ketiga metode tersebut, dipilih dengan nilai koefisien korelasi (r) yang mendekati 1 menggunakan rumus:

$$r = \frac{n(\sum xy)-(\sum x)(\sum y)}{\{[n(\sum y^2)-(\sum y)^2]x\ [n(\sum x^2)-(\sum x)^2]\}^{1/2}}$$

Untuk memperoleh nilai proyeksi yang akurat, maka perlu dicari terlebih dahulu nilai koefesien korelasi (r) dari rumus-rumus proyeksi yang akan digunakan. Nilai koefisien korelasi yang digunakan adalah yang mendekati 1, yang menggambarkan bahwa rumus yang digunakan tersebut mewakili nilai pendekatan pertumbuhan secara optimum terhadap pola pertumbuhan yang terjadi sebenarnya di masa mendatang (Khotami, 2017).

3.5 Pengembangan RTH

Menurut Mawardah & Mutfianti (2013), Pada dasarnya arah pengembangan dan pembangunan RTH adalah dengan menganut pola intensifikasi, ekstensifikasi serta mitigasi yang dijabarkan sebagai berikut.

- Intensifikasi adalah pola pengembangan dan pembangunan dengan mengoptimalkan pemanfaatan ruang terbuka yang sudah ada. Pelaksanaan intensifikasi dilakukan pada daerah-daerah yang sekarang sudah ada dan dimiliki seperti lapangan bola, sempadan jalan, sempadan sungai, sempadan pantai, taman kota, dan RTH privat. Teknik Intensifikasi yaitu usaha penanaman vegetasi/tumbuhan untuk memperkaya dan memperbaiki serta meningkatkan mutu tata hijau pada kawasan yang sudah ada merupakan kawasan hijau (Kotta, dkk (2019).
- Ekstensifikasi adalah pola pengembangan dan pembangunan dengan menambah atau memperluas ruang terbuka pada ruang-ruang terbuka yang sudah ada dan membangun RTH baru.
- Mitigasi adalah pola pengembangan dan pembangunan kawasan dengan mengurangi dampak-dampak yang timbul akibat kondisi yang rawan, kondisi alam secara fisik atau akibat perubahan cuaca atau iklim. Pelaksanaan mitigasi adalah pada daerah/kawasan rawan banjir, rawan kering, serta rawan longsor.

3.6 Pemeliharaan RTH

RTH perlu dilakukan pemeliharaan rutin untuk menjaga kualitas penyerapan vegetasi yang optimal. Dalam perencanaan ini, yang termasuk pemeliharaan adalah penyiraman, pemangkasan, dan pemupukan. Ketiga aspek tersebut yang dapat menghasilkan pertumbuhan yang baik pada tumbuhan. Pemeliharaan ini didasarkan dari sumber literatur menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan.

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 menyeimbangkan 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 yang terbaik adalah pada pagi atau sore hari. Penyiraman siang hari hendaknya dilakukan langsung pada permukaan tanah, tidak pada permukaan daun tanaman. Untuk daerah dengan kelembaban tinggi penyiraman pada pagi hari lebih baik daripada sore hari, dalam upaya menghindari penyakit yang disebabkan oleh cendawan.

   Penetrasi air siraman sedalam 15-20 cm ke dalam tanah, dapat menjadi indikasi bahwa siraman air sudah dinyatakan cukup.

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:
   Pemangkasan untuk tujuan ini dilakukan pada cabang, dahan dan ranting yang retak, patah, mati atau berpenyakit.
2. Pemangkasan untuk keamanan penggunaan taman:
   - Pemangkasan dengan tujuan ini dilakukan pada cabang, dahan dan ranting, yang dapat mengancam keamanan pengguna taman.
   - Di daerah pejalan kaki diperlukan ruang yang bebas dari juntaian ranting dan dahan pohon sekitar 2,5 m dari permukaan tanah.
   - Batang atau dahan yang menyentuh kabel telepon dan listrik perlu dipangkas, kerena disamping dapat mengakibatkan korsleting/ kebakaran, juga gesekan yang intensif dapat mengganggu kesehatan pohon.
3. Pemangkasan untuk keamanan pengguna jalan:
   - Pemangkasan dengan tujuan ini dilakukan pada cabang, dahan dan ranting, yang dapat menghalangi pandangan pengguna jalan.
   - Untuk jalan yang dilalui kendaraan pada daerah permukiman diperlukan ruang terbebas dari juntaian ranting dan dahan pohon sekitar minimal 3,5 m dari permukaan tanah.
   - Untuk jalan umum yang dilalui kendaraan diperlukan ruang terbebas dari juntaian ranting dan dahan pohon sekitar 4,5-5 m dari permukaan tanah.
4. Pemangkasan untuk tujuan estetis:
   Pemangkasan dengan tujuan ini adalah untuk menghasilkan penampilan tanaman lebih baik atau lebih indah. Dengan memperhatikan jenis dan kerapatan daun, maka pemangkasan dapat menghasilkan tanaman dengan bentuk-bentuk tajuk

spiral, silindris, kubus, bulat, piramida, dan lain sebagainya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

METODOLOGI PERENCANAAN

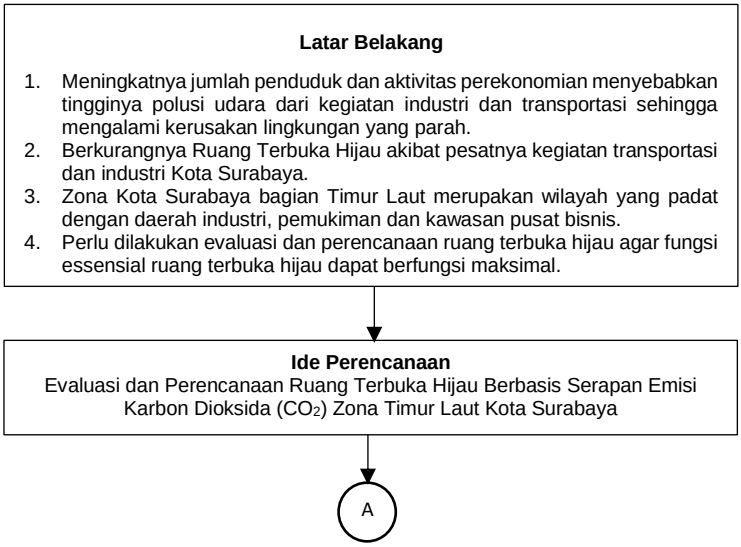
4.1 Umum

Evaluasi dan Perencanaan Ruang Terbuka Hijau dilakukan berdasarkan hasil perhitungan mengenai kecukupan Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam menyerap emisi CO_2 di Zona Timur Laut Kota Surabaya. Emisi CO_2 yang dihitung berupa emisi CO_2 primer yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, pemukiman, serta industri di Zona Timur Laut Kota Surabaya, yang kemudian dibandingkan dengan data hasil perhitungan daya serap RTH eksisting di wilayah tersebut. Kemudian dievaluasi terkait kecukupannya: apakah RTH tersebut mencukupi untuk menyerap emisi CO_2 yang dihasilkan. Hasil evaluasi tersebut dapat digunakan untuk memperbarui pemetaan RTH eksisting dan dapat menjadi masukan untuk penambahan luas RTH di Zona Timur Laut Kota Surabaya. Hasil perhitungan emisi CO_2 dan kebutuhan daya serap RTH tersebut diproyeksikan hingga tahun 2045 atau 25 tahun kedepan untuk dilakukan perencanaan dalam penambahan luas RTH Publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya.

Penelitian ini dimulai dengan kegiatan studi literatur terkait, kemudian melakukan tahap-tahap analisis sesuai dengan tujuan penelitian. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini membutuhkan data berupa data sekunder. Data sekunder yang digunakan terdiri dari data RTH eksisting di Zona Timur Laut Kota Surabaya yang diperoleh dari DKRTH, peta administrasi Kota Surabaya, peta jalan Kota Surabaya yang diperoleh dari DISHUB Kota Surabaya, data survei *traffic counting* dari DISHUB Kota Surabaya, peta RTRW Kota Surabaya, jumlah Kartu Keluarga tiap kecamatan di Zona Timur Laut Kota Surabaya yang diperoleh dari BPS Kota Surabaya. Setelah memperoleh data-data yang dibutuhkan, data tersebut dianalisis menggunakan metode matematis menggunakan persamaan dari literatur. Serapan CO_2 oleh RTH dapat ditentukan berdasarkan pendekatan luas tutupan RTH tersebut, kemudian dapat diperoleh tingkat kemampuan RTH dalam menyerap emisi CO_2. Hasil analisis tersebut kemudian digunakan untuk pemetaan kemampuan serapan RTH di Zona Timur Laut Kota Surabaya.

4.2 Kerangka Perencanaan

Kerangka perencanaan adalah acuan dalam melaksanakan perencanaan yang terdiri dari poin-poin penting dari tahapan perencanaan yang dibuat berdasarkan adanya permasalahan dalam ide untuk mencapai tujuan perencanaan. Kerangka perencanaan ini disusun dengan tujuan agar mengetahui tahapan yang dilakukan dalam penelitian yang dituangkan secara sistematis, memudahkan dalam mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan pelaksanaan perencanaan demi tercapainya tujuan perencanaan, serta menghindari dan memperkecil terjadinya kesalahan selama melakukan perencanaan. Gambar 4.1 berikut merupakan kerangka perencanaan yang telah dibuat berdasarkan perencanaan yang sedang dilakukan.



A

Rumusan Masalah

1. Bagaimana kemampuan jenis tumbuhan yang digunakan pada RTH eksisting di Zona Timur Laut Kota Surabaya?
2. Bagaimana kemampuan RTH eksisting di Zona Timur Laut Kota Surabaya dalam menyerap emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, permukiman, dan industri?
3. Bagaimana rencana Ruang Terbuka Hijau untuk menyerap emisi karbon dioksida (CO_2) berdasarkan evaluasi dan peraturan perundang-undangan dalam jangka panjang di Zona Timur Laut Kota Surabaya?

Tujuan Perencanaan

1. Mengkaji kemampuan jenis tumbuhan yang digunakan pada RTH eksisting di Zona Timur Laut Kota Surabaya.
2. Menganalisis kemampuan RTH Eksisting dalam menyerap emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, pemukiman, dan industri di Zona Timur Laut Kota Surabaya.
3. Merencanakan Ruang Terbuka Hijau dalam jangka panjang berdasarkan evaluasi dan peraturan perundang-undangan yang berlaku, untuk menyerap emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, pemukiman dan industri di Zona Timur Laut Kota Surabaya.

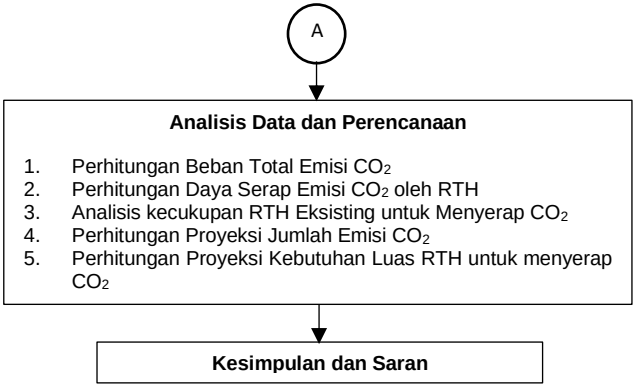
Studi Pustaka

1. Teori dan Peraturan tentang RTH
2. Teori emisi CO_2
3. Kemampuan RTH dalam menyerap emisi CO_2

Data Sekunder

1. Data RTH eksisting
2. Peta administrasi Kota Surabaya
3. Peta jalan Kota Surabaya
4. Data RTRW Kota Surabaya tahun 2014-2034
5. Jumlah KK di tiap kecamatan Zona Timur Laut Kota Surabaya
6. Data hasil survei *traffic counting*
7. Data perindustrian Kota Surabaya

A



Gambar 4. 1 Kerangka Perencanaan

4.2.1 Ide Perencanaan

Ide perencanaan tugas akhir mengenai Evaluasi dan Perencanaan Ruang Terbuka Hijau Berbasis Serapan Emisi Karbon Dioksida (CO_2) di Zona Timur Laut Kota Surabaya ini didapatkan berdasarkan data mengenai tingginya tingkat emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, pemukiman, dan industri serta belum mencukupinya RTH di wilayah Zona Timur Laut Kota Surabaya sebagai penyerap emisi CO_2. Maka dari itu, perlu diperhitungkan dan dievaluasi terkait kecukupan ruang terbuka hijau yang ada sebagai penyerap emisi CO_2, serta perlu dilakukan perencanaan RTH untuk waktu yang akan datang agar fungsi bio-ekologis RTH dapat berfungsi secara maksimal sehingga kualitas udara di perkotaan tersebut meningkat dan selalu terjaga dengan baik.

4.2.2 Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan yang menunjang pelaksanaan perencanaan dari sumber-sumber yang ada, baik dari jurnal ilmiah, artikel, internet, tugas akhir, *textbook*, maupun sumber lain yang terkait.

Sumber pustaka yang digunakan antara lain:

a. Literatur tentang emisi CO_2 yang berasal dari kegiatan manusia, transportasi, pemukiman, dan industri.
b. Literatur tentang Ruang Terbuka Hijau

c. Literatur tentang kemampuan RTH dalam menyerap CO_2

4.2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan variabel yang diperlukan sebagai dasar pada tahap analisis dan pembahasan. Dalam penulisan tugas akhir ini, data yang dikumpulkan adalah data sekunder, data sekunder dalam 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 penelitian.
c. Peta Jalan Kota Surabaya yang didapatkan dari DISHUB Kota Surabaya, untuk mengetahui letak dan jenis jalan yang ada di wilayah Kota Zona Timur Laut Kota Surabaya.
d. Peta RTRW Kota Surabaya yang digunakan untuk mengetahui letak rencana pembangunan RTH di Zona Timur Laut Kota Surabaya.
e. Jumlah Kepala Keluarga (KK) di tiap kecamatan di wilayah Zona Timur Laut 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 Perencanaan

Perencanaan didahului dengan perhitungan jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan dan menganalisis kecukupan kemampuan RTH dalam menyerap emisi CO_2 di Zona Timur laut Kota Surabaya. Untuk membandingkan jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, pemukiman dan industri,

maka selanjutnya dilakukan pemetaan. Berikut merupakan langkah langkah dalam proses analisis data dan perencanaan:

1. **Perhitungan Beban Emisi CO_2**
   Emisi CO_2 yang dihitung dalam penelitian ini mencakup emisi CO_2 primer yang dihasilkan dari beberapa kegiatan berikut di Zona Timur Laut Kota Surabaya.
   a. Emisi CO_2 Kegiatan Transportasi
      Produksi emisi CO_2 dari kegiatan transportasi didapatkan dari data *traffic counting* dari DISHUB dan dihitung menggunakan persamaan 3.1, 3.2, dan 3.3.
   b. Emisi CO_2 Kegiatan Pemukiman
      Produksi emisi CO_2 kegiatan pemukiman mencakup kegiatan rumah tangga, emisi hasil respirasi manusia dan emisi hasil respirasi hewan ternak. Emisi tersebut dihitung menggunakan persamaan 3.4, 3.5, dan 3.6.
   c. Emisi CO_2 Kegiatan Industri
      Produksi emisi CO_2 kegiatan industri dihitung menggunakan persamaan 3.7.

2. **Perhitungan Emisi CO_2 Total**
   Setelah selesai melakukan perhitungan terhadap emisi CO_2 primer yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, pemukiman dan industri, selanjutnya dilakukan perhitungan emisi CO_2 total yang merupakan hasil penjumlahan semua hasil perhitungan nilai emisi CO_2 dari segala sektor.

3. **Perhitungan Daya Serap Emisi CO_2 oleh RTH**
   Dilakukan inventarisasi terhadap vegetasi di RTH eksisting, kemudian dihitung kemampuan daya serap nya. Total daya serap CO_2 oleh pohon dan tipe tutupan vegetasi dihitung menggunakan persamaan 3.8 dan 3.9.

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 3.10. 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
   b. Metode Geometri
   c. Metode Least Square

6. **Perencanaan RTH**
   Perencanaan RTH dilakukan berdasarkan hasil perhitungan daya serap CO_2 oleh RTH eksisting. Apabila RTH eksisting tidak cukup untuk menyerap emisi CO_2, maka perlu dilakukan beberapa alternatif perencanaan.

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

4.2.5 Kesimpulan dan Saran

Dari pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil suatu keimpulan yang menyatakan ringkasan dari hasil penelitian yang menjawab perumusan masalah penelitian. Saran diberikan untuk perbaikan penelitian dan pelaksanaan penelitian lebih lanjut.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Emisi CO_2

Emisi CO_2 yang dihitung yaitu emisi CO_2 yang berasal dari kegiatan transportasi, permukiman, dan industri tiap kecamatan. Data sekunder yang digunakan adalah data dari penelitian terdahulu dan data dari institusi yang berkaitan.

5.1.1 Emisi CO_2 Kegiatan Transportasi

Emisi transportasi terbukti sebagai penyumbang pencemaran udara tertinggi yaitu sebesar 85%, hal ini diakibatkan oleh laju pertumbuhan kepemilikan kendaraan bermotor yang tinggi (Gusnita, 2012). Emisi CO_2 yang dihitung dari kegiatan transportasi berasal dari pemakaian bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan, yaitu bensin dan solar. Dalam penelitian ini, emisi CO_2 dihitung berdasarkan data hasil survei *traffic counting* pada jam puncak tahun 2019 oleh Dinas Perhubungan Kota Surabaya. Kemudian didapatkan data jumlah kendaraan pada tujuh belas jalan yang mewakili lima jenis jalan, yaitu arteri primer, arteri sekunder, kolektor primer, kolektor sekunder, dan lokal. Nama jalan, jenis jalan serta letaknya dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Jalan yang Disurvei

No.	Nama Jalan	Lokasi
Arteri Primer		
1	Jl. Stasiun Wonokromo / Arjuno	Surabaya Selatan
2	Jl. Perak Timur	Surabaya Utara
3	Jl. Perak Barat	Surabaya Utara
4	Jl. Diponegoro	Surabaya Pusat
Arteri Sekunder		
5	Jl. Indrapura	Surabaya Barat
6	Jl. Mayjend Sungkono	Surabaya Selatan
7	Prof. Dr. Moestopo	Surabaya Timur
8	Jl. Kertajaya Indah	Surabaya Timur

No.	Nama Jalan	Lokasi
Kolektor Primer		
9	Jl. Basuki Rahmat	Surabaya Pusat
10	Jl. Gubeng Pojok	Surabaya Pusat
Kolektor Sekunder		
11	Jl. PB Sudirman	Surabaya Pusat
12	Jl. Pemuda	Surabaya Pusat
Lokal		
13	Jl. Urip Sumoharjo	Surabaya Pusat
14	Jl. Gemblongan	Surabaya Pusat
15	Jl. Bubutan	Surabaya Pusat
16	Jl. Embong Malang	Surabaya Pusat
17	Kedungdoro	Surabaya Pusat

Sumber: Dinas PU Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya, 2020

Berikut langkah-langkah untuk menghitung emisi CO_2 dari kegiatan transportasi.

1. **Menghitung Jumlah Kendaraan Rata-rata Tiap Jalan**
   Jumlah kendaraan rata-rata tiap jalan diperoleh dari data sekunder hasil survei *traffic counting* pada jam puncak oleh Dinas Perhubungan Kota Surabaya. Jam puncak yang digunakan pada pukul 06.00-08.00 WIB dan pukul 16.00-18.00 WIB. Data hasil survei *traffic counting* selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1. Kemudian dihitung jumlah kendaraan keseluruhan dan dikategorikan menurut jenis kendaraan dan jenis jalannya. Jumlah kendaraaan tersebut selanjutnya dibandingkan dengan lama waktu jam puncak sehingga didapatkan nilai rata-rata jumlah kendaraan tiap jam.
   Contoh perhitungan:

   Data sekunder jumlah kendaraan di Jalan Diponegoro untuk jenis kendaraan sepeda motor
   = 38.298 kendaraan / 4 jam (total durasi jam puncak)
   = 9.575 kendaraan / jam

Setiap jenis kendaraan dihitung total kendaraan rata-rata yang dihasilkan dari masing-masing jalan yang disurvei. Hasil perhtungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Jumlah Kendaraan Rata-rata Per Jam Tiap Jalan

Nama Jalan	Sepeda Motor	Mobil Bahan Bakar Bensin	Mobil Bahan Bakar Solar	Bus Besar	Truk Besar
Arteri Primer					
Jl. Stasiun Wonokromo	7.390	2.012	104	3	31
Jl. Perak Timur	6.089	1.179	150	5	45
Jl. Perak Barat	7.435	1.074	89	2	76
Jl. Diponegoro	9.575	3.019	99	3	1
Rata-rata	7.622	1.821	110	3	38
Jumlah	**9.594**				
Arteri Sekunder					
Jl. Indrapura	6.121	937	103	10	7
Jl. Mayjend Sungkono	9.924	3.139	90	5	3
Prof. Dr. Moestopo	8.586	3.308	178	6	0
Jl. Kertajaya Indah	10.137	2.812	69	6	1
Rata-rata	8.692	2.549	110	7	3
Jumlah	**11.360**				
Kolektor Primer					
Jl. Basuki Rahmat	8.506	1.907	51	4	0
Jl. Gubeng Pojok	6.406	1.497	32	3	1
Rata-rata	7.456	1.702	41	3	0
Jumlah	**9203**				
Kolektor Sekunder					
Jl. PB Sudirman	5.350	2.060	46	6	0
Jl. Pemuda	4.593	1.583	65	2	1
Rata-rata	4.971	1.822	55	4	0

Nama Jalan	Sepeda Motor	Mobil Bahan Bakar Bensin	Mobil Bahan Bakar Solar	Bus Besar	Truk Besar
Jumlah	**6853**				
Lokal					
Jl. Urip Sumoharjo	13.390	5.329	163	9	5
Jl. Gemblongan	2.823	952	36	4	1
Jl. Bubutan	3.713	1.764	154	6	2
Jl. Embong Malang	6.557	1.453	31	5	0
Jl. Kedungdoro	39.843	12.642	479	20	8
Rata-rata	13.265	4.428	173	9	3
Jumlah	**17877**				

2. Konversi Jenis Kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang (smp)

Setelah diperoleh jumlah kendaraan rata-rata per jam pada masing-masing jalan, data tersebut dikonversi menggunakan persamaan 3.1 dan faktor konversi jenis kendaraan ke smp (satuan mobil penumpang) dapat dilihat pada Tabel 3.3. Contoh perhitungan konversi kendaraan rata-rata di Jalan Arteri Primer sebagai berikut:

Jumlah Rata-rata Kendaraan / Jam

- Sepeda Motor = 7.622
- Kendaraan Penumpang Bensin = 607
- Kendaraan Penumpang Diesel = 37
- Bus Besar = 3
- Truk Besar = 10

Sehingga diperoleh nilai konversi nya:

- Sepeda Motor = 7.622 x 0,25
  = 1.906 smp/jam
- Kendaraan Penumpang Bensin = 607 x 1
  = 607 smp/jam
- Kendaraan Penumpang Diesel = 37 x 1

= 37 smp/jam

- Bus Besar = 3 x 1.2
  = 4 smp/jam
- Truk Besar = 10 x 1.2
  = 12 smp/jam

Tabel jumlah kendaraan yang dikonversi ke satuan mobil penumpang (smp) pada tiap jenis jalan dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Hasil Konversi Jumlah Kendaraan Rata-rata Tiap Jenis Jalan

No	Jenis Jalan	Jumlah Kendaraan (kendaraan/jam)	Kendaraan Terkonversi (smp/jam)
Arteri Primer			
1	Sepeda Motor	7.622	1.906
2	Mobil Bahan Bakar Bensin	607	607
3	Mobil Bahan Bakar Solar	37	37
4	Bus Besar	3	4
5	Truk Besar	10	12
Arteri Sekunder			
1	Sepeda Motor	8.692	2.173
2	Mobil Bahan Bakar Bensin	850	850
3	Mobil Bahan Bakar Solar	37	37
4	Bus Besar	7	8
5	Truk Besar	1	1
Kolektor Primer			

No	Jenis Jalan	Jumlah Kendaraan (kendaraan/jam)	Kendaraan Terkonversi (smp/jam)
1	Sepeda Motor	7.456	1.864
2	Mobil Bahan Bakar Bensin	567	567
3	Mobil Bahan Bakar Solar	14	14
4	Bus Besar	3	4
5	Truk Besar	0	0
Kolektor Sekunder			
1	Sepeda Motor	4.971	1.243
2	Mobil Bahan Bakar Bensin	607	607
3	Mobil Bahan Bakar Solar	18	18
4	Bus Besar	4	5
5	Truk Besar	1	1
Lokal			
1	Sepeda Motor	13.265	3.316
2	Mobil Bahan Bakar Bensin	1.476	1.476
3	Mobil Bahan Bakar Solar	58	58
4	Bus Besar	9	10
5	Truk Besar	1	1

Tabel 5.3 menunjukkan bahwa hasil konversi pada jumlah

sepeda motor menjadi lebih kecil karena faktor konversinya hanya 0,25 sedangkan hasil konversi pada jumlah truk dan bus menjadi lebih besar karena faktor konversinya sebesar 1,20. Untuk mobil penumpang bensin dan diesel, hasil konversinya tetap karena faktor konversi sebesar 1.

3. Menghitung Emisi CO_2 Rata-rata Tiap Jenis Jalan

Data yang dibutuhkan untuk menghitung emisi CO_2 rata-rata adalah jumlah kendaraan rata – rata (smp/jam), Faktor Emisi (gram/liter) dan konsumsi bahan bakar (L/100km) yang dihitung menggunakan persamaan 3.2. Nilai Faktor Emisi dapat dilihat pada Tabel 3.4 sedangkan nilai Konsumsi Energi Spesifik Kendaraan Bermotor dapat dilihat pada Tabel 3.5. Contoh perhitungan emisi CO_2 rata-rata kendaraan adalah sebagai berikut:

Kendaraan mobil berbahan bakar bensin pada jalan arteri primer:

- Jumlah kendaraan rata – rata (n) = 607 smp/jam
- Faktor Emisi (FE) = 2.597,86 gram/liter
- Konsumsi Energi (K) = 11,79 liter/100 km
  = 0,1179 liter/km
- Jumlah Emisi CO_2 rata – rata
  = 607 smp/jam x 2.597,86 gram/liter x 0,1179 liter/km
  = 185.884,73 gram/jam.km
  = 185,88 kg/jam.km

Perhitungan jumlah emisi CO_2 rata-rata dilakukan di setiap jenis kendaraan pada jenis jalan. Hasil perhitungan jumlah emisi CO_2 rata-rata tiap jenis kendaraan pada jenis jalan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5. 4 Emisi CO_2 Rata-rata Tiap Jenis Kendaraan dan Jenis Jalan

No	Jenis Jalan	n (smp/jam)	FE	K (L/km)	Emisi (gr/jam.km)	Emisi (kg/jam.km)
Arteri Primer						
1	Sepeda Motor	1.906	2.597,86	0,0266	131.676,99	131,68

No	Jenis Jalan	n (smp/ jam)	FE	K (L/km)	Emisi (gr/jam.km)	Emisi (kg/jam.km)
2	Mobil Bahan Bakar Bensin	607	2.597,86	0,1179	185.884,73	185,88
3	Mobil Bahan Bakar Solar	37	2.924,9	0,1136	12.203,95	12,20
4	Bus Besar	4	2.924,1	0,2315	2.538.48	2,54
5	Truk Besar	12	2.924,11	0,1582	5.325,62	5.33
Jumlah					**337.629,77**	**337,63**
Arteri Sekunder						
1	Sepeda Motor	2.173	2.597,86	0,0266	150.160,98	150,16
2	Mobil Bahan Bakar Bensin	850	2.597,86	0,1179	260.223,30	260,22
3	Mobil Bahan Bakar Solar	37	2.924,9	0,1136	12.148,57	12,15
4	Bus Besar	8	2.924,1	0,2315	5.483,13	5,48
5	Truk Besar	1	2.924,11	0,1582	355,62	0,36
Jumlah					**428.371,60**	**428,37**
Kolektor Primer						
1	Sepeda Motor	1.864	2.597,86	0,0266	128.810,29	128,81
2	Mobil Bahan Bakar Bensin	567	2.597,86	0,1179	173.767,22	173,77
3	Mobil Bahan Bakar Solar	14	2.924,9	0,1136	4.582,54	4,58
4	Bus Besar	4	2.924,1	0,2315	2.741,56	2,74

No	Jenis Jalan	n (smp/ jam)	FE	K (L/km)	Emisi (gr/jam.km)	Emisi (kg/jam.km)
5	Truk Besar	0	2.924.11	0,1582	52,04	0,05
Jumlah					**309.953,65**	**309,95**
Kolektor Sekunder						
1	Sepeda Motor	1.243	2.597,86	0,0266	85.884,33	85,88
2	Mobil Bahan Bakar Bensin	607	2.597,86	0,1179	185.980,44	185,98
3	Mobil Bahan Bakar Solar	18	2.924,9	0,1136	6.091,59	6,09
4	Bus Besar	5	2.924,1	0,2315	3.350,80	3,35
5	Truk Besar	1	2.924,11	0,1582	277,56	0,28
Jumlah					**281.584,71**	**281,58**
Lokal						
1	Sepeda Motor	3.316	2.597,86	0,0266	229.165,67	229,17
2	Mobil Bahan Bakar Bensin	1.476	2.597,86	0,1179	452.080,64	452,08
3	Mobil Bahan Bakar Solar	58	2.924,9	0,1136	19.105,45	19,11
4	Bus Besar	10	2.924,1	0,2315	6.904,68	6,90
5	Truk Besar	1	2.924,11	0,1582	457,97	0,46
Jumlah					**707.714,40**	**707,71**

Berdasarkan Tabel 5.4, jumlah emisi CO_2 rata-rata terbesar terdapat pada jalan lokal. Hal ini dipengaruhi oleh jumlah kendaraan rata-rata yang melintasi jalan tersebut berjumlah besar.

4. **Menghitung Jumlah Emisi CO_2 Tiap Jenis Jalan Pada Masing-masing Kecamatan si Zona Timur Laut Kota Surabaya**

   Jumlah emisi CO_2 dari kegiatan transportasi pada tiap kecamatan dapat dihitung dengan mengalikan emisi CO_2 rata-rata tiap jenis jalan dengan panjang jalan yang terdapat pada masing-masing kecamatan tersebut menggunakan Persamaan 3.3. Berikut data panjang jalan pada masing-masing kecamatan dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5. 5 Panjang Jalan Tiap Jenis Jalan per Kecamatan

Kecamatan	Jenis Jalan	Panjang Jalan (km)
Kecamatan Semampir	Arteri Primer	0,805
	Arteri Sekunder	2,51
	Kolektor Sekunder	2,248
	Lokal	21,721
Kecamatan Kenjeran	Arteri Primer	3,134
	Lokal	27,583
Kecamatan Bulak	Kolektor Sekunder	4,36
	Lokal	12,442
Kecamatan Simokerto	Arteri Sekunder	3,025
	Kolektor Primer	2,341
	Kolektor Sekunder	1,652
	Lokal	24,804
Kecamatan Tambaksari	Kolektor Sekunder	4,378
	Lokal	62,226
Kecamatan Pabeancantikan	Arteri Sekunder	2,01
	Kolektor Sekunder	4,937
	Lokal	3,369
Kecamatan Genteng	Kolektor Primer	1,323
	Kolektor Sekunder	0,517

Kecamatan	Jenis Jalan	Panjang Jalan (km)
	Lokal	21,689
Kecamatan Mulyorejo	Arteri Sekunder	4,471
	Kolektor Sekunder	2,341
	Lokal	74,386
Kecamatan Sukolilo	Arteri Sekunder	5,541
	Kolektor Primer	2,468
	Kolektor Sekunder	10,288
	Lokal	73,941
Kecamatan Gubeng	Arteri Primer	3,078
	Arteri Sekunder	3,934
	Kolektor Primer	6,216
	Kolektor Sekunder	4,796
	Lokal	57,169
Kecamatan Wonokromo	Arteri Primer	2,915
	Arteri Sekunder	1,426
	Lokal	18,488

Sumber: Dinas PU Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya, 2020

Contoh perhitungan jumlah emisi CO_2 dari kegiatan transportasi pada jalan arteri primer Kecamatan Semampir

- Emisi CO_2 rata-rata di Jalan Arteri Primer
  = 67,53 kg/jam.km
- Panjang Jalan Arteri Primer di Kecamatan Semampir
  = 0,81 km
- Emisi CO_2 = 67,53 kg/jam.km x 0,81 km
  = 54,36 kg/jam
  = 39,14 ton/bulan

Perhitungan jumlah emisi CO_2 dari kegiatan transportasi selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Emisi CO_2 dari Kegiatan Transportasi Zona Timur Laut Kota Surabaya

Kecamatan	Jenis Jalan	Emisi CO_2 Rata-rata (kg/jam.km)	Panjang Jalan	Emisi CO_2 Total (kg/jam)	Emisi CO_2 Total (ton/bulan)
Kecamatan Semampir	Arteri Primer	67,53	0,81	54,36	39,14
	Arteri Sekunder	85,67	2,51	215,04	154,83
	Kolektor Primer	61,99	0,00	0,00	0,00
	Kolektor Sekunder	56,32	2,25	126,60	91,15
	Lokal	141,54	21,72	3.074,45	2.213,61
Total				**3.470,45**	**2.498,73**
Kecamatan Kenjeran	Arteri Primer	67,53	3,13	211,63	152,37
	Arteri Sekunder	85,67	0,00	0,00	0,00
	Kolektor Primer	61,99	0,00	0,00	0,00
	Kolektor Sekunder	56,32	0,00	0,00	0,00
	Lokal	141,54	27,58	3.904,18	2.811,01
Total				**4.115,80**	**2.963,38**
Kecamatan Bulak	Arteri Primer	67,53	0,00	0,00	0,00
	Arteri Sekunder	85,67	0,00	0,00	0,00
	Kolektor Primer	61,99	0,00	0,00	0,00
	Kolektor Sekunder	56,32	4,36	245,54	176,79
	Lokal	141,54	12,44	1.761,08	1.267,98
Total				**2.006,62**	**1.444,77**
Kecamatan Simokerto	Arteri Primer	67,53	0,00	0,00	0,00

Kecamatan	Jenis Jalan	Emisi CO_2 Rata-rata (kg/jam.km)	Panjang Jalan	Emisi CO_2 Total (kg/jam)	Emisi CO_2 Total (ton/bulan)
	Arteri Sekunder	85,67	3,03	259,16	186,60
	Kolektor Primer	61,99	2,34	145,12	104,49
	Kolektor Sekunder	56,32	1,65	93,04	66,99
	Lokal	141,54	24,80	3.510,83	2.527,80
Total				**4.008,15**	**2.885,87**
Kecamatan Tambaksari	Arteri Primer	67,53	0,00	0,00	0,00
	Arteri Sekunder	85,67	0,00	0,00	0,00
	Kolektor Primer	61,99	0,00	0,00	0,00
	Kolektor Sekunder	56,32	4,38	246,56	177,52
	Lokal	141,54	62,23	8.807,65	6.341,51
Total				**9.054,20**	**6.519,03**
Kecamatan Pabean Cantikan	Arteri Primer	67,53	0,00	0,00	0,00
	Arteri Sekunder	85,67	2,01	172,21	123,99
	Kolektor Primer	61,99	0,00	0,00	0,00
	Kolektor Sekunder	56,32	4,94	278,04	200,19
	Lokal	141,54	3,37	476,86	343,34
Total				**927,10**	**667,51**
Kecamatan Genteng	Arteri Primer	67,53	0,00	0,00	0,00
	Arteri Sekunder	85,67	0,00	0,00	0,00
	Kolektor Primer	61,99	1,32	82,01	59,05
	Kolektor Sekunder	56,32	0,52	29,12	20,96
	Lokal	141,54	21,69	3.069,96	2.210,37
Total				**3.181,09**	**2.290,38**

Kecamatan	Jenis Jalan	Emisi CO_2 Rata-rata (kg/jam.km)	Panjang Jalan	Emisi CO_2 Total (kg/jam)	Emisi CO_2 Total (ton/bulan)
Kecamatan Mulyorejo	Arteri Primer	67,53	0,00	0,00	0,00
	Arteri Sekunder	85,67	4,47	383,05	275,80
	Kolektor Primer	61,99	0,00	0,00	0,00
	Kolektor Sekunder	56,32	2,34	131,84	94,92
	Lokal	141,54	74,39	10.528,81	7.580,74
Total				**11.043,70**	**7.951,46**
Kecamatan Sukolilo	Arteri Primer	67,53	0,00	0,00	0,00
	Arteri Sekunder	85,67	5,54	474,72	341,80
	Kolektor Primer	61,99	2,47	152,99	110,16
	Kolektor Sekunder	56,32	10,29	579,39	417,16
	Lokal	141,54	73,94	10.465,82	7.535,39
Total				**11.672,93**	**8.404,51**
Kecamatan Gubeng	Arteri Primer	67,53	3,08	207,84	149,65
	Arteri Sekunder	85,67	3,93	337,04	242,67
	Kolektor Primer	61,99	6,22	385,33	277,44
	Kolektor Sekunder	56,32	4,80	270,10	194,47
	Lokal	141,54	57,17	8.091,86	5.826,14
Total				**9.292,18**	**6.690,37**
Kecamatan Wonokromo	Arteri Primer	67,53	2,92	196,84	141,72
	Arteri Sekunder	85,67	1,43	122,17	87,96
	Kolektor Primer	61,99	0,00	0,00	0,00
	Kolektor Sekunder	56,32	0,00	0,00	0,00
	Lokal	141,54	18,49	2.616,84	1.884,13

Kecamatan	Jenis Jalan	Emisi CO_2 Rata-rata (kg/jam.km)	Panjang Jalan	Emisi CO_2 Total (kg/jam)	Emisi CO_2 Total (ton/bulan)
Total				**2.935,85**	**2.113,82**
Total Keseluruhan CO_2				**61.708,08**	**44.429,82**
				533.157,7859	

Berdasarkan hasil perhitungan yang pada Tabel 5.6, jumlah emisi CO_2 dari hasil kegiatan transportasi menunjukkan bahwa daerah yang menghasilkan emisi CO_2 terbesar adalah Kecamatan Sukolilo, yaitu sebesar 8.404,51 ton/bulan atau 100.854,07 ton/tahun. Hal ini dipengaruhi karena Kecamatan Sukolilo menjadi pusat aktivitas manusia dan padatnya rumah penduduk sehingga banyak dilintasi kendaraan. Daerah yang menghasilkan emisi CO_2 terkecil adalah Kecamatan Pabean Cantikan, yaitu sebesar 667,51 ton/bulan atau 8.010,14 ton/tahun, hal ini dikarenakan dalam penelitian ini Kecamatan Pabean Cantikan yang dihitung hanya sebagian saja, yaitu sebesar 1,25 km^2, karena Kecamatan Pabean Cantikan terbelah oleh Sungai Kali Mas, sehingga sisa dari daerah Kecamatan Pabean Cantikan termasuk bagian dari seberang Sungai Kali Mas dan tidak termasuk dalam ruang lingkup penelitian.

5.1.2 Emisi CO_2 Kegiatan Permukiman

Jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan permukiman adalah dengan menghitung emisi CO_2 hasil respirasi manusia, respirasi hewan ternak, dan penggunaan bahan bakar LPG di rumah tangga. Data sekunder untuk menghitung emisi CO_2 dari kegiatan permukiman didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kota Surabaya.

5.1.2.1 Emisi CO_2 dari Penggunaan Bahan Bakar LPG

Emisi CO_2 dari bahan bakar yang digunakan di Zona Timur Laut Kota Surabaya berupa penggunaan LPG. Data sekunder penggunaan bahan bakar LPG didapatkan dari Laporan Inventarisasi GRK tahun 2015 oleh Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. Karena penelitian ini hanya di Zona Timur Laut Kota Surabaya, maka perlu dilakukan perhitungan rata-rata penggunaan bahan bakar LPG pada setiap rumah tangga. Perhitungan jumlah rumah tangga dilakukan dari total jumlah penduduk di Kota Surabaya dengan asumsi 1 rumah tangga beranggota 4 anggota keluarga. Berikut perhitungan penggunaan rata-rata LPG Tahun 2015 di Kota Surabaya:

- Jumlah Rumah Tangga di Kota Surabaya
  = 768.932 Rumah Tangga
- Jumlah penggunaan bahan bakar LPG di Kota Surabaya tahun 2015 = 123.757 ton
- Penggunaan Rata-rata LPG Tahun 2015
  $= \frac{123.757.000\ kg}{768.932\ KK}$
  = 160,95 kg/KK.tahun

Dari perhitungan diatas, kemudian dapat dihitung penggunaan LPG dan jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan dari tiap kecamatan di Zona Timur Laut Kota Surabaya. Faktor Emisi (FE) dan nilai *Net Caloric Value* (NCV) untuk perhitungan jumlah emisi CO_2 dapat dilihat pada Tabel 3.6 dengan perhitungan menggunakan persamaan 3.4. Berikut adalah contoh perhitungan jumlah emisi CO_2 dari penggunaan LPG di Kecamatan Semampir.

- Jumlah Rumah Tangga di Kecamatan Semampir
  = 50.510 KK
- Penggunaan rata-rata LPG = 160,95 kg/KK.tahun
- Penggunaan LPG di Kecamatan Semampir
  = 50.510 KK x 160,95 kg/KK.tahun
  = 8.129.413 kg/tahun
- Jumlah Emisi CO_2 di Kecamatan Semampir
  = 8.129.413 kg/tahun x 63,1 gram CO_2/MJ x 47,3 MJ/kg
  = 24.263.290.982 gram CO_2/tahun
  = 24.263,29 ton/tahun

Hasil perhitungan jumlah emisi CO_2 dari penggunaan bahan bakar LPG di tiap kecamatan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5. 7 Emisi CO_2 dari Panggunaan LPG Tiap Kecamatan di Zona Timur Laut Kota Surabaya

No.	Kecamatan	Jumlah Rumah Tangga (KK)	Emisi CO_2 (ton/tahun)
1	Semampir	50.510	24.263,29
2	Kenjeran	43.044	20.676,64
3	Bulak	11.303	5.429,46
4	Pabean Cantikan	3.340	1.604,47
5	Tambaksari	58.618	28.158,22
6	Gubeng	35.442	17.025,13
7	Sukolilo	28.577	13.727,54
8	Mulyorejo	22.378	10.749,39
9	Wonokromo	11.683	5.612,11
10	Genteng	6.079	2.920,00
11	Simokerto	25.691	12.341,09
Jumlah		**296.664**	**142.507,34**

5.1.2.2 Emisi CO_2 dari Respirasi Manusia

Menurut Mangkoedihardjo dan Samudro (2006), respirasi manusia mampu menghasilkan CO_2 sebesar 3,2 kg CO_2/hari.jiwa atau setara dengan 0,13 kg CO_2/jam.jiwa. Jumlah penduduk di Zona Timur Laut Kota Surabaya pada tahun 2018 adalah 1.186.656 jiwa dengan asumsi setiap orang menghasilkan jumlah CO_2 yang sama setiap harinya. Jumlah penduduk tiap kecamatan di Zona Timur Laut Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5. 8 Jumlah Penduduk di Zona Timur Laut Kota Surabaya Tiap Kecamatan

Kecamatan	**Jumlah Penduduk (jiwa)**
Surabaya Utara	
Semampir	202.040
Kenjeran	172.174
Bulak	45.211
Pabean Cantikan	13.360
Surabaya Timur	
Tambaksari	234.473
Gubeng	141.768
Sukolilo	114.309
Mulyorejo	89.510
Surabaya Selatan	
Wonokromo	46.732
Surabaya Pusat	
Genteng	24.315
Simokerto	102.764
Jumlah	1.186.656

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2019

Berdasarkan Tabel 5.8, untuk menentukan jumlah emisi CO_2 dari kegiatan permukiman hasil respirasi manusia dapat dihitung menggunakan persamaan 3.5. Contoh perhitungan emisi CO_2 dari hasil respirasi manusia di Kecamatan Semampir.

- Jumlah Penduduk Kecamatan Semampir = 202.040 jiwa
- Faktor Emisi = 3,2 kg CO_2/hari.jiwa
- Emisi CO_2 = 202.040 jiwa x 3,2 kg CO_2/hari.jiwa
  = 646.528 kg CO_2/hari
  = 235.982,72 ton/tahun

Hasil perhitungan jumlah emisi CO_2 dari kegiatan permukiman hasil respirasi manusia di tiap kecamatan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5. 9 Jumlah Emisi CO_2 Hasil Respirasi Manusia Tiap Kecamatan

No.	Kecamatan	Emisi CO_2 (kg/jam)	Emisi CO_2 (ton/tahun)
1	Semampir	646.528,00	235.982,72
2	Kenjeran	550.956,80	201.099,23
3	Bulak	144.675,20	52.806,45
4	Pabean Cantikan	42.753,17	15.604,91
5	Tambaksari	750.313,60	273.864,46
6	Gubeng	453.657,60	165.585,02
7	Sukolilo	365.788,80	133.512,91
8	Mulyorejo	286.432	104.547,68
9	Wonokromo	149.542,08	54.582,86
10	Genteng	77.807,45	28.399,72
11	Simokerto	328.844,80	120.028,35
Jumlah		**3.797.299,51**	**1.386.014,32**

Berdasarkan Tabel 5.9 jumlah emisi CO_2 di Zona Timur Laut Kota Surabaya dari kegiatan permukiman hasil respirasi manusia yang terbesar terdapat di Kecamatan Tambaksari yaitu sebesar 273.864,46 karena di daerah tersebut memiliki penduduk tertinggi yaitu 234.473 jiwa.

5.1.2.3 Emisi CO_2 dari Hewan Ternak

Berdasarkan data dari BPS Kota Surabaya (2019), data yang tersedia adalah data jumlah masing-masing jenis hewan ternak pada tahun 2018. Jumlah hewan ternak selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5. 10 Jumlah Hewan Ternak di Kota Surabaya

Jenis Hewan Ternak	**Jumlah (ekor)**
Sapi	110
Sapi Perah	417
Kerbau	46
Kambing	2.498
Domba	250
Itik	3.196
Ayam	19623
Jumlah	**26.140**

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2019

Berdasarkan data pada Tabel 5.10, dapat ditentukan jumlah emisi CO_2 dari hasil respirasi hewan ternak dengan perhitungan menggunakan Persamaan 3.6. Faktor Emisi per jenis hewan dapat dilihat pada Tabel 3.7. Contoh perhitungan emisi CO_2 hasil respirasi hewan ternak berjenis Sapi dan Kerbau adalah sebagai berikut:

- Jumlah Hewan Ternak Sapi dan Kerbau = 527 ekor
- Emisi CO_2 = n x FE (1,702 kg CO_2/ekor.hari)
  = 527 ekor x 1,702 kg CO_2/ekor.hari
  = 975,25 kg CO_2 / hari
  = 335,96 ton/tahun

Hasil perhitungan emisi CO_2 dari kegiatan permukiman hasil respirasi hewan ternak selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5. 11 Emisi CO_2 Hasil Respirasi Hewan Ternak di Kota Surabaya

Jenis Hewan Ternak	Jumlah (ekor)	Emisi (kg/hari)	Emisi (ton/tahun)
Sapi dan Kerbau	573	975,25	355,96
Kambing dan Domba	2.748	862,87	314,95
Unggas	22.819	3.810,77	1.390,93
Jumlah	**26.140**	**5.648,891**	**2.061,85**

Karena pada penelitian ini berada di ruang lingkup Zona Timur Laut Kota Surabaya, maka dilakukan perhitungan perbandingan luas untuk memperkirakan jumlah emisi CO_2 dari kegiatan permukiman hasil respirasi hewan ternak dengan asumsi persebaran hewan ternak secara merata, berikut perhitungan perbandingan luas di Zona Timur Laut Kota Surabaya:

- Luas Kota Surabaya = 326,81 km^2
- Luas Zona Timur Laut Kota Surabaya = 85,73 km^2
- Jumlah Emisi CO_2 Hasil Respirasi Hewan Ternak di Kota Surabaya = 2.061,85 ton/tahun
- Emisi CO_2 Hasil Respirasi Ternak di Zona Timur Laut Kota Surabaya
  $= \frac{85{,}73\ \mathrm{km}^2}{326{,}81\ \mathrm{km}^2}\ \mathrm{x}\ 2.061{,}85\ \mathrm{ton\ CO_2} = 540{,}871\ \mathrm{ton\ CO_2}$

Karena persebaran hewan ternak pada masing-masing kecamatan diasumsikan merata, maka perhitungan persebaran emisi CO_2 dari kegiatan permukiman hasil respirasi hewan ternak dapat dihitung berdasarkan luas wilayah kecamatan pada daerah Zona Timur Laut Kota Surabaya. Contoh perhitungan emisi CO_2 pada daerah Kecamatan Semampir adalah sebagai berikut:

- Luas Kecamatan Semampir = 8,76 km^2
- Luas Zona Timur Laut Kota Surabaya = 85,73 km^2
- Emisi CO_2 Hasil Respirasi Ternak di Kecamatan Semampir:

$= \frac{8{,}76\ km^2}{85{,}73\ km^2}\ x\ 540{,}871\ ton/tahun$
= 55,267 ton/tahun

Perhitungan emisi CO_2 per kecamatan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5. 12 Emisi CO_2 Hasil Respirasi Hewan Ternak Tiap Kecamatan

Kecamatan	**Luas Wilayah (km^2)**	**Emisi (ton/tahun)**
Semampir	8,76	55,267
Kenjeran	7,77	49,021
Bulak	6,72	42,396
Simokerto	2,59	16,340
Tambaksari	8,99	56,718
Pabean Cantikan	1,07	6,751
Genteng	1,59	10,031
Mulyorejo	14,21	89,651
Sukolilo	23,68	149,397
Gubeng	7,99	50,409
Wonokromo	2,36	14,889
Jumlah	**85,73**	**540,871**

Berdasarkan hasil perhitugan pada Tabel 5.12 yang menghasilkan emisi CO_2 dari kegiatan permukiman hasil respirasi hewan ternak terbesar terdapat di Kecamatan Sukolilo yaitu sebesar 149,397 ton CO_2, hal ini dipengaruhi karena Kecamatan Sukolilo memiliki luas daerah paling besar di Zona Timur Laut Kota Surabaya. Sedangkan daerah yang menghasilkan emisi CO_2 terkecil adalah Kecamatan Pabean Cantikan yaitu sebesar 6,751 ton CO_2, hal ini dikarenakan dalam penelitian ini daerah Kecamatan Pabean Cantikan yang dihitung hanya sebagian saja,

yaitu seluas 1,07 km^2 karena pada Kecamatan Pabean Cantikan terbelah oleh Sungai Kali Mas, sehingga sisa dari daerah Kecamatan Pabean Cantikan termasuk bagian seberang Sungai Kali Mas dan tidak termasuk dalam ruang lingkup penelitian.

5.1.3 Emisi CO_2 dari Kegiatan Perindustrian

Kegiatan industri besar di Zona Timur Laut Kota Surabaya terdapat di Surabaya Utara yaitu dari kegiatan industri PT PAL. Karena keterbatasan data sekunder dari penggunaan bahan bakar di PT PAL, maka untuk memperoleh jumlah emisi CO_2 dari kegiatan industri PT PAL dilakukan perhitungan dengan membandingan jumlah tenaga kerja industri di PT PAL dan Kawasan Rungkut (SIER) menggunakan hasil perhitungan emisi CO_2 yang dihasilkan dari Kawasan Rungkut (SIER). Jumlah penggunaan bahan bakar fosil Kawasan Rungkut (SIER) dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5. 13 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

Untuk menghitung emisi CO_2 dari industri Kawasan Rungkut (SIER) memerlukan data mengenai konsumsi bahan bakar fosil atau solar, *Net Calorific Volume* (NCV), dan Faktor Emisi (FE). Berikut contoh perhitungan emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan industri besar PT SIER.

- Konsumsi bahan bakar solar = 10.450 liter/bulan, sebelum melakukan perhitungan selanjutnya, satuan tersebut harus dikonversi menjadi satuan massa terlebih dahulu. konversi dilakukan dengan cara mengalikannya dengan densitas solar berdasarkan SK. Dirjen Migas No. 3675K/24/DJM/2006.
- 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 3.8 yang berdaasarkan pada IPCC (2006), yaitu sebesar 43 TJ/Kton
- Faktor Emisi (FE) bahan bakar solar dapat dilihat pada Tabel 3.8 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

Berdasarkan perhitungan diatas, kemudian dapat dilakukan perhitungan emisi CO_2 tiap kecamatan. Berikut hasil perhitungan emisi CO_2 di Kawasan Rungkut (SIER) dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5. 14 Emisi CO_2 dari Kegiatan Industri Kawasan Rungkut (SIER) 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

Kecamatan	Industri Besar	Industri Sedang
Gayungan	792,46	10,83
Jambangan	113,21	0
Total	**13.823,96**	

Setelah didapatkan jumlah emisi CO_2 dari kegiatan industri Kawasan Rungkut (SIER), selanjutnya dilakukan perbandingan dengan jumlah tenaga kerja industri di PT PAL dan Kawasan Rungkut (SIER) untuk menghitung jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan industri PT PAL. Berikut perhitungan emisi CO_2 yang dihasilkan dari PT PAL.

- Jumlah Tenaga Kerja PT PAL = 1.543 jiwa
- Jumlah Tenaga Kerja PT SIER = 45.953 jiwa
- Emisi CO_2 PT SIER = 13.824 ton/tahun
- Emisi CO_2 PT PAL $= \frac{1.543\ jiwa}{45.953\ \text{jiwa}} \text{ x } 13.824\ \text{ton/tahun}$
  = 459,23 ton/tahun

Berdasarkan perhitungan diatas, persebaran emisi dari kegiatan industri di Zona Timur Laut Kota Surabaya pada masing-masing kecamatan diasumsikan merata, maka perhitungan persebaran emisi CO_2 dari kegiatan industri PT PAL dapat dihitung berdasarkan luas wilayah kecamatan pada daerah Zona Timur Laut Kota Surabaya. Berikut contoh perhitungan emisi CO_2 di Kecamatan Semampir.

- Luas Kecamatan Semampir = 8,76 km^2
- Luas Zona Timur Laut Kota Surabaya = 85,73 km^2
- Emisi CO_2 dari kegiatan industri di Kecamatan Semampir:
  $= \frac{8,76\ \text{km}^2}{85,73\ \text{km}^2} \text{ x } 459,23\ \text{ton/tahun}$
  =46,92 ton/tahun

Perhitungan emisi CO_2 per kecamatan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut.

Tabel 5. 15 Emisi CO_2 dari Kegiatan Industri Tiap Kecamatan

No.	Kecamatan	Emisi (ton/tahun)
1	Semampir	46,92
2	Kenjeran	41,62
3	Bulak	36,00
4	Simokerto	13,87
5	Tambaksari	48,16
6	Pabean Cantikan	5,73
7	Genteng	8,52
8	Mulyorejo	76,12
9	Sukolilo	126,85
10	Gubeng	42,80
11	Wonokromo	12,64
Jumlah		**459,23**

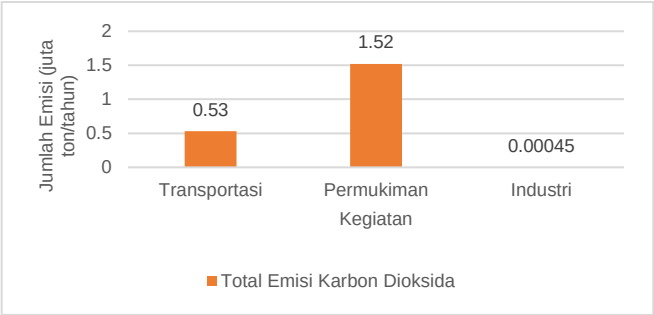
Berdasarkan hasil perhitugan pada Tabel 5.15 yang menghasilkan emisi CO_2 dari kegiatan industri PT PAL terbesar terdapat di Kecamatan Sukolilo yaitu sebesar 126,85 ton CO_2, hal ini dipengaruhi karena Kecamatan Sukolilo memiliki luas daerah paling besar di Zona Timur Laut Kota Surabaya. Sedangkan daerah yang menghasilkan emisi CO_2 terkecil adalah Kecamatan Pabean Cantikan yaitu sebesar 5,73 ton CO_2, hal ini dikarenakan dalam penelitian ini daerah Kecamatan Pabean Cantikan yang dihitung hanya sebagian saja, yaitu seluas 1,07 km^2 karena pada Kecamatan Pabean Cantikan terbelah oleh Sungai Kali Mas, sehingga sisa dari daerah Kecamatan Pabean Cantikan termasuk bagian seberang Sungai Kali Mas dan tidak termasuk dalam ruang lingkup penelitian.

5.2 Total Emisi CO_2

Perhitungan total emisi CO_2 diperoleh dari penjumlahan seluruh emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, permukiman dan industri di Zona Timur Laut Kota Surabaya yang dapat dilihat pada Tabel 5.16.

Tabel 5. 16 Total Emisi CO_2 di Zona Timur Laut Kota Surabaya

No.	Kegiatan	Total Emisi (ton/tahun)	Persentase Emisi CO_2 (%)
1	Transportasi	533.157,79	25,85
2	Permukiman	1.529.062,53	74,13
3	Industri	459,23	0,02
Jumlah		**2.062.679,55**	**100**



Gambar 5. 1 Emisi CO_2 Zona Timur Laut Kota Surabaya

Pada Gambar 5.1, menunjukkan bahwa kegiatan yang menyumbang emisi CO_2 terbesar di Zona Timur Laut Kota Surabaya adalah dari kegiatan permukiman yaitu sebesar 1.529.062,53 ton/tahun atau 74,13 % dari total emisi CO_2 yang dihasilkan. Hal tersebut diakibatkan karena sebagian besar wilayah di Zona Timur Laut Kota Surabaya merupakan area permukiman yang cukup padat sehingga berpengaruh pada tingginya jumlah penduduk. Sedangkan kegiatan industri merupakan penyumbang emisi yang paling sedikit yaitu sebesar 459,23 ton/tahun atau hanya 0,02% dari total emisi CO_2 yang dihasilkan. Karena, penyumbang emisi CO_2 dari kegiatan industri di Zona Timur Laut Kota Surabaya hanya dari PT PAL serta tidak terdapat kawasan industri seperti SIER, Margomulyo, dan Karangpilang.

Penjumlahan emisi CO_2 juga dihitung berdasarkan tiap kecamatan. Berikut adalah contoh perhitungan total emisi CO_2 di Kecamatan Semampir.

- Emisi CO_2 dari Transportasi
  = 29.984,73 ton/tahun
- Emisi CO_2 dari Penggunaan LPG
  = 24.263,29 ton/tahun
- Emisi CO_2 dari Respirasi Manusia
  = 235.982,72 ton/tahun
- Emisi CO_2 dari Respirasi Hewan Ternak
  = 55,27 ton/tahun
- Emisi CO_2 dari Industri
  = 46,92 ton/tahun
- Total Emisi CO_2
  = 290.332,93 ton/tahun

Hasil perhitungan total emisi CO_2 tiap kecamatan di Zona Timur Laut Kota Surabaya selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5. 17 Total Emisi CO_2 di Zona Timur Laut Kota Surabaya

Kecamatan	**Jumlah Penduduk (jiwa)**	**Total Emisi CO_2 (ton/tahun)**	**Emisi CO_2 per kapita (ton/jiwa)**
Semampir	202.040	290.332,93	1,44
Kenjeran	172.174	257.427,06	1,50
Bulak	45.211	75.651,48	1,67
Pabean Cantikan	13.360	25.232	1,89
Tambaksari	234.473	380.355,87	1,62
Gubeng	141.768	262.987,83	1,86
Sukolilo	114.309	248.370,77	2,17
Mulyorejo	89.510	210.880,38	2,36
Wonokromo	46.732	85.588,28	1,83
Genteng	24.315	58.822,88	2,42

Kecamatan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Total Emisi CO_2 (ton/tahun)	Emisi CO_2 per kapita (ton/jiwa)
Simokerto	102.764	167.030,07	1,63
Jumlah	**1.186.656**	**2.062.679,55**	**20**

Berdasarkan Tabel 5.17, hasil perhitungan total emisi CO_2 dari kegiatan transportasi, permukiman, dan industri di Zona Timur Laut Kota Surabaya menunjukkan bahwa Kecamatan Tambaksari menghasilkan emisi CO_2 terbesar, yaitu sebesar 380.355,87 ton/tahun serta penghasil emisi CO_2 per kapita terbesar yaitu pada Kecamatan Genteng sebesar 2,42 ton/kapita.

5.3 Daya Serap Emisi CO_2 oleh RTH

5.3.1 Kondisi RTH Publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya

Ruang terbuka hijau publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya memiliki luas sebesar 47,08 Ha atau sekitar 0,64% dari total luas RTH publik di Kota Surabaya. RTH publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya terdiri dari taman kota dan jalur hijau jalan. Data jenis RTH publik tiap kecamatan di Zona Timur Laut Kota Surabaya yang dikelola oleh DKRTH Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5. 18 RTH Publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya

No.	KECAMATAN	JENIS RTH	LUAS (m^2)
1	Semampir	Taman Aktif	305
		Taman Pasif	13.718,7
2	Kenjeran	Taman Aktif	7.711,96
		Taman Pasif	3.953,66
3	Bulak	Taman Aktif	3.638,94
		Taman Pasif	3.192
4	Simokerto	Taman Pasif	8.456,83
5	Tambaksari	Taman Aktif	11.993,78
		Taman Pasif	38.175,75

No.	KECAMATAN	JENIS RTH	LUAS (m^2)
6	Pabean Cantikan	Taman Pasif	5.394,55
7	Genteng	Taman Aktif	37.035,93
		Taman Pasif	17.927,89
8	Mulyorejo	Taman Aktif	2.333,8
		Taman Pasif	123.752,68
9	Sukolilo	Taman Aktif	6.508
		Taman Pasif	24.503,6
10	Gubeng	Taman Aktif	60.351,5
		Taman Pasif	71.052,12
11	Wonokromo	Taman Aktif	14.319,82
		Taman Pasif	16.571,41
Jumlah			**470.897,92**

Sumber: DKRTH Kota Surabaya, 2019

Berdasarkan Tabel 5.18, taman aktif memiliki luas sebesar 14,41 Ha dan taman pasif memiliki luas sebesar 32,67 Ha di Zona Timur Laut Kota Surabaya. Menurut Scarlet (2008) jenis taman kota terbagi menjadi 2 yaitu, taman aktif yang memiliki fungsi sebagai tempat bermain dengan dilengkapi elemen-elemen pendukung taman bermain, dan taman pasif yang hanya dilengkapi elemen estetis saja hingga pada umumnya untuk menjaga keindahan taman.

5.3.2 Perhitungan Daya Serap oleh RTH Eksisting

Perhitungan daya serap emisi CO_2 oleh RTH publik eksisting di Zona Timur Laut Kota Surabaya dilakukan untuk mengetahui jumlah emisi CO_2 yang dapat diserap oleh RTH publik eksisting. Perhitungan ini didasari oleh data luasan RTH eksisting yang diperoleh dari data sekunder seperti pada Tabel 5.17. Berikut langkah-langkah dalam melakukan perhitungan daya serap CO_2 oleh RTH publik eksisting:

1. Menghitung Laju Serapan CO_2

   Untuk menghitung laju serapan dibutuhkan data intensitas cahaya yang berlaku di Zona Timur Laut Kota Surabaya. Intensitas cahaya yang digunakan sesuai dengan kondisi iklim di Kota Surabaya. Kota Surabaya memiliki iklim tropis, maka intensitas cahaya yang digunakan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Adiastari (2010) seperti Tabel 5.19.

Tabel 5. 19 Intensitas Cahaya Kota Surabaya

Bulan	**Intensitas Cahaya ($kal/cm^2/hari$)**	**Intensitas Cahaya ($watt/m^2$)**
Januari	844	409,3
Februari	963	467,01
Maret	878	425,79
April	876	424,82
Mei	803	389,42
Juni	803	389,42
Juli	792	384,08
Agustus	820	397,66
September	891	432,09
Oktober	866	419,97
Nopember	873	423,36
Desember	829	402,03

Sumber: Adiastari, 2010

Setelah didapatkan nilai intensitas cahaya, maka dapat dihitung laju serapan CO_2 tiap bulan berdasarkan persamaan 3.8 seperti contoh perhitungan berikut ini.

Contoh Perhitungan Bulan Januari:

- I = 409,3 $watt/m^2$
- S = $0,2278 \times e^{(0,0048 \times 409,3)}$

= 1,6251 μg/cm^2/menit
= 2,71 x 10^{-8} g/cm^2/detik

Perhitungan laju serapan CO_2 selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5. 20 Laju Serapan CO_2 oleh RTH

Bulan	**Intensitas Cahaya (watt/m^2)**	**Laju Serapan (g/cm^2/detik)**
Januari	409,34	2,708 x 10^{-8}
Februari	467,06	3,573 x 10^{-8}
Maret	425,83	2,931 x 10^{-8}
April	424,86	2,917 x 10^{-8}
Mei	389,46	2,461 x 10^{-8}
Juni	389,46	2,461 x 10^{-8}
Juli	384,12	2,399 x 10^{-8}
Agustus	397,7	2,561 x 10^{-8}
September	432,14	3,021 x 10^{-8}
Oktober	420,01	2,851 x 10^{-8}
Nopember	423,41	2,897 x 10^{-8}
Desember	402,07	2,615 x 10^{-8}
Rata-rata		**2,783 x 10^{-8}**

Berdasarkan Tabel 5.20, rata-rata laju serapan CO_2 oleh RTH selama setahun sebesar 2,783 x 10^{-8} g/cm^2/detik yang kemudian akan digunakan sebagai factor pengali untuk menghitung daya serap CO_2 oleh RTH publik eksisting di Zona Timur Laut Kota Surabaya.

2. Menghitung Daya Serap CO_2 oleh RTH Publik Eksisting
   Perhitungan daya serap CO_2 oleh RTH publik eksisting dilakukan menggunakan persamaan 3.9 Kerapatan tajuk diasumsikan sama untuk setiap jenis RTH publik yaitu sebesar 100%, ditentukan berdasarkan penelitian terdahulu yang

dilakukan oleh Pratiwi (2012). Contoh perhitungan daya serap CO_2 oleh RTH publik di Kecamatan Gubeng:

- Luas RTH publik Kecamatan Gubeng
  = 131.403,62 m^2
- Kerapatan Tajuk = 100%
- S = 2,783 x 10^{-8} g CO_2/cm^2/detik
- Daya Serap RTH Kecamatan Gubeng
  = 1.314.036.200 cm^2 x 100% x 2,783 x 10^{-8} g CO_2/cm^2/detik
  = 3.657,548 g CO_2/detik
  = 114.686,0664 ton/tahun

Hasil dari perhitungan daya serap CO_2 oleh RTH publik eksisting tiap kecamatan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.21.

Tabel 5. 21 Daya Serap RTH Publik Eksisting di Zona Timur Laut Kota Surabaya

No.	Kecamatan	Daya Serap Total (ton/tahun)
1	Semampir	12.239,56
2	Kenjeran	10.181,48
3	Bulak	5.961,88
4	Pabean Cantikan	4.708,23
5	Tambaksari	43.786,81
6	Gubeng	114.686,06
7	Sukolilo	27.066,21
8	Mulyorejo	110.045,38
9	Wonokromo	26.961,15
10	Genteng	47.971,16
11	Simokerto	7.380,92
Jumlah		**410.988,90**

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 5.20 Daya serap CO_2 oleh RTH publik eksisting terbesar dimiliki oleh Kecamatan Gubeng yaitu sebesar 114.686,06 ton/tahun. Hal ini dipengaruhi karena Kecamatan Gubeng memiliki jumlah RTH publik eksisting yang terbanyak (32 RTH publik) atau seluas 54.963,82 Ha dibandingkan kecamatan lain.

5.4 Analisis Kecukupan RTH Publik Eksisting untuk Menyerap Emisi CO_2

Hasil dari perhitungan jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan di Zona Timur Laut Kota Surabaya sebesar 20.62.679,55 ton/tahun dan daya serap CO_2 oleh RTH publik eksisting sebesar 410.988,91 ton/tahun. Angka tersebut menunjukkan bahwa emisi CO_2 yang dihasilkan di Zona Timur Laut Kota Surabaya masih lebih besar dari daya serap RTH publik eksisiting. Berdasarkan hal tersebut, perlu adanya penambahan luas lahan RTH eksisting di Zona Timur Laut Kota Surabaya. Tabel 5.22 menunjukkan kemampuan RTH eksisting dalam menyerap emisi CO_2 tiap kecamatan.

Tabel 5. 22 Kemampuan RTH Publik Eksisting dalam Menyerap Emisi CO_2

No	Kecamatan	Emisi CO_2 Total (ton/tahun)	Daya Serap Total (ton/tahun)	Persentase Penyerapan Emisi CO_2 (%)
1	Semampir	290.332,93	12.239,56	4,22
2	Kenjeran	257.427,06	10.181,49	3,96
3	Bulak	75.651,48	5.961,89	7,88
4	Pabean Cantikan	25.232,00	4.708,24	18,66
5	Tambaksari	380.355,87	43.786,82	11,51
6	Gubeng	262.987,83	114.686,07	43,61
7	Sukolilo	248.370,77	27.066,21	10,90
8	Mulyorejo	210.880,38	110.045,39	52,18
9	Wonokromo	85.588,28	26.961,16	31,50

No	Kecamatan	Emisi CO_2 Total (ton/tahun)	Daya Serap Total (ton/tahun)	Persentase Penyerapan Emisi CO_2 (%)
10	Genteng	58.822,88	47.971,16	81,55
11	Simokerto	167.030,07	7.380,93	4,42
Jumlah		**2.062.679,55**	**410.988,91**	**19,93**

Berdasarkan Tabel 5.22, RTH publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya hanya mampu menyerap 19,93% emisi CO_2 dan emisi CO_2 yang belum terserap sebesar 1.651.690,64 ton/tahun. Hal ini berarti bahwa penyediaan RTH publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya masih sangat kurang. Salah satu cara untuk merencanakan penambahan luas RTH agar mampu menyerap emisi CO_2 yang tersisa dengan menghitung luas lahan menggunakan serapan per luas pohon terhadap emisi CO_2 yang belum terserap. Dalam penelitian Prasetyo (2002), pohon mempunyai daya serap emisi CO_2 sebesar 569,07 ton/ha.tahun. Sehingga, dapat diperkirakan bahwa luas RTH untuk menyerap emisi CO_2 adalah sebagai berikut:

- Luas RTH $= \frac{Emisi\ CO2\ yang\ tidak\ terserap}{Daya\ serap\ pohon}$

  $= \frac{1651690{,}64\ ton/tahun}{569{,}07\ ton/tahun}$

  = 2.902,4 Ha

Berdasarkan perhitungan diatas, jumlah penambahan luas RTH yang dibutuhkan agar mampu menyerap emisi CO_2 di RTH publik eksisting sebesar 2.902,4 Ha. Berikut perhitungan luas RTH tambahan tiap kecamatan di Zona Timur Laut Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 5.23.

Tabel 5. 23 Kebutuhan Penambahan Luas RTH tiap Kecamatan

No.	Kecamatan	Emisi yang Tidak Terserap (ton/tahun)	Luas Penambahan RTH Tahun 2020 (Ha)
1	Semampir	278.093,36	488,68
2	Kenjeran	247.245,57	434,47
3	Bulak	69.689,59	122,46
4	Pabean Cantikan	20.523,76	36,07
5	Tambaksari	336.569,05	591,44
6	Gubeng	148.301,76	260,60
7	Sukolilo	221.304,56	388,89
8	Mulyorejo	100.834,99	177,19
9	Wonokromo	58.627,12	103,02
10	Genteng	10.851,72	19,07
11	Simokerto	159.649,14	280,54
Jumlah		**1.651.690,64**	**2.902,44**

Dengan cara perhitungan yang sama, dilakukan juga perhitungan luas penambahan RTH yang dibutuhkan di Zona Timur Laut Kota Surabaya pada tahun 2045 menggunakan data pembanding emisi CO_2 hasil proyeksi pada tiap kecamatan tahun 2045 yang dapat dilihat pada Tabel 5.24.

Tabel 5. 24 Kebutuhan Penambahan Luas RTH tiap Kecamatan tahun 2045

No.	Kecamatan	Emisi yang Tidak Terserap (ton/tahun)	Luas Penambahan RTH Tahun 2045 (Ha)
1	Semampir	456.532,01	802,24
2	Kenjeran	440.760,30	774,53
3	Bulak	153.702,45	270,09

No.	Kecamatan	Emisi yang Tidak Terserap (ton/tahun)	Luas Penambahan RTH Tahun 2045 (Ha)
4	Pabean Cantikan	57.294,31	100,68
5	Tambaksari	723.499,70	1.271,37
6	Gubeng	518.896,84	911,83
7	Sukolilo	669.956,63	1.177,28
8	Mulyorejo	520.191,82	914,11
9	Wonokromo	176.234,69	309,69
10	Genteng	131.218,44	230,58
11	Simokerto	330.642,06	581,02
Jumlah		**4.178.929,24**	**7.343,44**

Jika pada tahun 2045 dilakukan penambahan luas RTH publik sebesar 7.343,44 Ha untuk memenuhi kebutuhan serapan emisi CO_2 yang dihasilkan serta didampingi dengan kualitas jenis dan tipe vegetasi yang digunakan, maka penyerapan emisi CO_2 di Zona Timur Laut Kota Surabaya akan sangat mencukupi. Akan tetapi, menurut Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, bentuk ruang terbuka hijau berupa RTH publik dan RTH privat. Sehingga, tetap perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait dengan daya serap seluruh RTH baik RTH publik maupun RTH privat terhadap penyerapan emisi CO_2.

Penyerapan CO_2 tidak hanya melalui RTH saja. Menurut Samiaji (2010), penyerapan CO_2 secara alami adalah laut, hutan, dan tumbuh-tumbuhan. Proses pertukaran CO_2 yang terjadi antara permukaan air laut dengan atmosfer merupakan aspek penting terhadap siklus karbon di samudera. Wilayah pesisir memiliki kontribusi besar dalam proses ini, karena kompleksnya interaksi yang terjadi antara atmosfer, daratan, dan lautan (Fachri, F. R. dkk. 2015).

Untuk merencanakan RTH hingga tahun 2045 (25 tahun) agar mampu mencukupi penyerapan emisi CO_2, diperlukan proyeksi tingkat kecukupan penyerapan emisi CO_2 dan penambahan luas RTH di Zona Timur Laut Kota Surabaya serta saran berupa penambahan jenis, jumlah, dan tipe vegetasi.

5.5 Proyeksi Jumlah Emisi CO_2

Dalam penelitian ini, diperlukan proyeksi emisi CO_2 untuk menyesuaikan luas RTH yang akan direncanakan. Metode yang digunakan dalam proyeksi ini adalah metode aritmatik, geometri, dan least square. Dari ketiga metode tersebut, dihitung koefisien korelasi yang paling mendekati 1 sebagai penentu dari metode proyeksi emisi CO_2 yang akan digunakan. Emisi CO_2 di Zona Timur Laut Kota Surabaya diproyeksikan selama 25 tahun, yaitu hingga 2045.

5.5.1 Proyeksi Emisi CO_2 dari Kegiatan Transportasi

Data yang digunakan untuk proyeksi emisi CO_2 dari kegiatan transportasi adalah data *traffic counting* dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya. Dari perhitungan proyeksi emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi didapatkan koefisien korelasi yang paling mendekati 1 yaitu koefisien korelasi metode geometri sebesar 0,726 dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 0,067. Sehingga, metode geometri pun dipilih untuk menentukan jumlah emisi CO_2 dari kegiatan transportasi hingga tahun 2045. Hasil perhitungan proyeksi emisi CO_2 dari kegiatan transportasi selama 25 tahun atau pada tahun 2045 dapat dilihat pada Tabel 5.25.

Tabel 5. 25 Proyeksi Jumlah Emisi CO_2 dari Kegiatan Transportasi di Zona Timur Laut Kota Surabaya Tahun 2045

No.	Kecamatan	Emisi CO_2 (ton/tahun)
1	Semampir	154.167
2	Kenjeran	182.835
3	Bulak	89.140
4	Pabean Cantikan	41.185
5	Tambaksari	402.211

No.	Kecamatan	Emisi CO_2 (ton/tahun)
6	Gubeng	412.783
7	Sukolilo	518.542
8	Mulyorejo	490.590
9	Wonokromo	130.419
10	Genteng	141.313
11	Simokerto	178.053
Jumlah		**2.741.238**

5.5.2 Proyeksi Emisi CO_2 dari Kegiatan Permukiman

Perhitungan proyeksi emisi CO_2 dari kegiatan permukiman dilakukan dari perhitungan proyeksi emisi CO_2 dari penggunaan bahan bakar LPG serta hasil respirasi manusia dan hewan ternak.

5.5.2.1 Proyeksi Emisi CO_2 dari Penggunaan Bahan Bakar LPG

Data yang digunakan untuk proyeksi emisi CO_2 kegiatan permukiman dari penggunaan bahan bakar LPG adalah data jumlah KK yang diperoleh dengan membagi total jumlah penduduk di Zona Timur Laut Kota Surabaya dengan asumsi 1 KK beranggotakan 4 anggota keluarga. Dari perhitungan proyeksi emisi CO_2 yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar LPG didapatkan koefisien korelasi yang paling mendekati 1 yaitu koefisien korelasi metode geometri sebesar 0,250 dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 0,007. Sehingga, metode geometri pun dipilih untuk menentukan jumlah emisi CO_2 dari penggunaan bahan bakar LPG hingga tahun 2045. Hasil perhitungan proyeksi emisi CO_2 dari penggunaan bahan bakar LPG selama 25 tahun atau pada tahun 2045 dapat dilihat pada Tabel 5.26.

Tabel 5. 26 Proyeksi Jumlah Emisi CO_2 dari Penggunaan Bahan Bakar LPG di Zona Timur Laut Kota Surabaya Tahun 2045

No.	Kecamatan	Jumlah Rumah Tangga (KK)	Emisi CO_2 (ton/tahun)
1	Semampir	61.016	29.310,02
2	Kenjeran	51.997	24.977,36

No.	Kecamatan	Jumlah Rumah Tangga (KK)	Emisi CO_2 (ton/tahun)
3	Bulak	13.654	6.558,80
4	Pabean Cantikan	4.035	1.938,28
5	Tambaksari	70.811	34.014,96
6	Gubeng	42.814	20.566,27
7	Sukolilo	34.521	16.582,84
8	Mulyorejo	27.032	12.985,26
9	Wonokromo	14.113	6.779,41
10	Genteng	7.343	3.527,45
11	Simokerto	31.035	14.908,04
Jumlah		**358.370**	**172.148,67**

5.5.2.2 Proyeksi Emisi CO_2 Hasil Respirasi Manusia

Data yang digunakan untuk proyeksi emisi CO_2 dari kegiatan permukiman hasil respirasi manusia adalah data jumlah penduduk dari tahun sebelumnya yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. Dari perhitungan proyeksi emisi CO_2 yang dihasilkan dari respirasi manusia didapatkan koefisien korelasi yang paling mendekati 1 yaitu koefisien korelasi metode geometri sebesar 0,250 dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 0,007. Sehingga, metode geometri pun dipilih untuk menentukan jumlah emisi CO_2 hasil respirasi manusia hingga tahun 2045. Hasil perhitungan proyeksi emisi CO_2 hasil respirasi manusia selama 25 tahun atau pada tahun 2045 dapat dilihat pada Tabel 5.27.

Tabel 5. 27 Proyeksi Jumlah Emisi CO_2 Hasil Respirasi Manusia di Zona Timur Laut Kota Surabaya Tahun 2045

No.	Kecamatan	Emisi CO_2 (ton/tahun)
1	Semampir	285.066,75
2	Kenjeran	242.927,65

No.	Kecamatan	Emisi CO_2 (ton/tahun)
3	Bulak	63.790,32
4	Pabean Cantikan	18.851,52
5	Tambaksari	330.826,66
6	Gubeng	200.025,84
7	Sukolilo	161.283,28
8	Mulyorejo	126.293,50
9	Wonokromo	65.935,94
10	Genteng	34.307,66
11	Simokerto	144.994,35
Jumlah		**1.674.303,47**

5.5.2.3 Proyeksi Emisi CO_2 Hasil Respirasi Hewan Ternak

Data yang digunakan untuk proyeksi emisi CO_2 dari kegiatan permukiman hasil respirasi hewan ternak adalah data jumlah hewan ternak dari tahun sebelumnya yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. Dari perhitungan proyeksi emisi CO_2 yang dihasilkan dari respirasi hewan ternak didapatkan koefisien korelasi yang paling mendekati 1 yaitu koefisien korelasi metode geometri sebesar 0,619 dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 0,036. Sehingga, metode geometri pun dipilih untuk menentukan jumlah emisi CO_2 hasil respirasi hewan ternak hingga tahun 2045. Hasil perhitungan proyeksi emisi CO_2 hasil respirasi hewan ternak selama 25 tahun atau pada tahun 2045 dapat dilihat pada Tabel 5.28.

Tabel 5. 28 Proyeksi Jumlah Emisi CO_2 Hasil Respirasi Hewan Ternak di Zona Timur Laut Kota Surabaya Tahun 2045

No.	Kecamatan	Emisi CO_2 (ton/tahun)
1	Semampir	148
2	Kenjeran	131

No.	Kecamatan	Emisi CO_2 (ton/tahun)
3	Bulak	114
4	Simokerto	44
5	Tambaksari	152
6	Pabean Cantikan	18
7	Genteng	27
8	Mulyorejo	239
9	Sukolilo	399
10	Gubeng	135
11	Wonokromo	40
Jumlah		**1.447**

5.5.3 Proyeksi Emisi CO_2 dari Kegiatan Industri

Data yang digunakan untuk proyeksi emisi CO_2 dari kegiatan industri adalah data jumlah industri yang ada di Kota Surabaya didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. Hasil perhitungan rata-rata pertumbuhan digunakan untuk memproyeksikan industri di PT PAL. Dari perhitungan emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan industri didapatkan koefisien korelasi yang paling mendekati 1 yaitu koefisien korelasi metode geometri sebesar 0,635 dengan rat-rata pertumbuhan sebesar 0,020. Sehingga, metode geometri pun dipilih untuk menentukan jumlah emisi CO_2 dari kegiatan industri tahun 2045. Hasil perhitungan proyeksi emisi CO_2 dari kegiatan industri selama 25 tahun atau pada tahun 2045 dapat dilihat pada Tabel 5.29.

Tabel 5. 29 Proyeksi Jumlah Emisi CO_2 dari Kegiatan Industri di Zona Timur Laut Kota Surabaya Tahun 2045

No.	Kecamatan	Emisi CO_2 (ton/tahun)
1	Semampir	79,80
2	Kenjeran	70,78

No.	Kecamatan	Emisi CO_2 (ton/tahun)
3	Bulak	61,22
4	Simokerto	23,59
5	Tambaksari	81,90
6	Pabean Cantikan	9,75
7	Genteng	14,48
8	Mulyorejo	129,45
9	Sukolilo	215,73
10	Gubeng	72,79
11	Wonokromo	21,50
Jumlah		**781**

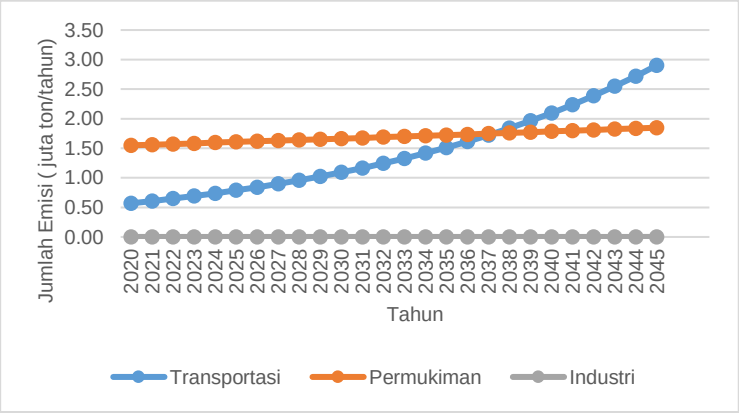
5.5.4 Proyeksi Emisi CO_2 Total

Setelah menghitung proyeksi emisi CO_2 masing-masing sumber, jumlah emisi CO_2 total tahun 2045 dapat ditentukan berdasarkan penjumlahan emisi CO_2 dari masing-masing sumber. Hasil perhitungan proyeksi emisi CO_2 total dapat dilihat pada Tabel 5.30.

Tabel 5. 30 Proyeksi Emisi CO_2 Total di Zona Timur Laut Kota Surabaya Tahun 2045

Kecamatan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Total Emisi CO_2 (ton/tahun)	Emisi CO_2 per kapita (ton/jiwa)
Semampir	244.064	468.771,57	1,92
Kenjeran	207.986	450.941,79	2,17
Bulak	54.615	159.664,34	2,92
Pabean Cantikan	16.140	62.002,54	3,84
Tambaksari	283.242	767.286,52	2,71
Gubeng	171.255	633.582,90	3,70
Sukolilo	138.085	697.022,84	5,05

Kecamatan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Total Emisi CO_2 (ton/tahun)	Emisi CO_2 per kapita (ton/jiwa)
Mulyorejo	108.128	630.237,21	5,83
Wonokromo	56.452	203.195,84	3,60
Genteng	29.373	179.189,60	6,10
Simokerto	124.139	338.022,99	2,72
Jumlah	**1.433.479**	**4.589.918,15**	**41**



Gambar 5. 2 Proyeksi Emisi CO_2 Zona Timur Laut Kota Surabaya Tahun 2020-2045

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5.30, tahun 2045 diperkirakan mengalami penambahan emisi CO_2 sebesar 55% dari emisi CO_2 tahun 2020. Oleh karena itu, perlu direncanakan penambahan RTH hingga tahun 2045.

5.6 Perencanaan RTH Zona Timur Laut Kota Surabaya

Menurut Quistarini, dkk (2019), Peningkatan pertumbuhan penduduk dapat berpengaruh pada meningkatnya pembangunan. Pembangunan yang dimaksud yaitu pembangunan yang kurang seimbang karena penggunaan lahannya yang tidak diimbangi oleh penyediaan Ruang Terbuka Hijau. Sehingga, perlu dilakukan

perencanaan Ruang Terbuka Hijau berupa penambahan RTH publik untuk meningkatkan kemampuan daya serap oleh RTH publik. Konsep penambahan RTH publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya dilakukan dengan pengembangan RTH serta saran alternatif penambahan RTH. Perencanaan penambahan RTH publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya sesuai dengan kebutuhan dan sebagai bahan evaluasi terhadap RTRW Kota Surabaya tahun 2018-2038.

Menurut Nasrullah (2001) dalam Al-Hakim (2014), untuk mengurangi jumlah polutan yang telah terlepas pada lingkungan dapat dikurangi dengan adanya vegetasi. Salah satu mekanisme tanaman dalam mereduksi polusi udara yaitu dengan proses difusi yaitu pemencaran polutan ke atmosfer yang lebih luas dengan menggunakan tajuk pohon. Tajuk pohon yang tinggi dapat membelokkan hembusan angin ke atsmosfer yang lebih luas, sehingga konsentrasi polutan menurun. Selain itu jumlah daun yang banyak serta kombinasi antara semak, perdu, dan tanaman penutup tanah dapat mengoptimalkan proses absorbsi yaitu suatu proses yang dilakukan oleh tanaman dalam melakukan penyerapan polutan gas melalui stomata dan masuk melalui jaringan daun.

Pengoptimalan RTH di Zona Timur Laut Kota Surabaya dilakukan dengan cara memaksimalkan pengelolaan RTH yang belum merata tanpa menambahkan lahan untuk membangun RTH publik baru. Kondisi Zona Timur Laut Kota Surabaya saat ini padat dengan jumlah penduduk serta banyaknya pembangunan sehingga memiliki keterbatasan lahan untuk dilakukan penambahan luas RTH. Berdasarkan perhitungan jumlah emisi CO_2 di Zona Timur Laut Kota Surabaya, pada tahun 2020 penghasil emisi CO_2 tertinggi dari kegiatan permukiman dan setelah diproyeksikan hingga tahun 2045 penghasil emisi CO_2 tertinggi yaitu dari kegiatan transportasi. Pengoptimalan RTH dilakukan dengan beberapa alternatif berdasarkan sumber emisi CO_2 di Zona Timur Laut Kota Surabaya yaitu sebagai berikut.

1. Menambah jenis vegetasi di Permukiman

Dari perhitungan total emisi CO_2 yang dihasilkan dari Zona Timur Laut Kota Surabaya, pada tahun 2020 penghasil emisi CO_2 yang tertinggi dihasilkan dari kegiatan permukiman khususnya dari hasil respirasi manusia serta wilayah Zona Timur Laut Kota Surabaya sebagian besar merupakan area permukiman yang padat serta tingginya jumlah penduduk. Sehingga, perlu perencanaan yang dilakukan dengan cara menambah jenis vegetasi di permukiman. Mangkoedihardjo dan Istianto (2018), melakukan perencanaan RTH dengan menerapkan program pendukung berupa 1 KK 1 tanaman yang berarti setiap KK wajib menanam 1 tanaman untuk membantu reduksi emisi CO_2 yang dihasilkan di Surabaya Selatan. Program tersebut juga dapat diterapkan di Zona Timur Laut Kota Surabaya karena memiliki area permukiman yang padat, dengan harapan dapat membantu penyerapan emisi CO_2 yang dihasilkan di Zona Timur Laut Kota Surabaya. Menurut Mawardah & Mutfianti (2013), jenis-jenis tanaman yang dapat ditanam pada tipe pemukiman ini adalah Nangka, Kenanga, Sirsak, Rambutan, Asam Keranji, dan lain-lain. Tanaman yang dipilih untuk melakukan program tersebut adalah tanaman nangka karena selain dapat menyerap CO_2, buah dari tanaman nangka dapat dikonsumsi oleh masyarakat. Berdasarkan Tabel 3.10, tanaman nangka dapat menyerap CO_2 sebesar 0,12651 ton/tahun. Contoh perhitungan daya serap tanaman nangka di Kecamatan Semampir pada tahun 2045 adalah sebagai berikut.

- Jumlah KK Kecamatan Semampir tahun 2045
  = 61.016 KK
- Daya serap tanaman Kecamatan Semampir tahun 2045
  = Jumlah KK x daya serap tanaman nangka
  = 61.016 x 0,12651 ton/tahun
  = 7.719,13 ton/tahun

Hasil perhitungan perencanaan daya serap CO_2 pada tanaman nangka di Zona Timur Laut Kota Surabaya selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.31.

Tabel 5. 31 Perhitungan Perencanaan Daya Serap CO_2 pada Tanaman Nangka Zona Timur Laut Kota Surabaya

No.	Kecamatan	Jumlah KK tahun 2045	Daya Serap CO_2 (ton/tahun
1	Semampir	61.016	7.719,13
2	Kenjeran	51.997	6.578,08
3	Bulak	13.654	1.727,34
4	Pabean Cantikan	4.035	510,47
5	Tambaksari	70.811	8.958,24
6	Gubeng	42.814	5.416,37
7	Sukolilo	34.521	4.367,28
8	Mulyorejo	27.032	3.419,82
9	Wonokromo	14.113	1.785,44
10	Genteng	7.343	928,99
11	Simokerto	31.035	3.926,21
Jumlah		**358.370**	**45.337,36**

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 5.31, hasil perhitungan perencanaan daya serap CO_2 pada tanaman nangka adalah 45.337,36 ton/tahun. Jika dibandingkan dengan hasil perhitungan proyeksi emisi CO_2 pada tahun 2045, daya serap CO_2 pada tanaman nangka Zona Timur Laut Kota Surabaya mampu menyerap emisi CO_2 sebesar 1,04% dari total emisi CO_2 yang dihasilkan pada tahun 2045.

2. Mengganti Jenis Vegetasi

Berdasarkan perhitungan total emisi CO_2 yang dihasilkan di Zona Timur Laut Kota Surabaya, pada tahun 2045 penghasil

emisi CO_2 yang tertinggi dihasilkan dari kegiatan transportasi. Hal ini dikarenakan hasil perhitungan proyeksi emisi CO_2 dari kegiatan transportasi mengalami peningkatan yang pesat setiap tahunnya. Sehingga, perlu dilakukan perencanaan dengan mengganti jenis vegetasi yang memiliki daya serap rendah dengan daya serap tinggi. Menurut Purwasih, dkk (2013), jenis tanaman yang mendominasi di jalur hijau berasal dari bangsa Fabales, yaitu jenis trembesi, angsana, asam jawa, dan dadap. Akan tetapi, berdasarkan Tabel 3.10, yang memiliki daya serap CO_2 tertinggi adalah pohon trembesi yaitu sebesar 28,448 ton/tahun. Menurut Dahlan (2010), pohon trembesi mampu mencapai ketinggian 20-25 meter dengan diameter tajuk 15-20 meter. Penggantian pohon trembesi pada RTH eksisting di Zona Timur Laut Kota Surabaya dilakukan di jalur hijau yang banyak dilintasi kendaraan bermotor. Data perencanaan jalur hijau yang digunakan di Zona Timur Laut Kota Surabaya berdasarkan RTRW Kota Surabaya tahun 2018-2038 dapat dilihat pada Tabel 5.32.

Tabel 5. 32 Lokasi Perencanaan Jalur Hijau di Zona Timur Laut Kota Surabaya

No	Nama Jalan	Panjang Jalan (m)	Luas (Ha)
1	Jl. Kedung Cowek	3.134	1,88
2	Jl. Kenjeran	4.861	2,91
4	Jl. Dr. Ir. H. Soekarno	6.789	4,07
5	Jl. Raya Mulyosari	1.784	0,53
6	Jl. Raya ITS	1.130	0,67
7	Jl. Raya Kertajaya Indah	2.050	1,23
8	Jl. Prof. Dr. Moestopo	2.677	1,60
9	Jl. Manyar Kertoarjo	1.140	0,68
10	Jl. Kertajaya	1.423	0,85
11	Jl. Raya Dharma Husada Indah	1.294	0,77
12	Jl. Pucang Anom Timur	925	0,55

No	Nama Jalan	Panjang Jalan (m)	Luas (Ha)
13	Jl. Ngagel Jaya Selatan	1.432	0,85
14	Jl. Ngagel Jaya	2.176	1,30
16	Jl. Raya Manyar	570	0,34
17	Jl. Raya Nginden	693	0,41
18	Jl. Kusuma Bangsa	2.106	1,26
19	Jl. Jaksa Agung Suprapto	850	0,51
20	Jl. Undaan Wetan	300	0,18
21	Jl. Undaan Kulon	967	0,58
22	Jl. Pecindilan	550	0,33
23	Jl. Pengampon	1.178	0,70
24	Jl. Bunguran	645	0,38
25	Jl. Gembong	590	0,35
26	Jl. Sultan Iskandar Muda	626	0,37
27	Jl. Raya Hang Tuah	325	0,19
28	Jl. Nginden Semolo	1.855	1,11
29	Jl. Semolowaru	2.228	1,33
Jumlah		**44.298**	**26,04**

Berdasarkan Tabel 5.32, terdapat 29 jalan yang dapat dilakukan penggantian vegetasi pada jalur hijau agar daya serap CO_2 meningkat. Pada penelitian ini, jarak pohon direncanakan sebesar 4 meter dengan diameter 0,5 meter. Jarak pohon sebesar 4 meter tersebut dapat direncanakan penanaman padang rumput sebesar 70% dan semak belukar sebesar 30%. Persentase perencanaan penanaman padang rumput lebih besar dari semak belukar untuk menjaga keselamatan pengguna jalan. Berikut contoh perhitungan daya serap CO_2 pada jalur hijau dilakukan di Jalan Kedung Cowek.

- Luas RTH = 1.880 Ha

- Jumlah Pohon Trembesi
  $= \frac{panjang\ jalan\ (m)}{(jarak\ pohon + diameter)}$
  $= \frac{3134\ m}{(4+0{,}5)\ m}$
  = 696 pohon
- Daya serap pohon trembesi
  = jumlah pohon x daya serap CO_2
  = 696 x 28,448 ton/Ha/tahun
  = 19.812,72 ton/Ha/tahun
- Daya serap padang rumput
  = Persentase perencanaan x luas RTH x daya serap
  = 70% x 1.880 Ha x 12 ton/Ha/tahun
  = 1,58 ton/Ha/tahun
- Daya serap semak belukar
  = Persentase perencanaan x luas RTH x daya serap
  = 30% x 1.880 Ha x 55 ton/Ha/tahun
  = 3,10 ton/Ha/tahun
- Daya Serap CO_2 total
  = (19.812,72 + 1,58 + 3,10) ton/Ha/tahun
  = 19.817,41 ton/Ha/tahun

Hasil perhitungan perencanaan daya serap CO_2 pada jalur hijau di Zona Timur Laut Kota Surabaya selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.33.

Tabel 5. 33 Perhitungan Perencanaan Daya Serap CO_2 pada Jalur Hijau Zona Timur Laut Kota Surabaya

No	Nama Jalan	Daya Serap CO_2 (ton/tahun)			Total Daya Serap CO_2 (ton/tahun)
		Pohon Trembesi	Padang Rumput	Semak Belukar	
1	Jl. Kedung Cowek	19.812,72	1,58	3,10	19.817,41
2	Jl. Kenjeran	30.730,58	2,45	4,81	30.737,85
4	Jl. Dr. Ir. H. Soekarno	42.919,14	3,42	6,72	42.929,28
5	Jl. Raya Mulyosari	11.278,21	0,45	0,88	11.279,54

No	Nama Jalan	Daya Serap CO_2 (ton/tahun)			Total Daya Serap CO_2 (ton/tahun)
		Pohon Trembesi	Padang Rumput	Semak Belukar	
6	Jl. Raya ITS	7.143,71	0,57	1,12	7.145,40
7	Jl. Raya Kertajaya Indah	12.959,82	1,03	2,03	12.962,88
8	Jl. Prof. Dr. Moestopo	16.923,63	1,35	2,65	16.927,63
9	Jl. Manyar Kertoarjo	7.206,93	0,57	1,13	7.208,63
10	Jl. Kertajaya	8.996,01	0,72	1,41	8.998,14
11	Jl. Raya Dharma Husada Indah	8.180,49	0,65	1,28	8.182,43
12	Jl. Pucang Anom Timur	5.847,72	0,47	0,92	5.849,11
13	Jl. Ngagel Jaya Selatan	9.052,91	0,72	1,42	9.055,05
14	Jl. Ngagel Jaya	13.756,38	1,10	2,15	13.759,63
16	Jl. Raya Manyar	3.603,46	0,29	0,56	3.604,31
17	Jl. Raya Nginden	4.381,05	0,35	0,69	4.382,09
18	Jl. Kusuma Bangsa	13.313,85	1,06	2,08	13.316,99
19	Jl. Jaksa Agung Suprapto	5.373,58	0,43	0,84	5.374,85
20	Jl. Undaan Wetan	1.896,56	0,15	0,30	1.897,01
21	Jl. Undaan Kulon	6.113,24	0,49	0,96	6.114,69
22	Jl. Pecindilan	3.477,03	0,28	0,54	3.477,85
23	Jl. Pengampon	7.447,16	0,59	1,17	7.448,92
24	Jl. Bunguran	4.077,60	0,33	0,64	4.078,57
25	Jl. Gembong	3.729,90	0,30	0,58	3.730,78

No	Nama Jalan	Daya Serap CO_2 (ton/tahun)			Total Daya Serap CO_2 (ton/tahun)
		Pohon Trembesi	Padang Rumput	Semak Belukar	
26	Jl. Sultan Iskandar Muda	3.957,49	0,32	0,62	3.958,42
27	Jl. Raya Hang Tuah	2.054,61	0,16	0,32	2.055,09
28	Jl. Nginden Semolo	11.727,06	0,93	1,84	11.729,83
29	Jl. Semolowaru	14.085,11	1,12	2,21	14.088,44
Jumlah		**280.045,95**	**21,88**	**42,97**	**280.110,80**

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 5.33, hasil perhitungan perencanaan daya serap CO_2 adalah sebesar 280.110,80 ton/tahun. Jika dibandingkan dengan hasil perhitungan proyeksi emisi CO_2 pada tahun 2045, daya serap CO_2 pada jalur hijau Zona Timur Laut Kota Surabaya mampu menyerap emisi CO_2 sebesar 6,44% dari total emisi CO_2 yang dihasilkan pada tahun 2045. Jika hasil perhitungan perencanaan daya serap CO_2 pada jalur hijau dan tanaman nangka dijumlahkan, maka pada tahun 2045 Zona Timur Laut Kota Surabaya mampu menyerap emisi CO_2 sebesar 7,48%.

3. Penambahan Luas RTH dengan sistem *Vertical Garden* dan *Roof Garden*
   a. *Vertical Garden*

      Hasil perhitungan penambahan luas RTH publik yang dibutuhkan di Zona Timur Laut Kota Surabaya pada tahun 2020 sebesar 2.902,44 Ha dan sebesar 7.343,44 Ha pada tahun 2045 agar emisi CO_2 dapat terserap secara optimal. Hal ini menunjukkan bahwa, kebutuhan lahan untuk membangun RTH terus bertambah bersamaan dengan meningkatnya aktifitas manusia yang berdampak pada tingginya emisi CO_2 yang dihasilkan. Akan tetapi, berdasarkan RTRW Kota Surabaya tahun 2018-2038 tidak

ada rencana penambahan lahan untuk membangun RTH publik baru. Sehingga, perlu dilakukan perencanaan alternatif lain untuk menambah luas RTH tanpa adanya penambahan lahan. Salah satu alternatif yang disarankan untuk penambahan luas RTH adalah dengan melakukan sistem *vertical garden*. *Vertical Garden* adalah taman yang dibangun secara tegak lurus atau vertikal (Handono, 2017). Maka, penerapan sistem *vertical garden* menjadi salah satu alternatif yang cocok pada perkotaan terutama Kota Surabaya yang sudah memiliki keterbatasan lahan. Selain membuat penampilan lebih indah (estetika) dan dapat menghidupkan suasana, *vertical garden* juga memiliki fungsi untuk menurunkan temperatur, mengurangi tingkat CO_2 dan menambah oksigen serta menyerap zat-zat berbahaya dari udara (Yeh, 2010). Sistem *Vertical Garden* memiliki beberapa tipe, yaitu sistem bingkai bertingkat, bingkai gantung, modular, dan karpet (Lestari, 2012 dalam Kusminingrum, 2016). Cara yang paling cocok untuk menerapkan sistem *vertical garden* pada media jalan adalah dengan cara bingkai gantung. Sistem tersebut dipilih karena seluruh daun-daun tanaman yang tersusun memiliki kemungkinan besar untuk menutupi rangka yang telah dibuat. Oleh karena itu, dapat memaksimalkan kontak daun dengan udara sehingga reduksi polusi udara oleh daun tanaman menjadi lebih baik. Pemilihan vegetasi yang cocok untuk menerapkan sistem *vertical garden* salah satunya adalah tanaman hias kembang sepatu (*Hibiscus rosasinensis L*). Tanaman tersebut dipilih karena memiliki daya tahan yang baik terhadap terik matahari langsung, namun tetap bisa tumbuh optimal di tempat yang terlindungi dari sinar matahari. Lokasi rencana penambahan luas RTH dengan sistem *vertical garden* sama dengan lokasi rencana penggantian vegetasi menggunakan pohon trembesi. Berdasarkan Tabel 5.30, terdapat 29 jalan yang dapat dilakukan penerapan sitem *vertical garden* pada jalur.

Pada penelitian ini, jarak penanaman pohon trembesi yang sebesar 4 meter tersebut dapat direncanakan penerapan sistem *vertical garden* berbentuk balok berukuran panjang x lebar x tinggi = 2 meter x 1 meter x 1 meter dengan volume 2 m^3 serta tinggi penopang sebesar 0,5 meter. Perhitungan jumlah *vertical garden* dilakukan dengan menganggap setiap ujung jalan ditanam pohon pelindung yang kemudian dihitung dengan cara:

- Jumlah *vertical garden*
  = jumlah celah antara tiap pohon
  = jumlah pohon - 1

Jumlah penggantian vegetasi dan *vertical garden* yang dibutuhkan pada setiap lokasi perencanaan di Zona Timur Laut Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 5.34.

Tabel 5. 34 Jumlah Penggantian Vegetasi dan *Vertical Garden* di Zona Timur Laut Kota Surabaya

No	Nama Jalan	Panjang Jalan (m)	Jumlah Pohon (buah)	*Vertical Garden* (buah)
1	Jl. Kedung Cowek	3.134	696	695
2	Jl. Kenjeran	4.861	1.080	1.079
4	Jl. Dr. Ir. H. Soekarno	6.789	1.509	1.508
5	Jl. Raya Mulyosari	1.784	396	395
6	Jl. Raya ITS	1.130	251	250
7	Jl. Raya Kertajaya Indah	2.050	456	455
8	Jl. Prof. Dr. Moestopo	2.677	595	594
9	Jl. Manyar Kertoarjo	1.140	253	252
10	Jl. Kertajaya	1.423	316	315
11	Jl. Raya Dharma Husada Indah	1.294	288	287

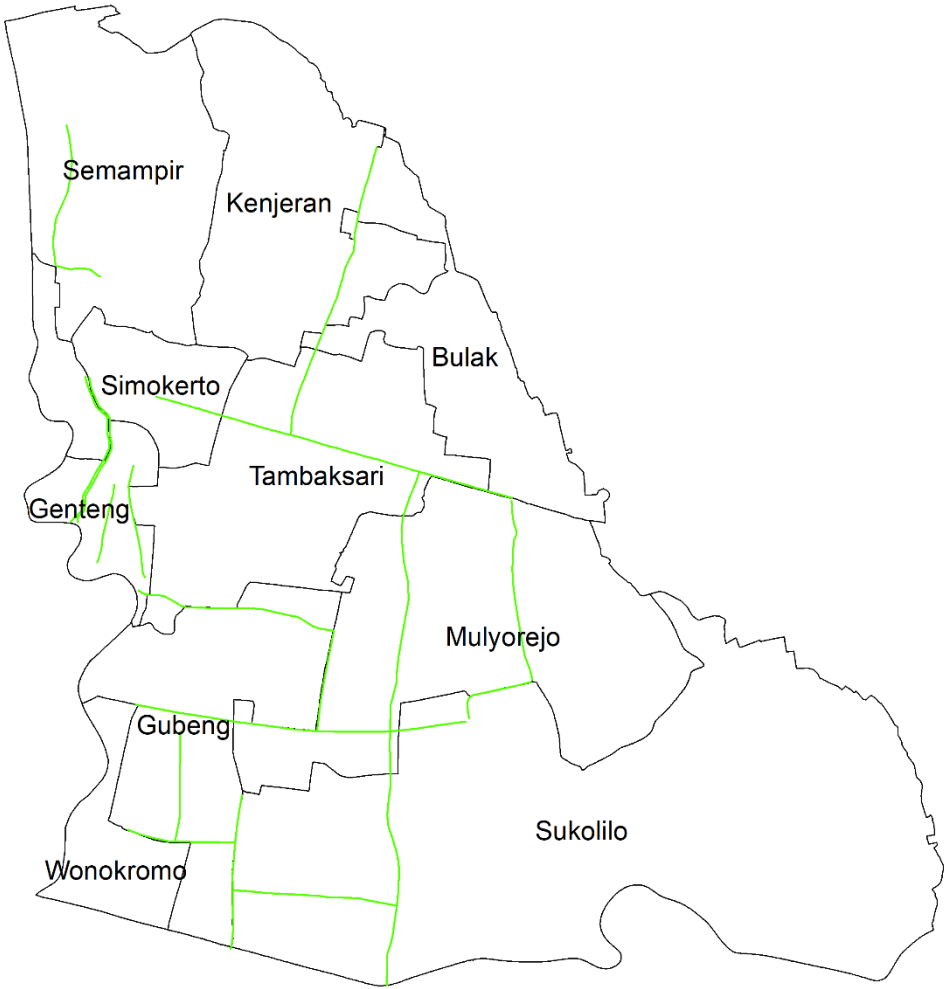
No	Nama Jalan	Panjang Jalan (m)	Jumlah Pohon (buah)	*Vertical Garden* (buah)
12	Jl. Pucang Anom Timur	925	206	205
13	Jl. Ngagel Jaya Selatan	1.432	318	317
14	Jl. Ngagel Jaya	2.176	484	483
16	Jl. Raya Manyar	570	127	126
17	Jl. Raya Nginden	693	154	153
18	Jl. Kusuma Bangsa	2.106	468	467
19	Jl. Jaksa Agung Suprapto	850	189	188
20	Jl. Undaan Wetan	300	67	66
21	Jl. Undaan Kulon	967	215	214
22	Jl. Pecindilan	550	122	121
23	Jl. Pengampon	1.178	262	261
24	Jl. Bunguran	645	143	142
25	Jl. Gembong	590	131	130
26	Jl. Sultan Iskandar Muda	626	139	138
27	Jl. Raya Hang Tuah	325	72	71
28	Jl. Nginden Semolo	1.855	412	411
29	Jl. Semolowaru	2.228	495	494
Jumlah		44.298	9.844	9.817

Pemilihan rencana penggantian vegetasi dan sistem *vertical garden* yang dipilih karena tingginya sumber emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, terutama pada tahun 2045 akan mengalami peningkatan yaitu hingga 55%. Maka, dilakukan perencanaan penggantian vegetasi menggunakan pohon trembesi sebanyak 9.844 pohon serta menerapkan sistem *vertical garden*

menggunakan tanaman hias kembang sepatu sebanyak 9.817 buah rangka *vertical garden* di jalur hijau jalan.

Gambar 5. 3 Vertical Garden dengan Cara Bingkai Gantung pada Median Jalan
Sumber: Kusminingrum (2016)

Pemetaan rencana penggantian vegetasi dan penerapan sistem *vertical garden* serta pola penanaman vegetasi di Zona Timur Laut Kota Surabaya dapat dilihat pada halaman berikut.



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

TUGAS AKHIR

Evaluasi dan Perencanaan Ruang Terbuka Hijau Berbasis Serapan Emisi Karbon Dioksida (CO_2) di Zona Timur Laut Kota Surabaya (Studi Literatur dan Kasus)

JUDUL PETA

Pemetaan Rencana Penggantian Vegetasi dan Penerapan Sistem Vertical Garden

MAHASISWA

Alifia Maytantri
03211640000101

DOSEN PEMBIMBING

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

LEGENDA

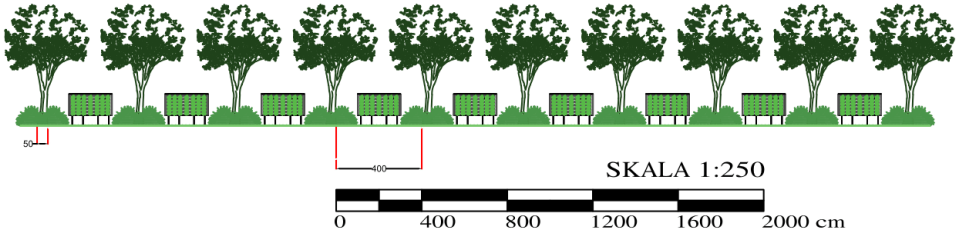
Batas Wilayah Kecamatan

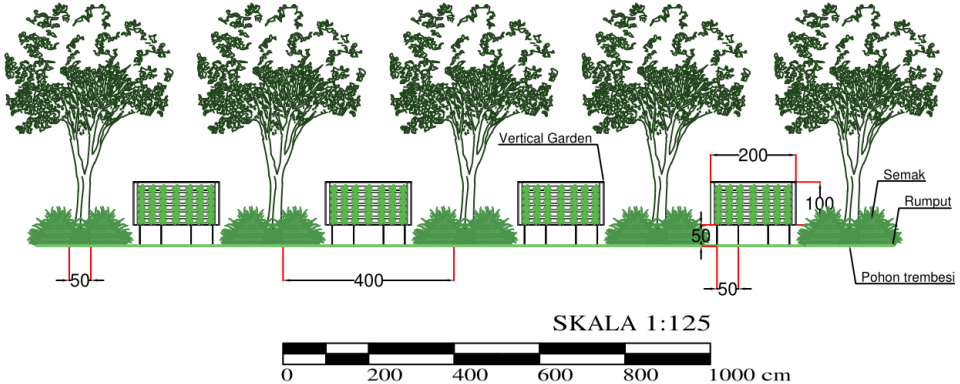
Wilayah Perencanaan RTH

N
W
E
S

Kilometers
0 0,5 1 2

Skala 1 : 100000
Ukuran Kertas : A4





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

TUGAS AKHIR

Evaluasi dan Perencanaan Ruang Terbuka Hijau Berbasis Serapan Emisi Karbon Dioksida (CO_2) di Zona Timur Laut Kota Surabaya

JUDUL GAMBAR

Pola Penanaman Vegetasi

MAHASISWA

Alifia Maytantri
032116400000101

DOSEN PEMBIMBING

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

LEGENDA

- Pohon Trembesi
- Semak
- Rumput

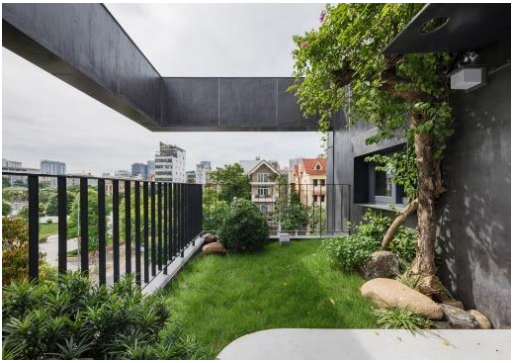
N
W E
S

Skala 1 : 250
Ukuran Kertas : A4

b. *Roof Garden*

Selain *vertical garden*, alternatif lain untuk melakukan penambahan luasan RTH yaitu dengan menerapkan sistem *roof garden* atau taman atap. Keberadaan taman atap, khususnya di kota-kota besar (metropolis) memiliki peran penting seperti halnya ruang hijau lainnya. Ancaman terhadap eksistensi RTH akibat pembangunan infrastruktur-infrastruktur kota dapat diimbangi atau dikompensasi dengan mengembangkan taman atap (Mulyadi, 2012). Dari pengertian umumnya, *roof garden* merupakan taman yang terdapat di atas atap suatu bangunan (Mawarsid, 1997 dalam Arisanti dkk, 2010). Sama halnya seperti penambahan vegetasi di area permukiman, sistem *roof garden* juga dapat diterapkan di permukiman atau di rumah-rumah penduduk untuk membantu mereduksi tingginya emisi CO_2 yang dihasilkan dari kegiatan permukiman di Zona Timur Laut Kota Surabaya. Pemanfaatan atap rumah sebagai taman akan membuat rumah menjadi produktif karena mampu menghasilkan berbagai macam sayur dan buah sehingga dapat juga sekaligus untuk memenuhi gizi keluarga. Menurut Apsari (2007), keuntungan dari *roof garden* yaitu dapat menurunkan suhu di dalam dan disekitar bangunan serta memberikan keindahan visual. Menurut Suryanto dan Sitawati (2016), dalam menerapkan sistem *roof garden*, tentu perlu diatur tanaman yang tidak mempunyai perakaran dalam, relatif tahan kekurangan air, tahan dan tumbuh baik pada temperatur yang tinggi, perakaran dan pertumbuhan batang yang tidak mengganggu struktur bangunan, serta mudah dalam pemeliharaan. Kriteria tanaman tersebut digunakan sebagai acuan dalam pemilihan tanaman serta pemeliharaan. Jenis tanaman yang disarankan untuk penerapan sistem *roof garden* di area permukiman adalah tanaman yang dapat dikonsumsi oleh manusia seperti tanaman cabai (*Capsicum frutescens L*), jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*), bawang merah (*Allium*

cepa), kacang merah (*Vigna angularis*), ubi jalar (*Ipomoea batatas L*), dan masih banyak berbagai tanaman lainnya.



Gambar 5. 4 Sistem *Roof Garden* pada Atap Rumah
Sumber: https://www.dekoruma.com/artikel/75537/manfaat-roof-garden

Mengingat terbatasnya lahan yang tersedia terutama di perkotaan besar seperti beberapa negara di Eropa, salah satunya di Canada telah terbukti dapat mengurangi gas rumah kaca sekitar 6% pada tahun 2008-2012 dengan menerapkan sistem *roof garden* (Lestari dkk, 2017). Di Kota Los Angeles, diperkirakan bahwa 2.000 m^2 rumput yang belum dipotong pada *roof garden* dapat menghapus hingga 4.000 kg partikulat. Secara praktis, mobil bertenaga bensin menghasilkan sekitar 0,01 gram partikulat untuk setiap mil (1,60 km) yang digerakkan. Jika sebuah kendaraan dikendarai 16.000 km/tahun, maka 0,1 kg partikulat akan dilepaskan ke atmosfer setiap tahunnya. Dengan demikian, 1 m^2 *roof garden* dapat mengimbangi emisi partikulat setiap mobil per tahun (Rowe, 2011). Secara ekonomi, keuntungan yang di dapat melalui penerapan *roof garden* adalah menambah ruang aktif, mereduksi air bangunan akibat curah hujan, dan menambah nilai estetika suatu bangunan (Kuhn, 1995).

Zona Timur Laut Kota Surabaya juga terdapat gedung-gedung bertingkat seperti, pusat perbelanjaan, gedung pemerintahan, serta apartemen. Walaupun jumlahnya tidak terlalu banyak, gedung-gedung tersebut juga dapat dilakukan penerapan sistem *roof garden* dengan memperhatikan struktur bangunan, ketebalan tanah, drainase, jenis tanaman, serta wadah/tempat tumbuh tanaman (Kinasih dan Muta'ali, 2013). Jenis tanaman yang disarankan untuk menerapkan sistem *roof garden* pada gedung bertingkat adalah jenis tanaman perdu/semak dan tanaman *ground cover* yang selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.35.

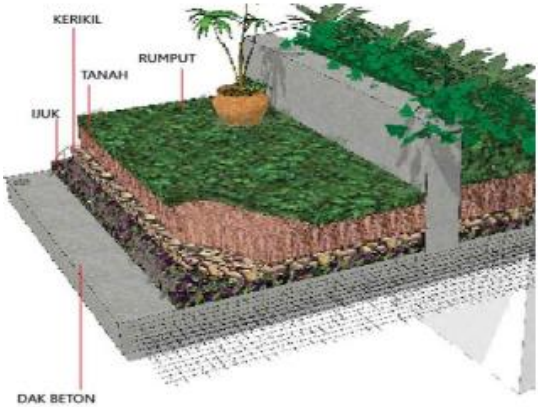
Tabel 5. 35 Jenis Tanaman untuk *Roof Garden*

No	Jenis Tanaman	Nama Latin	Keterangan
Perdu/semak			
1	Akalipa Merah	*Acalypha wilkesiana*	Daun Berwarna
2	Nusa Indah Merah	*Musaenda erytthrophylla*	Berbunga
3	Daun Mangkokan	*Notophanax scutelarium*	Berdaun unik
4	Bogenvil Merah	*Bougenvillea glabra*	Berbunga
5	Azalea	*Rhododendron indicum*	Berbunga
6	Soka Daun Besar	*Ixora javonica*	Berbunga
7	Bakung	*Crinum asiaticum*	Berbunga
8	Oleander	*Nerium oleander*	Berbunga
9	Palem Kuning	*Chrysalidocaus lutescens*	Daun Berwarna
10	Sikas	*Cycas revolata*	Bentuk unik

No	Jenis Tanaman	Nama Latin	Keterangan
11	Alamanda	*Aalamanda cartatica*	Merambat berbunga
12	Puring	*Codiaeum varigatum*	Daun Berwarna
13	Kembang Merak	*Caesalphinia pulcherima*	Berbunga
Ground Cover			
1	Rumput Gajah	*Axonophus compressus*	Tekstur Kasar
2	Lantana Ungu	*Lantana camara*	Berbunga
3	Rumput Kawat	*Cynodon dactylon*	Tekstur sedang

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

Gambar 5. 5 Sistem *Roof Garden* pada Gedung Bertingkat
Sumber: http://firecopower.com/roof-garden



Gambar 5. 6 Susunan *Roof Garden* atau Taman Atap
Sumber: https://cdn-cms.pgimgs.com/news/2014/11/roof-top-konstruksi.jpg

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, *roof garden* atau dapat disebut taman atap merupakan jenis RTH privat sehingga tidak termasuk dalam lingkup penelitian. Maka, rencana penerapan sistem *roof garden* dianggap sebagai saran alternatif perencanaan dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait penyerapan emisi CO_2 dalam menerapkan sistem *roof garden*.

Menurut Vo, dkk (2019) faktor yang membedakan kemampuan penyerapan *vertical garden* dan *roof garden* terhadap emisi CO_2 adalah kecepatan angin, temperatur, dan iklim. Berdasarkan peletakan, kemampuan penyerapan *roof garden* yang berada di atas bangunan berpengaruh pada kecepatan angin karena banyaknya kontak langsung terhadap angin sehingga tingkat kemampuan penyerapan *roof garden* masih lebih rendah dibandingkan *vertical garden* yang

direncanakan pada median jalan. Menurut Agustina, dkk (2019) Konsentrasi CO_2 menurun dengan meningkatnya kecepatan angin. Kecepatan angin menyebabkan penurunan konsentrasi CO_2 yang diartikan semakin cepat angin bertiup maka konsentrasi CO_2 akan semakin menurun, penyebabnya karena angin mengakibatkan dispersi polutan ke tempat lain sesuai arah bertiupnya angin.

5.7 Pemeliharaan RTH

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, yang termasuk pemeliharaan RTH adalah pemupukan, penyiraman, dan pemangkasan. Dari ketiga aspek tersebut dilakukan agar menghasilkan pertumbuhan yang baik pada tumbuhan sehingga dapat menyerap CO_2 secara optimal. Berikut perencanaan SOP pemeliharaan RTH di Zona Timur Laut Kota Surabaya.

1. Pemupukan
   Prinsip dasar dari pemupukan adalah mensuplai hara tambahan yang dibutuhkan sehingga tanaman tidak kekurangan makanan. Pupuk yang diberikan pada tanaman dapat berupa pupuk organik maupun anorganik (misalnya NPK atau urea). Menurut Roshintha dan Mangkoedihardjo (2016), dosis pupuk NPK untuk pohon adalah 25 gram/pohon. Pemupukan dilakukan dengan cara pupuk ditaburkan pada tanah yang sudah didangir sedalam 0,15-0,2 m di sekeliling batang pohon selebar diameter tajuk tanaman. Kemudian pupuk ditutup tanah kembali dan disiram dengan air agar cepat larut.

2. Penyiraman
   Penyiraman bertujuan untuk menyeimbangkan laju evapotranspirasi, melarutkan garam-garam mineral dan juga sebagai unsur utama pada proses fotosintesis. Waktu penyiraman yang terbaik adalah pada pagi atau sore hari.

Akan tetapi, penyiraman pada waktu sore hari tidak dianjurkan karena terdapat reaksi gelap fotosintesis yang menghasilkan air (Roshintha dan Mangkoedihardjo, 2016). Waktu penyiraman dilakukan di pagi hari pada pukul 05.00-07.00 WIB di musim kemarau. Penyiraman dilakukan dengan tekanan rendah, tidak boleh menyiram secara keras karena dapat merusak tanaman. Pemberian air juga tidak boleh telalu banyak atau telalu sedikit. Air yang dibutuhkan untuk pohon kurang lebih 10 liter/pohon atau dengan perkiraan 15-20 cm penyerapan air yang masuk ke dalam tanah.

3. Pemangkasan

   Pemangkasan tanaman adalah untuk mengontrol pertumbuhan tanaman sesuai yang diinginkan serta menjaga keamanan dan kesehatan tanaman. Pemangkasan dilakukan setelah musim hujan dan ketika pohon sudah terlihat lebat dan mengganggu pengguna jalan. Untuk kesehatan pohon, pemangkasan dilakukan pada cabang, dahan dan ranting yang retak,patah, mati atau berpenyakit. Pemangkasan untuk kemanan pengguna jalan dilakukan pada cabang, dahan dan ranting yang dapat mengancam keamanan pengguna jalan. Pada daerah pejalan kaki, ruang yang bebas dari juntaian ranting dan pohon adalah sekitar 2,5 meter dari permukaan tanah. Pemangkasan juga dilakukan ketika batang atau dahan menyentuh kabel telepon dan listrik karena dapat mengakibatkan korsleting atau kebakaran, serta gesekan yang intensif dapat berpengaruh pada kesehatan pohon. Cara pemangkasan pohon dilakukan dari bawah keatas secara miring (45°) dan rata agar air hujan tidak tergenang yang dapat mengakibatkan pembusukan batang.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai ruang terbuka hijau publik di Zona Timur Laut Kota Surabaya, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Total emisi CO_2 pada tahun 2020 yang dihasilkan dari kegiatan transportasi, permukiman, dan industri di Zona Timur Laut Kota Surabaya sebesar 2.062.679,55 ton/tahun.
2. Kemampuan RTH publik eksisting dalam menyerap emisi CO_2 di Zona Timur Laut Kota Surabaya sebesar 410988.9067 ton/tahun dengan persentase penyerapan sebesar 19,93%.
3. Perencanaan RTH di Zona Timur Laut Kota Surabaya dilakukan hingga tahun 2045. Perencanaan RTH dilakukan dengan penambahan dan penggantian jenis vegetasi berdasarkan RTRW Kota Surabaya 2018-2038. Persentase penyerapan emisi CO_2 pada tahun 2045 di Zona Timur Laut Kota Surabaya sebesar 7,48%. Alternatif lain untuk merencanakan penambahan luas RTH dengan menerapkan sistem *Vertical Garden* dan *Roof Garden*.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, saran yang dapat saya berikan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai inventarisasi sumber emisi dan RTH eksisting (publik dan privat) secara lengkap di Zona Timur Laut Kota Surabaya karena dapat mempengaruhi tingkat keakuratan hasil perhitungan kemampuan RTH dalam menyerap emisi CO_2.

2. Selain RTH, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait penyerap CO_2 secara alami karena dapat mempengaruhi tingkat kecukupan penyerapan emisi CO_2 di Zona Timur laut Kota Surabaya yang lebih akurat.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait penerapan sistem *Vertical Garden* dan *Roof Garden* di Zona Timur Laut Kota Surabaya berdasarkan kondisi eksisting melalui survei lapangan.

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.

Agustina, L., Simanjuntak, P. P., & Khoir, A. N. U. 2019. Pengaruh Parameter Meteorologi Terhadap Konsentrasi CO_2 dan CH_4 di DKI Jakarta. **Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika**, 6(2), 30-38.

Alfatikh, E.R. 2013. Evaluasi Pengembangan Wilayah Ruang Terbuka Hijau Sebagai Daya Dukung Lingkungan Kota Surabaya. **Jurnal Pendidikan Geografi Universitas Negeri Surabaya**

Al-Hakim, A. H. 2014. Evaluasi Efektivitas Tanaman dalam Mereduksi Polusi Berdasarkan Karakter Fisik Pohon pada Jalur Hijau Jalan Pajajaran Bogor. Tesis Departemen Arsitektur Lanskap. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Apsari, Juwita. 2007. Kajian Pengembangan *Roof Garden* di Metropolitan dalam Upaya Mengatasi Fenomena Urban Heat Island. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Arisanti, A., Munandar, A., & Prawitasari, T. (2010). Adaptasi Anatomis Pohon pada *Roof Garden* (Studi Kasus: Kondominium Taman Anggrek, Jakarta). ***Jurnal Lanskap Indonesia***, *2*(2).

Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya (BLH). 2016. Laporan Akhir Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) 2018. Surabaya: BLH

Badan Pusat Statistik. 2018. **Surabaya dalam Angka 2017**. Surabaya: BPS Kota Surabaya

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

Dahlan Endes. 2010. Trembesi Dahulunya Asing Namun Sekarang Tidak Lagi. Bogor: IPB press.

Fachri, F. R. dkk. 2015. Fluks CO_2 di Perairan Pesisir Timur Pulau Bintan, Propinsi Kepulauan Riau. **Jurnal Segara (2015) Vol. 11 No. 1: 57-66**

Faikah, M. Hariyati, H., dan Jinca,M. 2009. **Pencemaran Udara Karbon Monoksida dan Nitrogen Oksida Akibat Kendaraan Bermotor pada Ruas Jalan Padat Lalu Lintas di Kota Makassar**. Symposium XII FSTPT, Universitas Kristen Petra Surabaya, Nov. 14 (2009)

Gratimah, RD. 2009. **Analisis Kebutuhan Hutan Kota Sebagai Penyerap Gas CO_2 Antropogenik di Pusat Kota Medan**. Medan: USU

Gusnita, D. 2012. Pencemaran Logam Berat Timbal (PB) di Udara dan Upaya Penghapusan Bensin Bertimbal. **Jurnal Berita Dirgantara Vol.13 No.3.**

Handono, I. J. 2017. Studi Pendekatan Arsitektur Hijau pada Desai Gedung Perkantoran (Studi Kasus Gedung Perkantoran Grha Persada 2 Jakarta Timur). **Jurnal ilmiah ARJOUNA**, *1*(2).

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. **IPCC Guidelines for National Green House Gas Inventories Chapter 2: Stationary Combustion**. USA: IPCC

Joga, N. 2013. RTH 30 Persen Resolusi Kota Hijau. **Gramedia Pustaka Utama**.

Khotami, K. D. 2017. *Perencanaan Sistem Jaringan Perpipaan Penyedia Air Bersih Di Kecamatan Gambiran Kabupaten Banyuwangi* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Kinasih, S. S. K., dan Muta'ali, L. 2013. Potensi Pengembangan Teknologi *Roof Garden* Di Kawasan Mampang Prapatan Dan Sekitarnya, Jakarta Selatan (Development Potential of Roof Garden Technology in Mampang Prapatan Area and Surroundings, South Jakarta). **Jurnal Manusia dan Lingkungan**, *20*(3), 252-261.

Kotta, H., Rosydah, S., Hapsarianty, H., & Zulkaidah, W. 2019. Ketersediaan RTH Sebagai Nilai Tambah pada Kawasan Perkotaan dalam Teknologi Pencapaian Target Urban Metropolitan Park System (UMPS) Tahun 2020 di Kota

Makassar. **Seminar Nasional Teknologi Terapan Berbasis Kearifan Lokal** (Vol. 2, No. 1).

Kuhn, M. 1995. Rooftop Resources City Farmer. Canada's Office of Urban Agriculture Book Jilid II. Canada.

Kusminingrum, N. 2016. Efektifitas Reduksi Polusi Udara dengan Metode *Vertical Garden* (The Effectiveness of Air Pollution Reduction with Vertical Garden Method). **Jurnal Jalan-Jembatan**, *33*(2), 102-114.

Kusuma, W, P., "Contribution study of Transportation Activities Toward Carbon Emission in Western Surabaya" **in Paper of Institute Technology of Sepuluh Nopember**, (2010) pp.8-21

Labiba, D. dan Pradoto, W. 2018. Sebaran Emisi CO_2 dan Implikasinya terhadap Penataan Ruang Area Industri di Kendal. **Jurnal Pengembangan Kota** (2018) Volume 6 No. 2 (164-173)

Lestari, Endah. dkk. 2017. Analisa Taman Atap Dalam Upaya Mengurangi Limpasan Air Hujan Pada Bangunan Perkotaan. **Jurnal Kilat**, *6*(2), 81-87.

Mangkoedihardjo, S., & Istianto, A. 2018. Planning Greenspace for the Highlands Region of Surabaya. ***Current World Environment*, *13*(Special Issue).**

Mawardah, L., & Mutfianti, R. D. 2013. Penataan Ruang Terbuka Hijau sebagai Cara Optimalisasi Pembentukan Karakter Kota Studi Kasus Ruang Terbuka Hijau di Pusat Kota Pacitan. **Jurnal Teknologi UWIKA**, *1*(2), 19-27.

Mulyadi, F. P. 2012. **Proses Perancangan Taman Vertikal Singapore Air Traffic Control (Satc) (Kegiatan Magang di Greenology Pte. Ltd., Singapura.)**. Institut Pertanian Bogor, 1-105.

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

Novananda, Erizal dan Setiawan, Rulli Pratiwi. 2015. Persebaran Spasial Produksi Emisi Karbon Dioksida (CO_2) dari Penggunaan Lahan Permukiman di Kawasan Perkotaan Gresik Bagian Timur. Surabaya: **JURNAL TEKNIK ITS**

Vol. 4, No. 1, (2015) ISSN: 2337-3539
Patra, A. D. 2002. Faktor Tanaman dan Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Kemampuan Tanaman dalam Menyerap Polutan Gas NO_2. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
Pentury, T. 2003. Disertasi: Konstruksi Model Matematika Tangkapan CO_2 Pada Tanaman Hutan Kota. Surabaya: Universitas Airlangga.
Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 2007
Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008
Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2007
Pradiptyas, D., Assomadi, A. F., & Boedisantoso, R. 2011. Analisis Kecukupan Ruang Terbuka Hijau sebagai Penyerap Emisi CO_2 di Perkotaan Menggunakan Program Stella. **Jurnal Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.**
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.
Purnomohadi, Ning. 2006. Ruang Terbuka Hijau sebagai Unsur Utama Tata Ruang Kota. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum
Purwasih, H., Latifah, S., & Sukmana, A. 2013. Identifikasi Jenis Tanaman Di Beberapa Jalur Hijau Jalan Kota Medan1 (Identification of Plant Species at a Few Street Green Belt of Medan City). ***Peronema Forestry Science Journal***, *2*(2), 108-116.
Quistarini, A., Rostian, T. S., & Krisantia, I. 2019. Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Publik Berdasarkan Proyeksi Penduduk Pada Kecamatan Tangerang. ***In Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*** (pp. 1-50).
Roshintha, R. R., & Mangkoedihardjo, S. 2016. Analisis kecukupan ruang terbuka hijau sebagai penyerap emisi gas karbon dioksida (CO_2) pada kawasan Kampus ITS Sukolilo, Surabaya. **Jurnal Teknik ITS**, *5*(2), D132-D137.

Rowe, D. B. 2011. Green roofs as a means of pollution abatement. ***Environmental pollution***, *159* (8-9), 2100-2110.

Samiaji, T. (2010). Upaya mengurangi CO_2 di atmosfer. ***Berita Dirgantara***, *10*(3).

Samudro, G. dan Mangkoedihardjo, S. 2006. Water Equivalent Method for City Phytostructure of Indonesia. Int. J. Environ. Sci. 49:647-651

Scarlet QQ. 2008. Ruang terbuka hijau (RTH) Taman. http://id.shvoong.com. [10 Jan 2010].

Sukmawati, T. 2015. Penyerapan Karbon Dioksida pada Tanaman Hutan Kota di Surabaya. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, *4*(1).

Suryanto, A., & Sitawati, E. E. N. 2016. Produksi Tumpangsari Kacang Merah (*Vigna angularis*) dan Bawang Merah (*Allium cepa*) di Atap (*Rooftop Culture*). **Seminar Nasional Pembangunan Pertanian**.

Vo, T. T., Nichersu, A., & Wendel, J. 2019. Modeling, Monitoring, and Validating Green Roof and Green Facade Solutions with Semantic City Models Using Low Cost Sensors and Open Software Infrastructures. *Urban Science*, *3*(2), 39.

Widyanadiari, S,R, "Adequasy Analysis of Green Open Space as CO_2 Emission Absorber in Urban by Using Stella Program (Case Study: Central and South of Surabaya)" **in Paper of Institute Technology of Sepuluh Nopember** (2011) pp. 1-27.

Yeh, Y. P. (2010). Green Wall-The Creative Solution in Response to the Urban Heat Island Effect. *National Chung-Hsing University, Taiwan*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 1
DATA SURVEI *TRAFFIC COUNTING* OLEH DISHUB KOTA SURABAYA

LAMPIRAN 1
DATA *TRAFFIC COUNTING* TAHUN 2019

Jl. Jenderal Sudirman													
Waktu (int 10 menit)	Jenis kendaraan												
	Sepeda Motor	Mobil pribadi	Angkot	Taksi	Bus mini	Pickup/ box	Mini truk	Bus besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk gandeng	Trailer	Kendaraan tak bermotor
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
06.00-06.10	833	312	5	4	1	5	0	0	0	0	0	0	3
06.10-06.20	781	284	6	6	3	7	1	0	0	0	0	0	2
06.20-06.30	936	291	10	8	1	7	5	1	0	0	0	0	3
06.30-06.40	981	273	4	3	1	3	0	2	0	0	0	0	3
06.40-06.50	1119	261	6	2	2	6	1	0	0	0	0	0	0
06.50-07.00	1033	248	3	1	2	2	0	2	0	0	0	0	0
07.00-07.10	973	323	6	4	3	10	2	1	0	0	0	0	2
07.10-07.20	920	374	8	2	3	16	0	5	0	0	0	0	0
07.20-07.30	873	318	4	0	1	16	1	1	0	0	0	0	0

Jl. Jenderal Sudirman													
Waktu (int 10 menit)	Jenis kendaraan												
	Sepeda Motor	Mobil pribadi	Angkot	Taksi	Bus mini	Pickup/ box	Mini truk	Bus besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk gandeng	Trailer	Kendaraan tak bermotor
07.30-07.40	891	302	5	3	0	13	0	1	0	0	0	0	2
07.40-07.50	903	296	3	0	1	9	0	2	0	0	0	0	1
07.50-08.00	866	284	4	2	1	12	1	1	0	0	0	0	0
16.00-16.10	830	357	2	7	0	5	0	2	0	0	0	0	0
16.10-16.20	836	341	3	6	0	4	1	0	0	0	0	0	0
16.20-16.30	833	350	0	4	0	4	0	1	0	0	0	0	0
16.30-16.40	847	362	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0
16.40-16.50	858	373	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0
16.50-17.00	861	381	3	4	0	6	0	0	0	0	0	0	0
17.00-17.10	871	386	2	7	0	2	0	2	0	0	0	0	0
17.10-17.20	866	379	1	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0
17.20-17.30	861	383	3	6	0	3	2	0	0	0	0	0	0

Jl. Jenderal Sudirman													
Waktu (int 10 menit)	Jenis kendaraan												
	Sepeda Motor	Mobil pribadi	Angkot	Taksi	Bus mini	Pickup/ box	Mini truk	Bus besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk gandeng	Trailer	Kendaraan tak bermotor
17.30-17.40	868	389	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0
17.40-17.50	879	392	0	7	0	2	0	2	0	0	0	0	0
17.50-18.00	881	403	3	5	1	4	0	1	1	0	0	0	0
Jumlah	**21400**	**8062**	**82**	**96**	**20**	**148**	**14**	**24**	**1**	**0**	**0**	**0**	**16**
Rata-rata per jam	**5350**	**2015.5**	**20.5**	**24**	**5**	**37**	**3.5**	**6**	**0.25**	**0**	**0**	**0**	**4**

Jl. Mayjend Sungkono													
Waktu (int 10 menit)	Jenis kendaraan												
	Sepeda Motor	Mobil pribadi	Angkot	Taksi	Bus mini	Pickup/ box	Mini truk	Bus besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk gandeng	Trailer	Kendaraan tak bermotor
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Jl. Mayjend Sungkono													
Waktu (int 10 menit)	Jenis kendaraan												
	Sepeda Motor	Mobil pribadi	Angkot	Taksi	Bus mini	Pickup/ box	Mini truk	Bus besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk gandeng	Trailer	Kendaraan tak bermotor
06.00-06.10	1305	308	12	8	0	11	4	1	2	0	0	0	7
06.10-06.20	1426	341	15	5	0	13	5	0	4	0	0	0	9
06.20-06.30	1450	353	15	8	0	17	1	1	0	0	0	0	7
06.30-06.40	1425	360	16	5	0	12	2	0	1	0	0	0	7
06.40-06.50	1412	344	6	8	1	8	0	1	0	0	0	0	4
06.50-07.00	1415	326	9	8	2	7	1	2	0	0	0	0	1
07.00-07.10	1373	337	5	9	2	17	2	0	1	0	0	0	3
07.10-07.20	1393	359	4	12	1	20	0	2	0	0	0	0	4
07.20-07.30	1395	373	10	14	1	13	3	0	0	0	0	0	4
07.30-07.40	1382	380	8	5	2	12	3	1	2	0	0	0	5
07.40-07.50	1386	401	9	6	1	14	0	2	0	0	0	0	2
07.50-08.00	1394	397	6	7	1	21	1	0	1	0	0	0	2

Jl. Mayjend Sungkono													
Waktu (int 10 menit)	Jenis kendaraan												
	Sepeda Motor	Mobil pribadi	Angkot	Taksi	Bus mini	Pickup/ box	Mini truk	Bus besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk gandeng	Trailer	Kendaraan tak bermotor
16.00-16.10	1999	590	7	10	1	15	0	1	0	0	0	0	3
16.10-16.20	1918	669	11	4	0	19	0	0	0	0	0	0	2
16.20-16.30	1910	647	5	8	0	16	0	2	0	0	0	0	3
16.30-16.40	1907	602	6	8	0	14	1	2	0	0	0	0	2
16.40-16.50	1910	660	4	8	0	13	0	0	0	0	0	0	0
16.50-17.00	1924	661	5	11	0	11	0	0	0	0	0	0	1
17.00-17.10	1669	681	6	6	0	10	1	1	0	0	0	0	4
17.10-17.20	1806	679	9	10	1	9	1	0	0	0	0	0	0
17.20-17.30	2014	667	10	7	2	10	1	0	0	0	0	0	0
17.30-17.40	2014	653	12	5	1	13	0	2	0	0	0	0	0
17.40-17.50	1940	711	8	5	0	9	0	0	0	0	0	0	0
17.50-18.00	1929	669	8	4	0	13	0	1	1	0	0	0	2

Jl. Mayjend Sungkono													
Waktu (int 10 menit)	Jenis kendaraan												
	Sepeda Motor	Mobil pribadi	Angkot	Taksi	Bus mini	Pickup/ box	Mini truk	Bus besar	Truk 2 Sb	Truk 3 Sb	Truk gandeng	Trailer	Kendaraan tak bermotor
Jumlah	39696	12168	206	181	16	317	26	19	12	0	0	0	72
Rata-rata per jam	9924	3042	51.5	45.25	4	79.25	6.5	4.75	3	0	0	0	18

Jl. Pemuda													
Jenis Kendaraan													
Waktu (10 menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/ Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 sb	Truk Gandeng	Trailer	Kendaraan Tak Bermotor
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
06.00-06.10	766	274	8	6	0	9	1	1	0	0	0	0	5
06.10-06.20	775	277	7	10	1	8	7	0	0	0	0	0	1

Jl. Pemuda													
Jenis Kendaraan													
Waktu (10 menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/ Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 sb	Truk Gandeng	Trailer	Kendaraan Tak Bermotor
06.20-06.30	785	267	10	0	1	11	3	0	0	0	0	0	1
06.30-06.40	760	332	10	4	0	11	3	0	0	0	0	0	0
06.40-06.50	722	299	9	5	1	12	0	1	0	0	0	0	4
06.50-07.00	751	286	10	4	0	11	3	0	0	1	0	0	2
07.00-07.10	732	269	8	6	0	8	2	0	0	0	0	0	3
07.10-07.20	721	252	8	5	1	9	1	0	0	0	0	0	5
07.20-07.30	718	239	7	4	0	9	1	1	0	0	0	0	2
07.30-07.40	706	224	10	5	1	10	2	0	0	0	0	0	0
07.40-07.50	698	213	9	5	0	8	1	0	0	0	0	0	1
07.50-08.00	712	228	8	6	1	8	1	0	0	0	0	0	2
16.00-16.10	792	176	7	3	1	10	1	0	0	0	0	0	2
16.10-16.20	782	201	9	2	0	16	0	0	0	0	0	0	0
16.20-16.30	793	216	10	6	0	11	2	1	0	0	0	0	4

Jl. Pemuda													
Jenis Kendaraan													
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**	**Kendaraan Tak Bermotor**
16.30-16.40	729	227	11	2	0	8	0	1	0	0	0	0	0
16.40-16.50	736	231	6	3	0	14	0	2	0	0	0	0	0
16.50-17.00	743	245	9	4	0	7	0	0	0	0	0	0	2
17.00-17.10	793	275	10	4	2	9	0	2	0	0	0	0	2
17.10-17.20	797	236	12	3	0	4	0	0	0	0	0	0	3
17.20-17.30	829	274	10	6	0	7	0	0	0	0	0	0	2
17.30-17.40	836	296	9	2	2	5	0	0	0	0	0	0	0
17.40-17.50	843	275	7	3	1	6	0	0	1	0	0	0	0
17.50-18.00	852	209	8	2	1	5	1	0	0	0	0	0	2
Jumlah	**18371**	**6021**	**212**	**100**	**13**	**216**	**29**	**9**	**1**	**1**	**0**	**0**	**43**
Rata-rata per jam	**4592.75**	**1505.25**	**53**	**25**	**3.25**	**54**	**7.25**	**2.25**	**0.25**	**0.25**	**0**	**0**	**10.75**

Jl. Gubeng Pojok													
Jenis Kendaraan													
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**	**Kendaraan Tak Bermotor**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
06.00-06.10	1224	332	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0	2
06.10-06.20	1163	328	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	3
06.20-06.30	1098	313	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	4
06.30-06.40	978	304	2	2	0	3	0	0	0	0	0	0	3
06.40-06.50	957	297	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0	2
06.50-07.00	914	283	1	1	0	3	0	1	0	0	0	0	3
07.00-07.10	897	281	1	2	0	1	1	1	0	0	0	0	2
07.10-07.20	884	276	2	1	0	2	0	0	1	0	0	0	1
07.20-07.30	881	272	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
07.30-07.40	873	267	1	3	0	1	1	1	0	0	0	0	1
07.40-07.50	869	261	0	2	0	3	2	0	0	0	0	0	2
07.50-08.00	862	256	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0

Jl. Gubeng Pojok													
Jenis Kendaraan													
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**	**Kendaraan Tak Bermotor**
16.00-16.10	1192	191	6	6	0	8	1	1	0	0	0	0	3
16.10-16.20	1121	175	3	3	0	7	0	2	0	0	0	0	2
16.20-16.30	1195	166	2	5	1	10	0	0	0	0	0	0	2
16.30-16.40	1173	171	4	3	1	9	0	0	0	0	0	0	1
16.40-16.50	1186	182	5	2	0	11	0	0	0	0	0	0	0
16.50-17.00	1175	188	4	5	0	7	0	0	0	0	0	0	0
17.00-17.10	1165	201	3	7	2	9	1	1	0	0	0	0	2
17.10-17.20	1121	206	2	8	0	7	2	0	0	0	0	0	3
17.20-17.30	1156	201	4	3	1	8	1	2	0	0	0	0	4
17.30-17.40	1176	217	3	3	1	3	0	0	0	0	0	0	3
17.40-17.50	1189	291	5	4	0	4	1	0	0	0	0	0	2
17.50-18.00	1175	191	9	5	0	5	0	0	0	0	0	0	1
Jumlah	**25624**	**5850**	**64**	**75**	**6**	**110**	**12**	**10**	**3**	**0**	**0**	**0**	**46**

Jl. Gubeng Pojok													
Jenis Kendaraan													
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**	**Kendaraan Tak Bermotor**
Rata-rata per jam	**6406**	**1462.5**	**16**	**18.75**	**1.5**	**27.5**	**3**	**2.5**	**0.75**	**0**	**0**	**0**	**11.5**

Prof. Dr. Moestopo													
Jenis Kendaraan													
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**	**Kendaraan Tak Bermotor**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
06.00-06.10	1641	430	12	7	2	23	3	2	0	0	0	0	8
06.10-06.20	1679	435	10	9	1	30	3	0	0	0	0	0	5
06.20-06.30	1662	470	10	11	0	24	4	1	0	0	0	0	4
06.30-06.40	1642	478	9	10	0	22	3	1	0	0	0	0	7
06.40-06.50	1719	488	12	13	0	22	3	1	0	0	0	0	3

Prof. Dr. Moestopo													
Jenis Kendaraan													
Waktu (10 menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/ Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 sb	Truk Gandeng	Trailer	Kendaraan Tak Bermotor
06.50-07.00	1702	502	13	10	3	27	3	1	0	0	0	0	9
07.00-07.10	1744	476	12	10	2	15	4	2	0	0	0	0	7
07.10-07.20	1707	500	9	10	3	21	4	2	0	0	0	0	2
07.20-07.30	1676	483	12	8	1	16	3	1	0	0	0	0	4
07.30-07.40	1686	467	11	8	1	19	4	1	0	0	0	0	3
07.40-07.50	1689	469	8	12	1	22	3	0	0	0	0	0	2
07.50-08.00	1563	503	11	11	0	16	5	0	0	0	0	0	6
16.00-16.10	1121	518	7	17	0	42	0	1	0	0	0	0	0
16.10-16.20	1145	531	7	15	0	34	2	2	0	0	0	0	2
16.20-16.30	1166	532	7	14	0	42	0	2	0	0	0	0	2
16.30-16.40	1177	555	3	12	0	31	2	1	0	0	0	0	2
16.40-16.50	1192	571	5	14	0	30	1	1	0	0	0	0	1
16.50-17.00	1180	585	7	16	0	37	0	0	0	0	0	0	0

Prof. Dr. Moestopo													
Jenis Kendaraan													
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**	**Kendaraan Tak Bermotor**
17.00-17.10	1206	598	5	15	0	31	1	1	0	0	0	0	4
17.10-17.20	1222	599	7	15	0	34	0	1	0	0	0	0	1
17.20-17.30	1213	614	5	16	1	24	1	0	0	0	0	0	0
17.30-17.40	1219	629	3	20	0	25	1	3	0	0	0	0	0
17.40-17.50	1203	653	7	11	0	30	0	0	0	0	0	0	1
17.50-18.00	1190	651	3	16	0	29	1	1	0	0	0	0	1
Jumlah	**34344**	**12737**	**195**	**300**	**15**	**646**	**51**	**25**	**0**	**0**	**0**	**0**	**74**
Rata-rata per jam	**8586**	**3184.25**	**48.75**	**75**	**3.75**	**161.5**	**12.75**	**6.25**	**0**	**0**	**0**	**0**	**18.5**

Jl. Kertajaya Indah													
Jenis Kendaraan													
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**	**Kendaraan Tak Bermotor**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
06.00-06.10	1694	449	6	6	2	7	3	2	0	0	0	0	4
06.10-06.20	1698	424	7	4	2	5	1	2	0	0	0	0	6
06.20-06.30	1718	457	9	7	5	4	1	1	0	0	0	0	2
06.30-06.40	1733	464	9	6	1	6	3	2	0	0	0	0	1
06.40-06.50	1729	438	6	6	1	8	0	0	0	0	0	0	2
06.50-07.00	1731	453	5	4	1	7	1	2	0	0	0	0	6
07.00-07.10	1727	468	7	7	1	11	1	1	0	0	0	0	3
07.10-07.20	1610	470	5	9	1	10	2	1	0	0	0	0	2
07.20-07.30	1636	468	10	4	0	8	1	2	0	0	0	0	1
07.30-07.40	1525	566	4	8	1	9	1	1	0	0	0	0	3
07.40-07.50	1605	465	5	6	1	5	1	1	0	0	0	0	2
07.50-08.00	1604	476	5	6	1	7	1	1	0	0	0	0	1

Jl. Kertajaya Indah													
Jenis Kendaraan													
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**	**Kendaraan Tak Bermotor**
16.00-16.10	1665	431	5	5	2	7	2	1	0	0	0	0	3
16.10-16.20	1688	483	4	8	0	11	1	1	1	0	0	0	6
16.20-16.30	1735	438	7	6	1	13	2	1	1	0	0	0	3
16.30-16.40	1731	428	7	7	1	16	1	2	0	0	0	0	5
16.40-16.50	1726	432	5	6	1	12	0	1	0	0	0	0	3
16.50-17.00	1723	451	8	4	2	11	1	2	1	0	0	0	2
17.00-17.10	1721	452	6	12	1	9	2	0	0	0	0	0	3
17.10-17.20	1736	442	4	7	3	9	1	0	0	0	0	0	2
17.20-17.30	1697	473	5	4	0	13	0	0	0	0	0	0	1
17.30-17.40	1664	454	9	4	0	16	0	0	0	0	0	0	2
17.40-17.50	1731	438	4	6	1	9	0	0	0	0	0	0	0
17.50-18.00	1720	437	3	3	1	5	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	**40547**	**10957**	**145**	**145**	**30**	**218**	**26**	**24**	**3**	**0**	**0**	**0**	**63**

Jl. Kertajaya Indah													
Jenis Kendaraan													
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**	**Kendaraan Tak Bermotor**
Rata-rata per jam	**10136.75**	**2739.25**	**36.25**	**36.25**	**7.5**	**54.5**	**6.5**	**6**	**0.75**	**0**	**0**	**0**	**15.75**

Jl. Bubutan												
Jenis Kendaraan												
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
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

Jl. Bubutan												
Jenis Kendaraan												
Waktu (10 menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/ Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 sb	Truk Gandeng	Trailer
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
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

Jl. Bubutan												
Jenis Kendaraan												
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**
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
Jumlah	**14850**	**6812**	**58**	**186**	**0**	**590**	**26**	**22**	**7**	**0**	**0**	**0**
Rata-rata per jam	**3712.5**	**1703**	**14.5**	**46.5**	**0**	**147.5**	**6.5**	**5.5**	**1.75**	**0**	**0**	**0**

Jl. Indrapura												
Jenis Kendaraan												
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
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

Jl. Indrapura												
Jenis Kendaraan												
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**
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
Jumlah	**24485**	**3443**	**210**	**94**	**46**	**222**	**142**	**40**	**16**	**6**	**2**	**2**

Jl. Indrapura												
Jenis Kendaraan												
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**
Rata-rata per jam	**6121.25**	**860.75**	**52.5**	**23.5**	**11.5**	**55.5**	**35.5**	**10**	**4**	**1.5**	**0.5**	**0.5**

Jl. Perak Barat												
Jenis Kendaraan												
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
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

Jl. Perak Barat												
Jenis Kendaraan												
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**
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
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

Jl. Perak Barat												
Jenis Kendaraan												
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**
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
Jumlah	**29740**	**4045**	**163**	**87**	**31**	**206**	**120**	**8**	**83**	**86**	**47**	**87**
Rata-rata per jam	**7435**	**1011.25**	**40.75**	**21.75**	**7.75**	**51.5**	**30**	**2**	**20.75**	**21.5**	**11.75**	**21.75**

Jl. Perak Timur												
Jenis Kendaraan												
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
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

Jl. Perak Timur												
Jenis Kendaraan												
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**
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
Jumlah	**24357**	**4438**	**199**	**77**	**26**	**381**	**191**	**20**	**15**	**13**	**30**	**123**

Jl. Perak Timur												
Jenis Kendaraan												
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**
Rata-rata per jam	**6089.25**	**1109.5**	**49.75**	**19.25**	**6.5**	**95.25**	**47.75**	**5**	**3.75**	**3.25**	**7.5**	**30.75**

Jl. Gemblongan												
Jenis Kendaraan												
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
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

Jl. Gemblongan												
Jenis Kendaraan												
Waktu (10 menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/ Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 sb	Truk Gandeng	Trailer
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
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

Jl. Gemblongan												
Jenis Kendaraan												
Waktu (10 menit)	**Sepeda Motor**	**Mobil Pribadi**	**Angkot**	**Taksi**	**Bus Mini**	**Pick Up/ Box**	**Mini Truk**	**Bus Besar**	**Truk 2 sb**	**Truk 3 sb**	**Truk Gandeng**	**Trailer**
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
Jumlah	**11293**	**3707**	**57**	**44**	**4**	**133**	**5**	**15**	**5**	**0**	**0**	**0**
Rata-rata per jam	**2823.25**	**926.75**	**14.25**	**11**	**1**	**33.25**	**1.25**	**3.75**	**1.25**	**0**	**0**	**0**

Jl. Kedungdoro													
Jenis Kendaraan													
Waktu (10 menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/ Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 sb	Truk Gandeng	Trailer	Kendaraan Tak Bermotor
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
06.00-06.10	1462	293	3	4	1	8	3	1	2	0	0	0	4
06.10-06.20	1624	319	4	2	3	11	5	0	0	0	0	0	5
06.20-06.30	1807	342	5	5	1	10	2	0	2	0	0	0	4
06.30-06.40	1833	333	6	4	4	8	1	0	0	0	0	0	5
06.40-06.50	1996	385	2	2	1	15	7	1	0	0	0	0	12
06.50-07.00	1844	382	6	2	3	15	6	0	0	0	0	0	8
07.00-07.10	1573	349	5	5	1	13	14	0	0	0	0	0	5
07.10-07.20	1485	391	3	6	2	23	14	1	0	0	0	0	8
07.20-07.30	1474	421	5	4	1	13	7	0	0	0	0	0	4
07.30-07.40	1608	410	3	4	2	12	9	3	1	0	0	0	7
07.40-07.50	1735	414	4	1	3	9	6	0	0	0	0	0	6
07.50-08.00	1630	406	5	4	1	9	6	0	0	0	0	0	4

Jl. Kedungdoro													
Jenis Kendaraan													
Waktu (10 menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/ Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 sb	Truk Gandeng	Trailer	Kendaraan Tak Bermotor
16.00-16.10	1611	655	4	10	0	16	2	0	0	0	0	0	2
16.10-16.20	1610	683	4	11	0	18	2	1	0	0	0	0	3
16.20-16.30	1631	682	1	8	0	21	2	3	0	0	0	0	1
16.30-16.40	1606	683	4	11	0	21	1	1	0	0	0	0	1
16.40-16.50	1608	689	1	6	1	16	0	0	1	0	0	0	4
16.50-17.00	1636	682	3	9	2	19	0	1	0	0	0	0	0
17.00-17.10	1640	674	4	7	0	18	0	0	0	0	0	0	1
17.10-17.20	1678	666	1	5	0	17	0	3	1	0	0	0	4
17.20-17.30	1688	638	4	11	0	17	0	1	1	0	0	0	3
17.30-17.40	1688	641	3	9	1	15	0	1	0	0	0	0	2
17.40-17.50	1697	616	1	11	2	19	2	1	0	0	0	0	1
17.50-18.00	1679	657	2	7	0	17	1	2	0	0	0	0	1
Jumlah	39843	12411	83	148	29	360	90	20	8	0	0	0	95

Jl. Kedungdoro													
Jenis Kendaraan													
Waktu (10 menit)	Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Taksi	Bus Mini	Pick Up/ Box	Mini Truk	Bus Besar	Truk 2 sb	Truk 3 sb	Truk Gandeng	Trailer	Kendaraan Tak Bermotor
Rata-rata per jam	9960.75	3102.75	20.75	37	7.25	90	22.5	5	2	0	0	0	23.75

Stasiun Wonokromo / Arjuno													
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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
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

Stasiun Wonokromo / Arjuno													
Jenis Kendaraan													
	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

Stasiun Wonokromo / Arjuno													
Jenis Kendaraan													
	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
Jumlah		**29558**	**7597**	**280**	**169**	**311**	**96**	**7**	**10**	**0**	**0**	**0**	**125**
Rata-rata per jam		**7389.5**	**1899.25**	**70**	**42.25**	**77.75**	**24**	**1.75**	**2.5**	**0**	**0**	**0**	**31.25**

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**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
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

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
	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

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**
	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
Jumlah		**38298**	**11635**	**343**	**98**	**13**	**348**	**33**	**12**	**5**	**0**	**0**	**0**
Rata-rata per jam		**9574.5**	**2908.75**	**85.75**	**24.5**	**3.25**	**87**	**8.25**	**3**	**1.25**	**0**	**0**	**0**

Jl. Urip Sumoharjo													
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**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
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

Jl. Urip Sumoharjo													
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 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
Jumlah		**53561**	**20382**	**521**	**414**	**63**	**537**	**51**	**35**	**20**	**1**	**0**	**0**

Jl. Urip Sumoharjo													
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
Rata-rata per jam		13390.25	5095.5	130.25	103.5	15.75	134.25	12.75	8.75	5	0.25	0	0

Jl. Basuki Rahmat													
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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
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

Jl. Basuki Rahmat													
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**
	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

Jl. Basuki Rahmat													
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
	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
Jumlah		**34025**	**7392**	**130**	**105**	**21**	**169**	**13**	**17**	**0**	**0**	**0**	**0**
Rata-rata per jam		**8506.25**	**1848**	**32.5**	**26.25**	**5.25**	**42.25**	**3.25**	**4.25**	**0**	**0**	**0**	**0**

Jl. Embong Malang													
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
	06.00 - 06.10	1211	231	0	6	0	6	0	2	1	0	0	0

Jl. Embong Malang													
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	06.10 - 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

Jl. Embong Malang													
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
	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
Jumlah		**26227**	**5579**	**87**	**145**	**10**	**98**	**17**	**18**	**1**	**0**	**0**	**0**
Rata-rata per jam		**6556.75**	**1394.75**	**21.75**	**36.25**	**2.5**	**24.5**	**4.25**	**4.5**	**0.25**	**0**	**0**	**0**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIOGRAFI PENULIS

Penulis dengan nama lengkap Alifia Maytantri lahir pada 10 Mei 1998 di Ujung Pandang, Sulawesi Selatan. Penulis mengenyam pendidikan formal di SD Negeri Paccinang dari tahun 2004-2007 lalu penulis berpindah ke DKI Jakarta dan melanjutkan sekolah dasar di SDIT Al-Hikmah dari tahun 2007-2010. Selanjutnya penulis meneruskan sekolah di SMP Negeri 124 Jakarta, tamat tahun 2013, dan di SMA Sumbangsih tamat tahun 2016. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan jenjang S1 di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian, Institut Teknologi Sepuluh Nopember di Kota Surabaya pada tahun 2016 dan terdaftar dengan NRP 03211640000101.

Selama berkuliah di ITS, penulis aktif di kegiatan organisasi serta kepanitiaan di HMTL ITS. Penulis juga aktif sebagai pengurus organisasi HMTL sebagai Bendahara Divisi Hubungan Luar HMTL ITS. Berbagai pelatihan juga diikuti penulis dalam rangka pengembangan diri. Penulis dapat dihubungi pada alamat e-mail: maytantrialf10@gmail.com

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

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

FORM FTA-03

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Alifia Maytantri
NRP : 032116400000101
Judul : Evaluasi dan Perencanaan Ruang Terbuka Hijau Berbasis Serapan Emisi Karbon Dioksida (CO_2) di Zona Timur Laut 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	

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan

Saran Perbaikan Ujian Lisan TA Genap 2019/2020

Lisan Remediasi

Lab Remediasi Lingkungan

Input NRP anda (tanpa spasi,format: 32xxxxxxxxxxx) *

3211640000101

Alifia Maytantri(3211640000101)

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

Saran:

Ikuti petunjuk penguji

LULUS

Dosen Penguji 1: Bieby Voijant Tangahu, ST, MT, PhD

Saran:

1. Gambar 3.1 (hal 36) kalau kerapatan kurang dari 50% diberi nilai berapa?
2. Penggunaan titik dan koma pada angka masih ada yang perlu diperbaiki (contoh tabel 5.4 hal 58)
3. Satuan emisi di gambar 5.1 - 5.2 hal 94 belum dicantumkan
4. Penulisan sumber literatur online salah —> gambar 5.3 - 5.6 hanya ditulis sumber google
5. Lampiran harus diberi nomor sehingga dapat dirujuk di pembahasan nomor lampiran yang yang dirujuk
6. Penjelasan mengenai pemilihan metode proyeksi alasan pemilihan metode yang paling mendekati 1, variabel apa saja yang menjadi faktor korelasi
7. Berikan penjelasan perbedaan mekanisme proses roof garden dan vertical garden yang membedakan kemampuan adsorpsi emisinya
8. Berikan penjelasan apakah perbedaan aktivitas permukiman yang menjadi sumber emisi (manusia, gas lpg, peternakan) memberikan efek kemampuan yang berbeda terhadap penyerapan emisi oleh tumbuhan

Lihat lebih lanjut (https://drive.google.com/open?id=1x2F43ERqXeNJuqVeVBY3WatfQHpwml6s)

LULUS

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

Saran:

Tambahkan tentang penambahan RTH yang berubah sumber penghasil emisi CO_2 nya

LULUS

Dosen Penguji 3: Alfan Purnomo, ST, MT

Saran:

Lihat lebih lanjut (https://drive.google.com/open?id=1NhWBP_5VLT9fbzFTErUs2ih48G-y0mLf)

LULUS

Ok